



Universidad Nacional Autónoma de  
México.

---

---

Facultad de Estudios Superiores  
Cuautitlán.

“Análisis e hipótesis para la solución de los  
problemas más relevantes que se presentan  
en la mayoría de las empresas manufactureras  
metal-mecánicas en México”.

**T E S I S**

Que para obtener el título de:  
Ingeniero Mecánico Electricista.

**P r e s e n t a.**

**Doane Tafolla Muñoz.**

Asesor de Tesis: Ing. Marcos Belisario González Loria.

Cuautitlán Izcalli, Estado de México. Noviembre 2012



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

# Dedicatorias

A la Universidad Nacional Autónoma de México, que a lo largo de mi vida ha sido un segundo hogar.

A mis padres, porque creyeron en mi y porque me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, y porque el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo ir hasta el final. Va por ustedes, por lo que valen, porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí.

A mis hermanos y amigos.

Gracias por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida.

Mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos difíciles.

## Índice

### **Análisis e hipótesis para la solución de los problemas más relevantes que se presentan en la mayoría de las empresas manufactureras metal-mecánicas en México.**

Introducción.	5
Problemática.	9
Justificación.	9
Objetivo.	11

### **Capítulo 1: Puntos y estrategias para llevar a cabo la planificación en una empresa metal mecánica.**

1.1 Importancia de la manufactura en la vida del hombre	15
1.1.1 ¿Qué es manufactura?	15
1.1.2 Definición de manufactura moderna.	16
1.1.3 Las industrias manufactureras y sus productos.	16
1.2 Cantidad de producción.	18
1.2.1 Capacidad de manufactura.	20
1.3 Planeación de la producción.	22
1.3.1 Tipos de producción.	23
1.3.2 Los materiales en la manufactura.	24
1.3.2.1 Metales.	25
1.3.2.2 Cerámicos.	26
1.3.2.3 Polímeros.	27
1.3.2.4 Compuestos.	28
1.4 Procesos de manufactura.	29
1.4.1 Opciones de operaciones del proceso.	31
1.4.2 Operaciones de ensamblado.	37
1.5 Sistemas de producción.	39
1.5.1 Instalaciones de producción.	40
1.5.2 Sistemas de apoyo a la manufactura.	45
1.6 Pronósticos de ventas.	46
1.7 Plan maestro de producción.	47
1.7.1 Plan detallado de producción.	48
1.7.2 Seguimiento del plan de producción.	48
1.8 Capacidad de producción.	49
1.9 Sistemas tradicionales.	49
1.10 Ingeniería de manufactura.	50
1.11 Sistemas de apoyo a la manufactura.	50
1.12 Planeación de procesos.	52
1.12.1 Planeación tradicional del proceso.	52
1.12.2 Planeación de procesos por pieza.	54
1.13 Planeación de procesos por ensamble.	60
1.14 Solución de problemas y mejora continua.	61
1.15 Planeación de la producción.	63

1.15.1 Planeación agregada y el programa maestro de Producción.	64
1.16 Control de inventarios.	68
1.16.1 Tipo de inventarios.	69
1.17 Como planear una línea de producción.	71
1.17.1 Movimiento de los materiales.	72
1.18 Balanceo de líneas.	73
1.18.1 Velocidad de la línea y longitud.	74
1.18.2 Métodos para lograr el balance para operaciones de formado.	75
1.18.3 Métodos para lograr el balanceo para las operaciones de ensamble.	76
1.18.4 Mecánica del balanceo.	76
1.19 Líneas automáticas y simulación en computadora.	80
1.19.1 Patrones de flujo.	81
1.20 Planeación de las células de producción.	82
1.20.1 consideraciones.	82
1.21 Planeación de las células de manufactura.	83
1.22 Sistemas de manufactura flexible.	84
1.23 Dotación del personal para la línea.	85
1.23.1 Aseguramiento de la continuidad de la mano de obra.	86
1.24 Aseguramiento de la continuidad de los materiales.	87
1.25 Calidad.	89
1.26 Mantenimiento.	90
1.27 Cambios de ingeniería.	90
1.28 Flexibilidad de la línea.	91

## **Capítulo 2: Designación de responsabilidades en la organización de la empresa manufacturera metal-mecánica.**

2. Diseño Organizacional.	95
2.1 Diseño organizacional y estructura organizacional.	95
2.2 Las cuatro piedras angulares.	97
2.2.1 División del trabajo.	98
2.2.2 Departamentalización.	99
2.2.3 Jerarquía.	100
2.3 Consistencia y alimentación.	101
2.4 el reto del diseño organizacional.	102
2.5 El problema de la coordinación.	103
2.6 El problema de los incentivos.	104
2.7 Puntos básicos para el diseño organizacional.	105
2.8 Arquitectura Estructura.	105
2.9 Posibles subdivisiones de la empresa.	108

### **Capítulo 3 Capacitación para la integración de funciones y responsabilidades del personal que labora en la empresa manufacturera metal-mecánica.**

3. Capacitación.	116
3.1 Importancia de la capacitación.	118
3.2 Objetivos de la capacitación.	119
3.3 Finalidad de la capacitación.	121
3.4 Componentes del desarrollo humano.	122
3.5 Pasos para elaborar una programa de capacitación.	123

### **Capítulo 4: Actividades que se deben desarrollar en las funciones directivas en las empresas manufactureras metal-mecánicas en México.**

4. Importancia de la función directiva.	126
4.1 La función directiva.	126
4.2 Gestión del cambio.	127
4.2.1 Cambio como adaptación de la organización al entorno.	128
4.2.2 dirección del cambio.	128
4.3 Funciones de los ejecutivos.	129
4.4 Las funciones clásicas del proceso directivo.	131
4.5 Destrezas de los ejecutivos.	132
4.6 Cualidades de los directivos.	133
4.7 Competencias que debe presentar un directivo empresas manufactureras metal-mecánicas en México.	135

### **Capítulo 5 Hipótesis sobre las acciones correctivas que se deben de llevar a cabo en el control de la producción de las empresas manufactureras metal-mecánicas en México**

5. Líneas de producción automatizadas.	139
5.1 Tipos de líneas automatizadas.	139
5.1.1 Las líneas de transferencia y sistemas de procedimientos similares.	139
5.2 Control de las líneas de producción automatizadas.	147
5.3 Métodos de transporte para el trabajo.	151
5.3.1 Métodos manuales de transporte de trabajo.	151
5.3.2 Métodos mecanizados de transporte de trabajo.	153
5.4 Los sistemas de transferencia continua.	154
5.4.1 Sistemas de transferencia sincrónica.	155
5.4.2 Sistemas de transferencia asincrónica.	155
5.5 Aplicaciones de los sistemas flexibles de manufactura.	156
5.6 Consideraciones para el diseño del producto en	160

maquinado.	
5.7 Maquinado ultrasónico.	162
5.8 Consideraciones generales en la limpieza de las superficies.	165
5.9 Procesos de limpieza química.	167
5.9.1 Limpieza alcalina.	167
5.9.2 Limpieza ultrasónica.	168
5.10 Procesos de recubrimiento y deposición.	169
5.10.1 Recubrimiento por conversión.	169
5.11 Deposición física de vapor.	171
5.12 Soldadura.	175
5.12.1 Automatización en Soldadura.	176
5.12.2 Soldadura con máquina.	177
5.12.3 Soldadura automática.	178
5.12.4 Soldadura robótica.	178
5.13 Métodos de inspección y pruebas de soldadura.	179
5.14 Calidad en la soldadura.	181
5.15 Proceso de fabricación del eje rotor de la caldera. B2404 de ECOPETROL GCB.	182
5.15.1 Primero paso.	182
5.15.2 Segundo paso.	183
5.15.3 Tercer paso.	184
5.15.4 Cuarto paso.	185
5.15.5 Quinto paso.	186
5.15.6 Sexto paso.	188
5.15.7 Séptimo paso.	189
5.15.8 Octavo paso.	190
5.15.9 Noveno paso.	191
5.16 Aplicación de la mejora al proceso de fabricación del eje rotor de la caldera B2404 de ECOPETROL GCB.	192
5.16.1 Primer paso.	192
5.16.2 Segundo paso.	194
5.16.3 Tercer paso.	195
5.16.4 Cuarto paso.	195
5.16.5 Quinto paso.	195
5.16.6 Sexto paso.	196
5.16.7 Séptimo paso.	197
5.16.8 Octavo paso.	198
5.16.9 Noveno paso.	199
Resumen.	199
Conclusiones.	201
Bibliografía.	204

## **Introducción.**

En esta tesis se presentará un análisis teórico de cómo planear y dirigir correctamente una línea de producción dentro de una empresa metal-mecánica, se abordaran temas aplicados a la industria metal mecánica tales como: la planeación, descripción de procesos, la importancia de la capacitación de los empleados para las diferentes actividades de producción ,así como las funciones directivas recomendadas para llevar a cabo una correcta integración entre los puestos directivos y la producción ,también se presenta la elección de varios métodos de organización y de producción ,aplicados a los diferentes casos de Planeación, Organización, Integración y Control de las líneas de producción en una empresa metal mecánica.

Una de la finalidad de este trabajo es la aportación de nuevos procesos que se pueden integrar a las líneas de producción con la correcta gestión de estas tecnologías y la buena toma de decisiones dentro un sistema de fabricación, estos nuevos procesos (procesos de soldadura, procesos de recubrimientos y de deposición de materiales, procesos de limpieza, procesos de maquinado.) ayudaran a la correcta integración de numerosas variables de fabricación por medio de los sistemas flexibles de manufactura, sistemas de transferencia de materiales en la línea de producción, métodos de transporte de materiales, líneas de transferencia impactando de manera positiva el proceso de fabricación y desempeño buscado.

A continuación se muestra un poco de historia de los sistemas de manufactura a nivel mundial con el fin de entender y comprender la necesidad de la evolución de estos.

La expresión “sistemas de manufactura” se refiere a las formas de organizar a las personas y a los equipos de modo que la producción se lleve a cabo con más eficiencia. Son varios los sucesos históricos y descubrimientos que tuvieron un efecto grande en el desarrollo de los sistemas modernos de manufactura.

Es claro que un descubrimiento significativo fue el principio de la división del trabajo, es decir, dividir el trabajo total en tareas, y hacer que los trabajadores individuales se conviertan en especialistas en hacer una sola cosa., este principio se había practicado durante siglos, pero al economista Adam Smith (1723-1790) se le adjudico el crédito por haber sido el primero en explicar su significado económico en su obra “La riqueza de las naciones.”

En el primer capítulo se abordara la importancia de la manufactura que tiene para la humanidad posteriormente se tomara en cuenta los conceptos básicos para realizar una correcta planeación dentro de las líneas de producción tales como: tipos de producción, planeación de la producción, procesos de manufactura, sistemas de fabricación. Consecutivamente se presentaran los puntos clave para realizar un análisis de mejora para posteriormente realizar hipótesis correctiva de los problemas tales como lo son: los sistemas de apoyo a la manufactura, patrones de flujo dentro de los procesos de elaboración, aseguramiento de continuidad de materiales, planeación de los sistemas flexibles de manufactura, mantenimiento, flexibilidad de la línea de producción entre otras.

En el segundo capítulo se empezara con la importancia que representa el diseño organizacional adecuado para las necesidades de las empresas metal mecánicas en México, se presentara el tema de la división del trabajo, la departamentalización así como la importancia que representa la jerarquía dentro de un organigrama.

En el tercer capítulo, se destacará la importancia que tiene para la empresa metal mecánica de México el tener el personal mejor capacitado por esto se presentara dentro de este capítulo la importancia de la capacitación, objetivos y finalidad de la capacitación de igual manera se presentara una serie de pasos para realizarla de la forma adecuada ajustándose a las necesidades de las industrias metal mecánicas en México.

En el cuarto capítulo se abordara el tema de la importancia que tiene la función directiva dentro de las industrias metal mecánica en México, de la misma manera se abordaran las funciones directivas, las funciones clásicas de los directivos, cualidades y competencias que deben de tener los directivos entre otros temas relacionados al desarrollo de las actividades directivas y el reto que presenta tener a los mejores directivos para dirigir a las industrias.

En el quinto capítulo se abordara el tema de la hipótesis sobre las acciones correctivas que se deben de llevar a cabo dentro de las industrias metal mecánica en México, en dicho capítulo se abordaran diferentes procesos que mediante la buena toma de decisiones y la correcta gestión tecnológica podrán ser implementados correctamente dentro de las industrias metal mecánica en México, estos podrán reemplazar a los procesos rudimentarios que se utilizan hoy en día dentro de dichas empresas.

De la misma forma dentro del contexto de acciones correctivas se presentara la hipótesis para la mejora de los procesos de manufactura tales como: líneas automatizadas, líneas de transferencia, métodos de transporte de materiales, sistemas de transferencia, etc. Siendo estos apoyados por medio de los sistemas flexibles de manufactura, destacando diferencia entre los nuevos métodos y los que se utilizan hoy en día.

A continuación se presenta un poco de historia de los sistemas de manufactura que se han presentado, esto para destacar la necesidad e importancia que se tiene para innovar los procesos de manufactura.

La manufactura de las piezas intercambiables requirió de muchos años de desarrollo antes de convertirse en una realidad práctica, pero revolucionó los métodos de manufactura y es un prerrequisito para la producción en masa. Debido a que su origen tuvo lugar en Estados Unidos, la producción de piezas intercambiables se conoció como el sistema americano de manufactura.

De su segunda mitad hasta al final del siglo XIX se presenció la expansión de los ferrocarriles, barcos de vapor y otras máquinas que crearon la necesidad creciente de hierro y acero. También se crearon métodos nuevos de producción para satisfacer esa demanda. Asimismo, durante ese periodo se inventaron varios productos de consumo, entre estos; la máquina de coser, la bicicleta y el automóvil. A fin de satisfacer la demanda masiva de esos artículos, se requieren métodos más eficientes de producción. Algunos historiadores identifican los desarrollos durante ese periodo como la segunda revolución industrial, que se caracterizo en términos de sus efectos sobre los sistemas de manufactura a través de los siguientes:

- 1) Producción en masa.
- 2) Movimientos de la administración científica.
- 3) Líneas de ensamblado.
- 4) Electrificación de las fábricas.

A finales del siglo XIX, surgió en estados Unidos el movimiento de la administración científica, en respuesta a la necesidad de planear y controlar las actividades de un número en aumento de trabajadores. Los líderes del movimiento incluían a fedrick W. Taylor (1856-1915), Frank Gilberth(1868-1924) y su esposa lilian(1878-1972). La administración científica tenía varias características como lo son:

- 1) Estudio de movimientos, motivado por descubrir el método mejor para ejecutar una tarea dada.
- 2) El estudio de tiempos, para establecer estándares de trabajo para cierta labor.
- 3) El uso amplio de estándares en la industria
- 4) El sistema de pago y destajo y otros planes similares de incentivos de trabajo.
- 5) El uso de conjuntos de datos para la conservación de registros y contabilidad de costos en las operaciones fabriles.

## **Problemática.**

Uno de los grandes problemas que presenta el país para su desarrollo, es la falta de conocimientos técnicos-administrativos que permitan a las empresas mexicanas ser más competitivas. El modo de pensar y actuar del humano en su actividad laboral, es un factor fundamental para que las actividades que realice se hagan de la mejor manera y sean la base para su trabajo. La Manufactura brinda esa oportunidad, porque al aplicar la filosofía de la calidad satisface la necesidad del cliente, mejora el proceso productivo y se aprovechan mejor los recursos humanos, financieros y materiales

## **Justificación.**

Actualmente, México enfrenta en términos de competitividad, productividad y crecimiento económico más allá del 1.5% que registro el Producto Interno Bruto (PIB) en el año 2008 y ante el panorama de crecimiento lento registrado en el primer semestre del año 2011, la caída en la competitividad del país, los altos costos de producción y el bajo crecimiento de la inversión extranjera directa en el sector, debido a la crisis económica del año 2009 con un déficit de -6.5% es necesario fortalecer el ámbito empresarial orientado a maximizar el valor de los recursos de la empresa, como es el caso de la correcta planeación y actualización de los procesos de manufactura utilizados actualmente permitiendo a México garantizar mayor calidad en sus productos, menores costos de producción, reducir desperdicios, optimizar los procesos de producción y alentar la inversión extranjera directa (IED)

Para ello, el gobierno federal debe implementar una política pública orientada a fortalecer el mejoramiento de la manufactura desde sus bases, lo que implicara al país, un fuerte cambio cultural en la manera de hacer más eficiente la productividad, implementar una filosofía de mejora continua que permita a las compañías reducir costos de producción en un 50%, así como reducir inventarios, mejorar procesos,

eliminar desperdicios, reducir tiempos de entrega(lead time) mejorar la calidad(satisfacción del cliente) incrementar la eficiencia de sus equipos, mantener los márgenes de utilidad, elevar los niveles de competitividad, reducir defectos y el control del sistema productivo. Beneficios que se alcanzan como resultado de implementar los principios del cambio y actualización en la manufactura, porque más que una iniciativa de trabajo es una nueva forma de administración y cultura de la empresa, todo esto con una inversión mínima de capital.

En el país, los diversos sectores industriales, las empresas y los ciudadanos, enfrentamos grandes retos con visión a un futuro inmediato y para cubrir al desarrollo de niveles de competitividad de los países de la organización para la cooperación y el desarrollo económico (OCDE), al que pertenece México, debemos reducir costos en la manufactura, ser más atractivos para los inversionistas extranjeros y mejorar el entorno regulador de los negocios, por lo cual; el país requiere de manera urgente una reforma estructural profunda que abarque todos los sectores.

Aunque los antecedentes de la manufactura, fueron las áreas de producción de las empresas; a través de los años, se ha probado y extendido que la manufactura no solo se limita a producción esta se extiende más allá de una fábrica a todos los departamentos operativos de las compañías, convirtiéndose actualmente en una filosofía empresarial que posibilita a las empresas mejorar su posición competitiva en un entorno de mercado voraz y exigente que en mayor o menor medida; dependiendo de la región del mundo y del sector industrial donde se encuentre, exige a las empresas de manufactura mediante sus clientes y/o consumidores finales mayores requerimientos de calidad, variedad de productos, cero defectos, mayor confiabilidad, funcionabilidad garantizada, rapidez en tiempos de entrega, desarrollo e innovación de nuevos productos, entregas en lotes pequeños con mayor frecuencia, precios más bajos y fabricación de productos a la medida.

Aplicando acciones a mediano plazo, las empresas y el gobierno mexicano, deberán centrar sus esfuerzos en las reformas nacionales, y a nivel interno las empresas

deben desarrollar esquemas de administración de operaciones, inventarios, manufactura, almacenamiento distribución de bienes, integrar cadenas de suministro, invertir en capacitación y desarrollo e incorporar tecnologías de información a sus procesos.

México debe ofrecer certificaciones y experiencia al mercado empresarial e industrial, apoyando a las empresas para que certifiquen a su personal mas allá de simples cursos, poniendo a su alcance la posibilidad de obtener una certificación con validez internacional.

Uno de los grandes problemas que presenta el país para su desarrollo, es la falta de conocimientos técnicos-administrativos que permitan a las empresas mexicanas ser más competitivas. El modo de pensar y actuar del ser humano en su actividad laboral, es factor fundamental para que las actividades que realice se hagan de la mejor manera y sean la base para mejorar su trabajo.

La manufactura brinda esta oportunidad, porque al aplicar la filosofía de la calidad satisface la necesidad del cliente, mejora el proceso productivo y se aprovechan mejor los recursos humanos, financieros y materiales.

### **Objetivo.**

El objetivo de esta tesis es la mejora de algunos procesos de manufactura aplicados dentro de las industrias manufactureras de México mediante el análisis de los procesos que actualmente se están utilizando dentro de los proceso de fabricación y realizando una hipótesis sobre los nuevos procesos de manufactura como lo son los procesos de la soldadura, los procesos de recubrimiento, los procesos de limpieza, los procesos de maquinado y los procesos de deposición de materiales que pueden ser implementados dentro de las industrias manufactureras en México ,de igual

manera se busca diseñar un plan de mejoras que logren una reducción de tareas y procesos mediante la aplicación de las técnicas de Manufactura tales como: la aplicación de sistemas flexibles de manufactura, sistemas de transferencia dentro de la línea de producción, métodos de transporte de materiales, así como el control de las líneas automatizadas y líneas de transferencia de estas. Así mismo se presentan conceptos teóricos de cómo realizar la planeación de una línea de producción .Se planteará una hipótesis sobre la diversificación de los distintos procesos que actualmente pueden sustituir a los procesos de manufactura rudimentarios por medio de una explicación clara ,con la finalidad de que le permita a las compañías reducir sus costos, mejorar los procesos y eliminar los desperdicios para aumentar la satisfacción de los clientes y mantener el margen de utilidad de la empresa.

## Capítulo 1: Puntos y estrategias para llevar a cabo la planificación en una empresa metal mecánica.

### Contenido:

1.1	Importancia de la manufactura en la vida del hombre.	15
1.1.1	¿Qué es manufactura?	15
1.1.2	Definición de manufactura moderna.	16
1.1.3	Las industrias manufactureras y sus productos.	16
1.2	Cantidad de producción.	18
1.2.1	Capacidad de manufactura.	20
1.3	Planeación de la producción.	22
1.3.1	Tipos de producción.	23
1.3.2	Los materiales en la manufactura.	24
1.3.2.1	Metales.	25
1.3.2.2	Cerámicos.	26
1.3.2.3	Polímeros.	27
1.3.2.4	Compuestos.	28
1.4	Procesos de manufactura	29
1.4.1	Opciones de operaciones del proceso.	31
1.4.2	Operaciones de ensamblado.	37
1.5	Sistemas de producción.	39
1.5.1	Instalaciones de producción.	40
1.5.2	Sistemas de apoyo a la manufactura	45
1.6	pronósticos de ventas.	46
1.7	plan maestro de producción.	47
1.7.1	plan detallado de producción.	48
1.7.2	seguimiento del plan de producción.	48
1.8	Capacidad de producción.	49
1.9	Sistemas tradicionales.	49
1.10	Ingeniería de manufactura.	50
1.11	Sistemas de apoyo a la manufactura.	50
1.12	Planeación de procesos.	52
1.12.1	Planeación tradicional del proceso.	52
1.12.2	Planeación de procesos por pieza.	54

1.13 Planeación de procesos por ensamble.	60
1.14 Solución de problemas y mejora continua.	61
1.15 Planeación de la producción.	63
1.15.1 Planeación agregada y el programa maestro de producción.	64
1.16 Control de inventarios.	68
1.16.1 Tipo de inventarios.	69
1.17 Como planear una línea de producción.	71
1.17.1 Movimiento de los materiales.	72
1.18 Balanceo de líneas.	73
1.18.1 Velocidad de la línea y longitud.	74
1.18.2 Métodos para lograr el balance para operaciones de formado.	75
1.18.3 Métodos para lograr el balanceo para las operaciones de ensamble.	76
1.18.4 Mecánica del balanceo.	76
1.19 Líneas automáticas y simulación en computadora.	80
1.19.1 Patrones de flujo.	81
1.20 Planeación de las células de producción.	82
1.20.1 consideraciones.	82
1.21 Planeación de las células de manufactura.	83
1.22 Sistemas de manufactura flexible.	84
1.23 Dotación del personal para la línea.	85
1.23.1 Aseguramiento de la continuidad de la mano de obra.	86
1.24 Aseguramiento de la continuidad de los materiales.	87
1.25 Calidad.	89
1.26 Mantenimiento.	90
1.27 Cambios de ingeniería.	90
1.28 Flexibilidad de la línea.	91
1.29 Variaciones y modificaciones en la línea de producción.	92

## **1.1. Importancia de la manufactura en la vida del hombre.**

La manufactura es de vital importancia dentro del contexto tecnológico, económico e histórico. La tecnología se define como la aplicación de la ciencia para proporcionar a la sociedad y a sus miembros aquellos objetos que necesitan o desean, por su parte la tecnología influye de muchas maneras en nuestras vidas cotidianas tanto de manera directa como de manera indirecta. Las creaciones tecnológicas no estarían disponibles para la sociedad si no pudieran manufacturarse. Por consiguiente la manufactura es el factor especial que hace posible a la tecnología.

En el contexto de la economía, la manufactura es un medio importante con el que cuenta una nación, esta crea el bienestar material. Por ejemplo en los Estados Unidos, las industrias manufactureras generan alrededor del 20% del Producto Interno Bruto.

Históricamente se subestima la importancia de la manufactura en el desarrollo de la civilización. Pero a lo largo de la historia, se ha demostrado que las culturas humanas que han sido mejores para fabricar objetos han tenido más éxito. Al elaborar herramientas mejores, se tuvieron destrezas y armas mejores. Las mejores destrezas les permitieron vivir mejor. Con armas mejores pudieron conquistar a las culturas vecinas en épocas de conflictos.

En gran parte, la historia de la civilización es la historia de la capacidad de la humanidad para fabricar cosas.

### **1.1.1. ¿Qué es manufactura?**

La palabra manufactura se deriva de las palabras latinas manus (manos) y factus (hacer); esta combinación de términos significa “hacer con las manos”. La palabra inglesa manufacturing tiene ya varios siglos de antigüedad y la expresión “hecho a mano” describe precisamente el método manual que se usaba cuando se forma la

palabra. Hoy en día gran parte de la manufactura moderna se realiza con maquinaria computarizada y automatizada que es supervisada en todo momento.

### **1.1.2. Definición de manufactura moderna.**

La manufactura moderna se puede estudiar y definir desde dos contextos: una tecnológica y la otra económica. En el sentido tecnológico, la manufactura representa la aplicación de procesos físicos y químicos para alterar la geometría, propiedades o apariencia de un material de inicio dado para fabricar piezas o productos. Los procesos para llevar a cabo la manufactura involucran una gran combinación de máquinas, herramientas, energía y trabajo manual. Por lo general la manufactura se ejecuta como una secuencia de operaciones. Cada una de estas lleva al material más cerca del estado final que se desea.

En el sentido económico, la manufactura es la transformación de los materiales en artículos de mayor valor por medio de uno o más operaciones de procedimientos o ensamblado. La clave es que la manufactura agrega valor al material cambiando su forma o propiedades, mediante la combinación de distintos materiales también alterados. A su paso el material se habrá hecho más valioso por medio de las operaciones de manufactura ejecutadas en él. Un ejemplo puede ser cuando el mineral de hierro se convierte en acero a este procedimiento se le añade un valor.

Otro ejemplo se presenta cuando el petróleo se refina y se convierte en plástico en este procedimiento de la misma manera que el hierro aumenta su valor.

### **1.1.3. Las industrias manufactureras y sus productos.**

La manufactura como ya se vio anteriormente es una actividad de vital importancia, pero no se lleva a cabo sólo por sí misma. Se ejecuta como una actividad comercial de las compañías que venden productos a los clientes. El tipo de manufactura que la

empresa realiza depende de la clase de producto que fabrica. Esta relación se puede analizar por medio del examen de los tipos de industrias manufactureras, después con la identificación de los productos que estos generan.

Las industrias manufactureras. Esta industria engloba empresas y organizaciones que producen o suministran bienes y/o servicios. Las industrias se clasifican como primarias, secundarias o terciarias. Las industrias primarias cultivan y explotan recursos naturales, tales como la agricultura y la minería. Las industrias secundarias toman las salidas de las primarias y las convierten en bienes de consumo capital. En esta categoría, la manufactura es la actividad principal, pero también quedan incluidas las construcciones y la generación de energía. Las industrias terciarias constituyen el sector de servicios de la economía.

Productos manufacturados. Los productos finales fabricados por las industrias se dividen a su vez en dos clases principales:

- a) bienes de consumo.
- b) bienes de capital.

Los bienes de consumo son productos que los consumidores compran en forma directa como autos, computadoras personales, televisiones, neumáticos, etc.

Los bienes de capital son aquellos que adquieren otras compañías para producir bienes y prestar servicios como por ejemplo: aviones, equipo ferroviario, máquinas, herramientas, etc.

Además de los productos finales, otros artículos manufacturados incluyen los materiales, componentes y suministros que emplean las compañías para fabricar los artículos terminados. Como por ejemplo la lámina de acero, barras de acero, acuñación, piezas maquinadas, etc. Así las industrias manufactureras son una

infraestructura compleja con categorías y niveles distintos de proveedores intermedios con quienes el consumidor final nunca tratará.

## **1.2. Cantidad de producción y variedad de productos.**

La cantidad de productos elaborados por una fábrica tienen una influencia importante en la manera en que está organizado su personal, sus instalaciones y sus procedimientos. En base a las cantidades de producidas anuales la tasa de producción se puede clasificar en tres categorías:

- a) Producción baja, en el rango de 1 a 100 unidades producidas por año.
- b) Producción media, de 100 a 10 000 unidades producidas por año.
- c) Producción alta, de 10000 a varios millones de unidades producidas por año.

Los límites de los tres rangos son arbitrarios, en función de las clases de productos pueden cambiar su orden de magnitud.

La cantidad de producción se refiere al número de unidades de cierto tipo de producto que se produce en un año. Muchas de las plantas de producción producen una variedad de productos distintos, cada uno de los cuales se hace en cantidades bajas o medias. Otras plantas de producción se especializan en la producción de un sólo tipo de producto. Es importante identificar la variedad de productos como parámetros distintivos de la cantidad de producción. La variedad de productos se refiere a los diseños o tipos distintos de productos que se producen en la planta. Los productos diferentes desempeñan funciones distintas; se destinan a mercados diferentes; algunos tienen más componentes que otros. Es posible contar el número de tipos distintos de productos fabricados cada año. Cuando el número de tipos de productos de la fábrica es elevado, esto indicará que la variedad de productos es alta.

Existe una correlación inversa entre la variedad de productos y cantidad de producción, en términos de las operaciones de la fábrica. Si la variedad de los productos de una fábrica es elevada, entonces es probable que su cantidad de producción sea baja; pero si la cantidad de producción es alta, entonces la variedad de productos será baja, como se ilustra en la siguiente imagen.

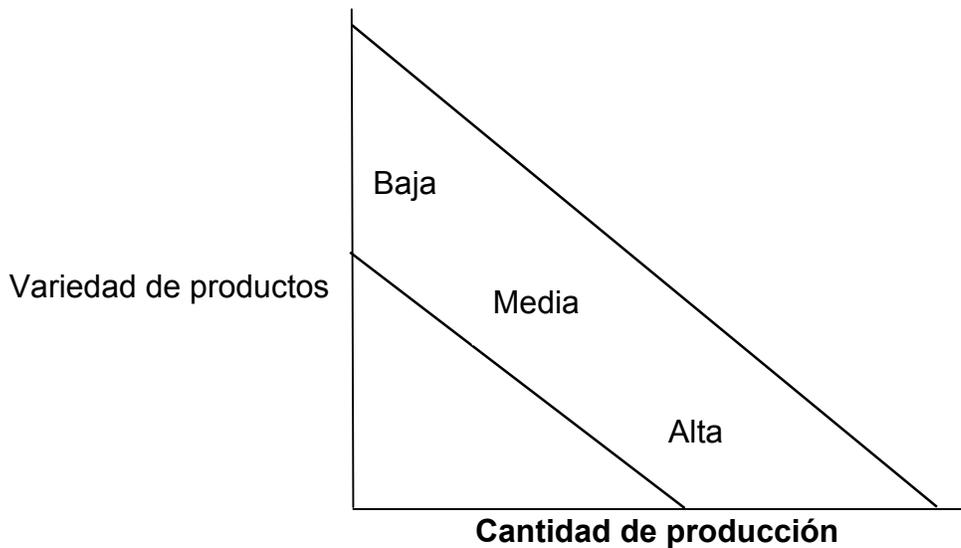


Figura 1.1. Relación entre la variedad de productos y la cantidad de producción en la manufactura de productos.

Aunque se ha identificado la variedad de productos como un parámetro cuantitativo, este es mucho menos exacto que la cantidad de producción ya que los detalles en que difieren los diseños no se capturan sólo con el número de diseños distintos.

El grado de las diferencias del producto puede ser pequeño o grande, para describir dichas diferencias se utilizan los términos como “suave” o “dura”.

La variedad suave de productos ocurre cuando sólo existen diferencias pequeñas en la variedad de productos, como aquellas entre autos fabricados en la misma línea de producción. En un producto ensamblado, la variedad de productos se caracteriza por una proporción elevada de piezas comunes entre los modelos.

La variedad dura de productos sucede cuando estos varían en forma sustancial y hay pocas piezas en común, o ninguna. Como ejemplo la diferencia entre un automóvil y un camión es dura.

### **1.2.1. Capacidad de manufactura.**

Una planta de manufactura consiste en un conjunto de procesos y sistema diseñados para transformar cierto rango limitado de materiales en productos de valor incrementado. La manufactura moderna está integrada por tres factores.

1. Materiales.
2. Procesos.
3. Sistemas.

Entre estos tres factores existe una interdependencia muy fuerte. Una compañía manufacturera no puede hacer todo. Sólo debe hacer ciertas cosas y hacerlas bien.

La capacidad de manufactura se refiere a las limitaciones técnicas y físicas de una empresa de manufactura y de cada una de sus plantas, es posible identificar varias dimensiones de dicha capacidad:

- Capacidad tecnológica de procesos.
- Tamaño físico y peso del producto.
- Capacidad de producción.

Capacidad tecnológica de proceso. La capacidad tecnológica de proceso de una planta es el conjunto de procesos de manufactura con que se dispone. Ciertas plantas realizan operaciones de maquinado, otras convierten lingotes de acero en lámina, y aun mas construyen automóviles. Una planta de maquinado no puede laminar acero, y una planta de laminación no puede fabricar autos. Las

características subyacentes que distinguen a esas plantas son los procesos que pueden ejecutar. La capacidad de procesamiento tecnológico se relaciona de cerca con el tipo de material. Ciertos procesos de manufactura se ajustan a ciertos materiales, mientras que otros se adaptan a otros totalmente distintos. Al especializarse en determinado proceso o grupo de procesos, la planta se especializa en forma simultánea en ciertos tipos de materiales. Las capacidades tecnológicas de proceso incluyen no sólo los procesos físicos, sino también la experiencia que tiene el personal de la planta en dichas tecnologías. Las compañías deben concentrarse en el diseño y la manufactura de productos que sean compatibles con su capacidad tecnológica de proceso.

Limitaciones físicas del producto: Un segundo aspecto de la capacidad de manufactura lo impone el producto físico. Una planta con un conjunto dado de procesos está limitada en los términos del tamaño y el peso de los productos que pueden producirse. Los productos grandes y pesados son difíciles de mover. Para hacerlo, la planta debe equiparse con grúas con la capacidad de carga requerida. En cuanto a las piezas y los productos pequeños que se fabrican en cantidades grandes se trasladan por medio de bandas u otros medios. La limitante que se presenta en el tamaño y peso de un producto también se extiende a la capacidad física del equipo de manufactura. Las máquinas de producción tienen tamaños distintos. Las más grandes deben utilizarse para procesar piezas grandes. El conjunto del equipo de producción, manejo de materiales, capacidad de almacenamiento y tamaño de la planta, debe planearse para todos los productos que están dentro de cierto rango de tamaño y peso.

Capacidad de producción. Una tercera limitante de la capacidad de una planta de manufactura, es la cantidad de producción que puede obtenerse en un periodo de tiempo dado. Es común llamar a dicha limitante de cantidad “capacidad de planta” o capacidad de producción, se define como la tasa máxima de producción que una planta puede alcanzar en condiciones dadas de operación. Estas condiciones se refieren al número de turnos por semana, horas por turno, niveles de la mano de

obra directa, entre otros. Esos factores representan las entradas de la planta. Dadas estas entradas, la planeación debe responder a la siguiente pregunta ¿Cuál es la salida que puede generar la empresa?

Por lo general, la capacidad de la planta se mide en términos de las unidades producidas, tales como las toneladas de acero que produce al año en fundición, o el número de automóviles producidos. En estos casos, las producciones son homogéneas. En los casos en que las unidades de producción no sean homogéneas, otros factores más apropiados de medición, son las horas hombre de capacidad productiva en un taller de maquinado que produce varias piezas. Los materiales, procesos y sistemas son los bloques constitutivos básicos de la manufactura.

### **1.3. Planeación de la producción.**

La planeación de la producción involucra la organización y la planeación del proceso de manufactura. Específicamente consisten en la planeación de las rutas, la programación, la generación de órdenes de producción, la coordinación de la inspección, el control de los materiales, las herramientas y los tiempos de las operaciones.

Las funciones del control de producción dependen del tipo de producción, por lo cual se puede afirmar que existen una gran variedad de funciones. En forma general, la función del control de la producción es la de proveer los servicios necesarios para la manufactura.

La manufactura trata de resolver las siguientes preguntas:

¿Qué se debe de producir?

¿Cuánto hay que producir?

¿Cuándo hay que producirlo?

¿Se tiene lo necesario para producirlo?

¿Se ha cumplido con lo planeado?

Para llevar a cabo estas respuestas, se requiere de los sistemas de información estos deben ser referentes a:

- Demanda o necesidad de producción.
- Capacidad disponible.
- Tiempos y métodos de las operaciones.
- Disponibilidad de materiales.
- Disponibilidad de herramientas.
- Lista de materiales.
- Progreso o avance en el trabajo.
- Estado y prioridades de las órdenes de producción.

### **1.3.1. Tipos de producción.**

Dentro de los tipos de producción se debe hacer una diferencia entre el tipo de producción con el que se va a producir dentro de la planta.

En primer término, se distingue el tipo de producción continua, llamada también de proceso y el tipo de producción de artículos discretos. Esta diferencia no es totalmente excluyente; pues existen tipos de producción que son intermedios, ya que la producción es continua, pero esta no pertenece al tipo de proceso. La producción discreta, a su vez puede catalogarse como:

Producción en serie: es cuando se producen artículos en forma continua, pero cambian los modelos del producto.

Producción para tener en stock: este tipo de producción se presenta cuando el objetivo es mantener determinadas cantidades de los diferentes modelos en inventario, con el objeto de garantizar la satisfacción de la demanda.

Producción sobre pedido: se presenta cuando se fabrica únicamente lo que ha sido solicitado por el cliente.

Producción única: es cuando los pedidos son expresamente de una o muy pocas unidades, con pocas probabilidades de repetición idéntica.

### **1.3.2. Los materiales en la manufactura.**

Dentro de los procesos de manufactura la mayor parte de los materiales para ingeniería se clasifican en una de las siguientes tres categorías:

1. Metales.
2. Cerámicos.
3. Polímeros.

Las características químicas de estas clasificaciones son diferentes así como sus propiedades mecánicas, físicas estas no se parecen entre si y afectan los procesos de manufactura susceptibles de emplearse para obtener productos de ellos. Además de las tres categorías básicas existe una cuarta clasificación

4. compuestos- (Son mezclas homogéneas de los otros tres tipos de fundamentales.)

### **1.3.2.1. Metales.**

Los metales que se emplean en la manufactura, por lo general son aleaciones, que están compuestos de dos o más elementos, con al menos uno en forma metálica. Los metales se dividen en dos grupos básicos.

1. Ferrosos.
2. No ferrosos.

Metales ferrosos. Los metales ferrosos se basan en el hierro: mismo grupo que incluye acero y hierro colado. Dichos metales constituyen el grupo comercial más importante, mas de las tres cuartas partes del peso total de los metales de todo el mundo. El hierro puro tiene un uso comercial limitado, pero cuando se mezcla con carbono este tiene más usos y un mayor valor comercial que cualquier otro metal. Las aleaciones del hierro y carbono producen acero y el hierro colado.

El acero. Este se define como una aleación de hierro carbono que contiene 0.02%-2.11% de carbono es la categoría más importante dentro del grupo de los metales ferrosos. Es frecuente que su composición incluya otros elementos de la aleación, tales como manganeso, cromo, níquel y molibdeno, para mejorar las propiedades del metal. Las aplicaciones del acero incluyen la construcción (por ejemplo: en puentes, vigas tipo 1 y clavos), en el transporte (camiones, rieles y equipo rodante para vía férrea), y productos de consumo (automóviles y aparatos).

El hierro colado. Este tipo de hierro es una aleación de fierro y carbono (2%-4%) que se utiliza en el moldeado (sobre todo en arena verde). El silicio también está presente en la aleación (en cantidades que van desde 0.5% a 3%), y es frecuente que también se agreguen otros elementos para obtener propiedades deseables en el elemento fundido. El hierro colado se encuentra disponible en distintas formas de las que la más común es el hierro colado gris; sus aplicaciones incluyen los bloques y cabezas de motores de combustión interna.

Metales no ferrosos. Este tipo de metales incluyen a los demás elementos metálicos y sus aleaciones. En casi todos los casos, las aleaciones tienen más importancia comercial que los metales puros. Los metales no ferrosos incluyen los metales puros y aleaciones de aluminio, cobre, oro, magnesio, níquel, plata, estaño, titanio, zinc y otros metales.

#### **1.3.2.2. Cerámicos.**

Un material cerámico se define como un compuesto que contiene elementos metálicos o semi metálicos además de contener materiales no metálicos. Los elementos no metálicos más comunes son el oxígeno, nitrógeno y carbono.

Los cerámicos incluyen una variedad de materiales tradicionales y modernos, los productos cerámicos tradicionales, algunos de los cuales se han utilizado durante miles de años incluyen arcilla (se dispone de ella en abundancia, consiste en partículas finas de silicatos de aluminio hidratados y otros minerales que se utilizan en la fabricación de ladrillos, baldosas y vajillas.); sílice (es la base para la gran mayoría de los productos de vidrio.); así como la alúmina y carburo de silicón (estos son dos materiales abrasivos que se emplean en el rectificado.)

Los cerámicos modernos incluyen alguno de los materiales anteriores, tales como la alúmina, cuyas propiedades se mejoran en varios modos a través de métodos modernos de procesamiento. Los más nuevos incluyen carburos, los carburos metálicos tales como el carburo de tungsteno y de titanio, estos se emplean mucho como materiales para herramientas de corte, y los nitruros metálicos y semi metálicos como el nitruro de titanio y el de boro, se utilizan como herramientas de corte y abrasivos para rectificar.

Con fines de procesamiento, los cerámicos se dividen en:

1. Cerámicos cristalinos.
2. Vidrios.

Para cada tipo se requieren diferentes métodos de manufactura. Los cerámicos cristalinos se forman de distintos modos a partir de polvos que después se calientan (a una temperatura inferior del punto de fusión a fin de lograr la unión entre los polvos). Los cerámicos vidriados (vidrio sobre todo) se mezclan y funden para después formarse en proceso tales como el vidrio soplado tradicional.

### **1.3.2.3. Polímeros.**

Un polímero es un compuesto formado por unidades estructurales repetidas denominadas “meros”, cuyos átomos comparten electrones que forman moléculas muy grandes. Por lo general, los polímeros consisten en carbono en uno o más elementos tales como hidrogeno, nitrógeno, oxígeno y cloro. Los polímeros se dividen en tres categorías:

- Polímeros termoplásticos o termo viables.
- Polímeros termoestables o termo fijos.
- Elastómeros.

Los polímeros termoestables. Estos pueden sujetarse a ciclos múltiples de calentamiento y enfriamiento sin que se altere en forma sustancial la estructura molecular de polímero. Los termoplásticos comunes incluyen polietileno, poliestireno, cloruro de polivinilo y nylon.

Los polímeros termoestables. Estos sufren una transformación química o “curado” hacia una estructura rígida después de haberse enfriado a partir de una condición plástica calentada; de ahí el nombre de “termoestables”. Los miembros de este tipo incluyen los fenoles, resinas amino y epoxicas. Aunque se emplea el nombre de

“termoestables”, algunos polímeros se “curan” por medio de mecanismos distintos del calentamiento.

Los elastómeros son polímeros estos incluyen el caucho natural, neopreno, silicón y poliuretano.

#### **1.3.2.4. Compuestos.**

Los compuestos no constituyen en realidad una categoría separada de materiales; son mezclas de los otros tres tipos. Un compuesto es un material que consiste en dos o más fases que se procesan por separado y luego se unen para lograr propiedades superiores a las de sus constituyentes. El término fase se refiere a una masa homogénea de material, tal como la agregación de granos de estructura celular idéntica y unitaria en un metal sólido.

La estructura usual de un compuesto consiste en partículas o fibras de una fase mezclada en una segunda que se llama la matriz.

Los compuestos se encuentran en la naturaleza, se pueden producir en forma sintética. El tipo sintetizado incluye fibras de vidrio en una matriz de polímero, por ejemplo fibra reforzada de plástico; fibras de polímero de un tipo en una matriz de polímero, por ejemplo, tal como un compuesto epoxico de kevlar; y un cerámico en una matriz metálica, tal como carburo de tungsteno en una sustancia aglutinante de cobalto para formar una herramienta de corte a base de carburo cementado.

Las propiedades de un compuesto dependen de sus componentes, las formas físicas de estos y la manera que se combina para formar el material final. Algunos compuestos combinan una resistencia elevada con el poco peso y son apropiadas para aplicarlos en componentes aeronáuticos, carrocerías de automóviles, cascos de barcos, raquetas de tenis, y cañas de pescar. Otros compuestos son fuertes, duros y

capaces de conservar dichas propiedades a temperaturas elevadas como por ejemplo: Las herramientas cortadoras de carburo cementado.

#### **1.4 Procesos de Manufactura.**

Para un mejor estudio los procesos de manufactura se pueden dividir en dos categorías básicas las cuales son:

- Las operaciones del proceso.
- Las operaciones presentadas dentro del ensamblado.

Una operación del proceso. Es la acción que provoca que un material de trabajo pase de un acabado a otro más avanzado que está más cerca del producto final que se desea. Se agrega valor cambiando la geometría, las propiedades o la apariencia del material de inicio. En general, las operaciones del proceso se ejecutan sobre partes discretas del trabajo, pero algunas también son aplicables a los artículos ensamblados.

Una operación de ensamblado es la acción que une dos o más componentes a fin de crear una entidad nueva, llamada ensamble, subensamble o algún otro término que se refiere al proceso de unión. En la figura 1.2 se presenta una clasificación de procesos de manufactura.

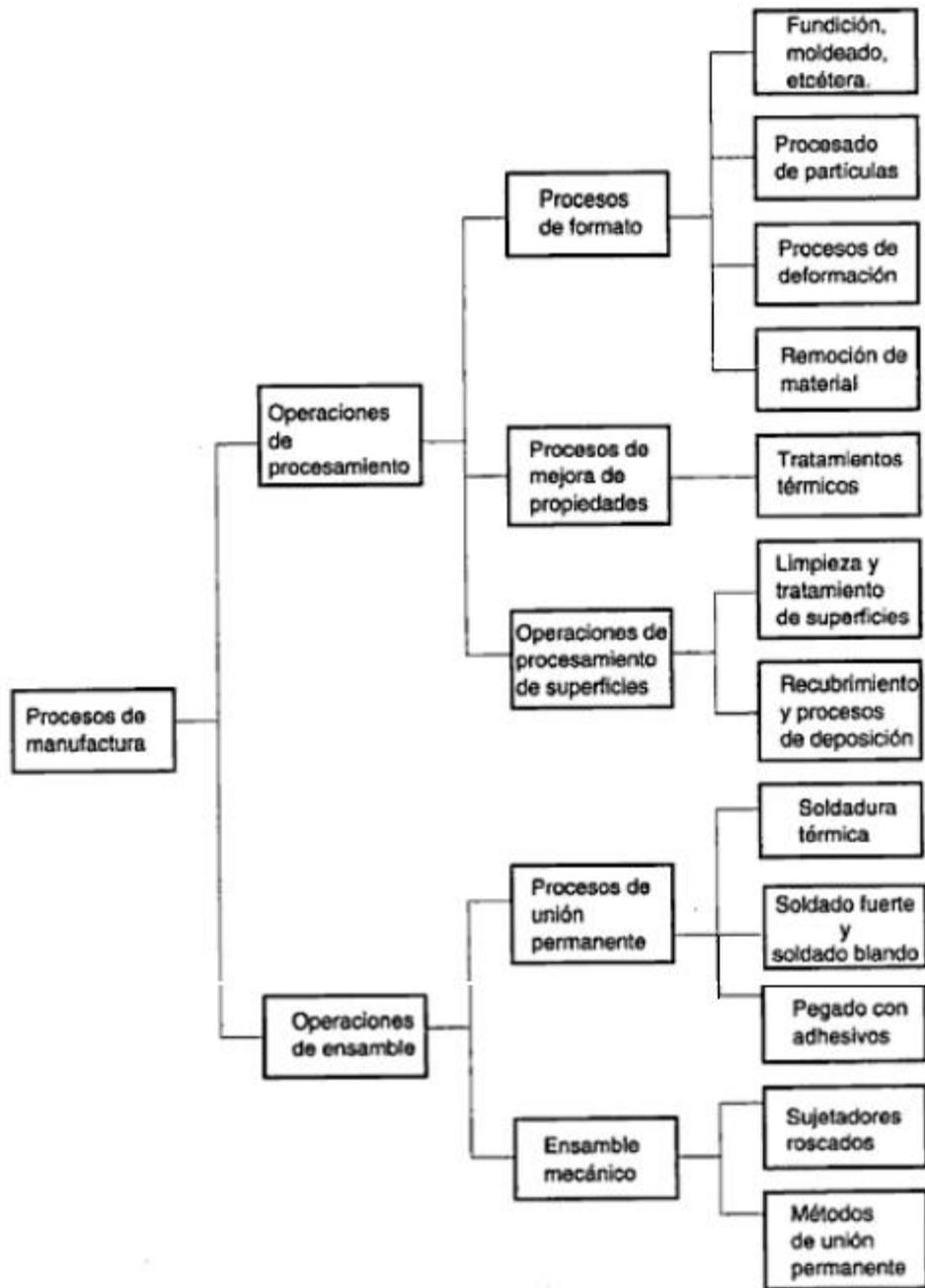


Figura 1.2 Clasificación de los procesos de manufactura.

### **1.4.1 Opciones de operaciones del proceso.**

Una operación de procesamiento estas operaciones utilizan energía para modificar la forma del material, así como las propiedades físicas o la apariencia de una pieza, a fin de agregar valor al material. Las formas de la energía pueden incluir la mecánica, la térmica, eléctrica y química. La energía se aplica en forma controlada por medio de maquinaria y herramientas. También se requiere de la energía humana, pero los trabajadores se emplean por lo general para controlar las máquinas, supervisar las operaciones además de cargar y descargar las piezas antes y después de cada ciclo de operación. El material alimenta al proceso, las máquinas y herramientas aplican la energía para transformar el material, y la pieza terminada sale del proceso. La mayoría de las operaciones de producción generan desperdicios o sobrantes, sea como un aspecto natural del proceso o en forma de piezas defectuosas ocasionales.

Un objetivo importante de la manufactura es reducir el desperdicio en cualquiera de las formas antes mencionadas.

Por lo general se requiere más de una operación de procesamiento para transformar el material de inicio a su forma final. Las operaciones se llevan a cabo en la secuencia particular que se requiere para alcanzar la geometría y condiciones definidas para las especificaciones del diseño.

Se distinguen tres categorías de operaciones de procesamiento:

- 1) Operaciones de formado.
- 2) Operaciones de mejoramiento de una propiedad.
- 3) Operaciones de procesamiento de una superficie.

Las operaciones de mejoramiento de una propiedad agregan valor al material con la mejora de sus propiedades físicas sin cambio de forma. Un ejemplo común es el tratamiento térmico. Las operaciones de procesamiento de una superficie se ejecutan

para limpiar, tratar, recubrir o depositar material sobre la superficie exterior del trabajo. Los ejemplos más comunes del recubrimiento son el cromado y pintado.

Procesos de formado. La mayor parte de los procesos de formado aplican calor o fuerzas mecánicas o una combinación de ambas para que surtan un efecto en la geometría del material de trabajo. Hay varias maneras de clasificar los procesos de formado. La clasificación tiene cuatro categorías las cuales son:

- 1) Procesos de moldeo, son todos los procesos en los que el material con se comienza el proceso es un líquido calentado o un semifluido que se enfría y solidifica para formar la geometría de la pieza.
- 2) Procesos de sinterizado o procesamiento de partículas. Son los procesos en los cuales los materiales de inicio son polvosos, que se forman y calientan con la geometría deseada.
- 3) Procesos de deformación. Son los procesos en los que el material con que se comienza es un sólido dúctil (metal, por lo común.) que se deforma para crear la pieza.
- 4) Procesos de remoción de material, son los procesos en los que el material de inicio es un sólido dúctil o quebradizo), a partir del cual se retira material de modo que la pieza resultante tenga la geometría que se busca.

En la primera categoría, el material de inicio se calienta lo suficiente para transformarlo a un líquido o a un estado altamente plástico (semifluido). Casi todos los materiales se pueden procesar de esta manera. Los metales, vidrios cerámicos y plásticos pueden calentarse a temperaturas suficientemente elevadas para convertirlos en líquidos. El material en forma líquida o semifluida se vacía o se le fuerza para que fluya en una cavidad llamada molde, donde se enfría hasta la

solidificación, con lo que adopta la forma del molde. La mayoría de procesos que operan de esta manera se denominan fundición o moldeo.

Fundición es el término que se emplea para los metales y moldeo es el nombre común usado para plásticos como se muestra en la figura 1.3

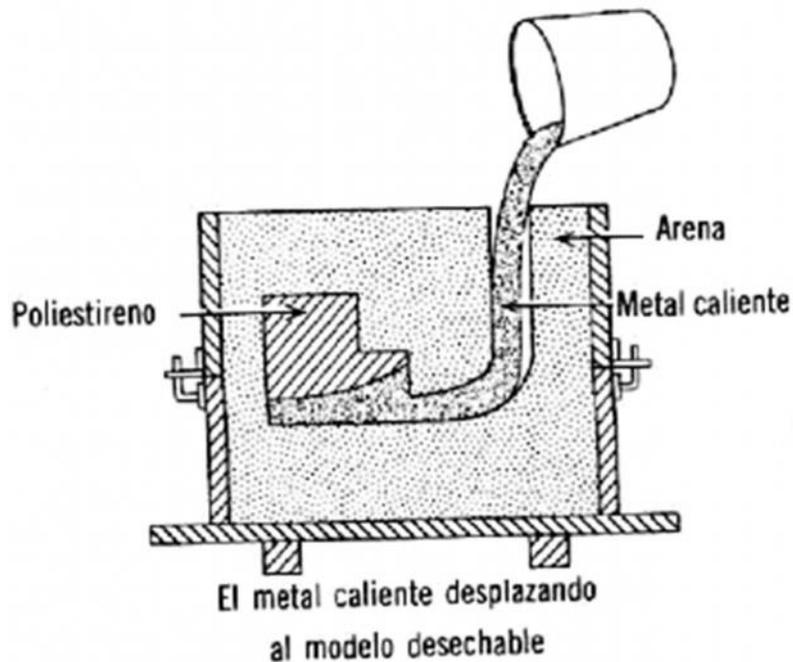


Figura 1.3 Los procesos de fundición y moldeo comienzan con un material de trabajo calentado hasta alcanzar un estado fluido o semifluido. Los procesos consisten en 1) vaciar el fluido en un molde y 2) permitir que el fluido se enfríe hasta solidificarse, después de lo cual la pieza sólida se retira del molde.

En el procesamiento de partículas, el material de inicio son polvos metálicos o cerámicos. Aunque estos dos materiales son muy diferentes, los procesos para darles forma a partir del procesamiento de partículas son muy similares. La técnica común involucra la presión y el sinterizado, que se ilustra en la figura 1.4, en las que los polvos primero se fuerzan hacia una cavidad llamada matriz o dado a una gran presión, después se calientan para unir las partículas individuales.

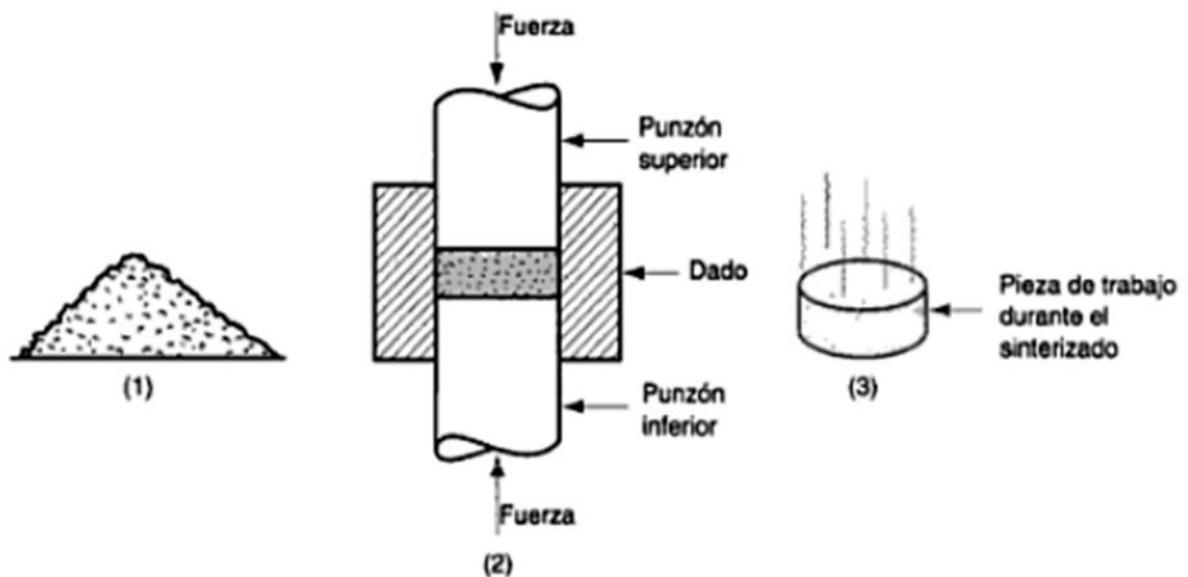


Figura 1.4 Procesamiento de partículas 1) el material de inicio en un polvo; el proceso usual consiste en 2) presionar y 3) sinterizar.

En los procesos de deformación, la pieza inicial que se trabaja se conforma por medio de la aplicación de fuerzas que exceden la resistencia del material. Para que el material se forme de este modo, debe ser suficientemente dúctil para evitar que se fracture durante la deformación. Para incrementar su ductibilidad, es común que antes de darle forma, el material de trabajo se calienta hasta una temperatura por debajo del punto de fusión. Los procesos de deformación se asocian de cerca con el trabajo de los metales, estos incluyen operaciones como el forjado y la extrusión como se ilustra en la figura 1.5.

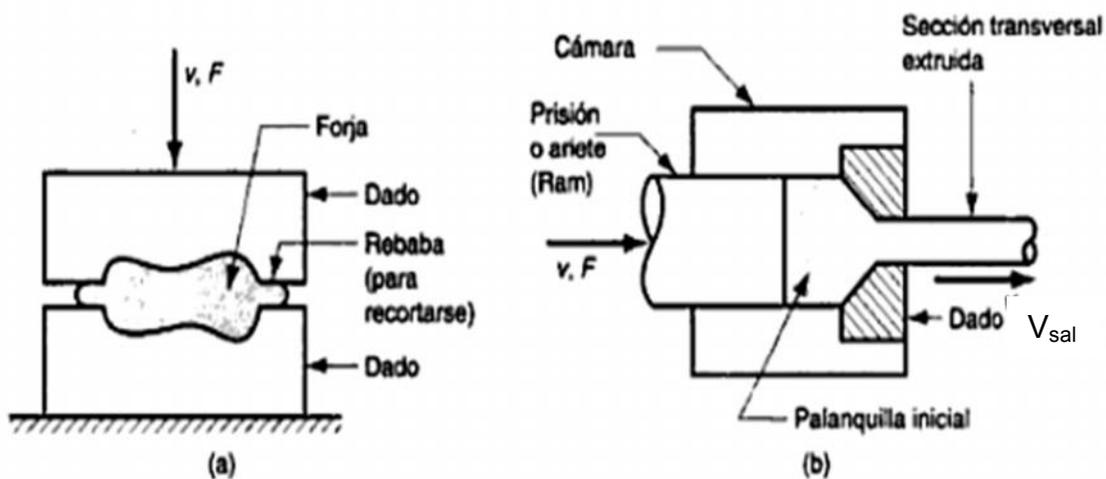


Figura 1.5 algunos procesos de deformación comunes: a) forjado, en los que dos herramientas llamadas dados comprimen la pieza de trabajo, lo ocasiona que adopte la forma de los dos dados; y b) extrusión, en la que se fuerza a una palanquilla a fluir a través de un dado, por lo que adopta a sección transversal del orificio.

Los procesos de remoción de material son operaciones que retiran el exceso de material de la pieza de trabajo con que se inicia, de modo que la forma que resulta tiene la geometría buscada. Los procesos más importantes de esta categoría son las operaciones de maquinado tales como torneado, perforado y fresado, estas operaciones de corte se aplican por lo general a metales sólidos, y se llevan a cabo con el empleo de herramientas de corte más duras y fuertes que el metal de trabajo.

Otro proceso común de esta categoría es el rectificado. Los procesos de remoción de material se conocen como no tradicionales debido a que utilizan láser, haces de electrones, erosión química, descargas eléctricas o energía electroquímica para retirar el material en vez de utilizar las herramientas de corte o rectificado.

Cuando una pieza inicial de trabajo se transforma en una geometría subsecuente, es deseable minimizar el desperdicio y los desechos. Ciertos procesos de conformación

son más eficientes que otros, en términos de conservación de los materiales. Los procesos de remoción de materiales (por ejemplo el maquinado) tienden a desperdiciar el material, tan sólo por la forma en que operan. El material que se retira de la forma inicial se desperdicia, al menos en lo referente a la operación unitaria.

Otros procesos, tales como ciertas operaciones de fundición y moldeo, con frecuencia convierten casi el 100% del material con que se comienza en el producto final. Los procesos de manufactura que transforman casi todo el material de inicio en el producto, y no requieren maquinados posteriores para alcanzar la geometría definitiva de la pieza, se llaman procesos de forma neta. Otros procesos que requieren maquinado mínimo para producir la forma final, reciben el nombre de procesos de forma casi neta.

Los procesos de mejoramiento de una propiedad. El segundo principal de procesamiento de una pieza se lleva a cabo para mejorar las propiedades mecánicas o físicas del material de trabajo. Estos procesos no alteran la forma de la pieza, salvo de manera accidental en algunos casos. Los procesos más importantes de mejoramiento de una propiedad involucran los tratamientos térmicos, que incluyen varios procesos de recocido y templado de metales así como de vidrios.

El sinterizado de metales y cerámicos pulverizados, que se menciono con anterioridad, también es un tratamiento a base de calor que aglutina una pieza de metal pulverizado y comprimido.

Procesamiento de una superficie. Las operaciones de procesamiento de una superficie incluyen:

- 1) Limpieza.
- 2) Tratamientos de una superficie.
- 3) Procesos de recubrimiento y reposición de una película delgada.

La limpieza incluye procesos tanto químicos como mecánicos para retirar de la superficie la suciedad, aceite y otros contaminantes. Los tratamientos de una superficie incluyen trabajos mecánicos tales como el granallado y chorro de arena, así como procesos físicos tales como difusión e implantación de iones. Los procesos de recubrimiento y deposición de una película delgada aplican una capa de material a la superficie exterior de la pieza que se trabaja. Los procesos comunes de recubrimiento incluyen la galvanoplastia y anodización del aluminio, el recubrimiento orgánico (llamado pintado), y el barnizado de porcelana. Los procesos de deposición de película incluyen la deposición física y química de vapor (PVD, QVD), a fin de formar recubrimientos de varias sustancias delgadas en extremo.

Se han adaptado varias operaciones severas de procesamientos de superficies para fabricar materiales semiconductores de los circuitos integrados para la microelectrónica. Estos procesos incluyen deposición química de vapor, deposición física de vapor y oxidación.

Se aplican en áreas muy localizadas de la superficie de una oblea delgada de silicio con objeto de crear un circuito microscopio.

#### **1.4.2. Operaciones de ensamblado.**

El segundo tipo básico de operaciones de manufactura es el ensamblado, estos procesos consisten en el que dos o más piezas separadas se unen para formar una entidad nueva. Dichos componentes se conectan ya sea en forma permanente o semipermanente. Los procesos de unión permanente incluyen la soldadura homogénea, soldadura fuerte, soldadura blanda y la unión mediante adhesivos. Estas uniones forman una unión de componentes que no puede separarse con facilidad, los métodos de ensamblado mecánico tienen la finalidad de sujetar dos o más partes de una pieza que se podrá desarmar a conveniencia. Para dichas uniones es común utilizar tornillos, remaches y otros sujetadores mecánicos, son

métodos tradicionales importantes de esta categoría. Otras técnicas de ensamblado mecánico que forman una conexión permanente incluyen los remaches, ajustes de presión y ajustes de expansión. En el ensamble de los productos electrónicos, se emplean métodos de unión y sujeción especiales. Algunos de los métodos son idénticos a los procesos anteriores o adaptaciones de estos, como por ejemplo la soldadura blanda. El ensamblado electrónico se relaciona en primer lugar con el ensamble de componentes tales como los paquetes de circuitos integrados a tarjetas de circuitos impresos, para producir los circuitos complejos que se utilizan en tantos productos de la actualidad.

### **Máquinas y herramientas.**

<b>Proceso</b>	<b>Equipo</b>	<b>Herramientas especiales(función)</b>
Fundición.		Molde(cavidad para metal fundido).
Moldeado.	Máquina de moldeado.	Molde(cavidad para polímeros calientes).
Laminado.	Molino de laminación.	Rodillo(reduce el espesor de la pieza).
Forjado.	Martillo o prensa forjadora.	Dado o matriz (comprime el trabajo para darle forma).
Extrusión.	Prensa.	Dado de extrusión (reduce la sección transversal).
Estampado.	Prensa.	Matrices y punzones (corte y conformación de lámina metálica).
Maquinado.	Máquina herramienta.	Herramienta de corte (remoción de material). Accesorio (sujeta la pieza de trabajo)

		Guía (sujeta la pieza y guía la herramienta).
Rectificado.	Rectificadora.	Rueda de rectificado (remoción de material).
Soldadura.	Soldadura.	Electrodo (funde el metal que se trabaja). Sujetador (sujeta las piezas durante la soldadura).

Figura 1.6 maquinas y herramientas que se deben ocupar en los diferentes procesos.

### 1.5. Sistemas de producción.

Para operar con eficiencia, una empresa de manufactura debe tener sistemas que le permitan llevar a cabo con eficiencia su tipo de producción. Los sistemas de producción consisten en personas, equipos y procedimientos diseñados para combinar los materiales y los procesos que constituyen las operaciones de manufactura de la compañía. Los sistemas de producción se dividen en dos categorías.

- 1) Instalaciones de producción.
- 2) Sistemas de apoyo a la manufactura.

Las instalaciones de producción se refieren al equipo físico y su arreglo dentro de la fábrica. Mientras que los sistemas de apoyo a la manufactura son todos los procedimientos utilizados por la compañía para administrar la producción y resolver los problemas técnicos y logísticos que se encuentran en la ordenación de los materiales, el movimiento del trabajo por la fabrica, y asegurar que los productos satisfagan los estándares de calidad. Ambas categorías incluyen personas. Son estas las que hacen que los sistemas funcionen. En general la mano de obra directa

(trabajadores de cuello azul) son los responsables de operar el equipo de manufactura, y el personal profesional (trabajadores de cuello blanco) son los encargados de dar apoyo a la manufactura.

### **1.5.1 Instalaciones de producción.**

Las instalaciones de producción consisten en el equipo de producción y el equipo para el manejo de los materiales. El equipo entra en contacto físico directo con las piezas o ensambles durante su fabricación. Las instalaciones alteran el producto, en estas también influye la manera en que el equipo se acomoda dentro de la fábrica.

La distribución de la planta (layout) por lo general, el equipo se organiza en agrupamientos lógicos llamados sistemas de manufactura, tales como una línea de producción automatizada, o una celda de manufactura que consiste en un robot industrial y dos o más máquinas herramienta.

Una compañía de manufactura trata de diseñar sus sistemas de manufactura y organizar sus fábricas para que sirvan a la misión particular de cada planta del modo más eficiente. A lo largo de los años, ciertos tipos de instalaciones de producción han llegado a ser reconocidos como la forma más apropiada de organizar una combinación dada de diversos productos y cantidad de producción, se requieren instalaciones diferentes para cada uno de los tres rangos de cantidades anuales de producción las cuales son:

Producción de bajas cantidades. Este tipo de producción tiene un rango bajo (1 a 100 unidades por año), es frecuente utilizar el término “taller de trabajo” para describir el tipo de instalación productiva. Un taller hace cantidades bajas de productos especializados y personalizados. Es común que estos sean complejos, tales como la fabricación de las capsulas espaciales, aviones prototipos y maquinaria especial. El

equipo de un taller de trabajo es de propósito general y el personal está muy capacitado.

La organización del tipo “taller de trabajo” debe diseñarse para tener flexibilidad máxima a fin de poder enfrentar las variaciones amplias que se encuentren en el producto (variedad dura de producto). Si el producto es grande y pesado, por lo tanto difícil de mover, es común que permanezca en una sola ubicación durante su fabricación o ensamble. Los trabajadores y el equipo de procesamiento van al producto, en vez de moverlo hacia el equipo. Este tipo de distribución se conoce como distribución de posiciones fijas, como se ve en la figura 1.7 a). En la situación pura, el producto permanece en un sólo sitio durante toda la producción. Algunos ejemplos de tales productos incluyen barcos, aeronaves, locomotoras y maquinaria pesada. Dentro de la práctica, por lo general esos productos se construyen en módulos grandes, en ubicaciones únicas, y después los módulos terminados se reúnen para el ensamble final por medio de grúas de gran capacidad.

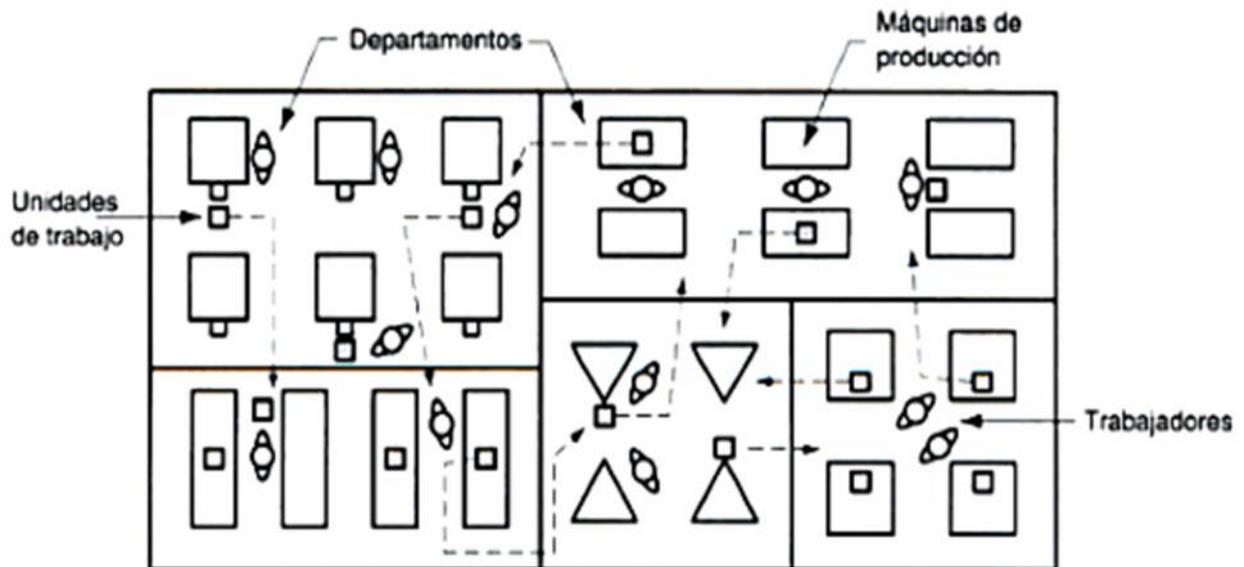


Figura 1.7 a) Ejemplo de Distribución por procesos.

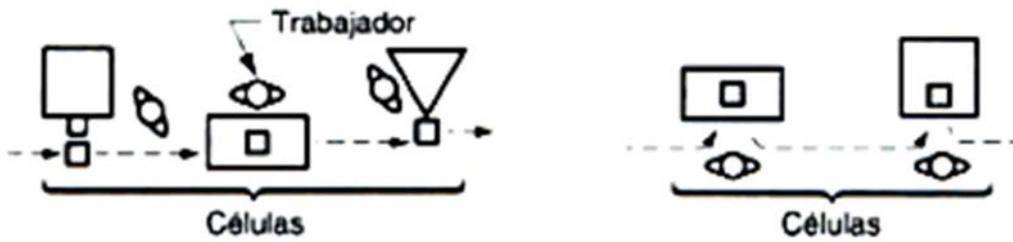


Figura 1.7 b) Ejemplo de Distribución tipo celular.

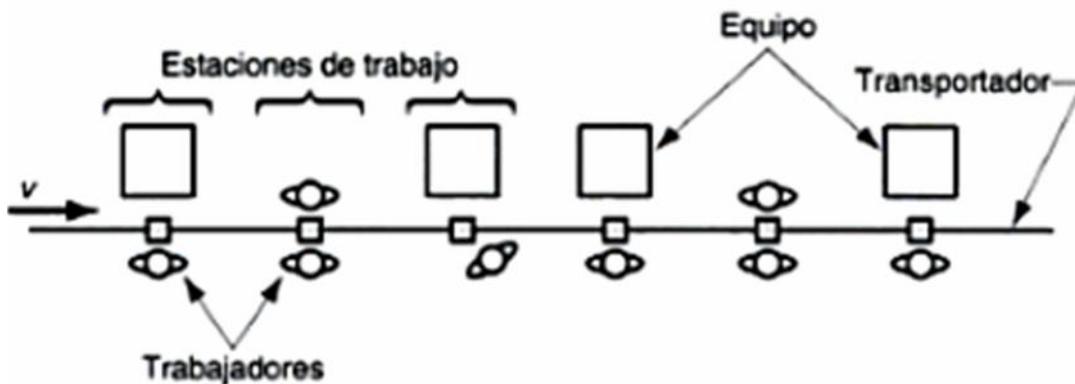


Figura 1.7 c) Ejemplo de Distribución por productos.

Con frecuencia, los componentes individuales de esos productos grandes se elaboran en fábricas en las que el equipo está situado de acuerdo con su función o tipo. Este acomodo se denomina distribución por procesos. Como se aprecia en la figura 1.7 a) donde los tornos están en un departamento, las fresadoras en otro, y así sucesivamente. Las distintas piezas, cada una de las cuales requiere una secuencia distinta de operaciones, se conducen por los departamentos en el orden particular que se necesita para procesarlas, por lo general por lotes. La distribución por procesos es notable por su flexibilidad; puede albergar una gran variedad de secuencias de operaciones para configuraciones distintas de las piezas. Su desventaja es que la máquina y métodos para producir una pieza no están diseñados para alcanzar una eficiencia elevada.

Producción de cantidad media. Este tipo de producción entra en el rango de cantidad de 100 a 1000 unidades por año, dentro de este tipo de producción, se distinguen dos tipos diferentes de instalaciones, en función de la variedad de los productos producidos. Cuando la variedad del producto es dura, el enfoque principal es la producción por lotes, en el cual se fabrica un lote de un producto, después de lo cual el sistema de manufactura se cambia para producir un lote de otro producto, y así sucesivamente. La tasa de producción del equipo es mayor que la demanda para cualquier tipo de producto, por lo que el mismo equipo puede ser compartido para productos múltiples. El cambio entre los lotes de producción consume tiempo para cambiar las herramientas y preparar la maquinaria. Ese tiempo de preparación se pierde para la producción, y es una desventaja de la manufactura por lotes. La producción por lotes se emplea comúnmente en situaciones de fabricación para el inventario, en las que los artículos se manufacturan para resurtir un inventario que ha disminuido por la demanda. Por lo general el equipo se acomoda en base a la distribución por procesos.

Es posible un enfoque alternativo para la producción de rango medio si la variedad del producto es suave. En este caso, podrían no ser necesarios los cambios grandes entre un estilo de producto y el siguiente. Es frecuente que sea posible configurar el sistema de manufactura de modo que los grupos de productos similares puedan hacerse en el mismo equipo sin pérdida significativa de tiempo por dicha preparación. El procesamiento o ensamblado de piezas o productos diferentes se lleva a cabo en celdas que consisten en varias estaciones de trabajo o máquinas. El término manufactura celular se asocia con frecuencia a este tipo de producción. Cada celda está diseñada para producir una variedad limitada de configuraciones de piezas; es decir, la celda se especializa en la producción de un conjunto dado de partes similares, de acuerdo con los principios de la tecnología de grupo, la distribución recibe el nombre de distribución celular como se ilustra en la figura 1.7 b)

Producción alta. El rango alto de cantidad es de 10000 a millones de unidades por año, también se le conoce como producción masiva. La situación se caracteriza por

una tasa de demanda elevada para el producto, y el sistema de manufactura está dedicado a la producción de ese sólo artículo. Se logran observar dos categorías dentro de este modo de producción:

- 1) La producción por cantidad.
- 2) La producción por línea de flujo.

La producción por cantidad involucra la producción en masa de partes únicas sobre piezas únicas de equipo. Es común que sean máquinas estándar o equipadas con herramientas especiales que se dedican efectivamente a la producción de un tipo de pieza. Las distribuciones típicas que se emplean en la producción por cantidad son por procesos y celular.

La producción por línea de flujo. Este tipo de producción incluye piezas múltiples de equipo o estaciones de trabajo situadas en secuencia, y las utilidades de trabajo se mueven físicamente a través de ella a fin de que el producto se complete. Las estaciones de trabajo y el equipo están diseñados específicamente para que el producto maximice la eficiencia. La distribución se denomina por producto, y las estaciones de trabajo se acomodan en una línea larga, o en una serie de segmentos de línea conectados. Generalmente, el trabajo se mueve entre las estaciones por medio de bandas mecanizadas. En cada estación se termina una cantidad pequeña del trabajo total sobre cada unidad del producto.

El ejemplo más familiar de producción en la línea de flujo es la línea de ensamblado, que se asocia con productos como automóviles y aparatos domésticos. En el caso de producción en línea de flujo es aquel en que no hay variación en los productos que se elaboran en la línea. Cada producto es idéntico y la línea se conoce como línea de producción de modelo único. A fin de comercializar con éxito un producto dado, con frecuencia es benéfico introducir variaciones en las características y modelos de modo que los clientes individuales puedan elegir la mercancía exacta que les agrada. Desde el punto de vista de la producción, las diferencias en las características

representan un caso de variedad suave de productos. El término línea de producción de modelos mixtos se aplica a aquellas situaciones en las que hay variedad suave de productos que se fabrican dentro de la línea. Un ejemplo actual es el ensamble de los automóviles modernos, los carros que salen de la línea de montaje tienen variaciones en las opciones y estilo, que representan modelos diferentes y en muchos casos diferentes placas para el mismo diseño básico del vehículo.

### **1.5.2 Sistemas de apoyo a la manufactura.**

Para operar las instalaciones de manera eficiente, una compañía debe organizarse para diseñar los procesos y equipos, así como planear y controlar todas las órdenes de producción, y satisfacer los requerimientos de la calidad del producto. Estas funciones se llevan a cabo por medio de sistemas de apoyo a la manufactura, es decir, gente y procedimientos con los que una compañía administra sus operaciones de producción. La mayoría de esos sistemas de apoyo no entran en contacto directo con el producto, pero estos planean y controlan su avance a través de la fábrica. Es frecuente que las funciones de apoyo a la manufactura se ejecuten en la empresa por personal organizado en el departamento como:

Ingeniería de manufactura. El departamento de ingeniería de manufactura es el responsable de planear los procesos de manufactura, debe de decidir cuales procesos deben utilizarse para fabricar las piezas así como para su ensamblado. Este departamento también está involucrado en el diseño y el orden de las máquinas herramientas y otros equipos que usan los departamentos de operaciones para realizar el procesamiento y ensamble.

Planeación y control de la producción. Este departamento es responsable de resolver los problemas de logística de la manufactura: ordenar materiales y comprar piezas, así como de programar la producción y asegurarse de que los departamentos de operación tengan la capacidad necesaria para cumplir los programas de producción.

Control de calidad. En la actualidad, producir artículos de alta calidad debe ser la prioridad máxima de cualquier empresa manufacturera. Esto significa que se debe de diseñar y construir productos que cumplan las especificaciones además de satisfacer o sobrepasar las expectativas de los consumidores. Gran parte del esfuerzo es responsabilidad de este departamento.

#### 1.6. **Pronostico de ventas.**

La manera más usual de iniciar un plan de producción basado en la demanda del producto es elaborar un pronóstico. A su vez el pronóstico de la demanda se basa en la información referente al pasado.

Existen varias técnicas para establecer un pronóstico de ventas, una de ellas es la de las series de tiempo, que consiste en encontrar la relación que ha habido en el pasado entre el tiempo y el volumen de ventas.

La relación puede establecerse entre los meses y las ventas del mes, ya sea de un producto en particular o de las ventas totales. El periodo puede ser una semana, un año o lo que se mas conveniente. Esta relación puede determinarse mediante graficas o por medio de la regresión lineal o exponencial. De un modo u otro, a lo que se desea llegar es a establecer tres aspectos.

1. El nivel de las ventas durante el periodo.
2. La tendencia, es decir, el incremento (o disminución) que ocurre de un periodo al otro.
3. La estacionalidad, o sea el ajuste que en el nivel de ventas ocurre por causas muy variadas, relacionadas con un ciclo; el año, el clima, la moda, etc.

La técnica usada para mejorar en lo posible los pronósticos es la atenuación exponencial, esta consiste en afectar el pronóstico correspondiente a un periodo, con

una corrección proporcional al monto real detectado en el periodo inmediato anterior, esta corrección se efectúa mediante un factor de atenuación ( $\alpha < 1$ ) que señala la proporción en la que se conserva el pronóstico:  $1 - \alpha$  es la producción del dato real del periodo anterior que se añade al pronóstico disminuido por el factor de  $\alpha$

La expresión es:  $PA(t) = P(t) \cdot \alpha + R(t - 1) + (1 - \alpha)$

Ecuación 1 fórmula utilizada para el pronóstico con atenuación

- En donde  $PA(t)$  es el pronóstico atenuado del periodo  $t$
- $P(t)$  es el pronóstico no atenuado correspondiente al periodo  $t$
- $R(t-1)$  es el dato real correspondiente al periodo  $(t-1)$

Una vez que se tiene el pronóstico de ventas, el siguiente paso en la planeación de la producción es la elaboración del plan maestro de producción.

### **1.7. Plan maestro de producción.**

El plan maestro de producción consiste en determinar para cada producto, la cantidad que debe fabricarse en cada periodo del año (mes, semana).

El siguiente paso consiste en elaborar un plan detallado de la producción, a partir de la información del plan maestro y de los siguientes datos importantes:

- La hoja de la ruta de cada producto, o sea la descripción de los procesos de producción que lleva cada uno de los productos, y de los requerimientos de materiales, de herramientas, componentes, equipos, etc.

- Los datos de tiempo de producción para cada uno de los procesos de cada uno de los productos.

- La capacidad de producción de cada uno de los procesos productivos.

El plan de producción se elabora para todo el periodo (por todo el año) con posibilidades de ser actualizado o modificarlo si cambian las circunstancias. El plan detallado se enfoca solamente a corto plazo.

### **1.7.1 Plan detallado de producción.**

En el plan detallado de producción se tiene en detalle lo que se va a producir en las próximas semanas; a partir de él se elaboran las órdenes de producción, así como los vales de almacén que servirán para que los insumos sean retirados del almacén e incorporados a la producción. Dependiendo del tipo de manufactura, este plan detallado de producción puede estar presentado gráficamente como graficas de Gantt, o simplemente puede consistir de una relación de órdenes de producción, con su calendarización, fechas de inicio y terminación, así como su prioridad, etc.

### **1.7.2 Seguimiento del plan de producción.**

El seguimiento del plan de producción suele denominarse control de piso y consiste en verificar que se haya hecho lo que estaba planeado. Para llevar a cabo esta verificación en forma sistemática, se tienen reportes de lo producido y de lo que no se pudo cumplir así como de las causas del incumplimiento. Como en todos estos sistemas, se requiere que haya retroalimentación a los planes para re planear y reprogramar.

## **1.8. Capacidad de producción.**

Es muy importante que se conozca la capacidad de producción de cada uno de los procesos con respecto a cada uno de los productos.

La capacidad de un proceso está ligada a varias circunstancias, como pueden ser:

- Velocidad de la máquina.
- Eficiencia del operario.
- Interrupciones por mantenimiento del equipo.
- Necesidad de preparación de máquina, como cambio de “herramental” (tales como moldes, dados, etc.).
- Frecuencia de los cambios de producción (tamaño del lote de producción).

Para determinar como estas circunstancias influyen en la capacidad de producción se requiere efectuar los estudios de máquina y de los trabajadores involucrados, así como levantar estadísticas de frecuencia y tiempo de mantenimiento el tamaño de los lotes de producción y de tiempos de preparación de máquina.

## **1.9. Sistemas tradicionales.**

Lo expuesto anteriormente se refiere a los sistemas que se han seguido tradicionalmente para la planeación de la producción. Estos sistemas siguen siendo validos para aquellas empresas que, por tener un proceso productivo simple (uno sólo o muy contados procesos), aunado a un número reducido de insumos y de productos pueden llevar toda la información en forma manual. Para los casos más complicados, se han desarrollado numerosos sistemas computarizados que representan grandes ventajas además de que proporcionan la información de toda la empresa mediante los diferentes módulos que los integran.

### **1.10 Ingeniería de manufactura.**

La ingeniería de manufactura es una función que realiza el personal técnico, y está relacionada con la planeación de los procesos de manufactura para la producción económica de productos de alta calidad.

Su papel principal consiste en preparar la transición del producto desde las especificaciones de diseño hasta la manufactura de un producto físico.

### **1.11 Sistemas de apoyo a la manufactura.**

Estos sistemas constituyen el conjunto de procedimientos y sistemas utilizados por una compañía para poder resolver los problemas técnicos y logísticos que se encuentran en el proceso de planeación, los pedidos de material, el control de la producción y el aseguramiento de que los productos de la compañía satisfagan las especificaciones de calidad requeridos. A diferencia de los sistemas de manufactura en la fábrica, la mayoría de los sistemas de apoyo no tienen contacto directo con el producto durante su procesamiento y ensamble. En vez de esto, planean y controlan las actividades en la fábrica para asegurar que los productos se terminen y que estos sean integrados al cliente en forma y tiempo además de ser entregados con los estándares de calidad más altos.

El sistema de control de calidad es uno de los sistemas de apoyo a la manufactura, pero también consiste en las instalaciones que se localizan en la fábrica, equipo de inspección usado para medir y calibrar los materiales en proceso y los productos que se están ensamblando.

La ingeniería de manufactura se refiere a la función que realiza el personal técnico, y está relacionada con la planeación de los procesos de manufactura para la producción económica de productos de alta calidad. Su papel principal consiste en

preparar la transición del producto desde las especificaciones de diseño hasta la manufactura de un producto físico, su propósito general es optimizar la manufactura dentro de una organización particular. El ámbito de la ingeniería de manufactura incluye muchas actividades y responsabilidades que dependen del tipo de operaciones de producción que realiza la organización particular. Entre las actividades más usuales están las siguientes:

Planeación de proceso: como lo sugiere la definición, esta es la principal actividad de la ingeniería de manufactura. La planeación de procesos incluye:

- a) Decidir que procesos y métodos deben usarse y en que secuencia.
- b) Determinar los requerimientos de la habilitación de herramientas.
- c) Seleccionar el equipo y los sistemas de producción.
- d) Estimar los costos de producción para los procesos, la habilitación de herramientas y los equipos seleccionados.

Solución de problemas y mejora continua: la ingeniería de manufactura proporciona personal de apoyo a los departamentos operativos (fabricación de piezas y ensamble de productos) para resolver los problemas técnicos presentados en la producción. También debe poner en práctica los esfuerzos continuos para reducir los costos de producción, aumentar la productividad y mejorar la calidad de los productos.

Diseño para la manufactura. Esta función, que cronológicamente se encuentra antes que las otras dos, los ingenieros en manufactura sirve como consejeros de manufactura para los diseñadores del producto. El objetivo es crear diseños que no sólo cumplan requerimientos funcionales y de rendimiento, sino que también puedan producirse a costos razonables, con un mínimo de problemas técnicos, con la mayor calidad en el menor tiempo posible.

La ingeniería de manufactura debe realizarse en cualquier organización industrial relacionada con la producción. El departamento de ingeniería de manufactura por lo

general depende del gerente de manufactura en una organización. En algunas compañías el departamento se conoce con otros nombres, como ingeniería de procesos o ingeniería de producción. Con frecuencia, bajo la ingeniería de manufactura, se incluyen el diseño de herramientas, la fabricación de herramientas y diversos grupos de apoyo técnico.

## **1.12 Planeación de procesos.**

La planeación de procesos implica determinar los procesos de manufactura más adecuados y el orden en el cual deben realizarse para producir una pieza o producto determinados, que se especifican en la ingeniería de diseño. Si es un producto ensamblado, la planeación de procesos debe definir la secuencia apropiada de los pasos de ensamble. El plan de procesos debe ejecutarse dentro de las limitaciones impuestas por el equipo de procesamiento disponible y la capacidad productiva de la fábrica. Las piezas o sub ensambles que no pueden hacerse en forma interna deben comprarse a proveedores externos. En algunos casos los artículos que pueden producirse en forma interna se deben adquirir con vendedores externos por razones económicas o de otro tipo.

### **1.12.1 Planeación tradicional del proceso.**

Tradicionalmente. La planeación de procesos es realizada por ingenieros en manufactura que conocen los procesos particulares que se usan en la fábrica y son capaces de leer dibujos de ingeniería. Con base a su conocimiento, capacidad y experiencia, llevan a cabo los pasos de procesamiento que se requieren en la secuencia más lógica para hacer cada pieza, con frecuencia algunos de estos detalles se delegan a especialistas, como los diseñadores de herramientas; pero la responsable de dichos detalles es la ingeniería de manufactura. En la tabla 4.1 se

enlistan varios detalles y decisiones que por lo general se incluyen dentro del ámbito de la planeación de procesos.

<b>Detalles y decisiones requeridos en la planeación de procesos</b>	
Procesos y secuencias	El plan del proceso debe descubrir brevemente todos los pasos de procesamiento que se usan en la unidad de trabajo, así como el orden en el cual se realizan.
Selección del equipo	En general, la ingeniería de manufactura pretende implantar planes de procesos que utilicen el equipo existente. Cuando esto no es disponible, debe comprarse el componente en cuestión o instalarse el equipo nuevo en la planta.
Herramientas, dados, moldes, soportes y calibradores	El planificador del proceso debe decidir que herramientas necesita cada proceso. el diseño de estos artículos por lo general se delega al departamento de diseño de herramientas y la fabricación se realiza en un taller de herramientas.
Herramientas de corte y condiciones de corte	Para las operaciones de maquinado. Estas la especifica el planificador de procesos, el ingeniero, el encargado de taller o el operador de máquinas, con frecuencias de acuerdo con las recomendaciones de un manual estándar.
Métodos	Los métodos incluyen movimientos de la mano y el cuerpo, distribución del lugar de trabajo, herramientas pequeñas, grúas para levantar piezas pesadas. Deben especificarse métodos para operaciones manuales y

	las partes manuales de los ciclos de maquinado. La planeación de métodos ha sido tradicionalmente el ámbito de los ingenieros. El énfasis actual en los equipos de trabajo autodirigidos y la adquisición de poder de los trabajadores hicieron que gran parte de las responsabilidades del análisis de métodos de los ingenieros pasaran a los trabajadores que deben realizar dichas tareas.
Estándares de trabajo	Se aplican las técnicas de medición del trabajo para establecer estándares de tiempo para cada operación
Estimación de los costos de producción	Con frecuencia lo realizan estimadores de costo con ayuda del planificador de procesos
Manejo de materiales	Debe considerarse el problema de mover los materiales y el trabajo en proceso dentro de la fábrica
Distribución de la planta y diseño de instalaciones	Por lo general, esto es responsabilidad del departamento de ingeniería de la planta que trabaja con la ingeniería de manufactura.

Figura 1.8 Detalles y decisiones requeridos en la planeación de procesos.

### 1.12.2 Planeación de procesos para piezas.

Los procesos necesarios para la manufactura una pieza específica se determina en gran parte por el material con el que se fabrica la pieza. El diseñador del producto selecciona el material con base en los requerimientos funcionales. Una vez seleccionado el material, la elección de los procesos posibles se delimita considerablemente. En el análisis de los materiales para ingeniería se proporcionan guías para el procesamiento de cuatro grupos de materiales los cuales son:

- 1) Metales.
- 2) Cerámicos.
- 3) Polímeros.
- 4) Materiales compuestos.

Una secuencia típica de procesamiento para fabricar una pieza separada consiste en:

- a) Un proceso básico.
- b) Uno o más procesos secundarios.
- c) Operaciones para mejorar las propiedades físicas.
- d) Operaciones de terminado.

Un proceso básico establece la configuración geométrica inicial de la pieza. Entre ellos están la fundición de metales, el forjado y el laminado de hojas metálicas. En la mayoría de los casos, la geometría inicial debe refinarse mediante una serie de procesos secundarios. Estas operaciones transforman la forma básica en la configuración geométrica final. Existe una correlación entre los procesos secundarios que podrían usarse y el proceso básico que proporciona la forma inicial.

Un ejemplo, cuando el proceso básico es el fundido de arena o el forjado, generalmente los procesos secundarios son operaciones de maquinado. Cuando una laminadora produce tiras o rollos de lámina metálica, los procesos secundarios son operaciones de estampado, como el suajado, el perforado y el doblado. La selección de ciertos procesos básicos es el moldeado por inyección de plásticos, por lo general no se requieren operaciones secundarias, dado que con el moldeo se obtienen características geométricas detalladas con buena precisión en las dimensiones.

Después de las operaciones de formado, por lo general se realizan otras para actividades para mejorar las propiedades físicas y/o terminar el producto. Las operaciones para mejorar las propiedades incluyen actividades tales como el tratamiento térmico en los componentes metálicos así como la cristalería. En muchos

casos, las piezas no requieren estos pasos en su secuencia del producto. Las operaciones de acabado son las ultimas de la secuencia: por lo general proporcionan un recubrimiento en la superficie de la parte de trabajo (o ensambles). Entre estos procesos están la galvanoplastia y la pintura.

En algunos casos, después de los procesos de mejoramiento de propiedades se aplican las operaciones secundarias adicionales antes de proceder al acabado, un ejemplo es una pieza maquinada que se endurece mediante tratamiento térmico. Antes de este, la pieza se deja con un tamaño más grande de lo ideal para permitir la distorsión. Después del endurecimiento, se reducen al tamaño y tolerancia finales mediante el acabado por esmerilado.

Otro ejemplo, de nuevo en la fabricación de piezas metálicas, es cuando se usa el recocido para restablecer la ductibilidad del metal después del trabajo en frio, para permitir una deformación posterior de la pieza del trabajo.

En la tabla 1.9 se presentan algunas de las secuencias de procesamiento típicas para una variedad de materiales y procesos básicos.

<b>Proceso básico.</b>	<b>Proceso(s) secundario(s).</b>	<b>Proceso de mejoramiento de las propiedades.</b>	<b>Operaciones de acabado.</b>
Fundición en arena.	Maquinado.	(Ninguno).	Pintado.
Fundición en troquel.	(ninguno forma neta).	(Ninguno).	Pintado.
Fundición en vidrio	Presión, moldeado soplado.	(Ninguno).	(Ninguna).
Moldeado por inyección	Ninguno forma neta.	(Ninguno).	(Ninguna).
Laminado de	Maquinado.	Tratamiento	Electrochapeado.

barra.		térmico.	
Laminado de hoja metálica.	Suajado, doblado, grabado.	(Ninguno).	Electrochapeado.
Forjado.	Maquinado(casi la forma neta).	(Ninguno).	Pintado.
Extrusión de aluminio.	Corte a longitud.	(Ninguno).	Anodizado.
Atomización de polvos metálicos.	Presión de la pieza PM.	Sinterizado.	Pintado.

Figura 1.9 Algunas secuencias de procesamiento típicas.

Por lo general, la tarea del planificador de procesos empieza después de que el proceso básico ha producido la forma inicial de la pieza. Las piezas maquinadas empiezan como materia prima en barras, fundiciones o forjados, y con frecuencia los procesos básicos para estas formas iniciales son externos a la planta de fabricación.

El estampado empieza como rollos o tiras de chapas metálicas adquiridos de otra fábrica. Estas son las materias primas que proporcionan proveedores externos para los procesos secundarios y las operaciones posteriores que se realizarán en la fábrica. Los procesos más apropiados y el orden en el cual deben realizarse, se determinan con base en la capacidad, experiencia y juicio del planificador de procesos. En la siguiente tabla se esquematizan algunas de las directrices y consideraciones que usan los planificadores de procesos para tomar las decisiones.

Requerimientos de diseño	La secuencia de procesos deben satisfacer las dimensiones, tolerancias, acabados de superficies y otras especificaciones establecidas por el diseño de productos
Requerimientos de calidad	Deben seleccionarse procesos que satisfagan los requerimientos de calidad en términos de tolerancias, integridad de las superficies, consistencia y capacidad de repetición, y otras

	medidas de calidad.
Volumen y velocidad de producción	El proceso debe ser capaz de cumplir el volumen y la velocidad requerida de producción. El volumen y la velocidad de producción influyen de gran manera en los procesos y los sistemas de manufactura.
Procesos disponibles	Si el producto y sus componentes se van a hacer en forma interna, el planificador debe seleccionar, en lo posible, los procesos y el equipo disponible en la fábrica.
Utilización del material	Es conveniente que la secuencia de procesos use en forma eficiente los materiales y reduzca el desperdicio. Cuando sea disponible, deben seleccionarse procesos de formas netas o casi netas
Restricciones de precedencia	Son requerimientos de secuencia tecnológica que determinan o restringen el orden en el cual se realizan los pasos del procedimiento.
Superficies de referencia	Ciertas superficies de la pieza deben formarse (generalmente mediante maquinado) casi al principio de la secuencia a fin de que funcionen como superficies de ubicación para otras dimensiones que se formaran después.
Minimizar pasos innecesarios	La secuencia de procesos debe planearse con la cantidad mínima de pasos de procesamiento. Deben evitarse las operaciones innecesarias y pedirse cambios en el diseño para eliminar características que no son absolutamente necesarias, y por ende suprimir los pasos de procesamiento asociados con dichas características.

Flexibilidad	Cuando sea posible, el proceso debe de ser suficientemente flexible para adoptar cambios de diseño de ingeniería. Con frecuencia esto es un problema cuando deben diseñarse herramientas especiales para producir la pieza; si se cambia el diseño de la pieza, la herramienta especial puede ser obsoleta.
Seguridad	La seguridad de los trabajadores debe considerarse en la selección de un proceso. esto tiene un buen sentido económico y es una ley
Costo mínimo	La secuencia de los procesos debe ser el método de producción que satisfaga todos los requerimientos anteriores y también obtenga el costo de producto más bajo posible.

Figura 1.10 Consideraciones que usan los planificadores de procesos para tomar las decisiones.

La hoja de ruta. El plan de proceso se prepara en un formato denominado hoja de ruta, la hoja de ruta se llama así porque especifica la secuencia de operaciones y el equipo que visitara la pieza durante su producción. La hoja de ruta es al planificador de procesos lo que el dibujo de ingeniería es al diseñador del producto.

Es un documento oficial que especifica los detalles del plan de procesos. La hoja de ruta debe incluir todas las operaciones de manufactura que se van a realizar en la pieza de trabajo, enlistadas en el orden conveniente en que se van a realizar. Para cada operación, es posible tener por lo menos los siguientes puntos mencionados:

- 1) Una breve descripción de la operación, indicando el trabajo que se va a realizar, las superficies que se van a procesar ya indicadas en el dibujo de la pieza y las dimensiones que se van a obtener.

- 2) El equipo en el cual se va a realizar el trabajo.
- 3) Cualquier tipo de herramientas requeridas, como dados, moldes, herramientas de corte, plantillas, sujetadores o medidores. Además algunas compañías incluyen estándares de tiempo de ciclos, tiempos de preparación y otros en la hoja de ruta.

Además de la hoja de ruta en ocasiones se prepara una hoja de operaciones más detallada para cada una de las actividades enlistadas en la ruta. Esta la conserva el departamento donde se realiza la operación. Esta indica los detalles específicos de la operación, como las velocidades de corte, la alimentación, las herramientas y otras instrucciones útiles para el operador de las máquinas. En ocasiones también se incluyen los diagramas para la preparación.

Además de su propósito principal, que consiste en especificar la secuencia y dirigir los procesos realizados en la pieza de trabajo, la hoja de ruta puede contener otra información útil para la compañía como puede ser:

- 1) Estándares de tiempo para cada operación.
- 2) Tiempos de demora en la producción.
- 3) Estimaciones de los costos de los productos.
- 4) Cuando deben realizarse las inspecciones.
- 5) La identificación de las herramientas especiales que deben de solicitarse.

### **1.13 Planeación de procesos para ensamble.**

Para una producción baja, el ensamble se hace, por lo general, en estaciones de trabajo individuales y un operario o equipo de ellos realiza la tarea de ensamblar los elementos de trabajo para completar el producto. En la producción mediana y alta por lo general el ensamble se realiza en líneas de producción. En cualquier caso, hay un orden de precedencia en el cual debe realizarse el trabajo.

La planeación de procesos para el ensamble implica la preparación de las hojas de ensamble que deben seguirse. Para estaciones únicas, la documentación es similar a la hoja de ruta de procesamiento. Contiene una lista de los pasos de ensamble y el orden en que debe realizarse. Para la producción de líneas de ensamble, la planeación de procesos consiste en asignar elementos de trabajo a estaciones particulares a lo largo de una línea, un procedimiento denominado balanceo de línea. En efecto la línea de ensamble dirige las unidades de trabajo a estaciones individuales y la solución de balanceo de línea determinará que pasos de ensamble deben realizarse en cada estación. Igual que con la planeación de procesos para piezas individuales, deben determinarse las herramientas y soportes necesarios para obtener un elemento de trabajo de ensamble determinado y diseñarse una distribución del lugar de trabajo.

#### **1.14 Solución de problemas y mejora continua.**

En la manufactura surgen problemas que requieren un apoyo más allá del que normalmente hay disponible en la organización de una línea en los departamentos de producción.

Proporcionar este apoyo técnico es una de las responsabilidades de la ingeniería de manufactura. Por lo general, los problemas son específicos para las tecnologías particulares de los procesos que se realizan en el departamento de ingeniería. En el maquinado, los problemas se relacionan con la selección de herramientas de corte, los soportes que no funcionan adecuadamente, las piezas con condiciones que exceden la tolerancia o condiciones de corte que no son óptimas. En el moldeo de plásticos, el problema puede ser exceso de rebabas, alta adhesividad de las piezas en los moldes u otros defectos que ocurren en una pieza moldeada. Estos problemas son técnicos y con frecuencia se requiere experiencia en ingeniería para solucionarlos.

En algunos casos, la solución de un problema técnico de manufactura puede requerir un cambio de diseño, por ejemplo al modificar la tolerancia de alguna dimensión de la pieza para eliminar una operación de acabado con esmerilado, al mismo tiempo que se obtiene funcionalidad en la pieza. La ingeniería de manufactura es responsable de generar la solución adecuada al problema y proponer el cambio en la ingeniería al departamento de diseño.

Una de las áreas susceptibles a ser mejoradas es la reducción de tiempos de preparación. Los procedimientos implícitos al cambiar de una preparación de producción a la siguiente (es decir, en la producción por lotes) consumen tiempo y son costosos. Los ingenieros de manufactura son los responsables de analizar los procedimientos de cambios y encontrar las formas de reducir el tiempo para realizarlos.

Además de resolver problemas técnicos inmediatos, el departamento de ingeniería de manufactura también es responsable de proyectos de mejora continua, llamada Kaisen por los japoneses, significa buscar e instrumentar constantemente los modos de reducir costos, mejorar la calidad y aumentar la productividad en la manufactura. Se realiza un proyecto a la vez. Dependiendo del tipo de área que se analiza, puede implicar un equipo cuyos integrantes incluyan no sólo a ingenieros en manufactura, sino también a otros miembros del personal, como diseñadores de productos, ingenieros de calidad y trabajadores de producción, los proyectos se relacionan con:

- 1) Reducción de costos.
- 2) Mejoramiento de calidad.
- 3) Mejoramiento de la productividad.
- 4) Reducción del tiempo de preparación.
- 5) Reducción del tiempo de ciclo.
- 6) Reducción del tiempo de manufactura.
- 7) Mejora del diseño del producto para aumentar el rendimiento y el atractivo para el cliente.

### **1.15 Planeación de la producción.**

La planeación y el control de la producción son las funciones de apoyo a la manufactura que abordan los problemas logísticos en la fabricación. Con la planeación de la producción se determinan cuales serán los productos que serán producidos, en que cantidades y cuando. También se consideran los recursos requeridos para realizar el plan. El control de producción determina si ya se cuenta con los recursos para ejecutar el plan y, si no es así, realiza la acción necesaria para corregir la deficiencia. El ámbito de la planeación y control de la producción incluye el control de los inventarios, que se encarga de tener los niveles de existencias adecuados de materias primas, trabajo en proceso y artículos terminados.

Los problemas en la planeación y control de la producción difieren en cada tipo de manufactura. Un factor importante es la relación entre la variedad de productos y la cantidad de producción. En un extremo está la producción en un taller, en la cual se producen muchos tipos diferentes de productos en cantidades bajas. Con frecuencia los productos son complejos, tienen muchos componentes y cada uno debe procesarse mediante varias operaciones. Solucionar los problemas logísticos en una planta con tales características requiere una planeación detallada, programar y coordinar la gran cantidad de componentes distintos y los pasos de procesamiento para los diferentes productos.

En el otro extremo está la producción masiva, en la cual un sólo producto (tal vez con algunas variaciones limitadas de modelos) se producen en cantidades muy grandes (millones de unidades). Los problemas logísticos en la producción masiva son simples si el producto y el proceso lo son. En casos más complejos, el producto es un ensamble que consta de muchos componentes y la instalación está organizada como una línea de producción. El problema logístico para operar una planta como esta es llevar cada componente a la estación de trabajo correcta en el momento preciso para que pueda ensamblarse el producto cuando pasa por tal estación. Si

este problema no se soluciona, se detiene toda la línea de producción por la falta de una parte crítica.

Para distinguir entre estos dos extremos, en términos de los dos aspectos en la planeación y el control de la producción se puede decir que la función de la planeación se acentúa en un taller, mientras que la de control destaca en la producción masiva de productos ensamblados. Hay muchas variaciones entre estos dos extremos, cada una con sus diferencias en la forma en que se implementa la planeación y el control de la producción.

Dentro de un sistema moderno para la planeación y el control de la producción y sus interrelaciones las actividades se pueden dividir en tres fases que son:

- 1) Planeación agregada de la producción.
- 2) Planeación detallada de los requerimientos de materiales y de capacidad.
- 3) Compras y control de piso talles.

#### **1.15.1 Planeación agregada y el programa maestro de producción.**

Cualquier compañía de manufactura debe tener un plan de negocios, el cual debe incluir el tipo, la cantidad y el momento en que se fabricaran los productos. El plan de manufactura debe considerar los pedidos actuales y los pronósticos de ventas, los niveles de inventarios y la capacidad de la planta. Se preparan distintos tipos de planes de manufactura una diferencia se da en términos del horizonte de planeación; pueden distinguirse tres categorías:

- 1) Planes a largo plazo; estos se refieren a un horizonte de tiempo que esta a más de un año de distancia.
- 2) Planes a medio plazo; estos se relacionan con los periodos de seis meses a un año en el futuro.

3) Planes a corto plazo; estos hacen referencia en los horizontes en el futuro cercano, como días o semanas.

La planeación a largo plazo es responsabilidad de los ejecutivos de máximo nivel de la compañía. Se refiere a las metas y estrategias de la corporación, las líneas de producción futuras, la planeación financiera para el futuro y la obtención de recursos necesarios que tendrá la empresa. Conforme se reduce el horizonte de planeación, el plan a largo plazo de la organización debe traducirse en planes a corto y mediano plazos, que se vuelvan cada vez más específicos. En el nivel de mediano plazo están el plano agregado de producción y el programa maestro de producción.

En el plan agregado de producción. En este plan se indican los niveles de resultados de producción para las principales líneas de productos y no para productos específicos. Debe coordinarse con los planes de ventas y mercadotecnia de la compañía y considerar los niveles actuales de inventarios. Por lo tanto, la planeación agregada es una actividad de planeación corporativa de alto nivel, aunque los detalles del proceso de planeación se delegan al personal.

El plan agregado en este plan se debe integrar los planes de mercadotecnia de los productos actuales y nuevos además de los recursos disponibles para esos productos.

Los niveles de resultados planeados para las líneas de productos principales que se enlistan en el programa agregado deben convertirse en un programa muy específico de productos individuales. Esto se denomina el programa maestro de producción y enlista los productos que se van a fabricar, cuando deben de terminarse para un grupo limitado de productos, con el correspondiente plan agregado para la línea de productos.

Los productos enlistados en el programa maestro por lo general se dividen en tres categorías:

- 1) Pedidos de clientes de la compañía.
- 2) Demanda pronosticada.
- 3) Piezas de repuesto.

Los pedidos de clientes de productos específicos obligan a la compañía a cumplir con una fecha de entrega que el departamento de ventas le promete a un cliente. La segunda categoría consiste en los niveles de resultados de producción basados en la demanda pronosticada, en la cual se aplican técnicas de predicción estadística a patrones anteriores de demanda, estimados por el personal de ventas y otras fuentes.

Con frecuencia, la predicción domina el programa maestro. La tercera categoría es la solicitud de piezas y componentes individuales, piezas para la preparación que se van a almacenar en el departamento de servicio del empresa. Algunas compañías excluyen esta tercera categoría del programa maestro porque no representa productos finales.

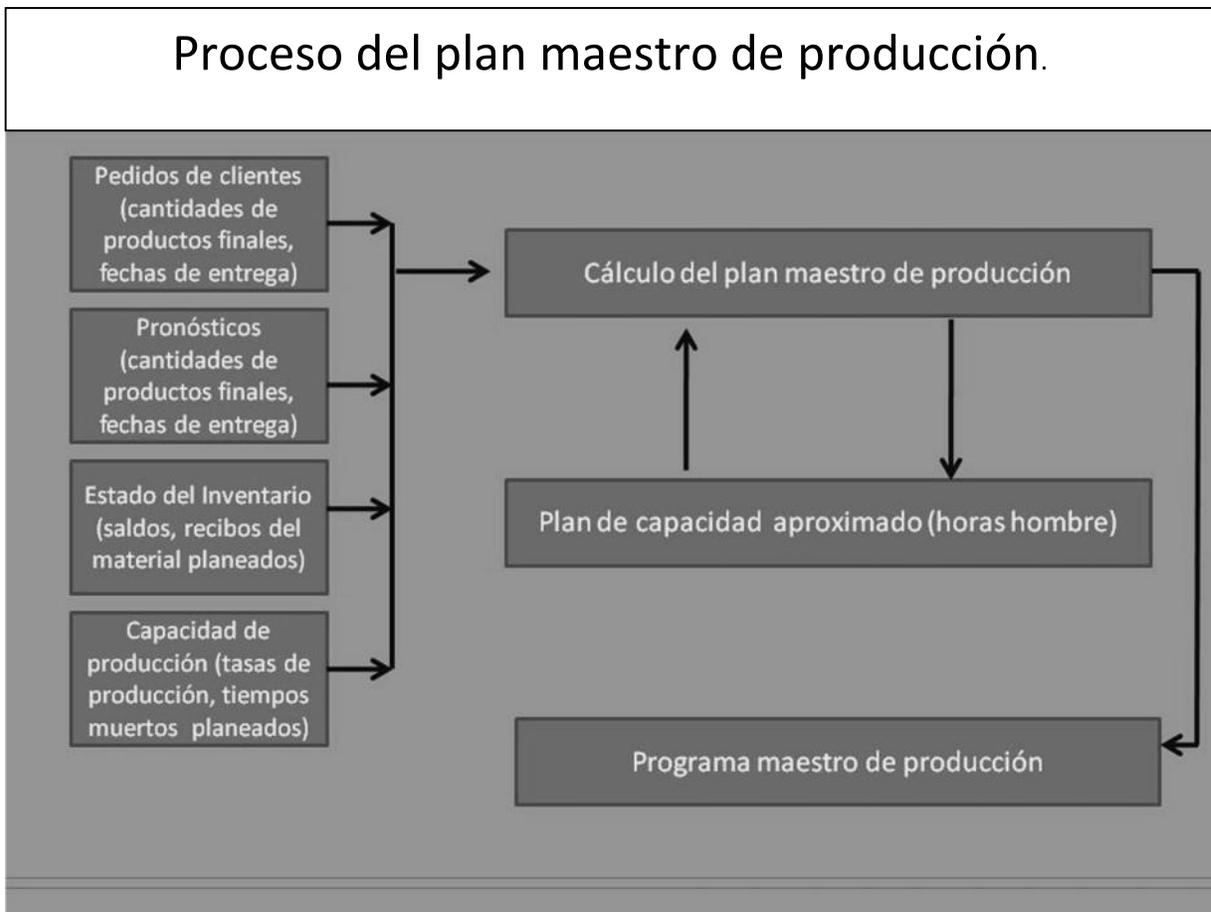


Figura 1.11 Proceso del plan maestro de Producción.

El programa maestro de producción es un plan a mediano plazo porque debe considerar con anticipación los tiempos requeridos para pedir materia prima, componentes, así como fabricar las piezas en la fábrica y después ensamblar y probar los productos finales.

Dependiendo del tipo de producto, estos tiempos de entrega pueden ser desde varios meses hasta más de un año. Sin embargo, aunque se maneja a un horizonte a mediano plazo, es un plan dinámico. Por lo general, se considera que es fijo en el corto plazo, lo que significa que no se permiten los cambios en un horizonte aproximado a las seis semanas.

## **1.16 Control de inventarios.**

El control de inventarios se refiere a obtener un equilibrio entre dos objetivos opuestos:

- 1- Minimizar el costo de mantener un inventario.
- 2- Maximizar el servicio a los clientes.

Los costos de inventario incluyen los costos de inversión, de almacenamiento y de las obsolescencias o daños posibles.

Con frecuencia el costo de inversión es el factor dominante; un caso típico es cuando la compañía invierte dinero prestado a cierta tasa de interés en materiales que todavía no se han entregado al cliente. Todos estos costos se denominan costos por mantener inventarios.

La compañía puede minimizar estos costos si mantiene los inventarios en cero. Sin embargo, es probable que esto afecte al servicio a los clientes y decidan hacer negocios en otra parte. Lo anterior representa un costo, denominado costo de faltantes. Una compañía prudente pretende minimizar el costo de faltantes y ofrecer un alto nivel de servicios al cliente. Este último concepto implica lo siguiente:

- Los clientes externos (los que generalmente se asocian con esta palabra).
- Los clientes internos (son departamentos operativos, de ensamble final y otras unidades en la organización que dependen de la disponibilidad de materiales y piezas).

### **1.16.1 Tipos de inventarios.**

Dentro de los inventarios se tienen diferentes tipos dentro de la manufactura. Las categorías de mayor interés en la planeación y control de la producción son las materias primas, los componentes comprados, el inventario en proceso y los productos terminados.

Son apropiados los diferentes procedimientos de control de inventarios, de acuerdo con el tipo que se intenta administrar. Existe una diferencia importante entre los artículos sujetos a una demanda independientemente contra los que están sujetos a una demanda dependiente. Esta significa que el consumo del artículo no se relaciona con la demanda de otros artículos.

Los productos finales y las piezas de repuesto experimentan demanda independiente. Los clientes adquieren productos finales y piezas de repuesto, y sus decisiones para hacerlo no se relacionan con la adquisición de otros artículos.

La demanda dependiente se refiere al hecho de que la necesidad del artículo se relaciona directamente con la demanda de algo más, en general debido a que el artículo es un componente de un producto final sujeto a la demanda independiente. Por ejemplo cada automóvil tiene cuatro neumáticos, la demanda de estos depende de la del automóvil. En tal caso, los neumáticos que usan los automóviles nuevos son ejemplos de demandas dependientes. Por cada auto hecho en una planta de ensamble final, deben ordenarse 4 o 5 neumáticos. Lo mismo se aplica a miles de otros componentes que se usan en un automóvil.

Deben usarse diferentes controles de producción e inventario para las demandas tanto independientes como dependientes. Comúnmente se usan procedimientos de predicción para determinar los niveles futuros de producción de productos de demanda independiente.

La producción de los componentes que se usan en estos productos se determina directamente de las cantidades de productos que se van a fabricar. Para un buen control de inventarios se necesitan dos tipos distintos de control que son:

- 1) Sistemas de punto de orden.
- 2) Planeación de requerimientos de los materiales.

Las Técnicas de líneas de producción son muy importantes ya que La línea de producción es la principal forma de producir grandes cantidades de artículos estandarizados a bajo costo. La línea de producción es una disposición de las áreas de trabajo en las que las operaciones que tienen relación están adyacentes unas de otras, donde los materiales pasan de manera continua y a un ritmo uniforme a través de una serie de actividades balanceadas, lo que permite una actividad simultanea en toda la línea, y donde el trabajo avanza hacia su terminación a lo largo de una trayectoria más o menos directa.

La producción en línea se puede aplicar a otro tipo de actividades además de la producción; se pueden usar líneas para desensamblar, inspeccionar, reparar y repetir el trabajo, así como para las actividades de acondicionamiento y salvamento.

Si bien el concepto que tiene la gente es el de una recta con una banda transportadora, no es necesario reunir estas características, pero si deben satisfacer algunos prerrequisitos, entre los que se incluyen:

Cantidad: esta debe ser suficiente para cubrir para cubrir el costo de montaje de la línea, esto depende de la tasa de producción y del tiempo de duración del trabajo.

Balance: se refiere a los tiempos necesarios para cada operación de la línea estos deben ser más o menos iguales. Estos deben ser sincronizados de acuerdo con un factor de balance común.

Continuidad: la línea debe continuar fluyendo, ya que el hecho de que se detenga en algún punto, dejara sin alimentación a las demás actividades.

### **1.17 Como planear una línea de producción.**

Se debe de resaltar que no hay dos compañías que funcionen de la misma forma, las características del producto, las necesidades y las instalaciones son diferentes en cada línea. Aun así, existen tres determinantes básicos para planear los cuales son:

Producto o material: esta planeación inicia con un análisis del producto o del material. Se debe de realizar las siguientes preguntas ¿es posible ensamblar las piezas de acuerdo con los dibujos y las especificaciones? ¿Es posible cambiarlos, de manera que su fabricación y su ensamble sean más sencillos?

Cantidad. Esta debe obtenerse y adaptarse a un ritmo de producción específico, al dividir el producto en sus componentes, por lo general, lo que se trata de hacer es mantener tantas operaciones como sea posible fuera de la línea de ensamble final. Mientras menor sea el número de operaciones, la línea será más corta y será menor la inversión en los costosos accesorios de ensamble.

Proceso y equipo. Consiste en alinear las actividades necesarias, la capacidad o el número de piezas de cada uno de los tipos de equipo elegidos, así como la frecuencia de las actividades.

$$\text{unid. hrs} = (\text{cantidad} + \text{desecho}) / (\text{número de días laborables al mes}) (\text{número de horas por día})$$

Ecuación 2 Fórmula utilizada para obtener las unidades producidas por horas

Una cuestión bastante importante de resaltar es que al suministrar el herramental a la línea de producción, es fundamental que el diseño del producto sea fijo. En las líneas de producción, un sólo cambio puede desajustar toda una secuencia de operaciones de alta sincronización.

### 1.17.1 Movimiento de los materiales.

Este movimiento depende del mantenimiento de la continuidad de la línea, esta debe garantizar la entrega de las piezas y los sub ensambles según sea el caso esta actividad debe planearse directamente en la línea.

Las bandas transportadoras constituyen una parte útil de muchas líneas sin embargo hay ocasiones en que el acarreo a mano, las canaletas o los accesorios que se mueven son ruedas estas resultan más baratos y, por lo general, más flexibles.

Los dispositivos de manejo sirven para varios propósitos que se deben tomar en cuenta:

- Transporte: se refiere al traslado hacia, desde y a lo largo de la línea.
- Ritmo: mantener una producción estable y uniforme.
- Retención del trabajo: utilidad de la reducción del manejo manual improductivo.
- Almacenamiento: en especial para las reservas temporales o colchones entre una operación y otra.

La selección del equipo de manejo dependerá de las características del artículo y de los movimientos que se deben realizar.

Existen algunas operaciones para el manejo de los materiales dentro de una línea de producción.

- Mover una sola pieza o lote.
- Retirar el trabajo o dejarlo en la banda transportadora.
- Movimiento continuo o intermitente.
- Reconocer el trabajo por medio de colores, códigos de barras, posición sobre la banda transportadora, etiquetas en el producto, desviadores automáticos o cronometrados, ojos electrónicos, lectores, sensores, etc.

Para ocupar los desviadores o barredores automáticos que llevan las piezas a un área de recolección cercana, se debe de tomar en cuenta que algunas de las velocidades de las bandas transportadoras son tan altas que un operario debe realizar cada ciclo en el momento exacto o dejar pasar la operación. A menudo, se puede realizar más trabajo reduciendo la velocidad de la banda transportadora colocando las piezas que van sobre ella, más cercanas una de otra.

### **1.18 Balanceo de líneas.**

Este consiste en garantizar que todas las operaciones consuman las mismas cantidades de tiempo y que dichas cantidades basten para lograr la tasa de producción esperada; esta última se convierte a una medida de tiempo por pieza que se conoce con los siguientes nombres: factores de balance, tiempo de balanceo, tiempo de ciclo o tiempo de estación. Este factor de balance es igual al recíproco de la tasa de producción, es decir, es igual a 1 dividido entre la tasa de producción.

Rara vez se logra el balance perfecto, siempre existe algún tiempo extra en, por lo menos, una operación. Sin embargo se puede asignar algún otro tipo de operación al operario que tenga que equilibrar algún tiempo ocioso.

Por lo general el término banco es muy utilizado dentro del balanceo, este banco indica la acumulación del material que espera para pasar por una operación. Estos bancos son comunes en los casos en que se deben realizar cantidades irregulares de trabajo a las piezas. Asimismo, los bancos se utilizan en las secciones de la línea donde las piezas se manejan como un lote o una carga, en los cuales los materiales se entregan o se retiran de la línea a intervalos irregulares. Los bancos se pueden ubicar directamente en la línea, este puede estar dentro de alguna derivación al lado de la línea sobre los anaqueles de la línea o en una banda transportadora de reserva.

En los lugares en que los bancos se utilizan para la protección más que para cerrar el equilibrio, estos deben ser adecuados para proteger las operaciones subsecuentes hasta el punto de interrumpir el flujo.

El tamaño del banco (número de piezas del banco) está definido por la siguiente operación.

$$\text{tamaño del banco} = (\text{tasa de producción})(\text{tiempo de interrupción})$$

Ecuación 3 fórmula utilizada para obtener el tamaño de banco dentro del proceso.

$$\text{tiempo de interrupción} = \frac{\text{retraso(h)}}{\text{factor de balanceo tiempo de estación(h/piezas)}}$$

Ecuación 4 Formula utilizada para obtener el tiempo de interrupción del proceso.

### 1.18.1 Velocidad de la línea y longitud.

La velocidad del flujo tiene relación directa con la tasa de producción y el espacio de cada estación de trabajo que está dada por las siguientes operaciones:

$$\text{Vel. de línea} = (\text{tasa de producción})(\text{longitud de estación.})$$

Ecuación 5 fórmula utilizada para obtener la velocidad de la línea ideal.

$$\text{longitud de estación} = \frac{\text{pieza}}{\text{factor de balanceo de cada estación.}}$$

Ecuación 6 Formula utilizada para obtener la longitud ideal de la estación.

La longitud o el espacio de la estación depende del tamaño de la pieza o unidad, del espacio necesario para el operario y del equipo, así como de la cantidad de trabajo que se realice ahí, la longitud de la línea está definida por la siguiente operación:

$$\textit{long de línea} = (\textit{espacio de la estacion})(\textit{numero de estaciones})$$

Ecuación 7 Fórmula utilizada para obtener la longitud de la línea planeada.

$$\textit{long línea} = \frac{(\textit{espacio de la estacion})(\textit{total de tiempo de las unidades})}{\textit{factor de balanceo}}$$

Ecuación 8 Formula alternativa para obtener la longitud ideal de la línea.

### **1.18.2 Métodos para lograr el balance para operaciones de formado.**

Para este tipo de actividades se debe de tener en cuenta que entre estos tenemos:

- Mejorar las operaciones lentas.
- Cambiar las velocidades de máquinas.
- Colocar el material en el banco y operar las máquinas más lentas en horas o turnos extras.
- Desviar el exceso de piezas a otras máquinas que no estén en línea.
- Combinar o agrupar los diversos artículos en líneas de combinación.

### **1.18.3 Métodos para lograr el balance para las operaciones de ensamble.**

Entre estos tenemos:

- Dividir las operaciones y proporcionar los elementos.
- Combinar las operaciones y equilibrar los grupos.
- Hacer que se muevan los operarios.
- Mejorar las operaciones.
- Colocar el material en el banco y operar las máquinas más lentas en horas extras.
- Mejorar el desempeño del operario, en particular, en la operación de cuello de botella.

### **1.18.4 Mecánica del balanceo.**

Para el balance de una línea es obligatorio tomar en cuenta:

1. La tasa de producción.
2. Las operaciones necesarias y las consideraciones sobre la secuencia que se necesiten.
3. El tiempo necesario para realizar cada operación y, de preferencia, cada uno de sus elementos.

Los puntos anteriores se convierten en prerrequisitos. Para que funcione la línea, esta se debe diseñar de acuerdo a una tasa de producción dada; para que trabaje como una unidad, los tiempos de operación deben ser tales que permitan que el material fluya de manera equilibrada.

Las mediciones de los métodos y los tiempos así como de los datos de tiempo estándar y la capacidad de la máquina. Resultan fundamentales para establecer una línea balanceada.

Los pasos recomendados para el balance son:

1. Investigar los productos, las cantidades, los tipos de procesos, los servicios de apoyo relacionados y los factores de tiempo correspondientes, así como dejar claro las operaciones que se deben realizar en la línea.
2. Hacer que el contenido (suma de operaciones) interactúe con la secuencia (restricciones de precedencia) de las operaciones, a fin de efectuar un diagrama de precedencia cuantificado.
3. Integrar la localización de las operaciones a las estaciones de trabajo o a los grupos e indicar las asignaciones de trabajo preliminares.
4. Modificar y afinar las asignaciones preliminares en planes alternativos de balance de línea, esto se realiza a fin de garantizar que los encargados de la supervisión operativa entiendan las alternativas con toda claridad.
5. Evaluar los planes alternativos así mismo, reconocer la necesidad de que el plan sea aceptado tanto por los directivos como por el personal operativo que lo pondrá en marcha.

Este plan de balance de línea debe efectuarse antes de que se instale la línea, ya que una vez instalada, es común que se necesite un nuevo balance o un ajuste, la efectividad de estos procedimientos dependen de la exactitud con que se haya realizado el balance original.



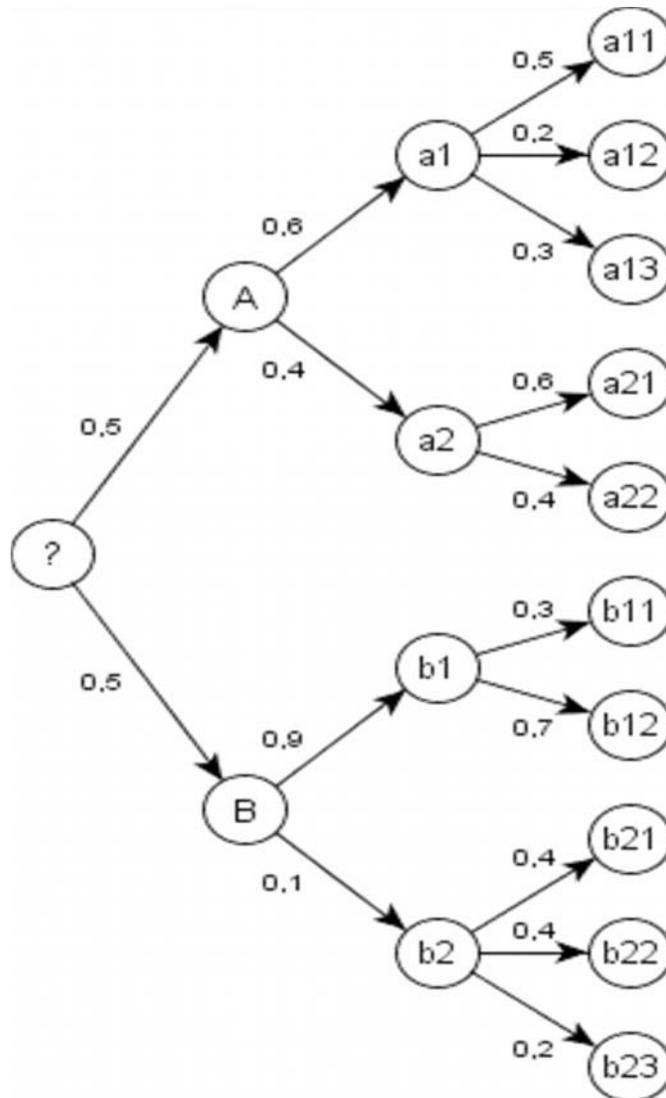


Figura 1.13 Ejemplo de un diagrama de precedencias.

La cantidad de tiempo que se pierde para balancear cada estación se debe mostrar mediante un número negativo.

En la hoja de trabajo del balance de la línea, en las columnas de asignación alternativa, se hace una lista de las asignaciones alternativas de las operaciones para las estaciones. En la parte inferior izquierda se muestra el tiempo de ciclo real y el tiempo que se pierde por balance. Cada alternativa se puede comparar con las demás a fin de elegir el plan preferido.

Los aspectos importantes que se deben de resaltar para el balanceo de líneas tenemos:

1. El reservar las operaciones sencillas. Es decir las que generen tiempos de pérdida o de vacío para el balance, para las operaciones de capacitación o de interrupción de nuevos operarios.
2. El lograr que la primera operación sea sencilla a fin de garantizar que el principio de la línea mantenga el trabajo siempre a tiempo.
3. Balancear en la línea la inspección, el manejo del material y las demás operaciones de apoyo o de servicio, de manera que estén sincronizadas con la línea.
4. Las líneas en forma de U suelen permitir a los operarios ayudarse unos a otros y combinar la primera operación con la última.
5. Crear motivación en el equipo, acortando las líneas e instalado más, en vez de usar líneas más largas y menos flexibles.

### **1.19 Líneas automáticas y simulación en computadora.**

Las líneas de producción automáticas son características de industrias como las de alimentos, bebidas y artículos sanitarios. Las operaciones se realizan con equipos automáticos que, por lo general, funcionan de manera independiente unos de otros, pero que están ligados a una línea de producción por medio de las bandas que transportan las unidades.

Los trabajadores de producción asignados a la línea, se colocan para que monitoreen el flujo continuo y restauren las condiciones operativas, después de las

interrupciones causadas por los abarrotamientos de empaque, las fallas de las máquinas, los ciclos perdidos y otras cuestiones similares. Por lo común, la banda transportadora se desliza bajo el paquete cuando la máquina baja, lo que permite un banco de acumulación justo sobre la banda transportadora.

La simulación computarizada es una forma moderna de estudiar las maneras de mejorar estas líneas de producción automáticas, este modelo tiene la ventaja de poder evaluar los posibles cambios en vez de intentarlos en la línea real.

La construcción básica del modelo que recrea el funcionamiento de la línea máquina por máquina es una corriente de “transacciones” que entran y salen de los bloques, con base en la condición interna o externa de los bloques. Las condiciones internas de los bloques se basan en dibujos aleatorios, las estadísticas generadas por la computadora a partir del modelo se comparan con los resultados del desempeño real del periodo de estudio para verificar si el modelo es una representación válida.

Al emplear los modelos de simulación por computadora y analizar las hipótesis de lo que sucedería en diversas circunstancias, estos pueden dar por resultados grandes mejoras con los cambios de equipo subsecuente.

### **1.19.1 Patrones de flujo.**

Los patrones más usados para el flujo de materiales son:

- a) Línea recta.
- b) Línea en forma de U (o circulares).
- c) Línea en forma de L.

d) Líneas en forma de columna vertebral (o de peine).

Las rectas son las más sencillas de planificar, establecer, alimentar y mantener. La línea en forma de U es, de hecho, la más popular. La línea en forma de columna vertebral se adapta a las operaciones que llevan una secuencia de proceso constante.

### **1.20 Planeación de las células de producción.**

Las líneas de producción pequeñas suelen denominarse células de producción esta consiste en una serie de operaciones que están juntas y que por lo general, se dedican a trabajar sólo en ciertos productos o piezas designadas.

- La célula de línea de producto forma una secuencia progresiva de operaciones sucesivas, dedicadas básicamente a un artículo.
- La célula de tecnología de un grupo forma un grupo de operaciones diferentes, dedicadas a un grupo o a una familia de piezas o productos.
- La célula tradicional forma un grupo o departamento funcional pequeño de operaciones similares que se reúnen para que funcionen como una unidad integrada.

#### **1.20.1 Consideraciones.**

Cuando la cantidad (el número de piezas diarias) es alta y tanto el producto como los procesos son convencionales, se prefiere la célula de línea de producción.

Cuando el producto en si tiene características especiales o constituye un grupo o una familia de artículos, se opta por la célula de tecnología de grupo.

Cuando el proceso (el equipo y las operaciones) es lo que domina, con equipo grande, servicios caros, requisitos especiales para el edificio, etcétera, lo mejor es la célula funcional.

Una serie de células que trabajan en conjunto y en secuencia forman un departamento de distribución del producto o macro célula, la cual por lo general, se organiza como si fuera una línea de producción modificada.

### **1.21 Planificación de las células de manufactura.**

La planificación de la célula de manufactura abarca cuatro fases:

- 1) Orientación.
- 2) Planificación general de la célula.
- 3) Diseño detallado de la célula.
- 4) Puesta en marcha.

#### **1. Orientación.**

Se refiere a la localización, condiciones externas y la planificación.

Se deben de tomar en cuenta las condiciones circundantes físicas y no físicas así también se debe de considerar el objetivo, la ubicación y el plan para la célula de planificación.

#### **2. Plan general para la célula.**

Este se refiere a la disposición general (en bruto) de la maquinaria y del equipo para la producción de las piezas y los ensambles en una secuencia integrada de las operaciones.

### 3. Diseños pormenorizados de la célula.

Se refiere a hacer un diseño pormenorizado de cada elemento que incluyen planos o diseños de cada uno de los elementos (máquinas, herramientas o control) de la célula total.

### 4. Implementación.

Se refiere a hacerlo poner en marcha los planes así como programar, suministrar, adquirir, capacitar, instalar, limpiar, depurar, etc.

En las fases 1 y 3, con frecuencia, el patrón de planificación necesita los siguientes cinco pasos.

- a) Aclarar cuáles son las piezas, su clasificación y sus características.
- b) Establecer el proceso, sus operaciones, la secuencia y el equipo, así como el número de piezas del equipo que necesite.
- c) Integrar los métodos de manejo.
- d) Modificar y afinar los planes preliminares.
- e) Selecciona y aceptar, o hacer que se acepte, el plan.

## **1.22 Sistemas de manufactura flexibles.**

El sistema de manufactura flexible (SMF), que en ocasiones se conoce como distribución versátil de manufactura, abarca la disposición del equipo de operación y de manejo, de manera que sea posible adaptar fácilmente los cambios en la secuencia de operaciones.

El sistema de manufactura flexible se presta para los tipos de distribución clásica de la misma manera en que la tecnología de grupo adapta familias de piezas o

productos a los tipos de distribución de la línea de producción, como en la mayoría de las líneas de producción, el sistema flexible de manufactura proporciona un alto grado de flexibilidad para los cambios que se realicen en la secuencia de la operación, en las cantidades de producción, en la mezcla de variedad, en el tamaño del producto, en los tiempo de entrega, en la utilización de la máquina, en la disponibilidad de la misma debida a descomposturas así como en el trabajo en proceso.

### **1.23 Dotación del personal para la línea.**

Con la producción en línea, un operario suele permanecer en una estación de trabajo. Por lo general, el trabajo se realiza sobre un producto lo que significa que:

- 1) Se puede emplear un operario de menor habilidad.
- 2) Los operarios pueden capacitarse en menor tiempo.
- 3) Se amplía el mercado de mano de obra.
- 4) La producción se puede poner en marcha más rápido.
- 5) Se pueden reducir los movimientos, desperdicios llevando el trabajo hasta el operario y retirándolo de él.

El número de operarios necesarios para cualquier línea queda descrito por:

$$\text{Número de operarios en la línea} = \frac{(\text{Tiempo total})(\text{tasa de produccion})}{\text{periodo de trabajo}}$$

Ecuación 9 formula para obtener el número de operarios dentro de una línea de producción.

Algunos operarios prefieren no trabajar en una línea aducen para ello las siguientes razones:

1. Su producción se limita a la velocidad del operario más lento de la línea.
2. Se restringe su oportunidad de variar el trabajo y, por lo mismo, de mejorar.
3. Existe la presión de la compulsión, ya que se debe de mantener el ritmo de la velocidad de la línea.
4. Tienen menos libertad personal.

En cambio otros trabajadores sienten que la línea de producción les brinda las siguientes ventajas:

1. El trabajo es fácil de aprender y ellos pueden tener su parte más pronto o ganar un bono más rápido.
2. El trabajo se vuelve más o menos automático, rítmico y libre de problemas o precauciones.
3. Debido a que el trabajo necesita menos atención, los operarios suelen colocarse cerca uno de otros, provocando una mayor sociabilidad entre ellos.
4. Hay una mayor uniformidad en el trabajo, en el esfuerzo y en la habilidad que se espera de los operarios.
5. Existen menos retrasos productivos y menos interrupciones.

### **1.23.1 Aseguramiento de la continuidad de la mano de obra.**

- En primer lugar se tiene la reducción o supresión del abstencionismo, por medio de un programa de motivación de grupo tal como el de dirección de calidad total y/o los trabajadores de grupo auto dirigidos.
- Se debe de asegurar la transferencia de trabajadores o el préstamo del personal de otros departamentos.
- Los turnos de los obreros en un nuevo equilibrio.

- El uso de velocidades alternativas para los obreros.
- El uso de los bancos entre una operación y otra o un flotante extra grande de material en proceso.
- La agrupación de los trabajadores por equipos y la motivación de los mismos para que ajusten el trabajo y el balance, además de sugerir mejoras.
- La programación de periodos de descanso que sincronicen a todo el personal.
- El empleo de operarios de relevo para que sustituyan a los operarios regulares, estos suplen a cada operario en la línea en horas específicas durante un lapso establecido.
- El llamado a los operarios de servicios para que cubran faltas de asistencias.
- El uso de otros métodos para superar el problema que representa la falta de algún operario en la línea, ofrecer bonos o imponer sanciones por retardos. Proporcionar la capacitación adecuada además de instituir la verificación temprana diaria de la asistencia de los obreros, fomentar la presión social de los demás miembros del grupo de pago y establecer duplicados de líneas.

Se recomienda que en el caso de usar algún incentivo, por lo general, deba ser un incentivo de grupo. En un grupo, los trabajadores tienen interés en ayudarse unos a otros, en hacer intervenir a los nuevos obreros y en mantener a los jefes, a los supervisores y a los almacenistas de cualquier retraso inminente.

#### **1.24 Aseguramiento de la continuidad de los materiales.**

Para mantener el flujo de la línea, el material debe ser el adecuado en cuanto a cantidad, calidad y ubicación. Las funciones de planeación, compra, control de material, mantenimiento de las herramientas, ingeniería de productos e inspección, cobran importancia en las plantas de producción en línea.

El departamento de ingeniería de productos debe asegurarse de que el diseño que se entregue se puede producir con facilidad.

El departamento de planificación debe sincronizar y programar el trabajo de manera que todo fluya al mismo tiempo.

El departamento de compras debe asegurarse de la confiabilidad, la calidad y la formalidad de los proveedores.

Los departamentos de control de calidad y de control de la producción deben garantizar que el material este en el lugar y tiempo debidos.

La garantía de calidad debe asegurar que el material garantizado este presente y que este no provoque demoras.

El departamento de mantenimiento debe asegurarse de que las herramientas se fabriquen en forma correcta.

Dentro de una línea de producción la sincronización y la continuidad son más importantes que la velocidad. Esta se aplica tanto a la planificación de la preproducción para meter la línea a la producción y a la planeación.

Las relaciones importantes para la programación de las necesidades de materiales son:

$$tasa\ de\ produccion\ diara = \frac{produccion\ mensual}{dias\ laborables\ al\ mes}$$

Ecuación 10 Formula para obtener la tasa de producción diaria.

$$necesidades\ diarias = (uso\ por\ unidad)(tasa\ de\ produccion\ diaria)$$

Ecuación 11 Formula para obtener las necesidades diaria de producción.

$$cantidad\ por\ entregar = (necesidades\ diarias)(dias)/entregas$$

Ecuación 12 formula para obtener las cantidades por entregar de producción.

A continuación se mencionan algunas de las técnicas relacionadas con las líneas de producción eficientes:

1. Guardar el material en almacenes centralizados.
2. Predeterminar e identificar todos los lugares de almacenaje a lo largo de la línea y la cantidad de entrega normal y la frecuencia de esto.
3. Usar controles automáticos o verificadores de existencias para inventariar.
4. El material de toda la línea para las piezas pequeñas se proveen cada noche, asegurándose de que haya suficiente para la corrida de todo el día.
5. Administrar las compras de manera que los proveedores estén lo mas sincronizados posibles con los programas de la línea.
6. Sincronizar las bandas transportadoras de entregas a la velocidad de la línea final.
7. Mantener los bancos de seguridad sobre la línea o a un lado de ella.
8. Mantener un sistema de comunicación adecuado con los proveedores de existencias.
9. Llevar las existencias a la línea, en juegos, estuches o listas, de manera que se suministren todas las piezas necesarias para una unidad o lote.
10. Hacer que quienes manejan el material no escatimen esfuerzos para el cuidado adecuado del mismo.

### **1.25 Calidad.**

Por lo regular, en la línea de ensamblado hay poco tiempo para ajustar y adaptar. Con la producción en línea no hay ningún punto de inspección centralizada; los inspectores deben estar esparcidos por toda la planta. La inspección centralizada aumenta el manejo precisamente lo que la línea de producción trata de reducir.

Lo más importante es capacitar a los operarios para que sean responsables de la calidad. Una gran ventaja es que las piezas y los subensambles producidos en línea tienden a revelar, con mayor rapidez los errores o descuidos en su fabricación.

## **1.26 Mantenimiento.**

El mantenimiento apropiado de las herramientas y del equipo es esencial para lograr la continuidad de las operaciones. Si se interrumpe el flujo, la línea ya no puede funcionar como una unidad y, como resultado de esto, el mantenimiento es más importante, mucho más costoso y más descentralizado, así como más dependiente de las medidas preventivas. Un buen mantenimiento de la línea evita las descomposturas.

## **1.27 Cambios de ingeniería.**

Los cambios indiscriminados de diseño pueden trastornar toda la línea; mientras que un cambio de métodos, en algún punto, puede desfasar todo el balance. Por lo que se deben de tener ciertas precauciones y aplicar ciertas técnicas.

1. Se deben de realizar pruebas exhaustivas de laboratorio y de campo antes de reunir las herramientas para el producto.
2. Se debe de realizar una prueba completa de las herramientas y del ensamble de las piezas que se fabrican con ellas.
3. Efectuar una corrida de prueba o hacer un lote piloto bajo la dirección de los ingenieros.
4. Se debe estar completamente seguro de la verificación de que cada estación tiene señalamientos antes de ponerla a producir.
5. Se debe de congelar el diseño durante una corrida, un bloque o un periodo completo, para después, incorporarle todos los cambios de diseño al mismo tiempo.

6. Suele ser más costoso hacer un cambio que vivir con un diseño que no sea perfecto o una línea que no tenga el balance ideal.
7. se debe de mantener un departamento en el cual se prueben los productos y se capacite a los jefes para que, posteriormente el producto pase a las líneas de producción normales.

### **1.28 Flexibilidad de la línea.**

Además de la utilización de las máquinas y del balance de la mano de obra, la restricción principal para el uso de las líneas de producción es la variedad de productos. Cuando hay muchos productos, es difícil fabricarlos en la misma línea, pero se puede solucionar de diversas maneras:

1. Construya una pieza de producto sobre una base estándar a lo largo de la línea.
2. Construya un producto básico, pero ofrezca una variedad por medio de accesorios, colores, cortes, y otras características estandarizadas opcionales para que el cliente pueda elegir.
3. Combine en grupos o familias todas las piezas similares y cree una cantidad suficiente para justificar una línea o célula de manufactura para ellas.
4. Haga que la línea sirva para varios productos haciendo una rotación de los mismos.
5. Congele los principios básicos del diseño, pero cambie periódicamente la apariencia externa.
6. Programe obreros especiales con características especiales.
7. Equipe cada estación de trabajo o máquina con intercambiadores de herramientas rápidas o con plantillas colocadas previamente.
8. Establezca una línea modificada y adapte los cambios por medio de vehículos programados, dirigidos en forma automática.

Los cambios en volumen o producción se deben de manejar de la siguiente manera:

1. Alterando el periodo, por medio de la adición de horas extras o turnos secundarios o bien, mediante la reducción de las horas de trabajo.
2. Cambiando el número de trabajadores en combinación con el cambio de velocidad de la banda. Y espaciando las unidades de la línea.
3. Dejando espacio para ampliaciones.
4. Disponiendo de líneas paralelas que fabriquen productos diferentes que se puedan modificar para fabricar otros productos.

Los cambios importantes de la línea suelen realizarse en algún punto bajo de la temporada de producción o del mes. Los cambios en las líneas sencillas que se modifican con frecuencia pueden afectarse en cualquier momento del día laborable y los operarios de la línea pueden ayudar a manejar las existencias y a ajustar las herramientas mientras el realiza el cambio.

Por lo regular para reiniciar el funcionamiento de la línea, se llama primero a los jefes de grupo y a los operarios de servicios, se debe perseguir una calidad adecuada y una alta tasa de producción, pues, de lo contrario, puede haber una gran cantidad de dificultades.

### **1.29 Variaciones y modificaciones en la línea de producción.**

Existen varias tipos de variaciones de las líneas entre las cuales tenemos:

Agrupación progresiva. En este caso, unas cuantas máquinas de cada tipo se colocan en conjunto y el trabajo pasa de un grupo de máquinas al siguiente. Asimismo puede haber grupos o células de operaciones de ensamble conectadas en flujo progresivo de una célula a otra.

Línea interrumpida o extendida. Esto sucede cuando se rompe una línea debido al traslado de materiales a un almacén o a un área controlada por los procesos.

La línea de máquina común y de productos múltiples. En las plantas donde hay una máquina costosa que puede atender dos o más líneas, la distribución debe lograr que el producto llegue a esta operación de manera que se convierta en una parte de cada una de las líneas.

Célula de producción o de tecnología de grupo. Es cuando se instala un grupo de máquinas comunes a varios productos, la distribución se denomina producción en grupo.

Manufactura flexible. Los vehículos programados y dirigidos en forma automática trasladan el trabajo a las secuencias especiales de operaciones.

Traslado de los obreros a través del ensamble de posición fija. En vez de que el producto se traslade hasta los operarios, estos se trasladan en forma progresiva de una a otra estación de ensamble de posición fija. Cada uno de ellos realiza el mismo trabajo asignado sobre los diversos productos, lo que ahorra la necesidad de instalar dispositivos costosos para trasladar el componente principal. En ocasiones, los obreros se trasladan durante el día y el producto pasa a varias estaciones durante la noche.

## Capítulo 2: Designación de responsabilidades en la organización de la empresa manufacturera metal-mecánica.

### Contenido:

2 Diseño Organizacional.	95
2.1 Diseño organizacional y estructura organizacional.	95
2.2 Las cuatro piedras angulares.	97
2.2.1 División del trabajo.	98
2.2.2 Departamentalización.	99
2.2.3 Jerarquía.	100
2.3 Consistencia y alimentación.	101
2.4 El reto del diseño organizacional.	102
2.5 El problema de la coordinación.	103
2.6 El problema de los incentivos.	104
2.7 Puntos básicos para el diseño organizacional.	105
2.8 Arquitectura Estructura.	105
2.9 Posibles subdivisiones de la empresa.	108

## **2. Diseño organizacional.**

La ventaja competitiva de una organización está íntimamente ligada a su contexto. El contexto interno de la empresa se define como sus activos y la forma en que esos activos se organizan. Los activos de una organización pueden ser una gran fuente de ventaja competitiva. El objetivo es de interés y radica en lograr la ventaja competitiva mediante la organización de esos activos dado que esta acción es fundamental para que actúen como una ventaja competitiva.

A menudo no se le da la importancia al problema del diseño organizacional. Con frecuencia, el personal encargado de dicha actividad piensa que contar con los mejores ingenieros o los mejores vendedores es suficiente para lograr que una organización sea eficaz. Aunque la calidad de los activos (humanos-físicos) tiene una importancia evidente para lograr la ventaja competitiva, la forma como estos activos están organizados puede ser igual de importante. Por ejemplo: el mejor ingeniero, no puede ser productivo si no tiene acceso a la información que necesita para diseñar los productos que los consumidores valoren.

### **2.1 Diseño organizacional y estructura organizacional.**

Una organización es un patrón de relaciones, muchas relaciones simultáneas que están entrelazadas entre sí, por medio de las cuales las personas, bajo el mando de los gerentes, persiguen metas comunes. Estas metas son el producto de los procesos para tomar decisiones.

Los gerentes quieren estar seguros de que sus organizaciones podrán soportar mucho tiempo. Los miembros de una organización necesitan un marco estable y comprensible en el cual puedan trabajar unidos para alcanzar las metas de la

organización. El proceso gerencial de la organización implica tomar decisiones para crear este tipo de marco. De tal manera que las organizaciones puedan durar desde el presente hasta bien entrado el futuro.

Al mismo tiempo, los gerentes deben considerar lo que está ocurriendo y lo que probablemente pasara en el futuro, en el entorno de la organización. En la intersección de estas dos series y factores (los planes y los ambientes) los gerentes toman decisiones que adecuan las metas así como los planes estratégicos y las capacidades de la empresa aplicadas a los factores del entorno.

Un primer paso crucial para organizar, que por lógica se deriva de la planificación, es el proceso de diseño organizacional. El patrón específico de relaciones que los gerentes crean en este proceso se llama estructura organizacional. La estructura organizacional es un marco que preparan los gerentes para dividir y coordinar las actividades de los miembros de una organización. Como las estrategias y las circunstancias del entorno organizacional son diferentes a las de otras, existe toda una serie de estructuras posibles para la organización.

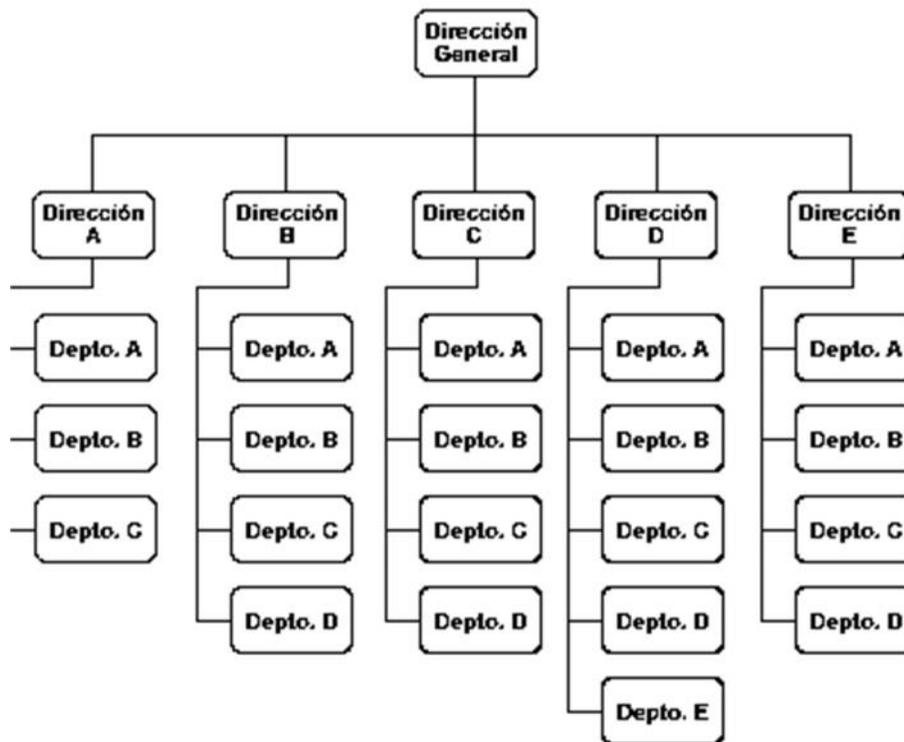


Figura 2.1 Ejemplo de organigrama simple.

## 2.2 Las cuatro piedras angulares.

Organizar es un proceso gerencial permanente. Las estrategias se pueden modificar, el entorno organizacional puede cambiar así mismo la eficiencia y la eficacia de las actividades de la organización no están siempre a niveles deseados. Estos factores afectan una organización existente logrando que cambien radicalmente los patrones de las relaciones dentro de una organización, dada esta situación los gerentes dan cuatro pasos básicos cuando empiezan a tomar decisiones para organizar.

1. Dividir la carga de trabajo entera en tareas que pueden ser ejecutadas, en forma lógica y cómoda, por personas o grupos. Esto se le conoce como la división del trabajo.

2. Combinar las tareas en forma lógica y eficiente. La agrupación de empleados y de las tareas a este proceso se le conoce como la departamentalización.
3. Especificar quien depende de quién dentro de la organización. Esta vinculación de los departamentos produce la jerarquía de la organización.
4. Establecer los mecanismos para integrar las actividades de los departamentos en un todo congruente y para vigilar la eficacia de dicha integración. A este proceso se le conoce como la coordinación.

### **2.2.1 División del trabajo.**

Este consiste en la fragmentación o descomposición de una actividad productiva en tareas más elementales y a su reparto entre las diferentes personas, según su fuerza física, habilidad y conocimientos. El aumento de la producción que se deriva de la puesta en práctica del principio de la división del trabajo se debe a tres causas principales:

1. Aumenta la habilidad y destreza de los trabajadores.
2. Ahorra el tiempo que implica pasar de una tarea a otra.
3. Facilita la invención y el uso de grandes maquinas que abrevian
4. considerablemente el trabajo y le permiten a un hombre realizar el trabajo de muchos.

No existe la persona que tenga la capacidad física o psicológica para realizar todas las operaciones que constituyen la mayor parte de las tareas complejas, aun suponiendo que una persona pudiera adquirir todas las habilidades especializadas que se pueden aprender y realizar con relativa velocidad. Por consiguiente, fomenta la especialización, pues cada persona se vuelve experta en cierto trabajo.

La especialización del trabajo también tiene desventajas. Si las tareas se dividen en pasos pequeños y discretos y si cada trabajador solo es responsable de un paso, entonces es fácil que se presente la enajenación; es decir, la ausencia de una sensación de control.

### **2.2.2. Departamentalización.**

Los gerentes, con objeto de seguir la pista de esta compleja maraña de relaciones formales de una organización, suelen preparar un organigrama que describe la forma en que se divide el trabajo. En un organigrama, los cuadros representan la agrupación lógica de las actividades laborales que se llaman departamentos.

Por ejemplo, en un banco, si un grupo de personas trabaja tomando decisiones para otorgar créditos monetarios a pequeñas empresas y para administrar los préstamos a pequeñas empresas, el gerente del banco podría agruparlas en un departamento de crédito para pequeñas empresas. De igual manera, en las escuelas los profesores están agrupados en departamentos. Así es la departamentalización, es el resultado de las decisiones que toman los gerentes en cuanto a que actividades laborales, una vez que han sido divididas en tareas, se pueden relacionar en grupos "parecidos", como se puede suponer existen muchas variedades de trabajos y departamentos en las organizaciones y los trabajos así como los departamentos de una organización serán diferentes una de los otros.

### **2.2.3 Jerarquía.**

Desde los primeros días de la industrialización, los gerentes se preocuparon por la cantidad de personas y departamentos que se podían manejar con eficacia. Esta interrogante pertenece al tramo de control administrativo (con frecuencia llamado tramo de control o tramo de administración). El tramo de control administrativo representa al cantidad de personas y departamentos que dependen de quien. Estas líneas de dependencia son características fundamentales de cualquier organigrama.

El resultado de estas decisiones es un patrón de diversos estratos que se conoce como jerarquía. En la cima de la jerarquía de la organización se encuentra toda la organización. Por regla general, estos directores se conocen como director general, presidente o director ejecutivo. Otros gerentes, de menor rango se ubican en los diversos niveles de la organización.

Elegir un tramo de control administrativo en la jerarquía organizacional es importante por dos razones. En primer término, el tramo puede influir en lo que ocurra con las relaciones laborales en departamentos específicos. Un tramo demasiado amplio podría significar que los gerentes se extienden demasiado y que los empleados reciben poca dirección o control. Cuando ocurre esto, los gerentes se pueden ver presionados e ignorar o perdonar errores graves. Además las actividades de los empleados quizá se vean afectadas también. En un departamento donde una docena de empleados o más están clamando porque sus gerentes les proporcionen retroalimentación, existe potencial para la frustración y los errores. Por lo contrario, un tramo demasiado corto es ineficiente porque los gerentes están subutilizados.

En segundo plano tenemos que el tramo puede afectar a la velocidad de las decisiones que se toman en situaciones que implican, por necesidad, diversos niveles de la jerarquía organizacional. Los niveles estrechos de administración producen jerarquías altas con muchos niveles entre los gerentes del punto más alto y el más bajo. En estas organizaciones, una larga cadena de mando demora la toma

de decisiones, lo cual es una desventaja en un ambiente que cambia con rapidez. Por otra parte, los tramos grandes producen jerarquías planas, con menos niveles administrativos entre la cima y la base.

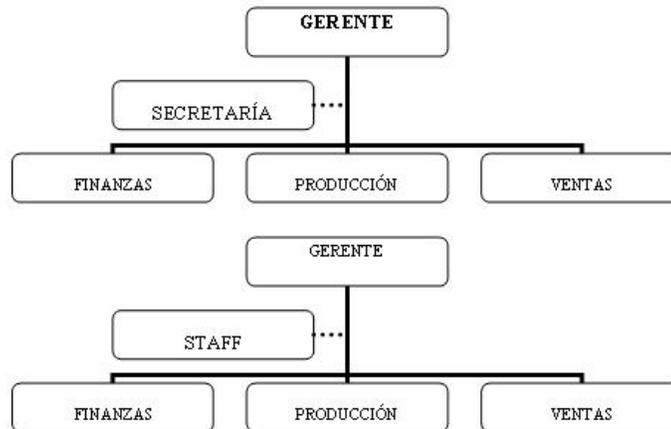


Figura 2.2. Ejemplo de una Jerarquía funcional.



Figura 2.3 Ejemplo de una Jerarquía plana.

### 2.3 Consistencia y alineación.

Las organizaciones se componen de muchos elementos, y el efecto de uno de estos elementos puede depender de las características de otros. Las organizaciones tienen estructuras y procesos; estos representan las formas para hacer las cosas y las recompensas por hacerlas, cuentan con reglas y estructuras formales además de que estas tienen rutinas y a su vez normas informales.

Muchos de estos elementos son interactivos. Las normas de conducta informales de la organización modifican el efecto de su esquema de compensación. La eficiencia de su toma de decisiones recibe la influencia del diseño de sus procesos para adquirir y difundir la información.

Cambiar la forma como las actividades están organizadas altera los incentivos para la cooperación entre los grupos disponibles. Es esencial, entonces, que los diversos elementos sean consistentes; esto es que deben de trabajar juntos.

#### **2.4 El reto del diseño organizacional.**

Cualquier organización enfrenta dos tipos principales de problemas:

- a) El problema de coordinación: que representa el reto para diseñar una organización óptima incluso cuando todos los que la conforman conozcan por completo sus objetivos y hagan a un lado sus intereses para ayudar. Muchos de los problemas de coordinación están centralizados en el diseño de sistemas para que estos cumplan con objetivos específicos.
  
- b) Problema de incentivos: este problema representa el reto de inducir a la gente, cuyos objetivos privados pudieran diferir de las metas estratégicas de la organización, a emprender acciones que sean consistentes con el logro de los objetivos de la compañía.

## **2.5 El problema de la coordinación.**

El problema de la coordinación es fundamentalmente para cualquier forma de organización. Si la coordinación no diera los frutos necesarios, las empresas no tendrían razón de existir. Los individuos podrían desempeñar cualquier actividad comprando los recursos que necesitaran a otras personas y vendiendo su producción a quienes la necesitaran. Todas las transacciones se manejarían mediante intercambios de mercado, sin la intervención de ninguno de los controles ni la coordinación de la jerarquía asociada con la empresa. El hecho de que esta perspectiva de individuos que interactúan únicamente a través del mercado sea tan ajena a la experiencia constituye un testimonio de valor de la coordinación. Las empresas existen porque la actividad se coordina mediante la organización que puede ser más eficiente que la actividad coordinada mediante el mercado.

La actividad de coordinación es la adquisición y asignación de los activos de la compañía, los activos, ya sean tangibles o intangibles deben estar disponibles en los tipos y cantidades correctos y en los lugares adecuados para que la organización opere eficientemente.

Un ejemplo de este problema es:

Un vehículo tiene miles de partes que se deben combinar en una estructura específica. El montaje debe estar coordinado para producir la combinación deseada de modo eficiente. El proceso de producción también debe responder a los requerimientos de los procesos de diseño y ventas para que el producto final satisfaga las necesidades de los clientes. Establecer el diseño organizacional que ponga en funcionamiento el flujo de activos dentro de la compañía de modo que pueda alcanzar sus objetivos de la manera más eficiente posible, esto constituye el problema central de la coordinación.

Otro problema que se presenta en la hora de coordinar las actividades es equilibrar las ganancias proporcionadas por la especialización con las ganancias de la integración. La forma como estén diseñados los procesos de toma de decisiones es otro problema fundamental de coordinación. En algunas organizaciones, la alta gerencia concentra la mayoría de las decisiones estratégicas, y en otras a los gerentes de nivel medio se les delega una autoridad sustancial para la toma de decisiones.

## **2.6 El problema de los incentivos.**

Dado que una organización está compuesta por muchos individuos y grupos, es sorprendente encontrar que todos compartieran los mismos objetivos idénticos que los de los propietarios de la compañía. Estos problemas surgen en el nivel tanto individual como a nivel de la subunidad por otro lado, estos problemas de incentivos surgen porque los integrantes de las subunidades tienen objetivos inconsistentes en común, con la promoción del desempeño general de la organización.

Parte del problema, por supuesto, es que el personal encargado de dichas actividades es que a quienes las subunidades rinden cuentas a menudo no saben exactamente qué quieren que haga el grupo.

Si se observa que la demanda se está cayendo o que la competencia se hace más intensa, se debe reducir los precios para maximizar las utilidades de la empresa. Pero si la unidad se evalúa con base en el número de ventas echas, tiene un incentivo para bajar los precios independientemente del estado del mercado.

## **2.7 Puntos básicos para el diseño organizacional.**

1. Todo aquello que se ha planeado se debe implementar y lograr los objetivos planeados.
2. Crear una relación entre el cliente y los trabajadores.
3. Formar líderes para fomentar el liderazgo.
4. Poner el enfoque en la productividad.
5. Lograr el compromiso.
6. Conocer las fortalezas y debilidades así como las oportunidades y amenazas de la organización.
7. Saber entender que el recurso humano es primordial.
8. Poner énfasis en la flexibilidad y la rigidez de la organización.

## **2.8 Arquitectura: estructura.**

Las partes más fácilmente observadas de la arquitectura de la organización se presentan en su organigrama. Este describe la estructura arquitectónica que divide a los individuos en grupos y los organiza en una jerarquía. La arquitectura incluye también los sistemas de compensación e información que se usa dentro de la empresa para evaluar a los individuos y grupos.

Construir una estructura organizacional consiste en dividir a las personas en subunidades y definir los vínculos entre los grupos. Algunos de los vínculos constan de relaciones y canales jerárquicos a través de los cuales los superiores ejercen control y asignan activos.

Otro tipo de enlace son los enlaces horizontales estos permiten que las subunidades funcionen con más eficiencia al compartir la información y los recursos.

Debido a que es más fácil compartir comunicaciones y recursos dentro de las subunidades que entre ellas, la delineación de subunidades afecta profundamente los flujos de recursos e información dentro de la organización. El grado en el cual la gente tiene acceso fácil a la información y a los recursos esenciales para desarrollar sus trabajos depende de la forma en cómo estén agrupados. Por ejemplo muchas compañías grandes, principalmente locales, han respondido al reto de la globalización creando una subunidad encargada de desarrollar mercados globales para productos existentes, esta unidad investiga oportunidades de mercado en el extranjero, establece mercadotecnia y distribución en otros países, además de que alienta a otras subunidades para que sean más sensibles a los mercados internacionales. La razón para crear una unidad separada es a menudo la de facilitarle a la alta gerencia la dirección de recursos para desarrollar mercados internacionales.

Dentro de una organización funcional, los individuos se agrupan de acuerdo con las tareas que realizan. así por ejemplo todo el personal de recursos humanos forma un grupo, al igual que todos los vendedores, todo el personal de investigación y desarrollo, etc.

Al contrario, en una organización divisional, las subunidades principales se forman basadas en alguna lógica del negocio más que en una lógica funcional. Por ejemplo, las divisiones pueden agruparse por especialidad, clientes o tecnología, sin embargo, el agrupamiento por división es la característica dominante de la estructura organizacional, y las líneas divisionales separan a los especialistas funcionales uno de otros.

La organización funcional ayuda a las compañías a concretar los beneficios de la especialización al permitir que los especialistas técnicos compartan información y aprendizaje. Con el tiempo, los especialistas se hacen cada vez más expertos en el desempeño de su función particular.

Un esquema funcional de subgrupos promueve también la inversión individual en aprendizaje dentro de la especialidad funcional. En el diseño funcional típico, una jerarquía clara dentro de cada función alienta el desarrollo y la retención de los especialistas funcionales. Dado que la ruta para el avance dentro de la función es clara, los empleados están motivados para especializarse e invertir en el capital humano necesario para avanzar en la jerarquía. Al contrario, en una estructura divisional la ruta de proyección profesional suele tener menos claridad y tal vez la mejor forma de avanzar profesionalmente no sea invirtiendo en habilidades específicas para la función.

A pesar de las ventajas de la organización funcional señaladas con anterioridad, la forma divisional se ha hecho cada vez más común, principalmente debido a que es mejor para facilitar la coordinación entre sus funciones. Si comparten la misma subunidad, los responsables del diseño y fabricación tendrán más oportunidades de conocer con mayor rapidez los cambios en los gustos del consumidor gracias a la comunicación con la fuerza de ventas, en comparación con lo que sería en una organización funcional.

En las organizaciones, es posible que el personal de ventas y mercadotecnia entablen compromisos poco realistas con los clientes debido a que desconocen los límites en el proceso de diseño y producción. La forma divisional es superior a la forma funcional para facilitar la coordinación de diferentes funciones, ya que está diseñada precisamente para lograr esto.

La comunicación con y entre los altos ejecutivos es una forma de coordinar las acciones de las subunidades circule hacia arriba por la jerarquía, que los altos ejecutivos la evalúen y la traduzcan en ordenes y recursos que se transfieren hacia abajo por la jerarquía. La eficiencia con que este proceso logre la coordinación, dependerá del carácter "horizontal" o "vertical" de la estructura jerárquica, es decir de la cantidad de niveles que tenga la estructura organizacional. Las organizaciones más pequeñas y adaptadas suelen tener una estructura más plana. Conforme la

empresa crece, esta agrega empleados, y para evitar que aumente demasiado el número de empleados que están bajo la supervisión de una persona, tiende a agregar niveles a su estructura jerárquica.

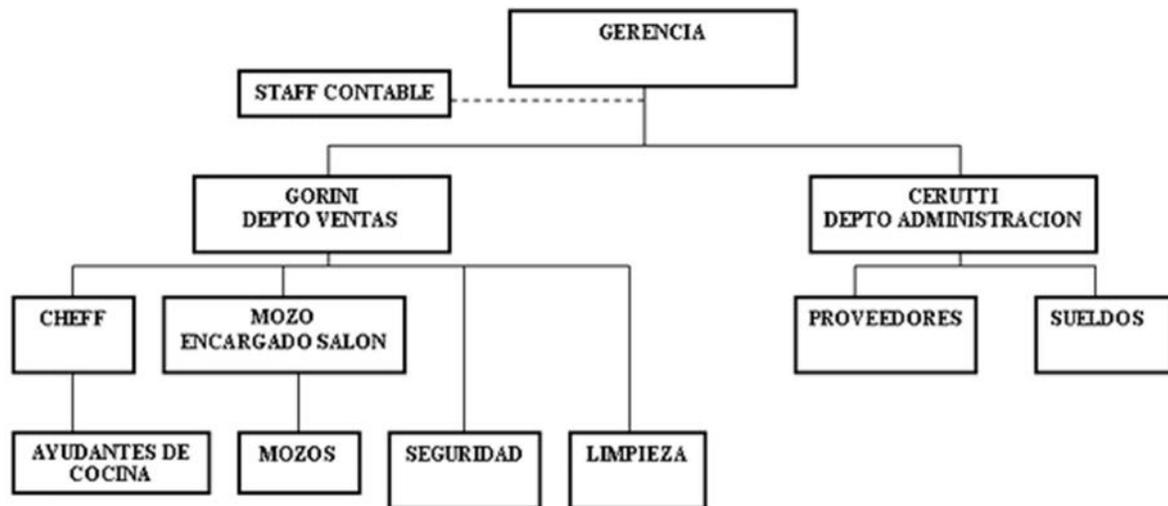


Figura 2.4 Ejemplo del organigrama de una empresa.

## 2.9 Posibles subdivisiones de la empresa.

### 1. Ventas y servicios al cliente.

a) Ventas.

b) Servicio al cliente.

Responsabilidades del departamento de ventas y servicios al cliente.

Ventas.

- Desarrollar el coaching y monitorear el equipo de ventas.

- Desarrollar estrategias de ventas, objetivos y planes de ventas.
- Revisión de la información de ventas así como la información de marketing, tanto histórica como actual.
- Realizar reuniones de gestión para las ventas.
- Realizar monitoreos hacia los competidores así como evaluar y desarrollar las estrategias necesarias para competir.
- Trabajar con la comercialización del producto.
- Fijación de precios y utilidades.
- Establecer la línea del producto.
- Establecer márgenes de ventas.
- Definir y administrar las zonas de venta de la empresa.

Servicio al cliente.

El servicio es el conjunto de prestaciones que el cliente espera, además del producto o servicio básico.

El comprador de una computadora espera cierto número de prestaciones, antes durante y después de la compra propiamente dicha: demostraciones, prueba de la máquina con sus componentes, soluciones financieras, reparaciones rápidas, garantía post-venta, etc.

El servicio es algo que va más allá de la amabilidad y de la gentileza. El servicio es "un valor agregado para el cliente", y en ese campo el cliente es cada vez más exigente.

El éxito de una empresa depende fundamentalmente de la demanda de sus clientes. Ellos son los protagonistas principales y el factor más importante que interviene en el juego de los negocios.

Si la empresa no satisface las necesidades y deseos de sus clientes tendrá una existencia muy corta. Todos los esfuerzos deben estar orientados hacia el cliente, porque él es el verdadero impulsor de todas las actividades de la empresa. De nada sirve que el producto o el servicio sean de buena calidad, a precio competitivo o esté bien presentado, si no existen compradores.

## 2. Aprovisionamiento y servicio de proveedor.

a) Aprovisionamiento.

b) Servicio de proveedor.

La necesidad de aprovisionar es una consecuencia de la organización del almacén, la producción y la demanda.

Situaciones que obligan a la empresa a aprovisionar el almacén:

- Cuando la fabricación se realiza en cadena y los suministradores se encuentran lejos, para no quedarse desprovisto.
- Cuando la fabricación es estacional y la demanda constante.
- Cuando la fabricación se realiza en cadena pero la demanda es irregular o estacional.
- Cuando los centros de producción están muy alejados de los puntos de consumo, para no encarecer los costes.
- Cuando debemos anticiparnos a los pedidos de los clientes.

También existen muchas razones en contra del almacenaje:

- Fuertes inversiones en edificios e instalaciones.
- La mercancía almacenada ocupa espacio y genera costes.
- La mercancía envejece y sufre obsolescencia, etc.

- Cuando la empresa no puede evitar almacenar, trata de minimizar los costes.

Aprovisionamiento de Productos y materiales.

El producto es un conjunto de materiales que ha sufrido un proceso de elaboración o fabricación y que tiene como finalidad una transacción mercantil de compraventa.

- Los materiales son los componentes del producto.
- Los stocks o existencias son el conjunto de materiales, mercancías, artículos o productos que tiene la empresa almacenados a la espera de su utilización o venta posterior.

Los bienes que forman las existencias o stocks son:

- Mercaderías: mercancías almacenadas hasta el día de la venta.
- Materias primas: materiales para fabricar otros productos, sol el componente principal en el proceso de elaboración de otro artículo.

Otro tipo de aprovisionamiento que se presenta en las organizaciones:

- Elementos y conjuntos incorporables: fabricados fuera de la empresa, adquiridos para incorporarlos en sus productos sin someterlos a transformaciones. Pueden ser sustituidos por otros.
- Combustibles: son materiales de consumo que no se incluyen en el producto transformado, pero facilitan el proceso.
- Repuestos: piezas de recambio para equipos y máquinas.
- Materiales diversos: materiales de consumo que no pertenecen a los conceptos anteriores y tampoco se incorporan al producto.

- Embalajes: cubiertas o envolturas. Se utilizan para empaquetar varias unidades de un mismo artículo o para proteger el producto durante el almacenaje y transporte.
- Envases: recipientes destinados a contener, proteger o resguardar el producto. Pueden ser o no recuperables.
- Productos en curso: están en proceso de fabricación o transformación.
- Productos semiterminados: han pasado todo el proceso de fabricación pero no están preparados para la venta.
- Productos terminados: han concluido todo el proceso de fabricación.

Funciones del departamento de producción.

1. Ingeniería del Producto: Esta función comprende el diseño del producto que se desea comercializar, tomando en cuenta todas las especificaciones requeridas por los clientes. Una vez elaborado dicho producto se deben realizar ciertas pruebas de ingeniería, consistentes en comprobar que el producto cumpla con el objetivo para el cual fue elaborado; Y por último brindar la asistencia requerida al departamento de mercadotecnia para que esté pueda realizar un adecuado plan (de mercadotecnia) tomando en cuenta las características del producto.
2. Ingeniería de la planta: Es responsabilidad del departamento de producción realizar el diseño pertinente de las instalaciones tomando en cuenta las especificaciones requeridas para el adecuado mantenimiento y control del equipo.
3. Ingeniería Industrial: Comprende la realización del estudio de mercado concerniente a métodos, técnicas, procedimientos y maquinaria de punta; investigación de las medidas de trabajo necesarias, así como la distribución física de la planta.

4. Planeación y Control de la Producción: Es responsabilidad básica de este departamento establecer los estándares necesarios para respetar las especificaciones requeridas en cuanto a calidad, lotes de producción, stocks (mínimos y máximos de materiales en almacén), mermas, etc. Además deberá realizar los informes referentes a los avances de la producción como una medida necesaria para garantizar que se está cumpliendo con la programación fijada.

5 Abastecimiento: El abastecimiento de materiales, depende de un adecuado tráfico de mercancías, embarques oportunos, un excelente control de inventarios, y verificar que las compras locales e internacionales que se realicen sean las más apropiadas.

6. Control de Calidad: Es la resultante total de las características del producto y/o servicio en cuanto a mercadotecnia, ingeniería, fabricación y mantenimiento se refiere, por medio de las cuales el producto o servicio en uso es satisfactorio para las expectativas del cliente; tomando en cuenta las normas y especificaciones requeridas, realizando las pruebas pertinentes para verificar que el producto cumpla con lo deseado.

7. Fabricación: Es el proceso de transformación necesario para la obtención de un bien o servicio.

8. Almacenaje.

A) Aspectos relacionados con el equipo de reacción.

B) Aspectos relacionados con la información.

C) Aspectos relacionados con la calidad.

D) Aspectos relacionados con los recursos.

9. Transportes.

A) Aspectos relacionados con el tiempo de reacción.

- B) Aspectos relacionados con la calidad.
- C) Aspectos relacionados con los recursos.

10. Control de stocks.

- A) Aspectos relacionados con el nivel de stock.
- B) Aspectos relacionados con el nivel de stock de servicio.

11. Indicadores varios.

- A) Aseguramiento de datos.
- B) Personal.
- C) Logística inversa.
- D) Área de medio ambiente.

## Capítulo 3 Capacitación para la integración de funciones y responsabilidades del personal que labora en la empresa manufacturera metal-mecánica.

### Contenido:

3 Capacitación.	116
3.1 Importancia de la capacitación.	118
3.2 Objetivos de la capacitación.	119
3.3 Finalidad de la capacitación.	121
3.4 Componentes del desarrollo humano.	122
3.5 Pasos para elaborar una programa de capacitación.	123

### **3 Capacitación**

En esta era de cambios acelerados y de competitividad cada día más dura y más ruda, es vital para las organizaciones propiciar el desarrollo integral de las potencialidades de las personas y contar con colaboradores que posean un alto nivel de “dominio personal”, que brinde servicios de responsabilidad y calidad, sobre todo cuando se trata por ejemplo de empresas de servicios, donde la atención directa de la satisfacción de las necesidades del usuario, pues ello eleva a la vez la capacidad creativa y de aprendizaje de la organización.

La capacidad de aprender con mayor rapidez que los competidores quizás sea la única ventaja competitiva sostenible. Requerimos convertir nuestras organizaciones en “Organizaciones Inteligentes, Creativas”, con capacidad de ver la realidad desde nuevas perspectivas.

El prestigio, reconocimiento y rendimiento laboral de una organización dependen en primer lugar de la atención profesional y del buen trato que brinde su personal a los usuarios o clientes en todo contacto interpersonal que se tenga con ellos y en segundo lugar, de las óptimas relaciones interpersonales que existan entre todos los miembros que componen la organización.

Por estas razones y con la finalidad de mantener y asegurar el prestigio ganado a través de los años, es necesario que dentro de los procesos de capacitación se deben desarrollar las siguientes potencialidades humanas: flexibilidad, originalidad, creatividad, espíritu de innovación, calidez y actitud de mejora continua. Es necesario reiterar que la capacitación no es un gasto, por el contrario, es una inversión que redundara en beneficio de la institución y de los miembros que la conforman. Desarrollar las capacidades del colaborador, proporciona beneficios para los empleados y para la organización. Ayuda a los colaboradores aumentando sus habilidades y cualidades y beneficia a la organización incrementando las habilidades del personal de una manera costo-efectiva. Dado que el acceso a la capacitación con

información actualizada nos da la oportunidad de estar en mejores condiciones para ser competitivos en nuestras perspectivas laborales y profesionales

Por ello la capacitación y desarrollo del recurso humano, son las acciones claves para el cambio positivo de los colaboradores, siendo estos en las aptitudes, conocimientos, actitudes y en la conducta social, lo que va traer consigo mantener el liderazgo tecnológico, el trabajo en equipo y la armonía entre las personas colaboradoras dentro de una organización.

La capacitación es un proceso educacional de carácter estratégico aplicado de manera organizada y sistémica, mediante el cual los colaboradores adquieren o desarrollan conocimientos y habilidades específicas relativas al trabajo, y modifica sus actitudes frente a las funciones que realiza dentro de la organización, el puesto o el ambiente laboral. Como componente del proceso de desarrollo de los recursos humanos, la capacitación implica por un lado, una sucesión definida de condiciones y etapas orientadas a lograr la integración del colaborador a su puesto de trabajo, y/o la organización, el incremento y mantenimiento de su eficiencia, así como su progreso personal y laboral en la empresa, y, por otro lado un conjunto de métodos, técnicas y recursos para el desarrollo de los planes y la implantación de acciones específicas de la organización para su normal desarrollo de sus actividades.

En tal sentido la capacitación constituye factor importante para que el colaborador brinde el mejor aporte en el puesto o cargo asignado, ya que es un proceso constante que busca la eficiencia y la mayor productividad en el desarrollo de sus actividades, así mismo contribuye a elevar el rendimiento, la moral y el ingenio creativo del colaborador.

La capacitación es el proceso sistemático por el que se modifica la conducta de los colaboradores, para favorecer el logro de los objetivos y fines de las instituciones. En síntesis, es un esfuerzo por mejorar el rendimiento actual o futuro del colaborador.

Dicho de otra manera la capacitación y desarrollo son formas de educación orientados a mejorar la percepción habilidad, destreza, motivación, etc. de los colaboradores. Siendo necesario e imprescindible planificar y elaborar un plan de capacitación.

Existe una serie de formas de capacitación, siendo la más fundamental, la capacitación técnica, pero también tiene que abarcar aspectos humanos y sociales, con el cual el colaborador incrementa también su nivel cultural y al mismo tiempo se vuelve más humano.

### **3.1 Importancia de la capacitación.**

¿Invertir en el recurso humano?, ¿para qué? Son preguntas latentes e invaluable todavía de parte de la población y de algún sector empresarial, porque piensan en la utilidad y no en la productividad, por ello es bueno hacerles recordar que la “educación “no es otra cosa que una inversión.

Cuando un hogar matricula a sus hijos en el colegio, no está realizando un gasto sino que está invirtiendo para que, años después, sus niños de hoy sean hombres libres y útiles a la sociedad del mundo.

La figura se da a la inversa en un hogar que descuida la educación de los hijos porque, mañana más tarde, éstos serán una carga para la sociedad debido a que solamente podrán aportar fuerza física o, probablemente, sean pobladores de las cárceles. Dramático, ¿no?

En las empresas sucede igual; la gran motivadora es la capacitación. El colaborador que recibe capacitación siente que la empresa lo estima y, por lo tanto, le está asignando un salario espiritual y considera que están invirtiendo en su talento para

mejorar su rendimiento, la calidad de su trabajo, elevar su productividad y, consecuentemente, piensa que puede estar próximo a un asenso.

Si bien es cierto que el aumento del salario económico es importante para mejorar la calidad de vida, también es cierto que, pasado cierto período, la nueva remuneración se diluye en satisfacer ciertas necesidades y, nuevamente, se requiere nuevo aumento; en cambio, el salario espiritual permite mejorar la calidad humana del hombre, coadyuva a la felicidad de su hogar. Este colaborador será el principal publicista de la empresa por que se sentirá orgulloso de ser su servidor y artífice de su engrandecimiento.

El desarrollo de los recursos humanos es central ante el reto tan importante que las empresas enfrentan en este mundo globalizado y competitivo.

### **3.2 Objetivos de la capacitación.**

Los principales objetivos de la capacitación y desarrollo humano son:

Preparar a los colaboradores para la ejecución de las diversas tareas y responsabilidades de la organización.

Proporcionar oportunidades para el continuo desarrollo personal, no sólo en sus cargos actuales sino también para otras funciones para las cuales el colaborador puede ser considerado.

Cambiar la actitud de los colaboradores, con varias finalidades, entre las cuales están crear un clima más propicio y armoniosos entre los colaboradores, aumentar su motivación y hacerlos más receptivos a las técnicas de supervisión y gerencia. El contenido de la capacitación puede involucrar cuatro tipos de cambios de comportamiento de los colaboradores.

Transmisión de informaciones: el elemento esencial en muchos programas de capacitación es el contenido: distribuir informaciones entre los capacitados como un cuerpo de conocimientos. A menudo, las informaciones son genéricas, referentes al trabajo: informaciones acerca de la empresa, sus productos, sus servicios, su organización, su política, sus reglamentos, etc. puede comprender también la transmisión de nuevos conocimientos.

Desarrollo de habilidades: sobre todo aquellas destrezas y conocimientos directamente relacionados con el desempeño del cargo actual o de posibles ocupaciones futuras: se trata de una capacitación a menudo orientado de manera directa a las tareas y operaciones que van a ejecutarse.

Desarrollo o modificación de actitudes: por lo general se refiere al cambio de actitudes negativas por actitudes más favorables entre los colaboradores, aumento de la motivación, desarrollo de la sensibilidad del personal de gerencia y de supervisión, en cuanto a los sentimientos y relaciones de las demás personas. También puede involucrar e implicar la adquisición de nuevos hábitos y actitudes, ante todo, relacionados con los clientes o usuarios.

Desarrollo de conceptos: la capacitación puede estar conducida a elevar el nivel de abstracción y conceptualización de ideas y de filosofías, ya sea para facilitar la aplicación de conceptos en la práctica administrativa o para elevar el nivel de generalización, capacitando gerentes que puedan pensar en términos globales y amplios.

Estos cuatro tipos de comportamiento de capacitación pueden utilizarse separada o conjuntamente.

Si los objetivos no se logran, el departamento de recursos humanos adquiere retroalimentación sobre el programa y los participantes.

### **3.3 Finalidad de la capacitación.**

Todo plan de modernización de las empresas, debe sustentarse en una alta inversión en recursos humanos. La capacitación sirve para el desarrollo de las capacidades y habilidades del personal. Hoy son los propios colaboradores quiénes están demandando capacitación en áreas y temas específicos; han asimilado la necesidad de mejorar para incrementar el valor transferido a los clientes.

Un desarrollo de recursos humanos efectivo en una empresa implica planeamiento, estructuración, educación, capacitación para así brindar conocimiento, destrezas y compromiso en los miembros y personal al máximo y utilizarlos creativamente como herramientas para brindar poder.

Hay muchas formas de impartir capacitación, desde sugerir lecturas hasta talleres vivenciales, todos los métodos son buenos, hasta cierto punto, pero los más eficaces parecen ser aquellos que dramatizan modelos para que la persona identifique y practique los comportamientos de quienes son eficientes y tienen éxito en determinado trabajo.

La capacitación facilita el aprendizaje de comportamientos relacionados con el trabajo, por ello, el contenido del programa debe ajustarse al trabajo. La ayuda de los expertos permite identificar los conocimientos, destrezas y las características personales que los instructores puedan enseñar y que sean válidos para el objetivo final.

La capacitación hará que el colaborador sea más competente y hábil. Generalmente, es más costoso contratar y capacitar nuevo personal, aun cuando éste tenga los requisitos para la nueva posición, que desarrollar las habilidades del personal existente. Además, al utilizar y desarrollar las habilidades del colaborador, la organización entera se vuelve más fuerte, productiva y rentable.

### **3.4 Componentes del desarrollo humano.**

Los principales componentes del desarrollo humano, que se deben prestar atención para un desarrollo humano son:

Efectiva toma de decisiones en capacitación y/o entrenamiento del recurso humano en las empresas son:

#### Productividad

La productividad se refiere a la que genera el trabajo: la producción por cada colaborador, la producción por Cada hora trabajada, o cualquier otro tipo de indicador de la producción en función del factor trabajo.

Cuando se trata de medir el rendimiento del trabajo de un colaborador o grupo de colaboradores que integran una unidad administrativa, se relaciona la cantidad de unidades producidas con el tiempo total que llevó producirlas; a esta relación se le denomina productividad del trabajo; por lo tanto la productividad del trabajo estará dada en unidades de un producto por hora-hombre empleada. Es preciso posibilitar que las personas aumenten su productividad y participen plenamente en el proceso de generación de ingresos y en el empleo remunerado. Por consiguiente, el crecimiento económico es uno entre varios modelos de desarrollo humano, o un subconjunto de ellos.

#### Equidad.

Es necesario que las personas tengan acceso a la igualdad de oportunidades. Es preciso eliminar todas las barreras que obstaculizan las oportunidades económicas y políticas, de modo que las personas puedan disfrutar de dichas oportunidades y beneficiarse con ellas.

## Sostenibilidad

Es un objetivo de la capacitación asegurar el acceso a las oportunidades no sólo para las generaciones actuales, sino también para las futuras. Deben reponerse todas las formas de capital: físico, humano, medioambiental.

## Potenciación

Dentro de la capacitación el desarrollo debe ser efectuado por las personas y no sólo para ellas. Es preciso que las personas participen plenamente en las decisiones y los procesos que conforman sus vidas.

Este proceso abarca desde la detección de necesidades hasta la evaluación de resultados.

### **3.5 Pasos para elaborar un programa de capacitación:**

Primer paso: consiste en la detección de las necesidades de la empresa.

Segundo paso: clasificación y jerarquización de las necesidades de capacitación.

Tercer paso: definir los objetivos de la capacitación.

Cuarto paso: elaboración del programa.

Quinto paso: ejecución del programa de capacitación.

Sexto paso: evaluación de resultados de la capacitación.

Para elaborar un programa de capacitación el primer paso es detectar las necesidades de la empresa. Aplicar técnicas adecuadas para este fin elimina las pérdidas de tiempo.

El segundo paso es clasificar y jerarquizar esas necesidades. Es decir, se tienen que clasificar y ordenar para decidir cuáles son las más urgentes, o más importantes, o cuáles requieren atención inmediata y cuáles se tienen que programar a largo plazo.

El tercer paso es definir los objetivos de capacitación, es decir, motivos de llevar adelante el programa. Estos objetivos tienen que formularse de manera clara, precisa y medible para más adelante, después de aplicar el programa, poder evaluar los resultados.

El cuarto paso es elaborar el programa de capacitación. En este momento se determina qué (contenido), cómo (técnicas y ayudas), cuándo (fechas, horarios), a quién (el grupo), quién (instructores), cuánto (presupuesto).

El quinto paso es ejecutar el programa, es decir, llevarlo a la práctica.

El sexto paso es evaluar los resultados del programa. Esto debe hacerse antes, durante y después de ejecutarlo.

## Capítulo 4: Actividades que se deben desarrollar en las funciones directivas en las empresas manufactureras metal-mecánicas en México.

### Contenido:

4 Importancia de la función directiva.	126
4.1 La función directiva.	126
4.2 Gestión del cambio.	127
4.2.1 Cambio como adaptación de la organización al entorno.	128
4.2.2 dirección del cambio.	128
4.3 Funciones de los ejecutivos.	129
4.4 Las funciones clásicas del proceso directivo.	131
4.5 Destrezas de los ejecutivos.	132
4.6 cualidades de los directivos.	133
4.7 Competencias que debe presentar un directivo.	135

#### **4 Importancia de la función directiva.**

Gestionar eficazmente el tiempo es vital para el ejercicio de la función directiva, pues a través de la misma podremos facilitar que otras tareas de un directivo se efectúen con éxito. Así, por ejemplo, la tarea de elaborar una estrategia empresarial tendrá más visión para cumplir su objetivo final si desarrollamos una buena gestión del tiempo.

Así mismo, el proceso de toma de decisiones puede verse perjudicado por una existente o una ineficaz gestión del tiempo, con todos los riesgos que conlleva para la empresa y el cumplimiento de un plan estratégico marcado.

De nada sirve que la empresa tenga definida una buena estrategia competitiva, si no hay detrás de todo esto una buena dirección que este capacitada y que además ejerza de forma eficaz y eficiente su función directiva.

##### **4.1 La función directiva.**

La función directiva, se puede definir como todas aquellas actuaciones que son llevadas a cabo por la dirección de la empresa, estas están encaminadas a coordinar e integrar todos los factores productivos de los que dispone la empresa, para alcanzar los objetivos marcados.

De todos los recursos con los que se cuenta dentro de una empresa, el tiempo es el que tiene muchas características peculiares. El hecho de que sea limitado, limitante, irreversible e inexorable le dota de una importancia que hace que la gestión del tiempo sea considerada una habilidad directiva fundamental.

Muchos de los problemas que se tienen con el tiempo se pueden resolver a través de un análisis y diagnóstico del uso que se hace de él y que se debe de conocer antes de sentar las bases para llevar a cabo cualquier mejora.

Por ello se utilizan determinadas herramientas, entre las cuales, destaca la delegación (nos ayudara a desatascar nuestra agenda.)

Se debe de saber cuáles son las actividades que tenemos que realizar en un día, una semana, etc., para optimizar la gestión del tiempo: es la llamada planificación que se completa con la programación, que marcará cuándo debemos realizar dichas actividades.

Si se unen todos estos ingredientes y a su vez le sumamos como un extra el hecho de conocer que casi la mayor parte de los problemas que se tienen con el tiempo se deben al abandono de actividades, y en general, al crecimiento progresivo de asuntos pendientes, se tienen muchas posibilidades de optimizar el uso que hacemos de nuestro tiempo y con ello favorecen que la empresa consiga funcionar de una manera más ágil.

#### **4.2 Gestión del cambio.**

Hoy en día, vivimos en una sociedad de constantes cambios, que afectan tanto a nuestra vida personal como a nuestra vida profesional, además de a todos los ámbitos de la sociedad. Estos cambios exigen, no solo un proceso de adaptación constante, sino también una preparación adecuada para afrontarlos además estos cambios suelen presentarse de forma brusca.

En cuanto a los cambios que afectan específicamente al mundo empresarial, muchos de ellos provienen de los avances tecnológicos que cada día se observan lo que

obliga a las organizaciones a afrontar las modificaciones radicales en la gestión y la manera de trabajar.

#### **4.2.1 Cambio como adaptación de la organización al entorno.**

Pese a que el cambio como tal ha existido desde siempre, la sociedad en la que vivimos está sometida a unos cambios que suceden a un ritmo de vértigo. El éxito de la gestión del cambio reside en saber trasladar los cambios del entorno a la organización, para asegurar la competitividad de la empresa en ese nuevo entorno.

Los cambios que surgen en cuestiones tecnológicas (globalización de mercados, internet, etc.) crean en las empresas la necesidad de adaptarse a ellos al mismo tiempo que los directivos tienen la necesidad de cambiar para adaptar la organización a los cambios.

#### **4.2.2 Dirección del cambio.**

Antes de valorar lo que se necesita para dirigir el cambio, parece necesario conocer brevemente las diversas fases que conforman el proceso de cambio en una organización.

- Preparación:

Percibida la necesidad de cambio, es el momento de enfocarlo, se buscara por lo tanto, todos los apoyos necesarios y tratar de enfocar las ideas sobre las que girara el proceso de cambio.

- Desarrollo.

Durante esta fase se designa a los ejecutores del cambio, se fortalecerán las alianzas establecidas previamente, se debe de poner en marcha el plan de comunicación y se debe intentar aislar a los opositores del mismo. En esta fase se requiere la total implicación del directivo que dirige el cambio. Se permiten las propuestas por parte de todos los implicados que pueden llegar a plasmarse, es decir, se pueden reformar aspectos del cambio a medida que se realiza el proceso.

### 4.3 Funciones de los ejecutivos.

Estas funciones fueron definidas hace ya veinte años cuando Luther Gulick, entonces presidente del instituto de administración pública de los Estados Unidos, acuñó una expresión que posteriormente se convirtió en una palabra muy arraigada dentro de la teoría administrativa, como síntesis del trabajo directivo; esa expresión es conocida difusamente como el P.O.S.D.C.O.R.B, la cual se integra de las letras iniciales relativas de las funciones básicas de los ejecutivos que realizan las funciones directivas de la empresa, estas son:

Planning.	Planificar.
Organizing.	Organizar.
Staffing.	Seleccionar el personal.
Directing.	Conducir el esfuerzo organizado.
Coordinating.	Coordinar.
Reporting.	Aprovechamiento del sistema de información.
Budgeting.	Acción Presupuestal.

Figura 4.1 funciones definidas por Luther Gulick.

La exposición de Gulick ha tenido el mérito de resumir, en una sola palabra, el conjunto de la actividad concerniente al trabajo de dirección y aunque no aparezca

consignado dentro de las funciones del órgano ejecutor el importante aspecto del control, este puede quedar implícito como resultado del empleo adecuado de informes, estadísticas y datos generales de la organización. Además, la acción presupuestal constituye no solo un factor de programación si no también el más poderoso instrumento de control administrativo.

A continuación se presenta una idea concisa de lo que debe comprender al ubicar, como centro de la función rectora, el aspecto de las relaciones publicas.

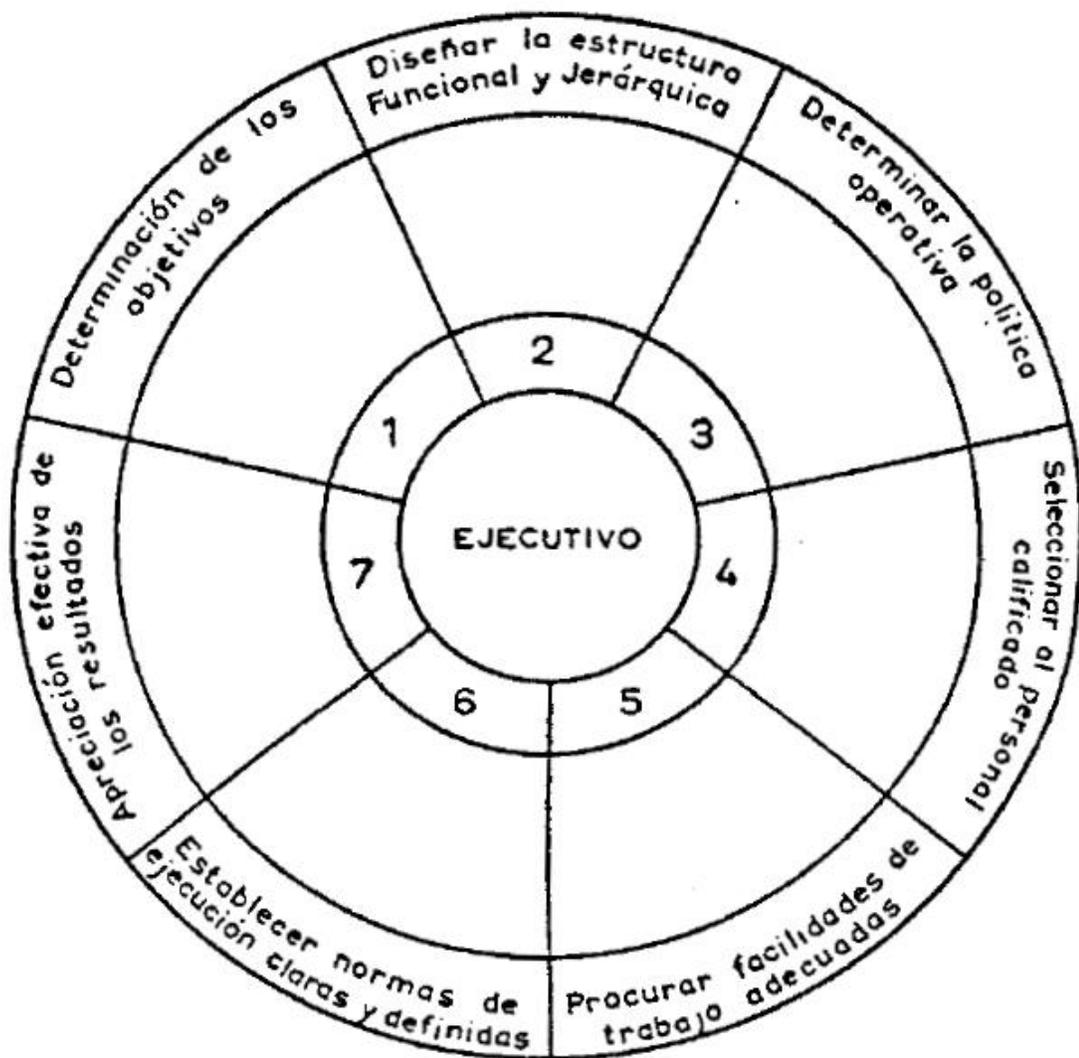


Figura 4.2 El trabajo directivo según Gulick.

#### **4.4 Las funciones clásicas del proceso directivo.**

- a) Planificar, Consiste en decidir por anticipado que se quiere hacer en el futuro y cuáles son los medios que van a arbitrarse para alcanzarlo. Se materializa en planes de muy distinto tipo, desde los que tratan de prefijar la situación futura de la empresa en los próximos años, hasta los que determinan la cantidad exacta de tipos de productos que se van a producir en la próxima semana.
  
- b) Organizar, Consiste en diseñar la estructura organizativa, esto es, el patrón más estable de relaciones entre los miembros de la empresa. Su expresión más sencilla pero incompleta es el organigrama.
  
- c) Dirigir, consiste en Integrar dentro de la estructura a los individuos que van a trabajar en ella, y conseguir que orienten su comportamiento en la forma adecuada hacia el logro de los objetivos de su organización o unidad. Para ello debe ocuparse del reclutamiento, selección, entrenamiento y asignación de personas a puestos. Ahora bien, la empresa no puede confiar en que sus miembros se comporten voluntariamente de la forma adecuada. El diseño de un sistema de recompensas adecuado es un primer paso para tratar de armonizar los intereses de unos y otros; también será necesario influir en el comportamiento de otros, es decir, ejercer el liderazgo.
  
- d) Controlar, con el control se pretende verificar que el comportamiento de la empresa se mantiene dentro de los límites previamente fijados y, en caso contrario, tomar medidas. Es un complemento a la planificación, por cuanto pretende asegurar aquello que nos comprometimos a hacer de antemano se vaya cumpliendo y, en caso de no ser así, que se realicen las correcciones oportunas para hacer que los hechos se adecuen a los planes.

En resumen, mediante el proceso de planificación se fijan los objetivos y medios para alcanzarlos, información que es imprescindible para diseñar la estructura organizativa capaz de llevarlos a cabo (organización) y seleccionar y motivar al personal adecuado (liderazgo). Por último, el control verifica el grado de cumplimiento de los planes e identifica a los responsables gracias a su conocimiento de la estructura organizativa.

#### **4.5 Destrezas de los ejecutivos.**

El trabajo directivo adopta entonces una amplia gama de facetas y requiere, por tanto, de habilidades y conocimientos de muy diversa índole. En concreto, podemos distinguir tres grandes tipos de destrezas:

1. Técnicas: Los directivos deben poseer conocimientos técnicos, esto es, habilidad para manejar métodos y técnicas específicos de sus áreas de actividad (ej. métodos de programación de la producción, el análisis de inversiones, etc.)
2. Interpersonales: Necesitan también conocimientos humanos, pues el directivo debe dedicar mucho tiempo a interactuar con otras personas, para motivarlas, para explicarles que se espera de ellas, cómo pueden contribuir a mejorar los resultados de la empresa.
3. Conceptuales: Capacidad para concebir la organización como un todo, así como su relación con el entorno. Así deben ser capaces de analizar un problema complejo, identificar sus elementos más importantes, así como las interacciones que existan entre ellos; necesitan entonces de una visión a largo plazo y con capacidad integradora.

#### **4.6 Cualidades de los directivos.**

Al asumir posiciones de mando constituye el éxito personal máspreciado en el desarrollo de las organizaciones humanas. Quien alcanza la cúspide de la estructura piramidal que integra el proceso de la autoridad, ostenta su posición predominante con el timbre de orgullo del que triunfa en la vida. Pero, ¿Qué atributos más generalizados se identifican en aquellos que llegan a alcanzar puestos directivos, aquellos que al tomar en sus manos el timón de una empresa la conducen al éxito?

En la actualidad, las cualidades de los funcionarios directivos se extienden sobre una tabla de apreciaciones por demás extensas como heterogéneas; entre las más destacadas podemos mencionar las siguientes:

**Iniciativa:** consiste en forjar ideas y desarrollar nuevas tareas en su organización así como asumir una actitud de vanguardia en la marcha progresiva de la empresa a cargo.

**Decisión:** es adoptar una conducta firme que mantenga el ritmo del trabajo sobre una línea de acción trazada.

**Inteligencia:** consiste en tener la claridad para interpretar las situaciones y apreciar la naturaleza y alcance de los propósitos de la empresa.

**Responsabilidad:** consiste en reconocer el impacto de su conducta sobre la agrupación que comanda y asumir su papel de dirigente con espíritu de obligación.

**Energía física:** consiste en mantener una condición vigorosa que le permita continuar con el despliegue de energías para hacer frente a la fuerte tensión nerviosa que demanda el trabajo directivo.

Mente organizada: Se representa como la habilidad analítica que se presenta en el proceso directivo y la capacidad de síntesis aplicada a la diversidad de las funciones.

Perseverancia: es la actividad que se relaciona constantemente en la realización de los objetivos de su empresa.

Este listado podría prolongarse si se consideran las diversas apreciaciones que los diferentes autores han concluido como atributos importantes de los directivos. Según Ordway Tead, experto sobre la materia, expresa cualidades que el estima primordiales para cumplir con eficiencia la función directiva.

- Energía física y nerviosa (Vuelve a la austeridad y el esfuerzo)
- Sentido de orientación y de propósito (Analiza la situación fríamente y acepta la nueva realidad)
- Entusiasmo (Compromete a tu equipo).
- Espíritu de amistad y afecto (Transmite “realismo positivo” a tu equipo).
- Integridad (Sé sincero: di siempre la verdad).
- Capacidad técnica (Focaliza su tiempo y tu esfuerzo en los temas clave).
- Decisión (Toma grandes decisiones con firmeza).
- Inteligencia (Obsesiónate por los resultados a corto plazo).
- Facultad de enseñar (Transmite sensación de urgencia: velocidad por encima de precisión).
- Fe en la empresa.

Además, hay que apostar por la velocidad en la toma de decisiones. Un estudio de “Improven” demuestra que las empresas responden lentamente a la crisis y pasan incluso 24 meses hasta que se toman decisiones contundentes.

Los resultados a corto plazo y su seguimiento se convierten en fundamentales para gestionar cualquier situación compleja. Las empresas que tengan escasez de

liquidez (la mayoría en tiempos de crisis) deben obsesionarse con los resultados a corto plazo. El concepto de la inversión debe desaparecer

#### **4.7 Competencias que debe presentar un directivo.**

Es cierto que la base común a todos los candidatos debe ser una sólida formación, tanto académica como de posgrado, así como cursos que complementen los conocimientos sobre la materia que vayan a desarrollar en la empresa. Sin embargo, lo más destacado de estos candidatos deben ser sus habilidades personales o competencias, sin las cuales sería difícil desarrollar satisfactoriamente un puesto directivo. Y esas competencias son fundamentalmente:

1. Apertura mental. El directivo de hoy debe conocer las necesidades actuales y saber adaptarse a los cambios. Además, aceptará el ambiente multicultural, y enriquecerá su organización con ella.
2. Carácter internacional. Las empresas saben que sus negocios no están limitados a un ámbito cerrado y que su mercado es el mundo. Por eso, un directivo debe estar preparado. Las experiencias internacionales y el conocimiento de idiomas son clave para desarrollar satisfactoriamente esta competencia.
3. Marcada orientación hacia el cliente. El objetivo de todo directivo debe estar orientado a la satisfacción del cliente con el producto o servicio que espera de la empresa. Este debe ser el punto de referencia de cualquier decisión. Y tanto para el cliente interno como externo.

4. Liderar equipos. El candidato perfecto es aquel que sabe crear, formar y desarrollar un equipo ilusionado por un proyecto común.
5. Pasión. Para que el candidato dirija un proyecto, debe involucrarse de manera apasionada, creer en los esfuerzos de la empresa y volcar ilusión en el trabajo.
6. Humildad. Para estar dispuesto a escuchar y a aprender cada día de su entorno.
7. Ambición. Para llevar su organización a los más altos niveles.

Capítulo 5 Hipótesis sobre las acciones correctivas que se deben de llevar a cabo en el control de la producción de las empresas manufactureras metal-mecánicas en México.

Contenido:

5 líneas de producción automatizadas.	139
5.1 tipos de líneas automatizadas.	139
5.1.1 Las líneas de transferencia y sistemas de procedimientos similares.	139
5.2 Control de las líneas de producción automatizadas.	147
5.3 Métodos de transporte para el trabajo.	151
5.3.1 Métodos manuales de transporte de trabajo.	151
5.3.2 Métodos mecanizados de transporte de trabajo.	153
5.4 Los sistemas de transferencia continua.	154
5.4.1 Sistemas de transferencia sincrónica.	155
5.4.2 Sistemas de transferencia asincrónica.	155
5.5 Aplicaciones de los sistemas flexibles de manufactura.	156
5.6 Consideraciones para el diseño del producto en maquinado.	160
5.7 Maquinado ultrasónico.	162
5.8 Consideraciones generales en la limpieza de las superficies.	165
5.9 Procesos de limpieza química.	167
5.9.1 Limpieza alcalina.	167
5.9.2 Limpieza ultrasónica.	168
5.10 Procesos de recubrimiento y deposición.	169
5.10.1 Recubrimiento por conversión.	169
5.11 Deposición física de vapor.	171
5.12 Soldadura.	175
5.12.1 Automatización en Soldadura.	176
5.12.2 Soldadura con máquina.	177
5.12.3 Soldadura automática.	178
5.12.4 Soldadura robótica.	178
5.13 Métodos de inspección y pruebas de soldadura.	179
5.14 Calidad en la soldadura.	181
5.15 Proceso de Fabricación del I rotor de la caldera B2404 DE ECOPETROL.	182

5.15.1 Primer paso.	182
5.15.2 Segundo paso.	183
5.15.3 Tercer paso.	184
5.15.4 Cuarto paso.	185
5.15.5 Quinto paso.	186
5.15.6 Sexto paso.	188
5.15.7 Séptimo paso.	189
5.15.8 Octavo paso.	190
5.15.9 Noveno paso.	191
5.16 Hipótesis sobre la mejora para la fabricación del rotor de la caldera B2404 de ECOJETROL	192
5.16.1 Primer paso	192
5.16.2 Segundo paso	194
5.16.3 Tercer paso.	195
5.16.4 Cuarto paso.	195
5.16.5 Quinto paso.	196
5.16.6 Sexto paso.	197
5.16.7 Séptimo paso	198
5.16.8 Octavo paso.	199
5.16.9 Noveno paso.	199

## **5 Líneas de producción automatizadas.**

Las líneas de ensamble manual utilizan normalmente un sistema de transferencia mecanizado para mover las piezas entre las estaciones de trabajo, pero las estaciones también son operadas por trabajadores. Una línea de producción automatizada consiste en estaciones de trabajo automatizadas, conectadas a un sistema de transferencia de piezas, cuya actuación está coordinada con la de las estaciones. En una situación ideal, no hay trabajadores en la línea, excepto para realizar las funciones auxiliares como cambiar herramientas, cargar y descargar piezas al inicio y al final de la línea así como para actividades de reparación y mantenimiento. Las líneas automatizadas modernas son sistemas integrados que operan bajo el control de una computadora.

### **5.1 Tipos de líneas automatizadas.**

Las líneas de producción automatizadas pueden dividirse básicamente en dos categorías básicas:

- 1) Las que realizan operaciones de procesamiento
- 2) Las que realizan operaciones de ensamble.

#### **5.1.1 Las líneas de transferencia y sistemas de procesamientos similares.**

Una línea de transferencia es una secuencia de estaciones de trabajo que realizan operaciones de procesamiento, con una transferencia automatizada de unidades de

trabajo entre las estaciones. Por ejemplo el maquinado es la operación de procesamiento más común. También existen sistemas de transferencia automática para trabajar y ensamblar láminas metálicas.

En el maquinado, la pieza de trabajo empieza generalmente como un fundido o forja metálico, y se realiza una serie de operaciones de maquinado para obtener detalles de alta precisión. (Por ejemplo, orificios, roscas y superficies con acabado liso).

Por lo general, las líneas de transferencia son piezas de equipo costosas, que en ocasiones llegan a costar millones de dólares: se diseñan para trabajos que requieren grandes cantidades de piezas. La cantidad de maquinado que se realiza en la pieza de trabajo puede ser significativa, pero como el trabajo se divide entre muchas estaciones, las velocidades de producción son altas y los costos unitarios son bajos, en comparación con los métodos de producción alternativos. Comúnmente se usa la transferencia sincronizada en las líneas de maquinado automatizadas.

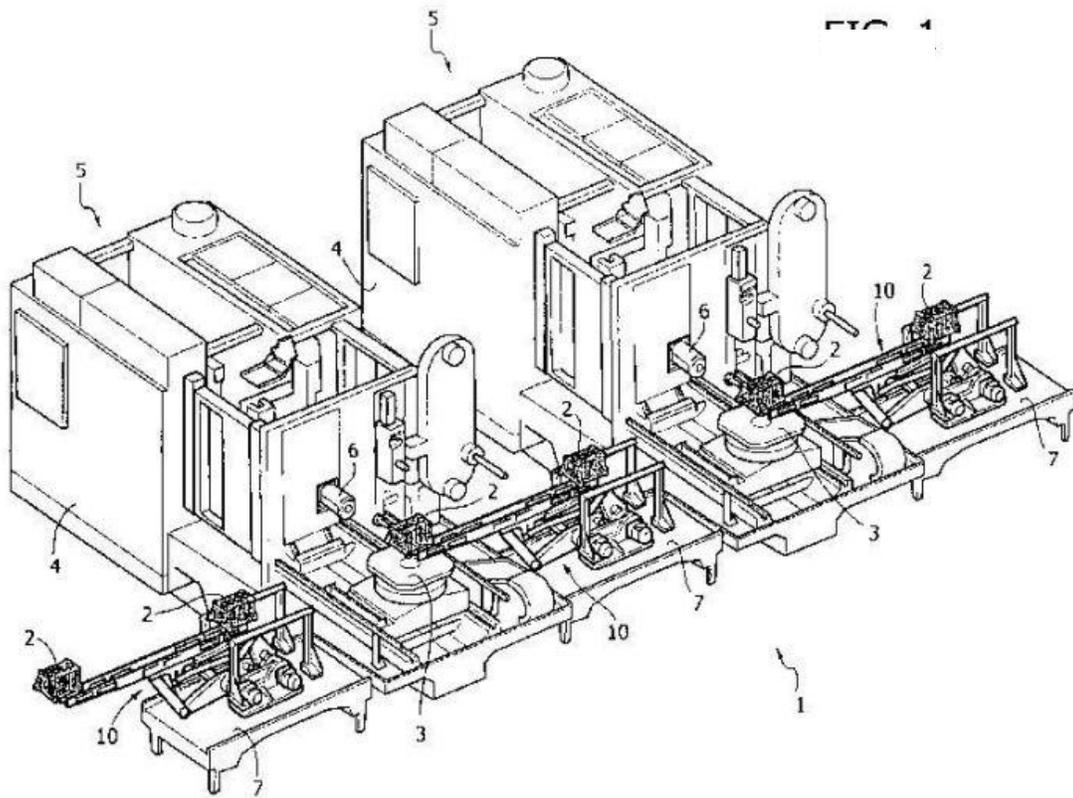


Figura 5.1 Ejemplo de una línea de transferencia automatizada.

### Descripción de la figura 5.1

Línea de unidades de fabricación (5) para la ejecución de una secuencia de operaciones de mecanizado en un conjunto de piezas (2) que se alimentan sucesivamente en un extremo de carga (8) de la línea y avanzan por la línea hasta el extremo de descarga (9) de la línea, en la que dicha línea comprende unos medios (10) para transferir las piezas (2) desde el extremo de carga (8) a la primera unidad (5) de la línea, desde cada unidad (5) a la siguiente, y desde la última unidad (5) de la línea al extremo de descarga (9), caracterizada porque dichos medios de

transferencia comprenden una pluralidad de dispositivos de transferencia, estando situado cada uno de ellos corriente arriba y/o corriente abajo de una unidad de mecanizado a lo largo de la línea, comprendiendo cada dispositivo de transferencia: - una estructura de soporte (11); - un par de primeros brazos (L1, L2) articulados a la estructura de soporte (11) alrededor de dos ejes horizontales paralelos entre sí (A1, A2); un par de segundos brazos (L3, L4), que presentan unos primeros extremos articulados en los primeros brazos (L1, L2) y unos segundos extremos articulados a una estructura móvil (S) alrededor de dos ejes horizontales paralelos entre sí (F3, F4); - un primer brazo auxiliar y un segundo brazo auxiliar (T1, T2), respectivamente, asociados a uno de dichos primeros brazos (L2) y a uno de dichos segundos brazos (L4) y que definen entre sí un doble paralelogramo articulado, presentando dicho primer brazo auxiliar (T1) un extremo articulado a la estructura de soporte (11) alrededor de un eje horizontal (F5) paralelo a dichos ejes (A1, A2) de articulación de dichos primeros brazos (L1, L2), y un extremo opuesto articulado a un tercer brazo auxiliar (L4) montado de manera oscilante alrededor del eje (F2) de articulación entre el primer brazo y el segundo brazo (L2, L4) al cual el sistema de doble paralelogramo articulado está asociado, presentando dicho segundo brazo auxiliar (T2) un extremo articulado a un cuarto brazo auxiliar (L6), que está montado asimismo de modo que puede girar alrededor de dicho eje de articulación (F2) entre dichos primeros y segundos brazos (L2, L5) y que está rígidamente conectado al tercer brazo auxiliar (L5) mencionado anteriormente de modo que forma un ángulo predeterminado respecto al mismo, presentando dicho brazo auxiliar (T2) su segundo extremo articulado en la estructura móvil (S) alrededor de un eje (F7) paralelo a los ejes horizontales de articulación (F3, F4) mencionados anteriormente de dichos segundos brazos (L3, L4); - un par de motores (M1, M2) que controlan el giro de los dos primeros brazos (L1, L2) alrededor de sus ejes de articulación (A1,A2) de la estructura de soporte (11) mencionada anteriormente de modo independiente entre sí; y - una unidad de control electrónico que controla los motores eléctricos (M1, M2) de todos los dispositivos de transferencia (10) de la línea de modo coordinado, para reducir los tiempos muertos que transcurren en la sustitución de la pieza mecanizada en cada unidad de fabricación de la línea.

Una variación de la línea de transferencia automatizada es la máquina de carátula indizadora. Que se muestra a continuación.

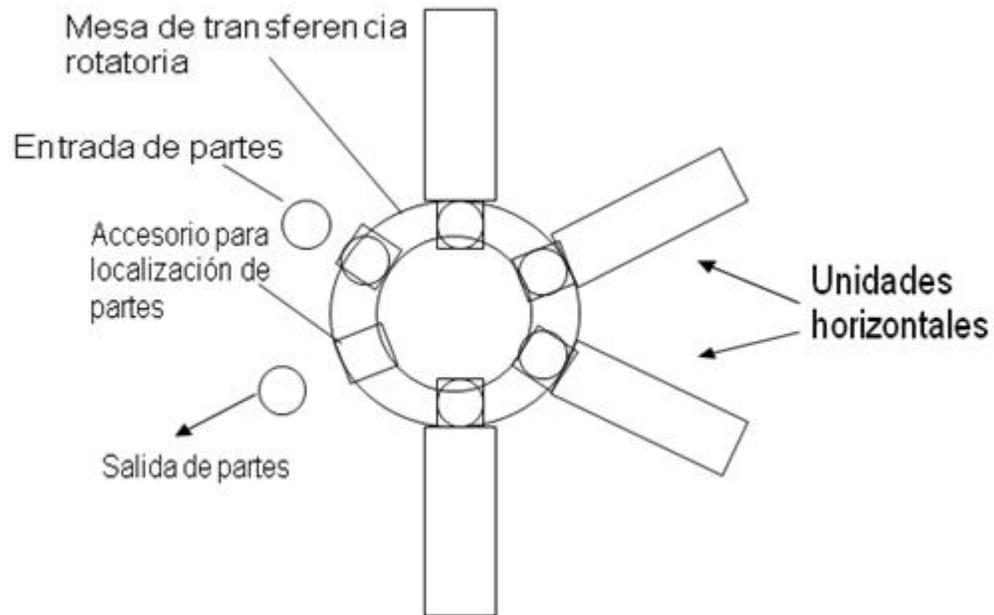


Figura5.2 Configuración de una máquina de carátula indizadora.

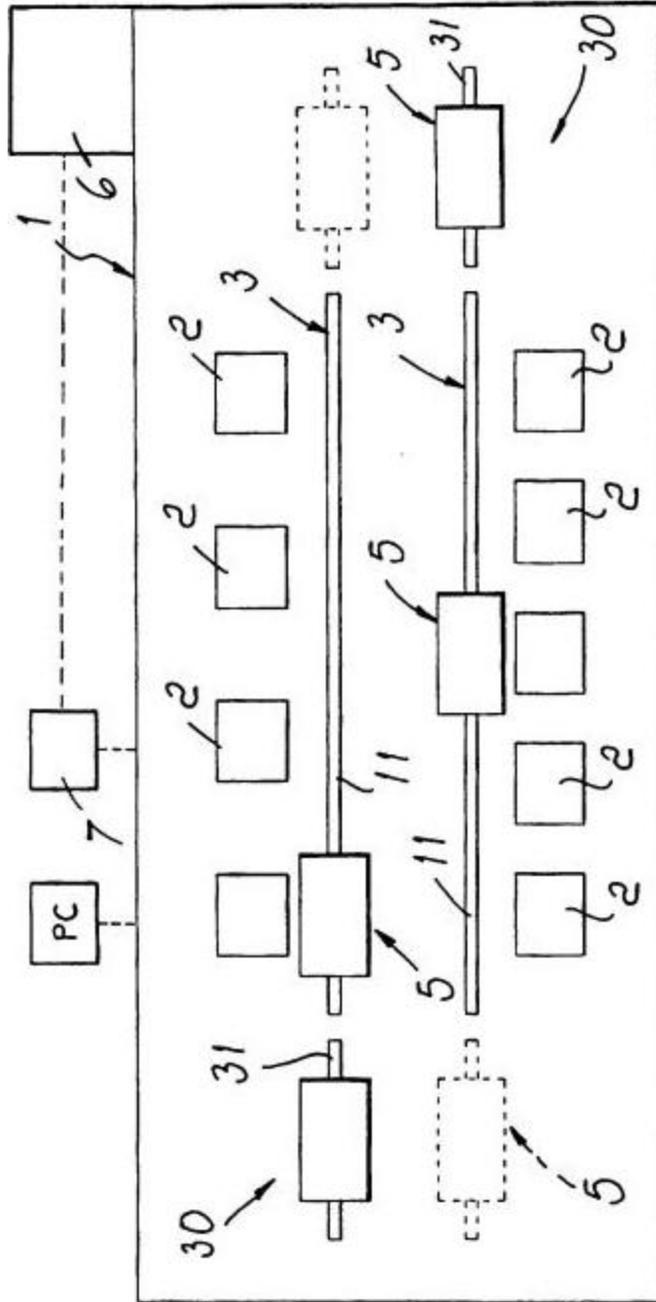


Figura 5.3 Configuración de línea de producción en línea.

### Descripción de la figura 5.3

Una línea de producción automática para procesar y montar componentes para industrias en general, comprendiendo un marco base (1) que soporta una pluralidad de unidades operativas (2) para proveer los procesos requeridos y forma al menos un transportador monorraíl (3), que afecta a dichas unidades operativas (2) y soporta al menos un carro (5) para soportar al menos una parte a ser procesada, dicho carro de soporte (5) estando provisto de medios de motor (6) para el movimiento de dicho carro (5), que están controlados por una unidad de control electrónico (7) para su gestión independiente y programable, caracterizada por el hecho de que comprende al menos una unidad (30) para transferir dicho al menos un carro movible (5) sobre un plano sustancialmente horizontal, la línea de producción comprendiendo además un ordenador personal supervisor (PC) que comunica con dicha unidad de control electrónico (7), dicha al menos una unidad de transferencia (30) comprendiendo al menos una porción de riel (31) que está adaptada para soportar al menos un carro (5), y dicha porción de riel (31) de dicha al menos una unidad de transferencia (30) siendo capaz de realizar un movimiento traslatorio y una rotación alrededor de un eje sustancialmente vertical para la conexión de transportadores monorraíles mutuamente paralelos (3) y/o para la conexión de transportadores monorraíles mutuamente angulados (3) respectivamente.

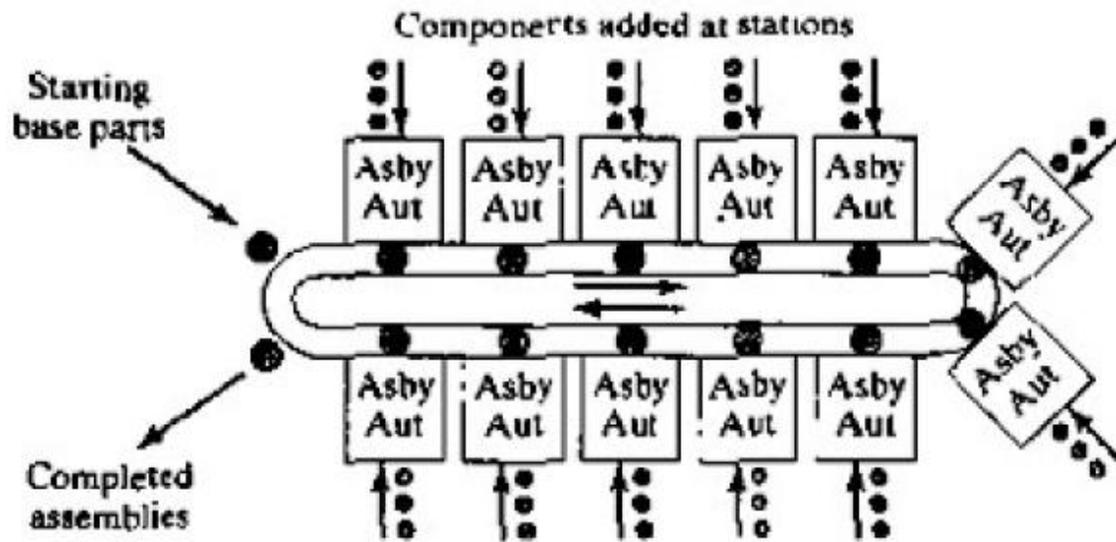


Figura 5.4 Configuración de línea de producción tipo carrusel.

Estos sistemas no son tan masivos como sus contrapartes para maquinado. Los sistemas rotatorios se implementan usualmente como maquinas de caratula indizadora. Los sistemas de ensamble de carrusel son ordenados como un ciclo. Pueden diseñarse con una cantidad mayor de estaciones de trabajo que un sistema rotatorio. Debido a la configuración del ciclo, el carrusel permite que los portadores de trabajo regresen automáticamente al punto inicial para su reutilización, una ventaja que comparten los sistemas rotatorios, pero no con las líneas de transferencia.

## 5.2 Control de las líneas de producción automatizadas.

El balanceo de la línea es un problema en una línea automatizada, tal como ocurre en una línea de ensamble manual. El contenido de trabajo debe asignarse a estaciones de trabajo individuales. Sin embargo debido a que las tareas asignadas a las estaciones automatizadas, por lo general son más sencillas, ya que la línea con frecuencia contiene menos estaciones, el problema para definir que trabajo debe hacerse en cada estación es más fácil en una línea automatizada que una manual.

Un problema más importante en las líneas automatizadas es la confiabilidad. La línea consiste en estaciones múltiples interconectadas mediante un sistema de transferencia de trabajo. Opera como un sistema integrado y cuando un componente no funciona bien, todo el sistema se ve afectado de manera adversa. Para analizar la operación de una línea de producción automatizada, por ejemplo un sistema que realiza operaciones de procesamiento y usa transferencias sincronizadas. Este modelo incluye líneas de transferencia, así como una máquina de caratula indizadora. No incluye sistemas de ensamble automatizados, los cuales requieren una adaptación de modelo.

$$T_c = T_r + \text{MAX}(T_{si}).$$

Ecuación 13 fórmula para obtener el tiempo ideal de servicio.

Fórmula para el tiempo ideal de servicio (tiempo de procesamiento para la estación más lenta en la línea, mas el tiempo de transferencia).

Donde:

N= número de estaciones de trabajo.

$T_c$ = tiempo de ciclo ideal de la línea.

$T_r$ = tiempo de reubicación o de transferencia.

$T_{si}$ = tiempo de servicio en la estación.

I= el tiempo de ciclo ideal.

En la operación de una línea de transferencia, los defectos periódicos producen pérdida de tiempo en toda la línea. Y esta dada por la siguiente fórmula:

$$T_p = T_c + FT_d$$

Ecuación 14 Formula para obtener el tiempo real de producción real promedio.

Donde:

F= frecuencia de tiempo muerto (detenciones de línea/ciclo).

T<sub>d</sub>=tiempo muerto en minutos por detención de línea.

T<sub>c</sub>= tiempo de ciclo ideal de la línea.

Las piezas por hora están definidas por:

$$R_p = \frac{60}{t_p}$$

Ecuación 15 Formula para obtener las piezas reales por horas en producción.

Piezas reales procesadas por ciclo.

$$R_c = \frac{TC}{TC + FTd}$$

Ecuación 16 formula para obtener las piezas reales producidas por ciclo

Piezas procesadas por ciclo.

Donde R<sub>c</sub> y R<sub>p</sub> se expresan en piezas por horas, dado que T<sub>p</sub> y T<sub>c</sub>, se expresan en minutos. Con base en esta relación, puede definirse la eficiencia de línea "E" para una línea de transferencia. En el contexto de los sistemas de producción automatizada. "E" se refiere a la proporción de tiempo de funcionamiento de la línea y en realidad es una medida de confiabilidad más que de eficiencia.

$$E = \frac{TC}{TC + FTd}$$

Ecuación 17 Fórmula para obtener el tiempo de funcionamiento en la producción.

Por lo general, el tiempo muerto de línea se asocia con fallas en las estaciones individuales. Entre las razones por las que ocurre el tiempo muerto están los cambios de herramientas programados y los no programados, las averías mecánicas y eléctricas, las fallas hidráulicas y el desgaste normal del equipo.

Supongamos que  $P_i$  = probabilidad o frecuencia de una falla en la estación  $i$  entonces tenemos:

$$F = \sum_{i=1}^n P_i$$

Frecuencia de detenciones de la línea.

Si se supone que todos los  $p_i$  son iguales o se calcula un valor promedio de  $p_i$  llamándolo en ambos casos  $p$  entonces tenemos:

$$F = np$$

Frecuencia de detenciones de la línea.

Las ecuaciones anteriores indican claramente que la frecuencia de detenciones de línea aumenta con la cantidad de estaciones de la línea. Estableciendo de otra manera, la confiabilidad en la línea disminuye conforme se agregan estaciones.

Ejemplo de línea de transferencia automatizada.

Una línea de transferencia automatizada tiene 20 estaciones y un tiempo por ciclo ideal de 1.0 minutos. La probabilidad de falla en una estación es  $p=0.01$  y el tiempo muerto promedio cuando ocurre un desperfecto es de 10 minutos.

Determinar:

a) La velocidad promedio de producción.

Solución:

La frecuencia de desperfectos en la línea está dada por:  $F = pn = 0.01 \times 20 = 0.20$  por lo tanto, el tiempo de producción promedio real es:

$$T_p = 1.0 + (0.20)10 = 3 \text{ minutos}$$

Entonces, la velocidad de producción es:

$$R_p = \frac{60}{T_p} = \frac{60}{3.0} = 20 \text{ piezas/hora.}$$

Se observa que el resultado obtenido es mucho menor que la velocidad de producción ideal:

$$R_c = \frac{60}{T_c} = \frac{60}{1.0} = 60 \text{ piezas/hora.}$$

b) La eficiencia de la línea se calcula como:

c)

$$E = \frac{T_c}{T_p} = \frac{1.0}{3.0} = 0.333 \text{ o } 33.3\%$$

En este ejemplo se observa que si una línea de producción opera de esta forma, pasa más tiempo detenida que activa. Al obtener altas eficiencias es un problema real en las líneas de producción automatizadas.

El costo de operación en una línea de producción automatizada es el costo de inversión del equipo e instalación, mas el costo de mantenimiento, de los repuestos y del personal asignado a la línea. Estos costos se convierten a un costo anual uniforme equivalente y se dividen entre el número de horas de operación por año

para obtener una razón por hora. Esta razón de costo por hora puede usarse para calcular el costo unitario al procesar una pieza de trabajo en la línea de producción.

$$C_p = \frac{CoT_p}{60}$$

Donde:

$C_p$  = costo de procesamiento unitario por pieza.

$Co$  = razón por hora al operar la línea.

$T_p$  = tiempo de producción promedio real por pieza de trabajo.

Y la constante 60 que convierte la razón de costo por hora a dinero/minuto para tener consistencia en las unidades.

### **5.3 Métodos de transporte de trabajo.**

Existen distintas formas de mover las unidades de trabajo de una estación a la siguiente, existen dos categorías para este tipo de estaciones las cuales son:

#### **5.3.1 Métodos manuales de transporte de trabajo.**

Estos métodos implican pasar las unidades de trabajo entre las estaciones en forma manual con las líneas de ensamble manual. En algunos casos, el producto de cada estación se recopila en una caja o una charola de carga, cuando la caja está llena se mueve a la siguiente estación. Esta acción puede dar por resultado una cantidad significativa de inventario dentro de los procesos, lo cual no es muy deseable. En otros casos, las unidades de trabajo se mueven en forma individual a lo largo de una

tabla plana o transportador sin energía (por ejemplo, un transportador de rodillos). Cuando se termina una tarea en cada estación, el trabajador simplemente empuja la unidad entre las estaciones, con lo que se relaja el requerimiento de que todos los trabajadores ejecuten sus respectivas tareas en forma sincronizada.

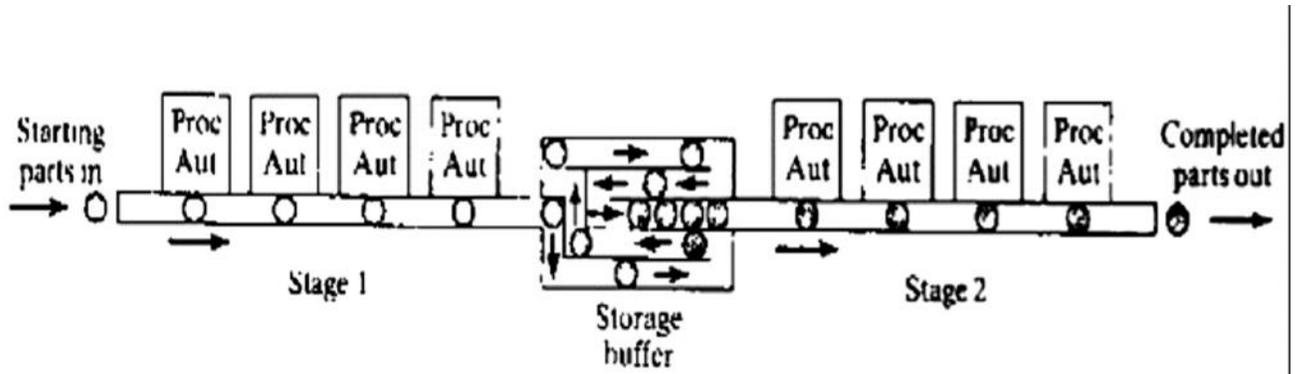


Figura 5.5 Método manual de transporte con almacenamiento.

Un problema presente a los métodos manuales de transporte es la dificultad para controlar la velocidad de producción dentro de la línea. En esta situación los trabajadores tienden a operar bajo un ritmo más lento, a menos que se les proporcionen los medios mecánicos para marcar los tiempos.



Figura 5.6 problemas más frecuentes dentro de la industria metal mecánica.

### 5.3.2 Métodos mecanizados de transporte de trabajo.

Por lo general, estos métodos se usan los sistemas mecánicos de potencia para mover unidades de trabajo a lo largo de una línea de producción. Estos incluyen dispositivos para levantar la carga, mecanismos para levantar y colocar, transportes que utilizan energía eléctrica (por ejemplo, transportadores de cadena colgantes, cintas transportadoras y transportadores de cadena al piso) y otro equipo de manejo de materiales, algunas veces se combinan varios tipos dentro de la misma línea.

Dentro de las soluciones no se pretende describir los tipos de equipo para el manejo de materiales disponibles, pero resulta conveniente identificar los tres tipos de sistemas de transferencia de piezas de trabajo que se usan dentro de las líneas de producción las cuales son:

- 1) Transferencia continua.
- 2) Transferencia sincrónica.
- 3) Transferencia asincrónica.

#### **5.4 Los sistemas de transferencia continua.**

Estos sistemas consisten en un transportador que se mueve continuamente y opera a una velocidad constante  $V_c$ . El sistema de transferencia continua es más común en las líneas de ensamble manual. Se distinguen dos casos dentro de estos sistemas.

- a) Las piezas se fijan al transportador.
- b) Las piezas pueden retirarse del transportador.

En el caso donde las piezas se fijan al transportador, generalmente el producto es grande y pesado, y no puede removerse de la línea. Por lo tanto, el trabajador debe rodear el transportador móvil para completar la tarea asignada en tal unidad mientras está en la estación.

En el caso donde las piezas pueden retirarse del transportador el producto es lo suficientemente pequeño para removerse del transportador y facilitar el trabajo en cada estación. En este tipo de disposición, se pierden algunos de los beneficios del ritmo, puesto que no se requiere que cada trabajador termine las tareas a cada

trabajador para enfrentar los problemas técnicos que pueda encontrar en una unidad de trabajo particular.

#### **5.4.1 Sistemas de transferencia sincrónica.**

Dentro de estos sistemas las unidades de trabajo se mueven simultáneamente entre las estaciones con un movimiento rápido y discontinuo. Estos sistemas se conocen con el nombre de transferencia intermitente, la cual caracteriza el tipo de movimiento que experimentan las unidades de trabajo.

La transferencia sincrónica incluye la colocación del trabajo en las estaciones, y es un requerimiento para las líneas automatizadas que usan este modo de transferencia. Esta no es común para las líneas manuales debido al ritmo tan rígido que involucra. La tarea en cada estación como una unidad incompleta. Esta disciplina rítmica rígida presiona a los trabajadores, lo cual es indeseable. En contraste, este ritmo de trabajo se presta para una operación automatizada.

#### **5.4.2 Sistemas de transferencia asincrónica.**

Estos sistemas permiten que cada unidad de trabajo salga de la estación actual cuando se termina el procesamiento. Cada unidad se mueve en forma independiente y no en forma sincrónica. Por lo tanto, en cualquier momento, algunas unidades en la línea se mueven entre estaciones, mientras que otras están colocadas en ellas, algunas unidades en la línea se mueven entre estaciones, mientras que otras están colocadas en ellas. En ocasiones, este tipo de transferencia se denomina de “carga y

liberación". Con la operación de un sistema de transferencia asincrónica se asocia el uso táctico de colas entre las estaciones.

Se permite que se formen pequeñas colas de unidades de trabajo enfrente de cada estación, de modo que las variaciones en los tiempos de tareas de los trabajadores se promedien y las estaciones siempre tengan trabajo pendiente para ellas. La transferencia asincrónica se usa tanto en sistemas de producción manual como automatizada.

### **5.5 Aplicaciones de los sistemas flexibles de manufactura.**

Esta es una forma típica para usar una producción de volumen medio y variedad intermedia. Si la pieza o el producto se hacen en grandes cantidades sin variaciones de estilo, es más conveniente una línea de transferencia o un sistema similar de producción dedicada.

Si las piezas se hacen en volumen bajo y variedad alta, es más conveniente el control numérico o incluso los métodos manuales, estas características de Aplicaciones se resumen en la siguiente figura.

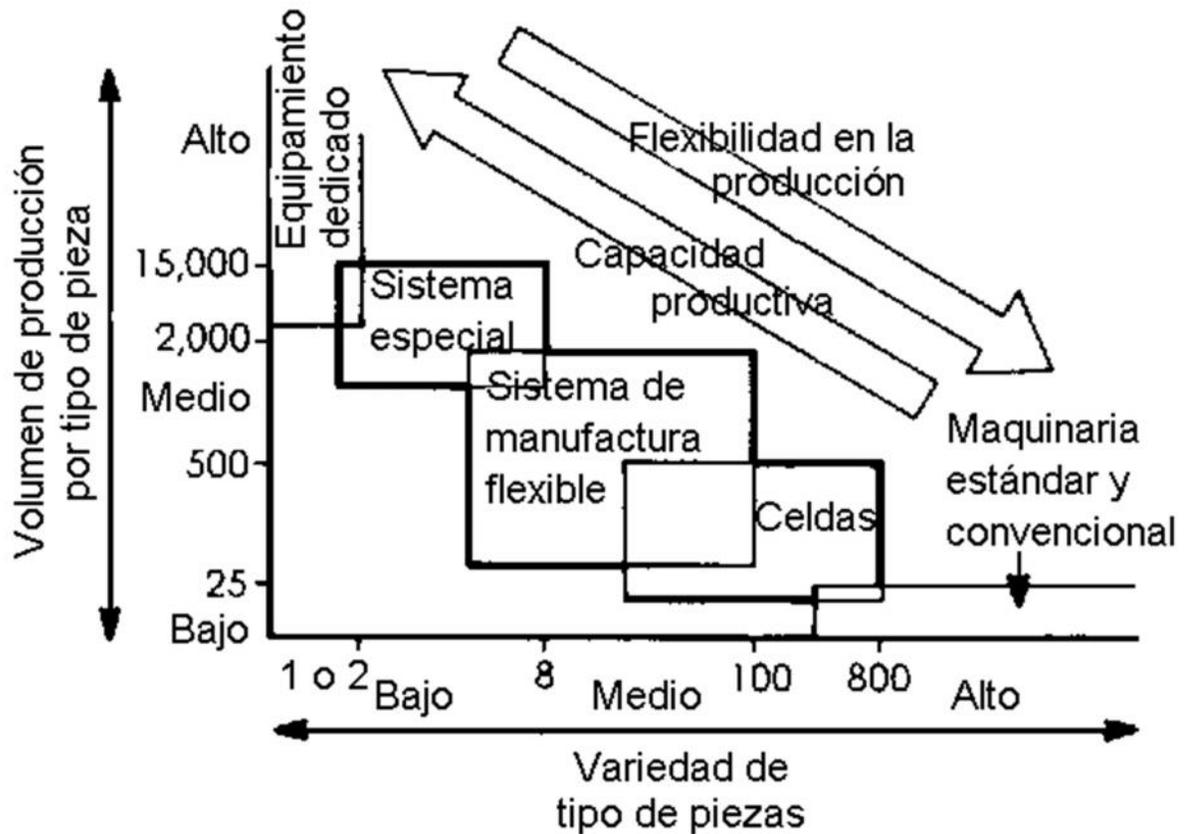


Figura 5.7 Relación del volumen de producción con la variedad de tipos de piezas.

Los sistemas flexibles de maquinado son las aplicaciones más comunes en la tecnología de un FMS. Debido a las flexibilidades y capacidades inherentes al control numérico por computadoras, es posible conectar varias maquinas herramientas CNC a una pequeña computadora central y diseñar métodos automatizados para transferir las piezas de trabajo entre las máquinas. En la siguiente figura se muestra un sistema flexible de maquinado con un sistema de transferencia en las líneas para recoger las piezas de una estación central de carga/descarga y moverlas a las estaciones de maquinado adecuadas.

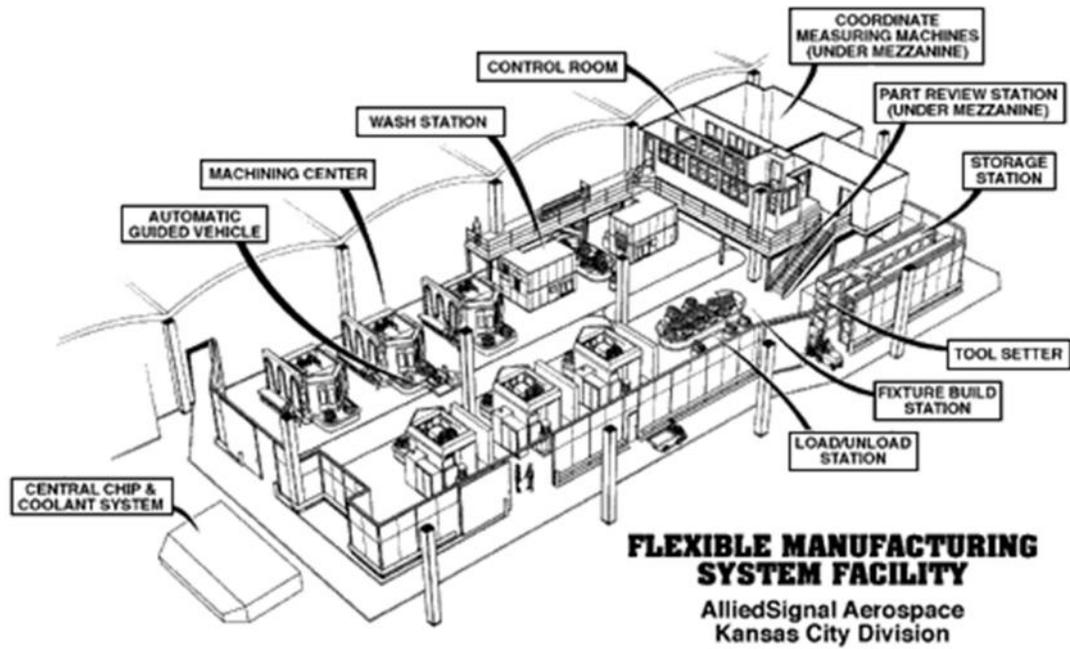


Figura 5.8 Sistema de manufactura flexible dentro de la industria.

Fuente: AlliedSignal Aerospace Kansas City división.

<http://honeywell.com/Pages/Home.aspx>

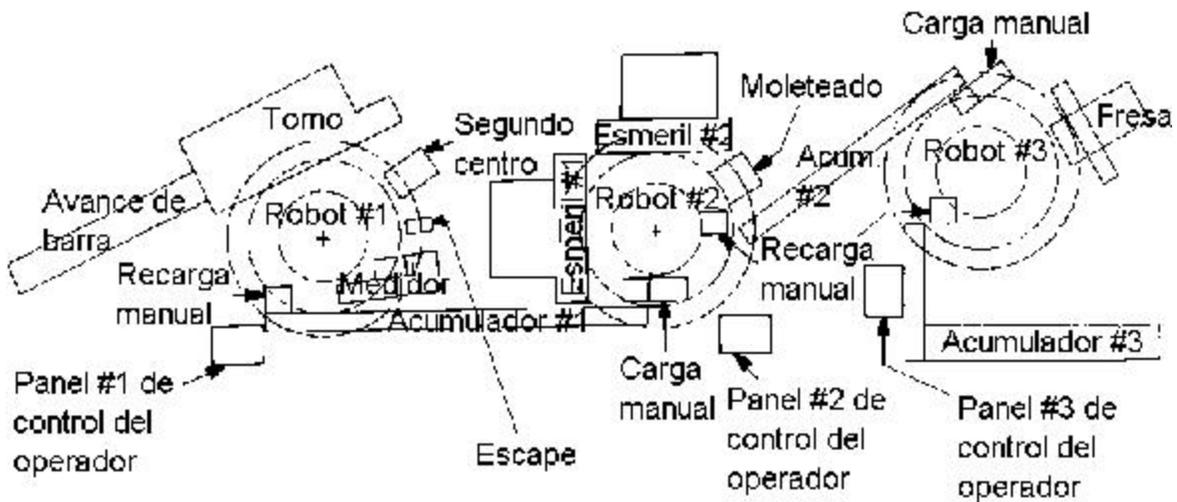


Figura 5.9 Ejemplo de sistema de manufactura flexible sencillo.

Además de los sistemas de maquinado, se han implantado otros tipos de sistemas flexibles de manufactura, aunque el estado de la tecnología en estos procesos no ha permitido su implementación como en el maquinado. Los otros tipos de sistemas incluyen el ensamble, la inspección, el procesamiento de laminas metálicas (perforado, recorte, doblado y formado).

La mayoría de la experiencia en los sistemas flexibles de manufactura se ha obtenido en el área de maquinado. Para los sistemas flexibles de maquinado, los beneficios que, por lo general proporcionan son:

- Mayor utilización de un taller especializado convencional, utilidades relativas entre 40 y 50% para las operaciones convencionales de tipo por lotes, y alrededor de 75% para un FMS debido a un mejor manejo del trabajo, distribuciones fuera de la línea y programación mejorada.
- Menor trabajo en proceso debido a la producción continua, en vez de la producción por lotes.
- Tiempos de manufactura más cortos.
- Mayor flexibilidad en el programa de producción.

## 5.6 Consideraciones para el diseño del producto en maquinado.

En lo posible, las piezas deben diseñarse para que no necesiten maquinado. Si esto no es posible. Entonces debe minimizarse la magnitud del maquinado requerido en las piezas. En general, se logra un menor costo de producción mediante el uso de procesos de forma final como la fundición de precisión, el forjado en matriz cerrada o el moldeado; una opción es elegir procesos de forma casi acabada como el forjado con matrices de recalado. Las razones que hacen necesario el maquinado incluyen las tolerancias estrechas, el buen acabado superficial y las características geométricas especiales como roscas, agujeros de precisión, secciones cilíndricas con alto grado de redondez y formas similares que no pueden lograrse por otros medios diferentes al maquinado.

Las tolerancias deben especificarse para satisfacer los requerimientos funcionales, pero también debe considerarse las capacidades de los procesos. Las tolerancias excesivamente restringidas aumentan el costo y puede ser que no añada valor a la pieza. Al hacerse más estrechas las tolerancias (más pequeñas), los costos del producto se incrementan generalmente debido a procesamientos adicionales, equipamiento, inspección, retrabajo y desperdicio.

- Debe especificarse el acabado superficial para cumplir con los requerimientos funcionales o estéticos, pero los mejores acabados incrementan generalmente los costos de procesamiento y requieren operaciones adicionales como el esmerilado o el bruñido.
- Debe evitarse las formas maquinadas como esquinas agudas, aristas y untabas, las cuales frecuentemente son difíciles de lograr por medio de maquinado. Las esquinas internas agudas requieren herramientas de corte puntiagudas que tienden a romperse durante el maquinado. Las esquinas y aristas agudas tienden a crear rebabas y son peligrosas al manejarse.

- Debe evitarse el barrenado de agujeros profundos. El barrenado de agujeros hondos requiere barras perforadoras largas. Las barras perforadoras deben ser rígidas y esto requiere frecuentemente el uso de materiales con alta rigidez, como carburos cementados, lo que resulta costoso.
- Las piezas maquinadas deben diseñarse de manera que se puedan producir a partir del material estándar disponible. Deben elegirse las dimensiones exteriores iguales o cercanas al tamaño estándar de los materiales para minimizar el maquinado; por ejemplo, las piezas giratorias con diámetros exteriores iguales al diámetro estándar de las barras disponibles.
- Se deben diseñar las piezas que sean lo suficientemente rígidas para soportar las fuerzas de corte y de las mordazas de sujeción. Debe evitarse en lo posible el maquinado de piezas largas y delgadas, piezas planas grandes, piezas con paredes delgadas y formas similares.
- Debe evitarse las muescas, estas frecuentemente requieren instalaciones adicionales, operaciones o herramientas especiales; también pueden conducir a las concentraciones de esfuerzos en el uso.
- Los diseñadores deben seleccionar materiales con buena maquinabilidad. Como guía general, el índice de maquinabilidad de un material se correlaciona con la velocidad el corte y con la velocidad de producción disponibles. Por lo tanto, las piezas hechas con materiales de baja maquinabilidad son más costosas de producir. Las piezas que se endurecen por medio de tratamiento térmico deben acabarse mediante rectificado o esmerilado o maquinado, para lograr el tamaño y las tolerancias finales, generalmente con herramientas más costosas.

Las piezas maquinadas deben diseñarse con formas que se puedan producir con un número mínimo de ajustes, si es posible con un solo ajuste. Por lo general, esto

indica características geométricas que puedan formarse desde un solo lado de la pieza.

- Las piezas maquinadas deben diseñarse con formas que puedan lograrse con herramientas de corte estándar. Esto significa evitar tamaños inusuales de barrenos, roscas y características de formas extrañas que requieren herramientas con formas especiales. Además resulta útil diseñar piezas que necesiten un número mínimo de cortes individuales en maquinados; esto permite frecuentemente completar la pieza en un solo ajuste de máquinas, como un centro de maquinado con capacidad limitada de almacenamiento de herramientas.

### **5.7 Maquinado ultrasónico.**

El maquinado ultrasónico (USM, por sus siglas en inglés) es un proceso de maquinado no tradicional en el cual se utilizan abrasivos a alta velocidad contenidos en una pasta fluida sobre un trabajo, mediante una herramienta vibratoria en amplitud baja, alrededor de 0.075 mm (0.003 in) y en una alta frecuencia, aproximadamente de 20 000 HZ. La herramienta oscila en una dirección perpendicular a la superficie de trabajo y avanza lentamente hacia el trabajo para que la pieza adopte la forma deseada. Sin embargo, la acción de los abrasivos es lo que ejecuta el corte, al chocar contra la superficie de trabajo. El arreglo general del proceso de USM se muestra a continuación.

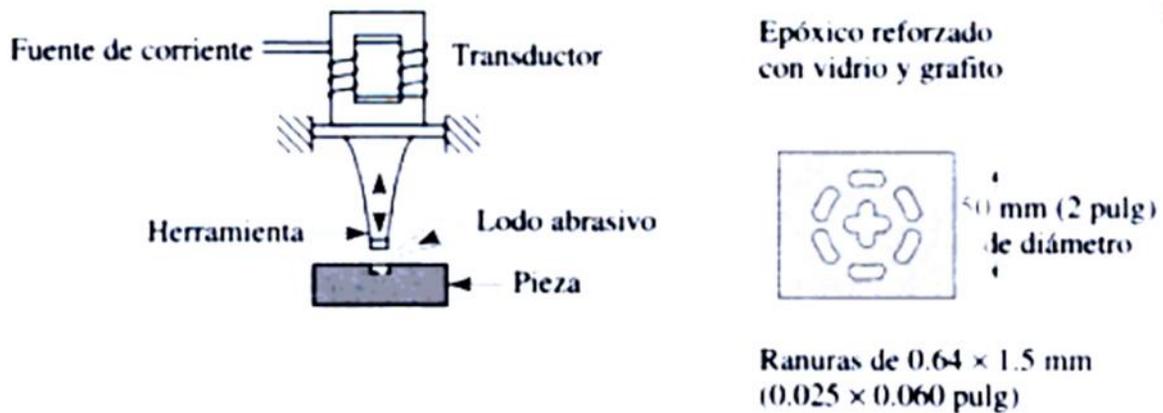


Figura 5.10 Arreglo general del maquinado ultrasónico.

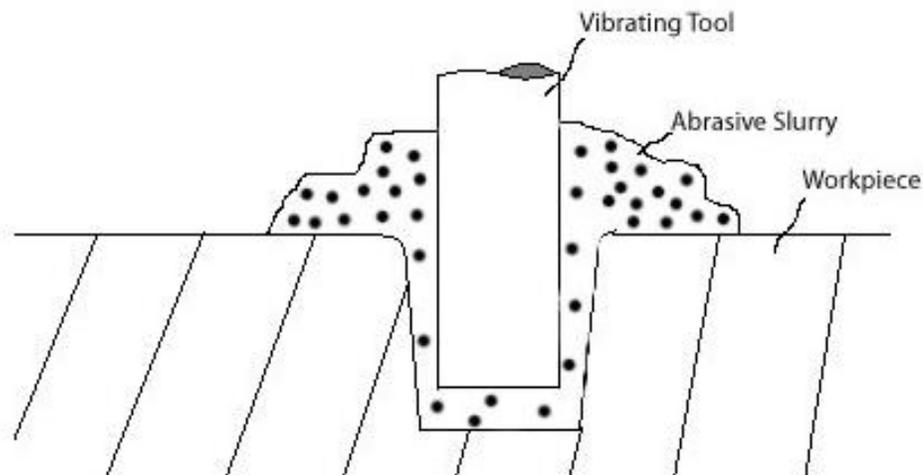


Figura 5.11 Proceso de maquinado ultrasónico.

Los materiales de herramienta comunes que se usan en el USM incluyen el acero suave y el acero inoxidable. Los materiales abrasivos incluyen el nitrito de boro, el carburo de boro, el óxido de aluminio, el carburo de silicio y el diamante. El tamaño de los granos varía entre 100 y 2000. La amplitud de vibración debe establecerse en

alrededor de dos veces el tamaño del grano. En un grado significativo, el tamaño del grano determina el acabado superficial en la nueva superficie de trabajo.

Además de acabado superficial, la velocidad de remoción de los materiales es una importante variable de rendimiento en el maquinado ultrasónico. Para determinado material de trabajo, la velocidad de remoción en el USM aumenta, al incrementar la frecuencia y la amplitud de vibración como se muestra a continuación.

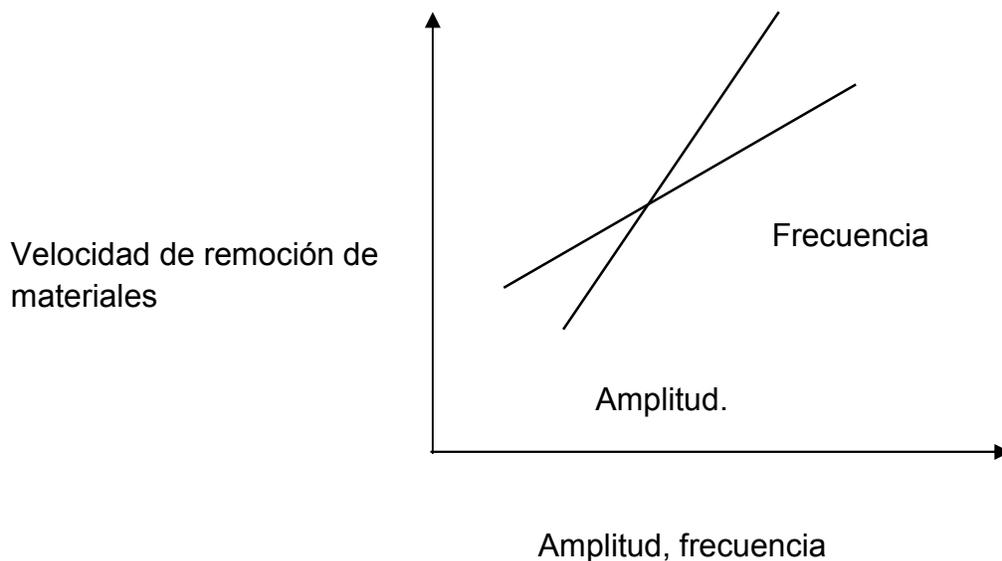


Figura 5.12 Relación de rendimiento en el maquinado ultrasónico

La acción de corte en el USM afecta tanto a la herramienta como al trabajo. Conforme las partículas abrasivas erosionan la superficie de trabajo, también desgastan la herramienta y afectan su forma. Por lo tanto, es importante conocer los volúmenes relativos que se remueven del material de trabajo y de la herramienta durante el proceso, de manera semejante a la relación del esmerilado. Dicha relación de materia prima removida por desgaste de la herramienta varía para los diferentes materiales de trabajo, en proporciones que van desde 100:1 para cortar vidrio, hasta 1:1 para cortar acero de herramienta.

La pasta fluida en el USM consiste en una mezcla de agua y partículas abrasivas. La concentración de abrasivos en el agua varía de 20% a 60%. La pasta debe circular en forma continua para que entre en acción los granos frescos en el espaciamiento entre la herramienta y el trabajo. También sirve para retirar las rebabas y los restos de esmeril producidos por los procesos de corte.

El maquinado ultrasónico se creó por la necesidad de maquinar materiales de trabajo duros y frágiles, tales como la cerámica, el vidrio y los carburos. También se usa con éxito sobre ciertos materiales, tales como el acero inoxidable y el titanio. Las formas que se obtienen mediante el USM incluyen orificios no redondeados, orificios a lo largo de un eje curvo y operaciones de acuñado, en las cuales se imparte un patrón de imágenes en la herramienta para una superficie de trabajo plano.

### **5.8 Consideraciones generales en la limpieza de las superficies.**

Actualmente no existe un método único que pueda usarse para todas las tareas de limpieza. De la misma forma que en el hogar se requieren diferentes jabones y detergentes para las diferentes labores (lavado de ropa, de platos, pulido de ollas, limpieza de la tina de baño, etc.), también se requieren distintos métodos para solucionar diferentes problemas de limpieza en la industria. Los factores importantes en la selección para elegir un método de limpieza son:

- 1) Tomar en cuenta la naturaleza del contaminante que debe removerse.
- 2) Tomar en cuenta el grado de limpieza requerido.
- 3) Los materiales de los sustratos que van a limpiarse.
- 4) El propósito de la limpieza.
- 5) Considerar los factores ambientales y de seguridad.
- 6) Considerar el tamaño y la geometría de la pieza.
- 7) Los requerimientos de limpieza según producción.

8) Los costos asociados a esta actividad.

En las superficies de las piezas se acumulan diversos tipos de contaminantes, ya sea debido a un procesamiento anterior o al ambiente de la fábrica. Para seleccionar el mejor método de limpieza, primero se debe identificar lo que se va a limpiar. Por lo general, los contaminantes superficiales que se encuentran en la fábrica se dividen en una de las siguientes categorías:

- 1) Grasas y aceites (los cuales son muy utilizados en el proceso de los metales como lubricantes.)
- 2) Partículas solidas. (como por ejemplo virutas de metal, pulimentos abrasivos, suciedad, polvo y materiales similares.
- 3) Compuestos para el abrillantado y pulido.
- 4) Películas de óxido, herrumbre e incrustaciones.

El grado de limpieza se refiere a la cantidad de contaminante que queda después de una operación de limpieza dada. Las piezas que se preparan para recibir un recubrimiento (por ejemplo, una capa de pintura o una película metálica) o adhesivo deben estar muy limpias; de lo contrario, se pone en riesgo la adhesión del material de recubrimiento. En otros casos, puede ser deseable que la operación de limpieza deje un residuo en la superficie de la pieza para protegerla contra corrosión durante el almacenamiento; reemplaza un contaminante en la superficie por otro que es benéfico. Con frecuencia es difícil medir el grado de limpieza en una forma cuantificable. La prueba más simple es el método de frotado, en el cual se frota la superficie con una tela limpia y blanca, se observa la cantidad de manchas que esta absorbe. Es una prueba no cuantitativa pero sencilla.

La selección de un método de limpieza debe considerar el material de sustrato para no producir reacciones dañinas mediante productos químicos de limpieza. Por citar varios ejemplos: la mayoría de los ácidos y los álcalis disuelven el aluminio; el magnesio es atacado por muchos ácidos; el cobre es atacado por los ácidos

oxidantes; los aceros son resistentes a los álcalis, pero reaccionan con casi todos los ácidos.

Algunos métodos de limpieza son convenientes en la preparación de una superficie para pintura, mientras que otros son mejores para el chapeado. La protección ambiental y la seguridad del trabajador se vuelven cada vez más importantes en los procesos industriales. Deben seleccionarse los métodos de limpieza y los materiales químicos asociados para evitar la contaminación y los riesgos de salud.

## **5.9 Procesos de limpieza química.**

La limpieza química usa diversos tipos de productos químicos para realizar la remoción de contaminantes superficiales. Los principales métodos de limpieza química son:

- 1) Limpieza alcalina.
- 2) Limpieza con emulsión.
- 3) Limpieza con solventes.
- 4) Limpieza con ácido
- 5) Limpieza ultrasónica.

### **5.9.1 Limpieza alcalina.**

Este es el método de limpieza industrial con un uso más extendido. Como lo indica su nombre, la limpieza alcalina emplea un álcali para remover aceites, grasas, ceras y diversos tipos de partículas (residuos metálicos, sílice, carbono e incrustaciones ligeras) de la superficie metálica. Las soluciones para la limpieza alcalina constan de

sales solubles en agua de bajo, como el Hidróxido de sodio y el potasio. (NaOH, KOH), el carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) y el bórax ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ), por lo general, la aplicación es mediante inmersión o aspersion, a temperaturas de 50 a 95°C (120 a 200°F). Después de la aplicación de la solución alcalina, se usa un enjuague con agua para remover los residuos de álcalis. Las superficies metálicas que se limpian mediante soluciones alcalinas están típicamente trabajadas con galvanoplastia o recubiertas por conservación.

### **5.9.2 Limpieza ultrasónica.**

Este tipo de limpieza combina la limpieza química y la agitación mecánica del fluido de limpieza para proporcionar un método muy eficaz para la remoción de contaminantes superficiales. Por lo general, el fluido de limpieza es una solución acuosa que tiene detergentes alcalinos. La agitación mecánica se produce mediante vibraciones de alta frecuencia y con una amplitud suficiente para ocasionar cavitación. Es decir, formación de burbujas o cavidades de vapor a baja presión. Conforme las ondas vibratorias pasan un punto dado en el líquido, la región de baja presión es seguida por un frente de alta presión que implota la cavidad, con lo cual se produce una onda de choque capaz de penetrar las partículas contaminantes adheridas a las superficies de trabajo. Este rápido ciclo de cavitación e implosión ocurre a través del medio líquido, lo cual hace eficaz a la limpieza ultrasónica incluso en formas internas complejas e intrincadas. El proceso de limpieza se realiza a frecuencias de entre 20 y 45 KHz, y la solución de limpieza esta a una temperatura elevada, que típicamente se encuentra entre 65 y 85°C (150 y 190°C).

## **5.10 Procesos de recubrimiento y deposición.**

Los productos hechos de metal casi siempre están cubiertos con: pintura, chapeado u otros procesos. Las principales razones para recubrir un metal son:

- 1) Proporcionar protección contra la corrosión.
- 2) Mejorar la apariencia del producto.
- 3) Aumentar la resistencia al desgaste y/o reducir la fricción de la superficie.
- 4) Incrementar la conductividad eléctrica.
- 5) Aumentar la resistencia eléctrica.
- 6) Preparar una superficie metálica para un procesamiento posterior.
- 7) Reconstruir las superficies gastadas o erosionadas durante un servicio.

En otras ocasiones los materiales no metálicos también se recubren. Algunos ejemplos más comunes son:

- 1) Piezas plásticas recubiertas para darles un aspecto metálico.
- 2) Recubrimientos anti reflejantes aplicados a lentes de cristales ópticos.
- 3) Ciertos procesos de recubrimiento y deposición usados en la fabricación de chips semiconductores.

### **5.10.1 Recubrimiento por conversión.**

El recubrimiento por conversión se refiere a una familia de procesos en los cuales se forma una película delgada de óxido, fosfato o cromato sobre la superficie metálica mediante reacción química o electroquímica. La inmersión y la aspersion son los dos métodos comunes para exponer la superficie metálica a los productos químicos reactivos. Los metales comunes tratados mediante recubrimiento por conversión son

el acero (incluido el acero galvanizado), el zinc y el aluminio. Sin embargo casi cualquier producto de metal puede resultar beneficiado por este tratamiento. Las razones importantes para usar los procesos de recubrimiento por conversión son:

- 1) Protección contra la corrosión.
- 2) Preparación para pintura.
- 3) Reducción al desgaste.
- 4) Permitir que la superficie contenga mejores lubricantes para procesos de formado metálico.
- 5) Aumentar la resistencia eléctrica de la superficie.
- 6) Acabado decorativo.
- 7) Identificación de las piezas.

Los procesos de recubrimiento por conversión se dividen en dos categorías las cuales son:

- 1) Tratamientos químicos.
- 2) Anodizado.

La primera categoría incluye procesos que implican solo una reacción química; los recubrimientos por conversión con fosfato y cromato son los tratamientos comunes.

La segunda categoría es el anodizado, en la cual se produce un recubrimiento de óxido mediante una reacción electroquímica (anodizado es una contracción de oxidación anódica). La mayoría de las veces este proceso de recubrimiento se asocia con el aluminio y sus aleaciones.

### **5.11 Deposición física de vapor.**

La deposición física de vapor (PVD, por sus siglas en inglés) es un grupo de procesos en los cuales se convierte un material en su fase de vapor en una cámara de vacío y se condensa sobre la superficie de sustrato como una película muy delgada. La PVD se usa para aplicar una amplia variedad de materiales de recubrimientos: metales, aleaciones, cerámicas y otros compuestos inorgánicos e incluso ciertos polímeros. Los sustratos posibles incluyen metales, vidrio y plástico. Por lo tanto, representa una tecnología de recubrimiento muy versátil, aplicable a una combinación casi ilimitada de sustancias de recubrimientos y materiales de sustratos.

Las aplicaciones de la PVD incluyen los recubrimientos decorativos delgados sobre las piezas de plástico y metálicas tales como trofeos, juguetes, plumas, lápices, empaques para relojes y acabados interiores de automóviles. Los recubrimientos son películas delgadas de aluminio (alrededor de 150 nm) cubiertas con laca transparente para proporcionar un aspecto de plata o cromo.

Otro uso es la aplicación de recubrimientos anti reflejantes de fluoruro de magnesio ( $MgF_2$ ) sobre lentes ópticos. La PVD se aplica en la fabricación de artículos electrónicos, principalmente para la deposición de metales que tiene el propósito de formar conexiones eléctricas en circuitos integrados. Por último la PVD utiliza para recubrir nitruro de titanio (TiN) sobre herramientas de corte y moldes de inyección de plásticos para que resistan el desgaste.

Todos los procesos de deposición física de vapor consisten en los siguientes pasos:

- 1) Síntesis del vapor de recubrimiento.
- 2) Transporte del vapor al sustrato.
- 3) Condensación de los vapores sobre la superficie del sustrato.

Por lo general, estos pasos se realizan dentro de una cámara de vacío; por ello debe evacuarse la cámara antes del proceso real de PVD.

La síntesis del vapor de recubrimiento puede obtenerse por medio de diferentes métodos, como el calentamiento por resistencia eléctrica o el bombardeo con iones para vaporizar un sólido (o líquido) existente. Esta y otras variaciones producen varios procesos de PVD los cuales se agrupan en tres tipos principales:

- 1) Elaboración al vacío.
- 2) Bombardeo con partículas.
- 3) Chapeado iónico.

Proceso de PVD.	Características.
Evaporación al vacío.	El equipo tiene un costo relativamente bajo y es sencillo, la adhesión no es tan buena como para otros procesos de PVD.  Materiales de recubrimiento: Ag,Al,Cr,Cu,Mo,W.
Bombardeo con partículas.	Mejor descarga de energía y adhesión del recubrimiento pueden cubrirse compuestos, utilizando velocidades de deposición más lentas esta tiene un control de proceso más difícil.  Materiales de recubrimiento: Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ,AU,CR,Mo,SiO <sub>2</sub> ,Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> ,TiC,TiN
Chapeado iónico.	Mejor cobertura y adhesión del recubrimiento entre los procesos de PVD, control de proceso más complejo, velocidades de deposición más altas que el bombardeo con partículas.

	Materiales de recubrimiento: Ag,Au,Cr,Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> ,TiC,TiN.
--	---

Figura 5.13 Resumen de procesos por deposición física de vapor (PVD).

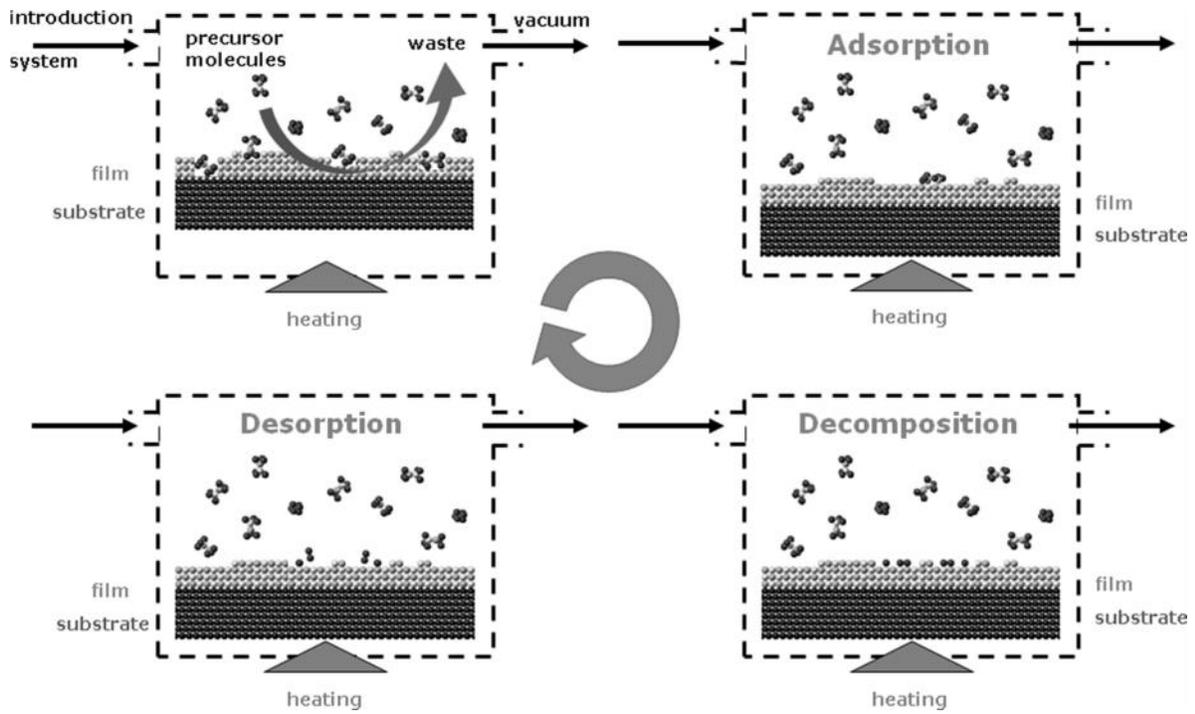


Figura 5.14 Proceso de deposición física de vapor.

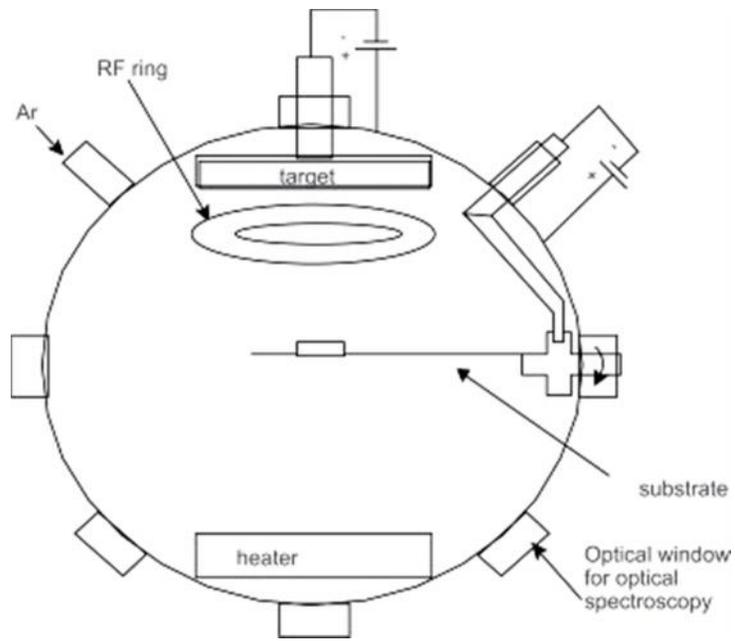


Figura 5.15 Reactor central del proceso de reposición física de vapor.

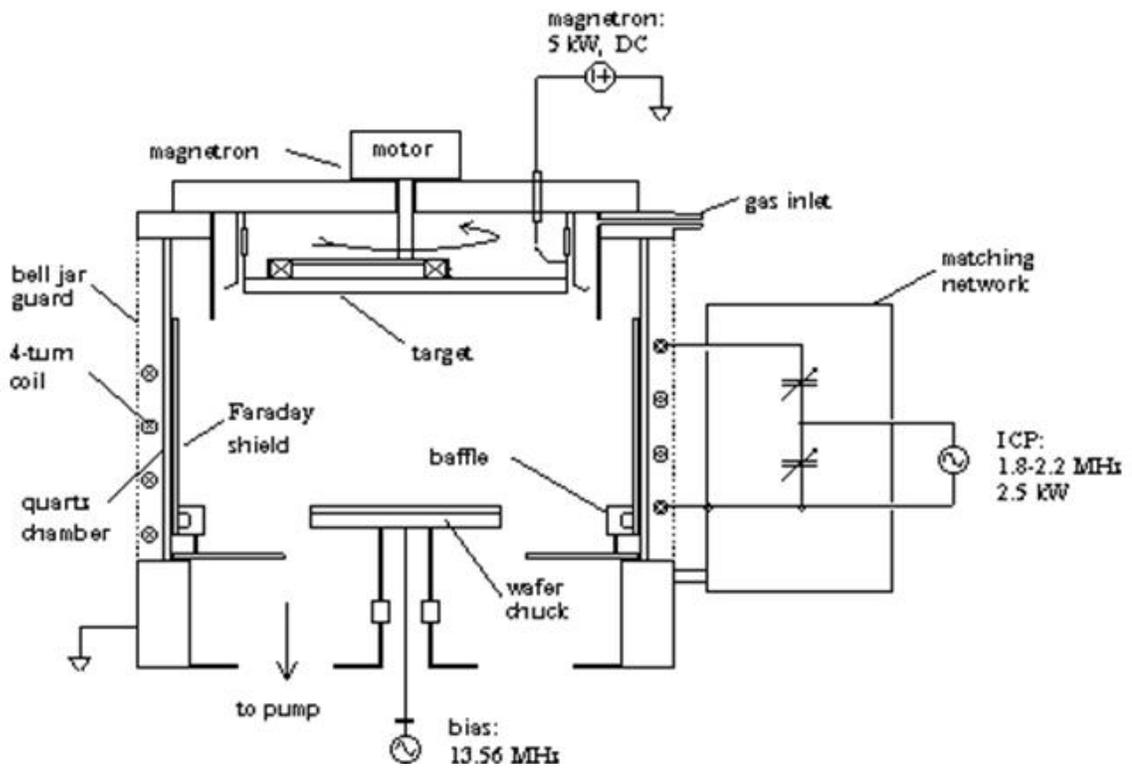


Figura 5.16 Máquina completa donde se realiza la deposición física de vapor.

## 5.12 Soldadura

La soldadura es un proceso de unión de materiales en el cual se funden las superficies de contacto de dos o más mediante la aplicación conveniente de calor y/o presión.

Muchos procesos de soldadura se obtienen solamente por calor, sin aplicar presión, otros mediante una combinación de calor y presión; otros más únicamente por presión sin suministrar calor externo. En algunos procesos de soldadura se agrega un material de relleno para facilitar la fusión. El ensamble de partes que se unen mediante soldadura se denomina ensamblaje soldado. La soldadura se asocia por lo regular con piezas metálicas, pero el proceso también se usa para unir plásticos.

Ventajas de la soldadura.

- La soldadura proporciona una unión permanente.
- La unión soldada puede ser más fuerte que los materiales originales, si se usa un metal de relleno que tengan propiedades de resistencia superiores a las de los materiales originales y si se emplean las técnicas de soldadura adecuadas.
- La soldadura es la forma más económica de unir componentes, en términos de uso de materiales y costos de fabricación.

Desventajas de la soldadura.

- La mayoría de las operaciones de soldadura se realizan en forma manual y son caras en términos de costo de mano de obra. Muchas operaciones de soldadura se consideran “rutinas especializadas” y la mano de obra para realizar estas operaciones puede ser escasa.
- La mayoría de los procesos de soldadura son inherentemente peligrosos debido a que implican el uso de mucha energía.

- A pesar de que la soldadura logra una unión permanente entre las dos piezas, esta no permite un desensamble adecuado.
- La unión soldada puede tener ciertos defectos de calidad que son difíciles de detectar y que pueden reducir la resistencia de la unión.

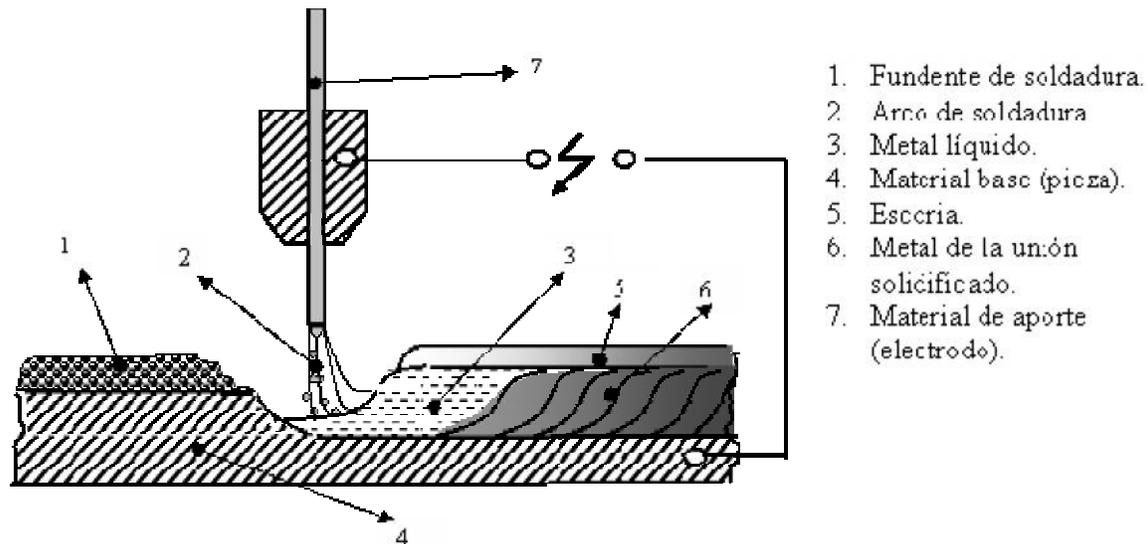


Figura 5.17 partes de la soldadura.

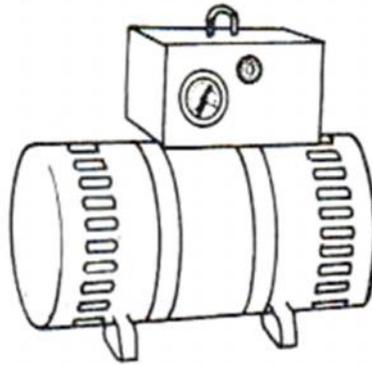
### 5.12.1 Automatización en soldadura.

Debido a los riesgos de la soldadura manual y a los esfuerzos de aumentar la productividad y mejorar la calidad de los productos, se han creado diversas formas de mecanización y automatización. Las categorías incluyen la soldadura con máquina, la soldadura automática y la soldadura robótica.

### 5.12.2 Soldadura con máquina.

Esta puede definirse como una soldadura mecanizada con equipo que realiza la operación bajo la supervisión continua de un operador. Normalmente se realiza mediante una cabeza para soldadura que se mueve por medios mecánicos en relación con el trabajo estacionario o moviendo el trabajo en relación con la cabeza de soldadura estacionaria. El trabajador humano debe observar continuamente e interactuar con el equipo para controlar la operación.

a) Accionadas por motor eléctrico



Accionadas por motor a combustión

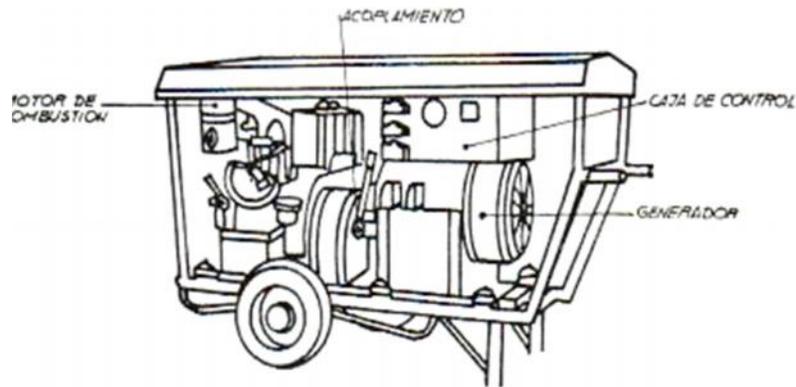


Figura 5.18 máquinas soldadoras.

### **5.12.3 Soldadura automática.**

Si el equipo es capaz de realizar la operación sin el ajuste de los controles por parte de un operador, se denomina soldadura automática, un trabajador casi siempre está presente para vigilar el proceso y detectar las variaciones de las condiciones normales. Lo que distingue la soldadura automática de la soldadura con maquina es un controlador de ciclo d soldadura para regular el movimiento del arco eléctrico y la posición de la pieza de trabajo son atención humana continua. La soldadura automática requiere un sujetador o un posicionador de soldadura para colocar el trabajo en relación con la cabeza de soldadura. También se requiere un mayor grado de consistencia y precisión en las piezas y componentes usadas en los procesos. La soldadura automática solo se justifica para grandes producciones.

### **5.12.4 Soldadura robótica.**

Se usa un robot industrial o un manipulador programable, este controla de manera automática el movimiento de la cabeza para soldar con respecto al trabajo. El alcance versátil del brazo del robot permite el uso de sujetadores relativamente simples, y la capacidad del robot para programarse con nuevas configuraciones de las piezas permite que esta forma de automatización se justifique para cantidades de producción relativamente bajas. Una típica celda robótica de soldadura con arco consta de dos instalaciones para soldadura y un ajustador humano para cargar y descargar piezas mientras el robot efectúa la soldadura. Además de la soldadura con arco, también se usan robots industriales en las plantas de ensamble final de automóviles para realizar soldadura por resistencia sobre carrocerías.

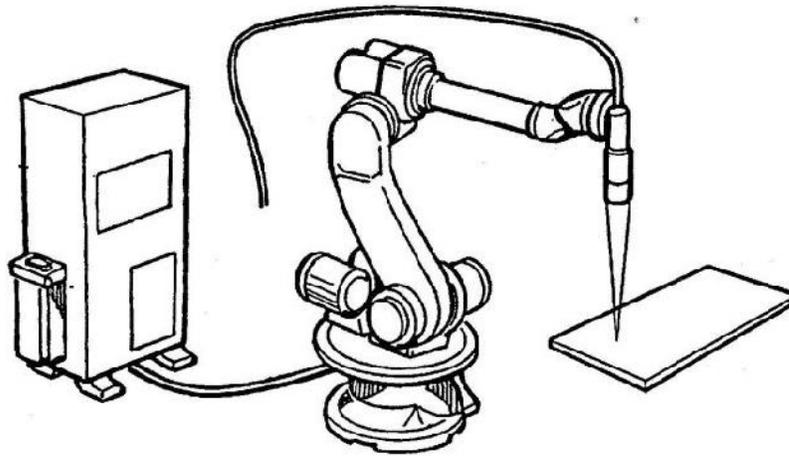


Figura 5.19 Equipo empleado en la soldadura robótica.

### **5.13 Métodos de inspección y prueba para soldadura.**

Existen diversos métodos de inspección y prueba disponibles para verificar la calidad de la unión soldada. Durante años se han creado y especificado diversos procedimientos estandarizados por sociedades comerciales y de ingeniería como la American Welding Society, estas pruebas se dividen en tres categorías:

#### 1) Inspección visual.

Sin duda alguna la inspección visual es el método de verificación de soldadura más difundido. La realiza un inspector que busca en la soldadura lo siguiente.

- a) El apego a las especificaciones de dimensión con el dibujo de la pieza.
- b) Comaduras.
- c) Grietas, cavidades, fusión incompleta y otros defectos.

La inspección visual tiene la limitación de que sólo detecta los defectos superficiales; los defectos internos no pueden descubrirse mediante métodos visuales.

## 2) Evaluación destructiva.

Esta evaluación se limita a los materiales ferro magnético, se establece un campo magnético en la pieza y se dispersan partículas magnéticas sobre la superficie. Los defectos bajo la superficie tales como grietas e inclusiones se revelan a sí mismos por la distorsión del campo magnético, lo que provoca que las partículas se concentren en ciertas regiones de la superficie.

La prueba ultrasónica, implica el uso de ondas sónicas de alta frecuencia dirigidas a través de la pieza, las discontinuidades (por ejemplo, las grietas, inclusiones y porosidades) se detectan mediante pérdidas en la transmisión del sonido.

La prueba radiográfica. Esta usa rayos X o radiación gamma para detectar defectos internos en el metal de la soldadura.

## 3) Pruebas destructivas.

En estos métodos se destruye la soldadura mediante la prueba o al preparar el espécimen de prueba. Incluyen pruebas mecánicas y metalúrgicas.

Las pruebas mecánicas tienen el mismo propósito que los métodos de prueba convencionales, como pruebas de tensión y pruebas de corte. La diferencia es que el espécimen de prueba es una unión soldada.

Las pruebas metalúrgicas. Estas implican la preparación de especímenes metalúrgicos de la soldadura, para examinar características como la estructura metálica, defectos, alcance y condición de la zona afectada por el calor, la presencia de otros elementos y fenómenos similares.

## 5.14 Calidad en la soldadura.

El propósito de cualquier proceso de soldadura es unir dos o más componentes en una sola estructura. Por lo tanto, la integridad física de la estructura formada depende de la calidad de la soldadura. El análisis de la calidad de la soldadura se enfoca primordialmente en la soldadura con arco, el proceso más difundido y para el cual el aspecto de la calidad es el más importante y complejo.

Esfuerzos y distorsiones residuales.

El calentamiento y enfriamiento rápidos en regiones localizadas de trabajo durante la soldadura por fusión, especialmente la soldadura con arco eléctrico, producen expansiones y contracciones térmicas que causan esfuerzos residuales en la soldadura. Estos esfuerzos, por su lado, provocan distorsión y combadura del ensamble soldado.

Los esfuerzos residuales inducidos en forma térmica y la distorsión implícita son un problema potencial en casi todos los procesos de soldadura por fusión y en ciertas operaciones de soldadura de estado sólido, en las cuales ocurre un calentamiento significativo, pueden usarse varias técnicas para minimizar la combadura en una soldadura.

- Soportes de soldadura. Estos pueden usarse para limitar físicamente el movimiento de las piezas durante el proceso de soldadura.
- Inmersión en caliente pueden usarse para eliminar rápidamente el calor de las secciones de las piezas soldadas y así reducir la distorsión.
- Soldadura de tachuelas en múltiples puntos a lo largo de la unión, para crear una estructura rígida antes de una soldadura de costura continua.

- Condiciones para la soldadura. (velocidad, cantidad de metal de relleno usado, etc.) pueden usarse para reducir la combadura.
- Precalentamiento de las piezas base, es usado para reducir el nivel de esfuerzo térmico que experimentan las piezas.
- Liberación de esfuerzos mediante un tratamiento térmico en el ensamble soldado, ya sea en un horno para soldaduras pequeñas o usando métodos que puedan realizarse en el campo para estructuras grandes.
- Diseño apropiado de la soldadura para reducir el grado de combadura.

### **5.15 Proceso de fabricación del eje de rotor de la caldera B2404 de Ecopetrol GCB.**

Detalle de la fabricación del eje dimensionado por la muestra del eje ensamblado a remplazar en el rotor; levantamiento de planos de construcción del nuevo eje sugerido por Ecopetrol EGB.

#### **5.15.1 Primer paso:**

Se Identifica la posición del rotor y su sentido de giro, se realiza una limpieza con chorro abrasivo y se pinta el rotor como protección contra la corrosión durante el proceso de fabricación.

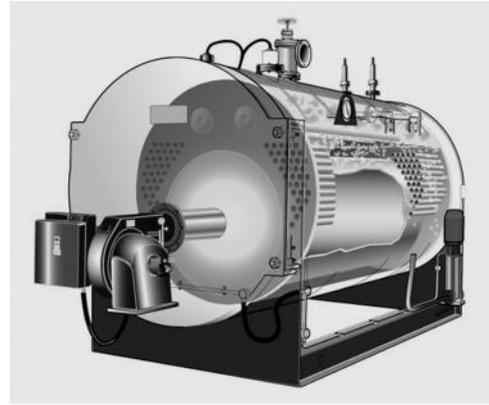


Figura 5.20 proceso de identificación de la posición del rotor y su sentido de giro

### 5.15.2 Segundo paso:

Procedimiento de Desarme: Tomando las precauciones necesarias para preservar la integridad del rotor, se planea la forma y mecanismos de izar él conjunto eje - rotor para ubicarlo en un cárcamo que nos permita el desarme de una manera segura. Una vez realizada la maniobra anterior, se aplica temperatura localizada en las campanas de ajuste o soporte del rotor al eje con el fin de dilatar este componente para que permita que el eje se deslice sin necesidad de golpes u otros mecanismos que comprometa la integridad del rotor.



Figura 5.21 Proceso de Desarme de las partes del rotor.

### 5.15.3 Tercer paso.

Levantamiento de información.

Tomando el eje existente como modelo se realiza el levantamiento de información, detallando su geometría para definir los planos de construcción del nuevo eje.

La información levantada del modelo corresponde a los detalles anexos que servirán como guía para definir la construcción del nuevo eje.

1. Levantamiento detalle ubicación acople.

2. Levantamiento detalle ubicación de rotor.
3. Levantamiento detalle cuñero.
4. Levantamiento detalle lado acople.
5. Levantamiento detalle lado collarín.



Figura 5.22 Proceso para tomar el levantamiento de la información.

#### **5.15.4 Cuarto paso.**

Selección de material.

Se adquiere en compra el eje especificado y cotizado por el proveedor sugerido según el departamento de A.T.P. de Ecopetrol GCB para la construcción del eje, que se ha clasificado como acero 4140 y posteriormente se realiza una sugerencia de proveedor por parte de la compañía general de aceros.

Se confirma lo anteriormente expuesto adjuntando los siguientes documentos:

1. Cotización del proveedor.
2. Certificados de calidad.
3. Ficha técnica del acero utilizado al igual que las certificaciones para cerciorarse que sea el material requerido.



Figura 5.23 Selección del material adecuado.

#### 5.15.5 Quinto paso.

Proceso de fabricación.

Una vez dimensionado el rotor según los planos de construcción se ejecuta el proceso de fabricación y ensamble del rotor sobre el eje nuevo.

Los planos de construcción se presentan en formato AUTOCAD según el requerimiento del parte del cliente como documento entregable en medio magnético que se realiza bajo los siguientes puntos:

1. Capa datos de diseño vista completa del eje de rotor de caldera B2404.
2. Capa datos de diseño punta lado acople y punta lado collarín.
3. Capa datos de diseño zona alojamiento de rotor.
4. Hoja de proceso maquinado final.

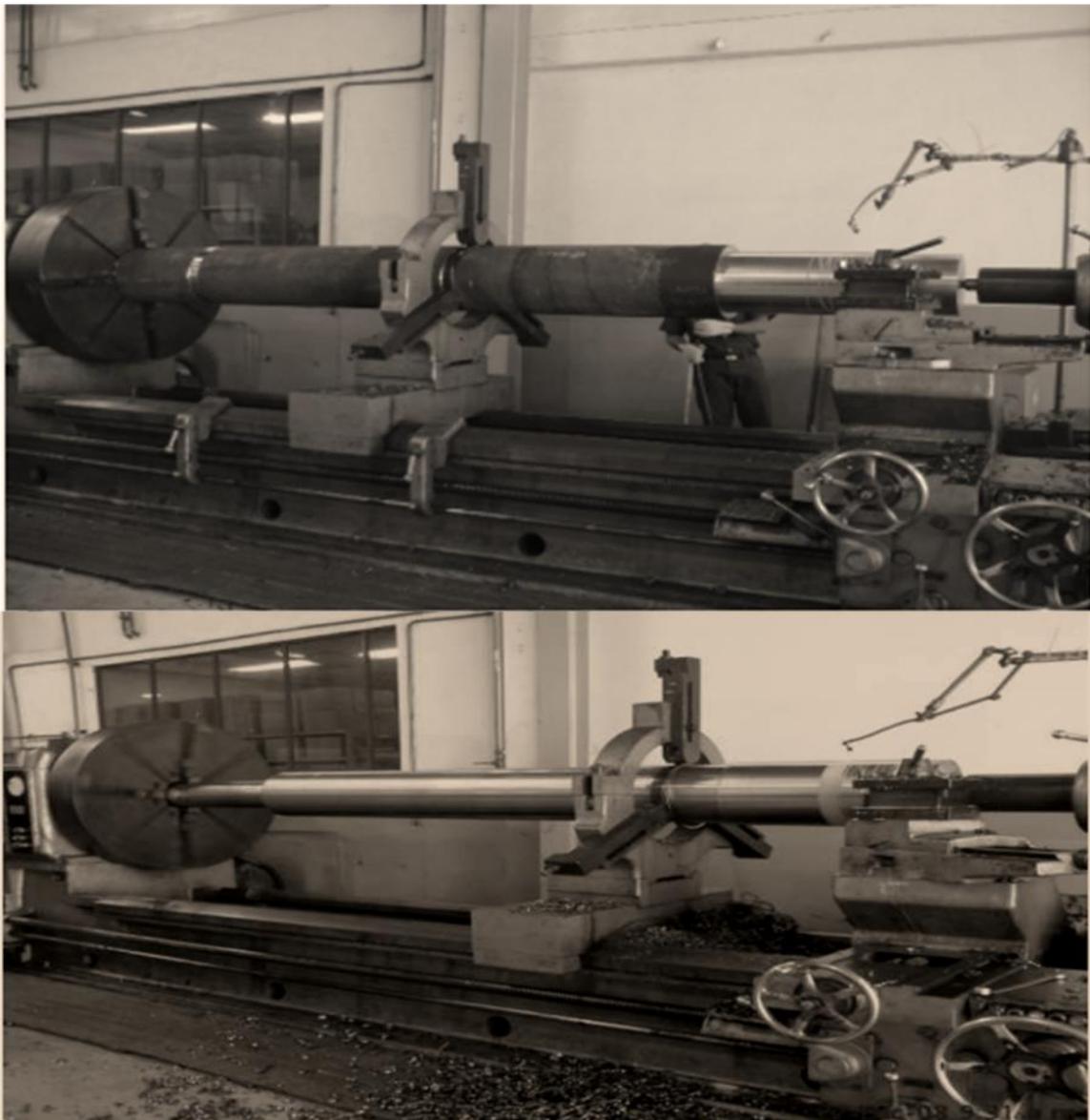


Figura 5.24 proceso de elaboración del nuevo eje rotor.

### 5.15.6 Sexto paso:

Proceso de ensamble.

En el proceso de ensamble se consideró planear el armado de tal forma que no se comprometiera la integridad tanto del rotor como la del nuevo eje. El detalle de la operación se demuestra en la hoja de proceso del armado final (anexa).

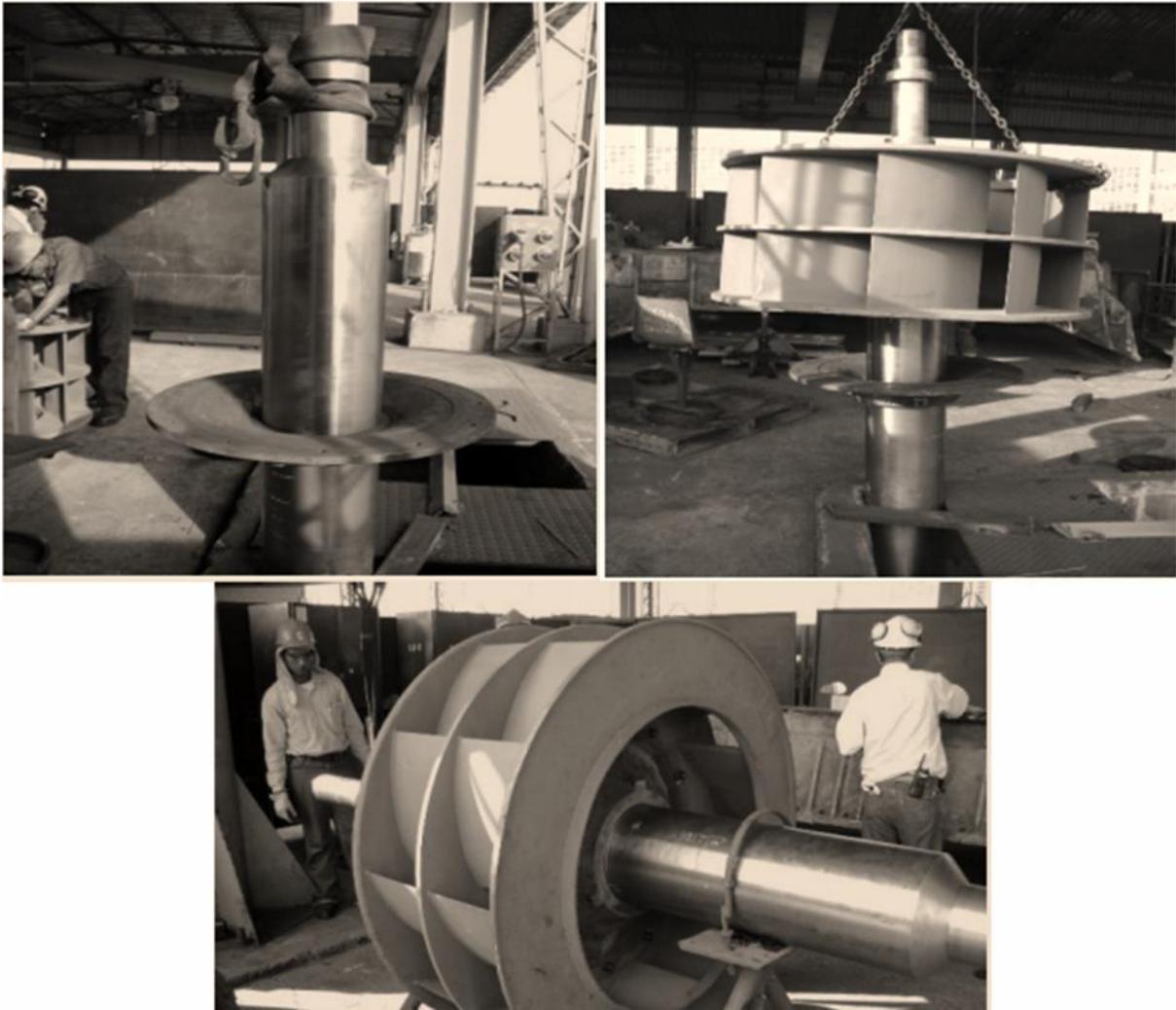


Figura 5.25 Proceso de ensamble del nuevo eje rotor de la caldera.

### 5.15.7 Séptimo paso.

#### Balanceo dinámico.

Se descarta la información del balanceo estático ya que no aplica por la exigencia de parte del cliente Ecopetrol, quien ha solicitado que el balanceo debe ser dinámico. (El proceso fue ejecutado en presencia de un funcionario de Ecopetrol GCB) La calidad del balanceo dinámico está determinada por la norma ISO 1940, la cual define los índices residuales de des-balanceo para rotores rígidos, con velocidad de giro permisible 2000 R.P.M. (detalle en hoja de trabajo).

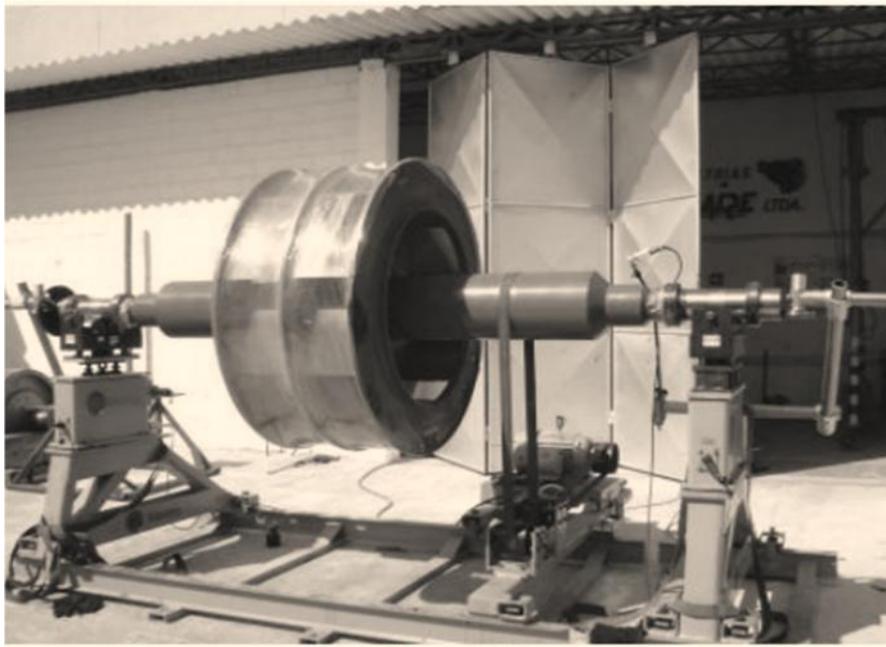


Figura 5.26 eje rotor fabricado.

### 5.15.8 Octavo paso.

Perfil de rugosidad.

Se realiza esta actividad por medio de la toma de perfiles de rugosidad sobre los muñones o puestos de chumaceras, lado acople y lado collarín, considerando como referencia el perfil sugerido en los planos de construcción, en un rango de 0.4 a 0.1 micras, Las lecturas tomadas en los puestos de chumacera registran valores de 0.12 micras. (Detalles verificado por el representante de Ecopetrol GCB durante el proceso de Balanceo dinámico)



Figura 5.27 resultados obtenidos del balanceo dinámico.

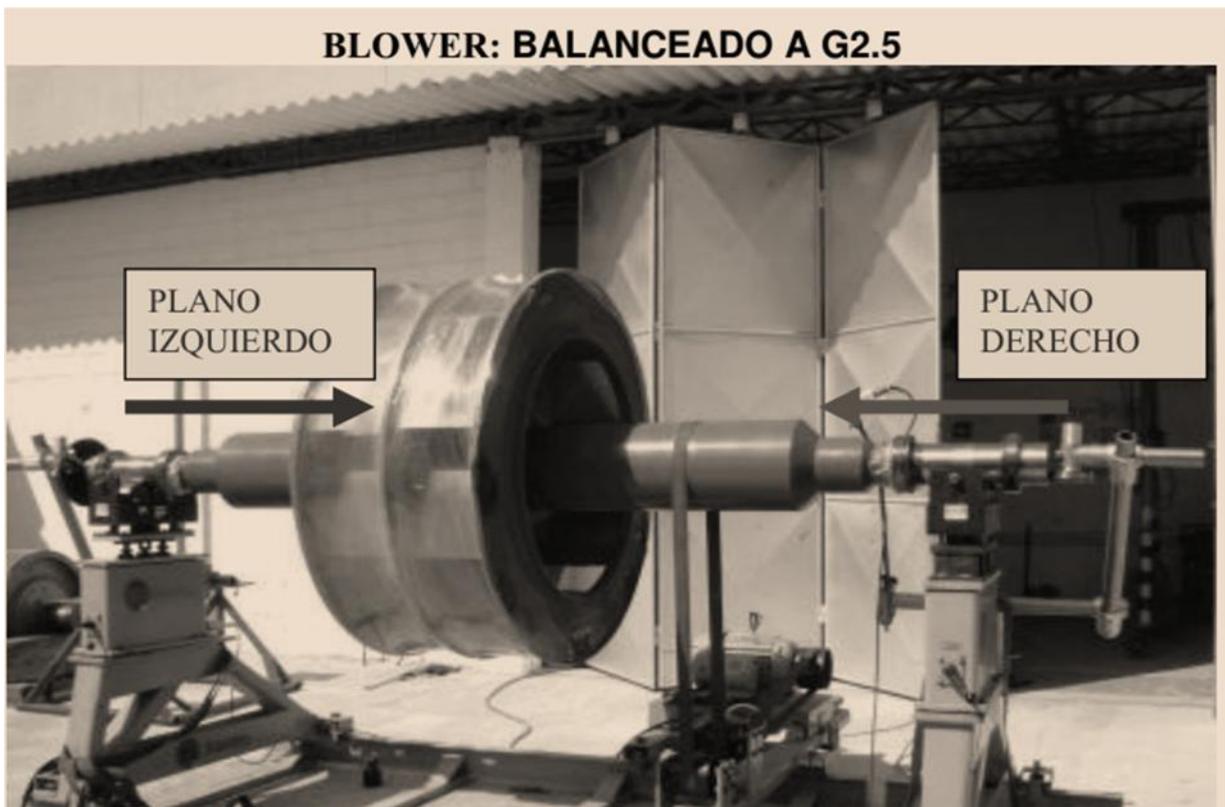
### OBSERVACIONES

1. Test de dureza no aplica en el presente informe ya que se ofrece la dureza propia del material seleccionado y sugerido por el cliente.
2. Test de ultrasonido no aplica debido a que el material seleccionado corresponde a clase de acero forjado, proceso en el cual se garantiza la calidad e integridad del material suministrado.

3. Se adjunta acta de terminación de obra aceptada por el delegado de ATP y el formato de limitaciones a la garantía respectivamente.
4. Se adjunta copia electrónica de los planos de construcción.

### 5.15.9 Noveno paso:

Entrega de Rotor fabricado.



**VELOCIDAD DE GIRO PERMISIBLE CERTIFICADA ISO 1940: 2.000 R.P.M.  
 REPORTE DE VIBRACIONES:**

ESTADO	VELOCIDAD	VIBRACIÓN Y PLANO IZQUIERDO	VIBRACIÓN Y PLANO DERECHO	CONDICIÓN ISO 1940
INICIAL	360 RPM	368 $\mu\text{m}$ @ 5°	258 $\mu\text{m}$ @ 359°	MUY RUDO
FINAL	360 RPM	3.7 $\mu\text{m}$ @ 53°	8.00 $\mu\text{m}$ @ 358°	BUENO

**REPORTE DE CORRECCIONES:**

CORRIDA	PLANO IZQUIERDO	PLANO DERECHO
INICIAL	1164 g @ 13°	678 g @ 345°
FINAL	10.7 g @ 69°	8.9 g @ 355°

**Figura 5.28 eje rotor completamente fabricado.**

## **5.16 Mejora del proceso de fabricación del eje de rotor de la caldera B2404 de Ecopetrol GCB.**

### **5.16.1 Primer paso:**

Primera actividad se identifica la posición del rotor y su sentido de giro, se realiza la limpieza ultra sónica, esta proporcionará un método muy eficaz para la remoción de contaminantes superficiales de los aceros, presenta una ventaja destacable al tener altos rendimientos en formas internas, complicadas e intrincadas al ser un proceso que se realiza bajo temperaturas elevadas y frecuencias entre 20 y 45 KHZ, elimina cualquier contaminante a nivel estructural del acero.

También es indicada para limpiezas de circuitos de refrigeración, calderas, sistemas de calefacción, generadores, sedimentos de barro, cal, etc.

La podemos aplicar para eliminar grasas, tanto vegetales como animales, eliminar gérmenes, carbonillas, etc.

Incluso se pueden limpiar equipos completos (motores, culatas, etc.) ya que posee excelentes cualidades anticorrosivas y protectoras.

Entre otras muchas ventajas de la limpieza ultra sónica, podemos destacar:

- Calidad de una limpieza microscópica: Debido al ultrasonido, conseguimos una limpieza de altísima calidad, sin importar la configuración de los elementos (formas arrugadas, recovecos, etc.).
- Ahorro de tiempo y costos fijos (personal): Se puede lograr hasta un 80% de reducción de gastos, con este sistema de limpieza y recuperación de elementos.
- Su acción es respetuosa con el Medio Ambiente: Las cantidades de elementos químicos a emplear (detergentes) son tan mínimas, un 2%, que nos supone una apuesta considerable en el respeto por el medio ambiente. Así mismo, al lavar por

inmersión, el consumo de agua también disminuye de un modo importante (hasta un 70%). Una vez realizada la limpieza, el agua residual, se filtra antes de ser evacuada.

- Limpieza sin Riesgos: Como se explicó anteriormente, debido a las peculiares características de este sistema de limpieza, está considerada como un sistema sin riesgos tanto para las personas como para el entorno donde se realiza. Esto es debido a la no utilización ni de disolventes, ni ácidos ni detergentes muy alcalinos.

Posteriormente se le dará un tratamiento de deposición de vapor físico (PVD) este proceso es utilizado para aplicar materiales de recubrimiento tales como: metales, aleaciones, cerámicas y otros compuestos inorgánicos e incluso ciertos polímeros, el PVD representa una tecnología de recubrimiento muy versátil aplicable a una combinación ilimitada de sustancias, así podremos añadir un valor agregado a nuestro producto, ya que no solo estará recubierto por materiales usuales, si no por una amplia variedad de compuestos antes mencionados, de la misma manera le puede dar una ventaja estructural a las piezas recubiertas por PVD, haciendo de nuestro producto un producto de mayor calidad, de esta manera con la inversión de una maquina de PVD solo será requerida una inversión y no varias inversiones en diferentes procesos para recubrir.

Ventajas:

- No se ocupan materiales tóxicos, ni emisiones dañinas para el entorno.
- Posee una gran variedad de recubrimientos.
- Para la mayoría de los aceros la temperatura de recubrimiento es menor que la temperatura de tratamiento térmico final.
- Espesor de recubrimiento fino y reproducible con precisión (las dimensiones originales de la pieza se mantienen intactas).
- Alta resistencia al desgaste.
- Coeficiente de fricción bajo.

- Desarrolla una baja cantidad de gas residual, reduciendo en un 98% las impurezas.
- Baja aportación de energía y por tanto baja distorsión del componente, reduciendo la necesidad de tratamiento posterior de la pieza al 100%.
- Estricto control de la disolución permite ajustar la composición del recubrimiento.
- Alta calidad de recubrimiento, pocas imperfecciones y baja porosidad.
- Alta velocidad de enfriamiento, mejor refinamiento de grano.
- Gran precisión, tanto en el espesor como la geometría del recubrimiento.
- Proceso susceptible de automatización.
- Gran flexibilidad, uso en piezas irregulares por dirección del haz mediante espejos o fibra óptica.

#### **5.16.2 Segundo paso.**

Levantamiento de información.

Tomando el eje existente como modelo se realiza el levantamiento de información, detallando su geometría para definir los planos de construcción del nuevo eje.

La información levantada del modelo corresponde a los detalles anexos que servirán como guía para definir la construcción del nuevo eje.

1. Levantamiento detalle ubicación acople.
2. Levantamiento detalle ubicación de rotor.
3. Levantamiento detalle del cuñero.
4. Levantamiento detalle lado acople.
5. Levantamiento detalle lado collarín.

Dicho levantamiento de información se deberá de realizar mediante herramientas de precisión y desarrollar las medidas de tolerancia con respecto al nuevo modelo que se fabricará.

### **5.16.2 Tercer paso:**

Procedimiento de desarme: Tomando las precauciones necesarias para preservar la integridad del rotor, primera mente se realizará una prueba por medio de líquidos penetrantes o la prueba de burbuja para observar que no haya fisuras dentro y en los mecanismos, posteriormente se deberá de planear la forma y mecanismos para izar él conjunto eje - rotor, para ubicarlo en un cárcamo que nos permita el desarme de una manera segura. Una vez realizada la maniobra anterior, se aplicará temperatura controlada y localizada dentro de las campanas de ajuste o al soporte del rotor y al eje, con el fin de dilatar este componente, para que permita que el eje se deslice sin necesidad de golpes u otro mecanismo que comprometa la integridad del rotor. (Tomando en cuenta no administrar una temperatura mayor a la de los límites del metal o que pueda dañar nuestros apoyos del rotor).

### **5.16.3 Cuarto paso.**

Selección de material.

Se adquiere en compra el eje especificado y cotizado por el proveedor certificado sugerido según el departamento para la construcción del eje, que se ha clasificado como acero 4140, la compra deberá tener certificados tales como:

1. Cotización del proveedor.

2. Certificados de calidad correspondientes certificados dentro de alguna norma de fabricación ISO.
3. Ficha técnica del acero utilizado clase 4140.

### **5.16.5 Quinto paso.**

Proceso de fabricación.

Una vez dimensionado el rotor según los planos de construcción se ejecuta el proceso de fabricación mediante el maquinado ultrasónico. El maquinado ultrasónico (USM, por sus siglas en inglés) es un proceso de maquinado no tradicional en el cual se utilizan abrasivos a alta velocidad contenidos en una pasta fluida sobre un trabajo, mediante una herramienta vibratoria en amplitud baja, alrededor de 0.075 mm (0.003 in) y en una alta frecuencia, aproximadamente de 20 000 HZ.

Las ventajas al utilizar este sistema de maquinado son las siguientes:

- Es 10 veces más rápido que otros procesos de maquinado convencionales.
- Resulta más fácil realizar pequeños agujeros.
- La precisión del USM es 10 veces mayor a la de los demás maquinados.
- Se produce una menor presión en la herramienta lo que representa una menor tasa de desgaste a la herramienta creada.
- Produce menores fuerzas de corte (65%-75%).
- Presenta una mejora en la rugosidad superficial del 29-30%.
- En operaciones de fresado se reduce la rugosidad en 80%.
- No provoca alteraciones químicas en la superficie de la herramienta.
- Aumenta la vida de la herramienta ante la fatiga por medio de la creación de tensiones residuales de compresión.
- Sustituye ampliamente operaciones de rectificado para componentes duros y frágiles.

- Para piezas como la requerida para el reemplazo puede ser de 1 hora 10 minutos por medio del maquinado ultrasónico.

Los planos de construcción se presentan en formato AUTOCAD 2000 según el requerimiento del parte del cliente como documento entregable en medio magnético que se realiza bajo los siguientes puntos:

1. Capa datos de diseño vista completa del eje de rotor de caldera B2404.
2. Capa datos de diseño punta lado acople y punta lado collarín.
3. Capa datos de diseño zona alojamiento de rotor.
4. Hoja de proceso maquinado final.

Una vez fabricado el rotor por medio del maquinado ultrasónico, este debe pasar por un procedimiento de limpia ultrasónica con las ventajas antes mencionadas, también sugiero que el rotor sea sujeto al proceso deposición de vapor físico para aumentar sus propiedades de manera antes mencionada.

#### **5.16.6 Sexto paso:**

Proceso de ensamble.

En el proceso de ensamble se consideró planear el armado de tal forma que no se comprometiera la integridad tanto del rotor como la del eje nuevo, poniendo énfasis en una soldadura adecuada robótica, ya que para este proceso es necesaria la precisión y la cantidad necesaria de soldadura que difícilmente la mano de obra humana podrá aportar, se debe poner atención en la soldadura utilizada, esta podrá afectar de manera irreversible los componentes para el ensamble del rotor con los demás componentes de nuestro nuevo rotor, a continuación se presentan las ventajas de utilizar la soldadura robótica para este proceso. El detalle de la operación se demuestra en la hoja de proceso del armado final (anexa).

- Presenta una velocidad de soldadura elevada.
- Otorga una gran profundidad de fusión.
- Presenta un alto desempeño en el relleno de juntas.
- Se puede utilizar mediante una amplia gama de materiales y grosores de láminas.
- El proceso de soldadura robótica es ampliamente recomendable para volúmenes altos de producción.
- La soldadura robótica tiene un máximo de 6 metros por minuto de soldadura.
- Presenta una aportación térmica mucho menor que otros procesos de soldadura.
- El robot soldador presenta un ahorro de espacio.
- Ausencia de riesgos para los operarios.
- El proceso de soldadura robótica plantea una reducción de los tiempos de ciclo hasta en un 60%.

#### **5.16.7 Séptimo paso.**

Balanceo dinámico.

Se descarta la información del balanceo estático, ya que no aplica por la exigencia de parte del cliente Ecopetrol, quien ha solicitado que el balanceo debe ser dinámico. (El proceso fue ejecutado en presencia de un funcionario de Ecopetrol GCB) La calidad del balanceo dinámico está determinada por la norma ISO 1940, la cual define los índices residuales de des-balanceo para rotores rígidos, con velocidad de giro permisible 2000 R.P.M. (detalle en hoja de trabajo).

### **5.16.8 Octavo paso.**

Perfil de rugosidad.

Se realiza esta actividad por medio de la toma de perfiles de rugosidad sobre los muñones o puestos de chumaceras, lado acople y lado collarín, considerando como referencia el perfil sugerido en los planos de construcción, en un rango de 0.4 a 0.1 micras.

### **5.16.9 Noveno paso.**

Entrega de rotor fabricado.

Dentro de este paso el rotor fabricado deberá ser entregado con los certificados obtenidos a capacidad baja, capacidad media y en plena de capacidad, así como los demás certificados requeridos por el cliente, apegados en la norma ISO 1940.

### **Resumen.**

Los problemas dentro de la planeación y control de la producción, difieren en cada tipo de manufactura. Un factor importante es la relación entre la variedad de productos y la cantidad de producción.

Las líneas de producción son una clase importante en los sistemas de manufactura, cuando deben hacerse grandes cantidades de productos idénticos o similares. Estas deben estar diseñadas para situaciones donde el trabajo total que se debe realizar en la pieza o producto que consisten en muchos pasos separados. Entre los ejemplos encontramos los productos ensamblados (automóviles y aparatos eléctricos), así como las piezas maquinadas que se producen de forma masiva, en

las cuales se requieren múltiples operaciones de maquinado (por ejemplo bloques de motores y receptáculos de transmisión).

En una línea de producción, el trabajo total se divide en tareas pequeñas y se asignan trabajadores o máquinas para realizar estas actividades con gran eficiencia.

Por cuestiones de organización las líneas de producción se dividieron en dos tipos básicos: las líneas de ensamble manuales y líneas de ensamble automatizadas.

En un extremo está la producción en un taller, donde se producen muchos tipos diferentes de productos en cantidades bajas. Con frecuencia los productos son complejos, tienen muchos componentes y cada uno debe procesarse mediante varias operaciones. Solucionar los problemas logísticos en una planta con tales características requiere una planeación detallada, programar y coordinar la gran cantidad de componentes distintos y los pasos de procesamiento para los diferentes productos.

En el otro extremo está la producción masiva en esta un solo producto se produce en cantidades muy grandes (millones de unidades), los problemas logísticos en la producción masiva son simples si el producto y el proceso lo son. En casos más complejos, el producto es un ensamble que consta de muchos componentes y la instalación está organizada como una línea de producción. El problema logístico para operar la planta es como llevar cada componente a la estación de trabajo correcta en el momento preciso para que pueda ensamblarse el producto cuando pasa por tal estación(es). Si este problema no se soluciona, se detiene toda la línea de producción por la existencia de dicha parte crítica.

Para distinguir los dos extremos, en términos de los aspectos en la planeación y el control de la producción, puede decirse, que la función de la planeación se acentúa en un taller, mientras que la de control destaca en la producción masiva de productos ensamblados.

La planeación y el control de la producción son las funciones de apoyo a la manufactura que abordan los problemas logísticos en la fabricación. Con la planeación de la producción se determinan que productos van a producirse, en que cantidades y cuando se producirán. También se deben considerar los recursos requeridos para realizar el plan. El control de la producción determina si ya se cuenta con los recursos para ejecutar el plan, si no es así, su misión es realizar las acciones necesarias para corregir las deficiencias existentes. El ámbito de la planeación y el control de la producción incluyen el control de inventarios, que se encarga de tener los niveles de existencias adecuados de materias primas, trabajo en proceso y artículos terminados.

Los sistemas de apoyo a la manufactura, que constituyen el conjunto de procedimientos y sistemas utilizados por una compañía para resolver los problemas técnicos y logísticos que se encuentran en el proceso de planeación. El sistema de control de calidad es uno de los sistemas de apoyo a la manufactura, pero también consiste en instalaciones que se localizan dentro de la fábrica, equipo de inspección usado para medir y calibrar los materiales en proceso y los productos que se están ensamblando.

## **Conclusiones.**

En esta tesis se presentó la hipótesis de cómo planear y dirigir una línea de producción en una empresa metal-mecánica, desde la planeación, descripción de procesos, la importancia de la capacitación de los empleados para las diferentes actividades de producción, así como las funciones directivas recomendadas para llevar a cabo una correcta integración entre los puestos directivos y la producción también se presentó la elección de varios métodos de organización y de producción aplicados a los diferentes casos de Planeación. Organización, Integración y Control de las líneas de producción en una empresa metal-mecánica en México.

Una aportación importante de este trabajo, es la hipótesis de nuevos procesos que se pueden integrar a las líneas de producción, con la correcta gestión de estas tecnologías y la buena toma de decisiones dentro un sistema de fabricación, estos nuevos procesos ayudarán a la integración de numerosas variables de fabricación, sobre todo impactando de manera positiva el proceso de fabricación y desempeño buscado.

Es posible observar, que no solo los nuevos métodos de producción son de interés industrial, si no que en el entorno académico sirven para ilustrar un sinnúmero de fenómenos que ocurren dentro de los diferentes procesos de fabricación de algún componente, estos métodos pueden convertirse en un instrumento didáctico de gran valor.

Se cumple con el objetivo general planteado, proponiendo acciones de mejora de los procesos de fabricación que se ocupan en las empresas metal-mecánica en México, estos métodos cumplen con los principios de la manufactura, además se puede comprobar su efectividad dentro de las empresas que deseen implementar estas nuevas tecnologías.

Se muestra la hipótesis del uso de las nuevas tecnologías de fabricación, que se justifican en los casos industriales para entregar mejores resultados que con procesos anteriores, además, facilita la evaluación de líneas de producción reduciendo el número de operaciones que se deben realizar, dando una visión muy clara de los procesos y sus interacciones.

En este trabajo la intención no fue la optimización de la operación de una línea de fabricación específica de alguna empresa metal-mecánica, sino la comparación relativa de los nuevos procesos de fabricación y los que están utilizando dentro de las empresas metal-mecánicas.

Por esta razón, se hace la recomendación para un trabajo futuro de un diseño más completo y profundo, en búsqueda de la optimización de los procesos, que incluya los rangos de condiciones experimentales y el análisis riguroso de su factibilidad de integración en las líneas de producción, siendo donde se planea usar esta nueva tecnología incrementando la utilidad.

## Bibliografía.

- Almacenes, planeación, organización y control  
Autor: Alfonso García Cantú  
Editorial: trillas 1984.México.
- Logística; aspectos estratégicos.  
Autor: Martin Christopher colaboración Mario Rodríguez.  
Editorial: LIMUSA, 1999
- Logística empresarial  
Autor: Eduardo Arbones Malisani.  
Editorial Marcombo 1990, Barcelona.
- Logística empresarial, control y planificación.  
Autor: Ronald Ballow, Ramón Pérez Muñoz, Pilar Rubio de Lemus.  
Editorial: Díaz de Santos 1990, Madrid.
- Logística y costos  
Autor: Mikel Mouleon Torres.  
Editorial Díaz de Santos. 2006, España.
- Calidad total y logística  
Autor: José Presencia.  
Editorial: Alfaomega logis book 2010, Barcelona.
- Mantenimiento: planeación, ejecución y control.  
Autor: María Gutiérrez, Luis Alberto.  
Editorial Alfaomega 2009, México.
- Mantenimiento industrial; organización, gestión y control.  
Autor: Heber González  
Editorial: Alfaomega 2009, México.

- Mantenimiento de maquinaria.  
Autor: J. Deere  
Editorial: Moline Illinois 1999, Estados Unidos.
- Capacitación; Aspectos prácticos de la capacitación y el adiestramiento.  
Autor: Adolfo Tena Morelos.  
Editorial: FE Coparmex, 1995, México.
- La capacitación; un recurso dinamizador de las organizaciones.  
Autor: Oscar J. Blake.  
Editorial: E.P.S.O., 1992, Buenos Aires Argentina.
- El control de calidad en la empresa.  
Autor: Yu chuen-Tao.  
Editorial: Bilbao Deusto 1969 Bilbao.
- Control de calidad  
Autor: H. Besterfield, Raul Bautista Gutiérrez.  
Editorial: Prentice-Hall, 1995, México.
- Administración Estratégica: conceptos, competitividad y globalización.  
Autor: Michael a. Hitt  
Editorial: International Thompson, 2008, México.
- Administración Estratégica  
Autor Garth Saloner, Andrea Shepard.  
Editorial. LIMUSA WILEY, 2005, México.
- Materiales y procesos de manufactura para ingenieros.  
Autor: Doyle Keyser  
Editorial: Prentice Hall 1988, México.

- Procesos de manufactura versión SI  
Autor: BH Amstead, PH Fostwald ML Begemon.  
Editorial: CECSA 1981.
- Control de producción  
Autor: William Voris.  
Editorial: Mexicana S.A 1983, México.
- Manual de ingeniería y organización industrial  
Autor: HB Maynard.  
Editorial: Reverte S.A 2010
- Tecnología del acero.  
Autor: José María Lasheras y Esteban  
Editorial: CEDEL 1978
- Materiales y procesos de fabricación.  
Autor: E. Paul De Garmo.  
Editorial: Reverté 2002 España.
- Manual del ingeniero industrial 1 y 2  
Autor: William K. Hodsch  
Editorial: Mc Grawhill 1996 México.
- Planificación de la producción.  
Autor: Jhon L. Burbidge  
Editorial: Ediciones Deusto S.A.1982, España.
- Manual de producción.  
Autor: Alford-Bangs  
Editorial: Noriega editores.2006 Bogotá, Colombia

- Técnicas de ingeniería y tecnología en la producción.  
Autor: Luis Corrons Prieto  
Editorial: Ediciones Deusto S.A, 1982, España.
- Planeación de procesos  
Autor: Mark A. Curtis  
Editorial: LIMUSA 1998 México.