



77  
24

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA

**SISTEMAS ACTUALES PARA EL CONTROL DE LA  
PRODUCCION**

**T E S I S**  
PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**  
**P R E S E N T A :**  
**ADOLFO CEBALLOS TRADE**  
DIRECTOR DE TESIS: M.I. LEOPOLDO GONZALEZ GONZALEZ



CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, D.F.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

1996



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.

# **DEDICATORIA**

## **DEDICO EL PRESENTE TRABAJO:**

**A LA MEMORIA DE MIS PADRES Y MI HERMANO CASIMIRO, DE QUIENES APRENDI MUCHAS COSAS ENTRE OTRAS EL AMOR AL PROJIMO.**

**A MI HERMANO MANOLO POR SU AMOROSA RESPONSABILIDAD, CUIDADO Y EJEMPLO.**

**A MI AMADA CELINA , DULCE ESPOSA Y EXCEPCIONAL COMPAÑERA.**

**A MIS HIJOS ADOLFO Y JUAN MANUEL, CON TODO MI AMOR, DESEANDO QUE SIEMPRE TENGAN PRESENTE QUE AHI DONDE DIOS NOS HA PUESTO DEBEMOS FLORECER.**

**A MI FAMILIA CON AMOR, RESPETO Y ADMIRACION.**

**A MI DIRECTOR DE TESIS POR SU ORIENTACION, EMPUJE Y VALIOSA AYUDA.**

**A TODOS MIS COMPAÑEROS DE LA EMPRESA TELEVISA CON AGRADECIMIENTO.**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

# INDICE

<b><u>I</u></b>	<b><u>INTRODUCCION.</u></b>	<b>.1</b>
<b><u>II</u></b>	<b><u>SISTEMAS DE CONTROL DE LA PRODUCCION AMERICANOS.</u></b>	<b>.6</b>
2.1	Sistemas Tradicionales.	
2.1.1.	Tipos de Organización del Departamento de Control de Producción.	
2.1.2.	Procedimiento de Operación de los Sistemas Tradicionales de Manufactura.	
2.2	Sistemas Actuales.	15
2.2.1.	Intercambio Electrónico de Datos ( IED ).	
2.2.2.	Métodos de Planeación.	
2.2.3.	Subsistemas Alimentadores de ( MRP II ).	
<b><u>III</u></b>	<b><u>SISTEMAS DE CONTROL Y PROGRAMACION DE LA PRODUCCION JAPONESAS.</u></b>	<b>.25</b>
3.1	Justo a Tiempo ( Just in Time ) ( JIT ).	
3.2	Control Estadístico de Proceso ( SPC ).	.27
3.3	Fabricante de Categoría Mundial ( WCM ).	.29
<b><u>IV</u></b>	<b><u>CASO PRACTICO.</u></b>	<b>.31</b>
4.1	Planteamiento.	.33

4.1.1	Productos y Actividades de ( MAC )	
4.2	Desarrollo	38
4.2.1	Plan Anual de Ventas de ( MAC )	
4.2.2	Datos de Proceso y Capacidad Instalada.	
4.3	Ciclos y Subciclos.	60
4.3.1	Ordenes de Entrada.	
4.3.2	Adquisición de Materiales.	
4.3.3	Ciclos de Manufactura.	
4.3.4	Ciclo de Planeación de Requerimiento de Materiales.	
4.3.5	Ciclo de Embarques.	
<b><u>V</u></b>	<b><u>ANALISIS DE COSTOS.</u></b>	<b>.73</b>
5.1	Estimado de Costo.	.73
5.2	Tasa Interna de Retorno ( TIR ).	.73
5.3	Caso Práctico.	.76
<b><u>VI</u></b>	<b><u>CONCLUSIONES.</u></b>	<b>.82</b>
<b><u>VII</u></b>	<b><u>RELACION DE TABLAS Y FIGURAS.</u></b>	<b>.84</b>
<b><u>BIBLIOGRAFIA.</u></b>		<b>.87</b>

# I INTRODUCCION

EL PRESENTE TRABAJO PRETENDE MOSTRAR UN ANALISIS DE LOS DOS SISTEMAS DE PRODUCCION; AMERICANO Y JAPONES Y SU APLICACION EN UN CASO PRACTICO UTILIZANDO SUS BONDADES DE CADA UNO DE ELLOS, ADEMAS DE SERVIR COMO UNA GUIA O METODOLOGIA A SEGUIR PARA LA IMPLANTACION DE UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE CLASE MUNDIAL.

CUAL ES EL OBJETIVO FUNDAMENTAL DE UNA EMPRESA ?

- MEJOR SERVICIO AL CLIENTE ?
- REDUCCION DE COSTOS ?
- MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD ?
- MAYOR PENETRACION EN EL MERCADO ?

TODOS ESTOS OBJETIVOS SON UTILES PARA EL DESARROLLO DE LA EMPRESA, PERÓ EL OBJETIVO FUNDAMENTAL DE CUALQUIER COMPAÑIA DE MANUFACTURA ES TENER UTILIDADES A MEDIANO Y LARGO PLAZO.

EN LOS ULTIMOS 25 AÑOS HA OCURRIDO UN CAMBIO MUY SIGNIFICATIVO EN LAS EMPRESAS OCCIDENTALES.

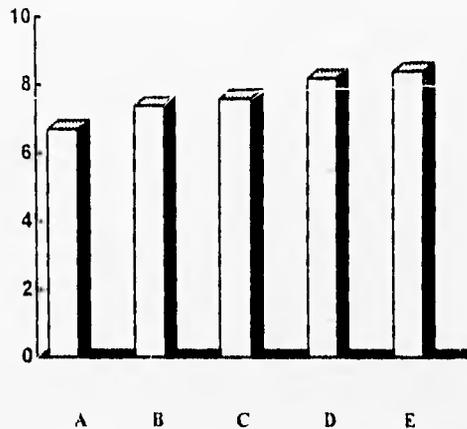
COMIENZA EN 1970 CON LA PERDIDA DE LA POSICION PREDOMINANTE EN LA INDUSTRIA PESADA COMO LA DEL ACERO, FUNDICION, Y TEXTILES; EN DONDE SE INICIA EL DESPLOME Y COMO CONSECUENCIA EL CIERRE DE PLANTAS DEBIDO A LA COMPETENCIA PRINCIPALMENTE JAPONESA ( HITACHI METALS LTD. , SUMITOMO CO. ETC.). LAS EMPRESAS AMERICANAS ADJUDICAN EL DESPLOME AL BAJO COSTO DE MANO DE OBRA . ASI COMO AL EQUIPO MAS MODERNO Y VERSATIL QUE UTILIZAN LOS JAPONESES.

EN 1975 SE PIERDE LA JERARQUIA EN LA MANUFACTURA DE EQUIPOS ELECTRODOMESTICOS, HORNOS, EQUIPOS DE SONIDO, TELEVISORES, VIDEOCASETERAS,ETC., ESTA VEZ EL PROBLEMA ES LA INVASION DEL MERCADO POR PARTE DE JAPON Y TAIWAN CON PRODUCTOS CON TECNOLOGIA COPIADA Y MUY BAJO COSTO.

EN 1980 EL MODELO DEL PATRON AMERICANO DE MANUFACTURA: LA INDUSTRIA DEL AUTOMOVIL, SE VE SERIAMENTE AFECTADA CUANDO LOS CONSUMIDORES DOMESTICOS DECIDEN ADQUIRIR AUTOMOVILES MANUFACTURADOS EN JAPON, DEBIDO A LAS RAZONES QUE SE ILUSTRAN EN LA TABLA 1.1 Y FIGURA 1.1, A CONTINUACION

BARRA	ARGUMENTO	RANGO
A	- LINEA DE DISEÑO.	6.7
B	- CONFORT DE MANEJO.	7.4
C	- PRECIO DE VENTA.	7.6
D	- ECONOMIA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE.	8.2
E	- DURACION.	8.4
E	- CALIDAD DE SUS PARTES.	8.4
E	- CONFIABILIDAD.	8.4

**TABLA 1.1**  
**ARGUMENTOS PARA COMPRA DE AUTOMOVILES - RANGOS PROMEDO EN**  
**ESCALA DE 10 PUNTOS. REF. [8]**



**FIGURA 1.1**  
**ARGUMENTOS DE COMPRA - RANGOS PROMEDIO**  
**EN UNA ESCALA DE 10 PUNTOS. REF. [8]**

A MEDIADOS DE LOS AÑOS OCHENTA LAS EMPRESAS AMERICANAS PIERDEN SU JERARQUIA EN LA PRODUCCION DE MICROCIRCUITOS, Y SE INICIA EL DECLIVE DE LA INDUSTRIA AEROESPACIAL.

EN 25 AÑOS HEMOS VISTO CAMBIOS IMPORTANTES DE LIDERAZGO EN LA INDUSTRIA AMERICANA. DESDE LA BASICA HASTA LA DE ALTA TECNOLOGIA. LA PERDIDA DE MERCADO, LA BAJA PRODUCTIVIDAD, EL ALTO INDICE DE DESEMPLEO, LA POSICION COMPETITIVA ANTE EL MERCADO MUNDIAL, SON SINTOMAS DE UNA BAJA CONSIDERABLE DE RANGO

DENTRO DE LOS FACTORES QUE SE PUEDEN CONSIDERAR COMO MAS IMPORTANTES DE ESTA SITUACION SE ENCUENTRAN:

### LA CALIDAD

HASTA 1980 LA TENDENCIA DENTRO DE LAS AREAS DE CONTROL DE CALIDAD EN LAS EMPRESAS AMERICANAS, SE ENFOCO HACIA LA REDUCCION DE RECHAZOS, USANDO EL CONCEPTO ADMISIBLE, LO QUE IMPLICABA ACEPTAR UN PORCENTAJE DE LA PRODUCCION COMO DEFECTUOSO, MIENTRAS EN LAS EMPRESAS JAPONESAS YA SE MANEJABA EL CONCEPTO DE CERO DEFECTOS.

### CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO.

CON LA LLEGADA DE LA TECNOLOGIA ELECTRONICA, EL DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS Y SU INTRODUCCION AL MERCADO MUNDIAL DISMINUYE NOTORIAMENTE EL TIEMPO DE VIDA DEL PRODUCTO. LO ANTERIOR AFECTA A LAS COMPAÑIAS QUE MANTIENEN SISTEMAS CONVENCIONALES DE DISEÑO Y MANUFACTURA, REQUIRIENDOSE CADA VEZ CON MAS FRECUENCIA EQUIPO AUTOMATIZADO DE MANUFACTURA PERO SOBRE TODO DEL TIPO FLEXIBLE CAPAZ DE MANEJAR LOTES PEQUEÑOS DE PRODUCCION, Y VARIEDAD DE PRODUCTOS.

### SISTEMAS DE CONTROL.

LOS SISTEMAS DE CONTROL REQUIRIERON DE ADECUARSE A LOS CAMBIOS , PASANDO DEL CONTROL DE TIPO MANUAL A SISTEMAS AUTOMATIZADOS, PERO SIEMPRE UN PASO ATRAS (FILOSOFIA DEL SEGUIDOR), RESPECTO A SISTEMAS LOGISTICOS JAPONESES (FILOSOFIA DEL LIDER).

### ROTACION DE INVENTARIOS.

ESTE RENGLON TAMBIEN CONTRIBUYO A LA PERDIDA DE COMPETITIVIDAD CON RESPECTO A JAPON, YA QUE MIENTRAS EL ESTANDAR AMERICANO MANEJABA DE 2 A 5 ROTACIONES DE INVENTARIO ANUALMENTE, EL JAPONES FLUCTUABA ENTRE 5 Y 20 .

A MEDIADOS DE LOS AÑOS OCHENTA LAS EMPRESAS AMERICANAS ACEPTAN ESTAR ATRAS DE LAS JAPONESAS Y SOBRE ESTA BASE INICIAN EL ANALISIS DE LAS TECNICAS DE SUS COMPETIDORES A FIN DE REESTRUCTURAR SUS MODELOS DE MANUFACTURA. COMO RESULTADO DE LO ANTERIOR HA SURGIDO UNA NUEVA TECNOLOGIA AMERICANA QUE ESTA LOGRANDO LA RECUPERACION DEL TERRENO PERDIDO.

# **II SISTEMAS DE CONTROL Y PROGRAMACION**

## **DE LA PRODUCCION AMERICANOS.**

### **2.1 SISTEMAS TRADICIONALES**

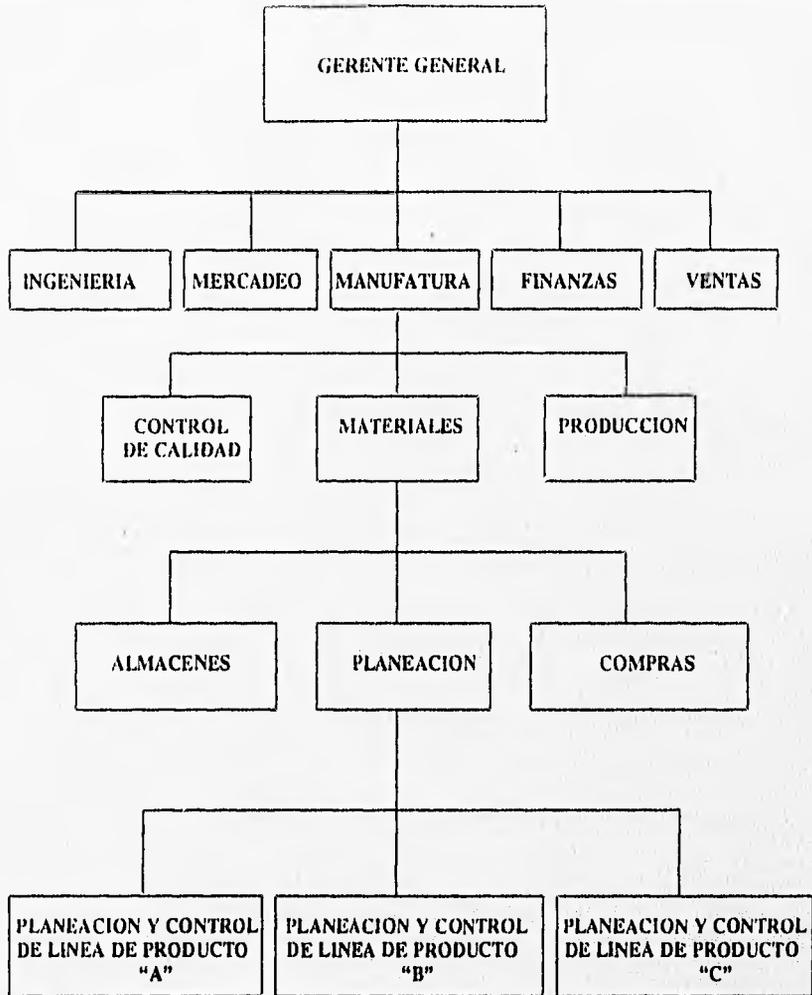
PARA ALCANZAR LOS OBJETIVOS DE UNA EMPRESA, SEA PARA MANUFACTURAR BIENES O PARA LA VENTA DE SERVICIOS, SE REQUIERE PROGRAMAR Y CONTROLAR EL ORDEN EN QUE LA ORGANIZACION DE MANUFACTURA COORDINARA LAS ACTIVIDADES A FIN DE CUMPLIR LOS OBJETIVOS SIGUIENTES:

- LA ACTIVIDAD DE COMPRAS.
- LA PROGRAMACION DEL EQUIPO DE PROCESO Y LOS SERVICIOS NECESARIOS PARA CUMPLIR CON LA PRODUCCION REQUERIDA.
- PLANEAR EL FLUJO DE MATERIALES.
- ALMACENAJE Y CONTROL DE LAS HERRAMIENTAS NECESARIAS.
- ALMACENAJE DEL PRODUCTO TERMINADO PARA SU DISTRIBUCION.

LA COMPLEJIDAD DEL DEPARTAMENTO DEPENDE, DEL TAMAÑO DE LA PLANTA, EL TIPO DE PRODUCTO, LA CANTIDAD DE PARTES QUE CONFORMAN EL PRODUCTO Y EL TIPO DE PROCESO.

#### **2.1.1. TIPOS DE ORGANIZACION DEL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE PRODUCCION.**

**2.1.1.1. CENTRALIZADO.**- EN ESTE TIPO DE ORGANIZACION TODAS LAS ACTIVIDADES SON RESPONSABILIDAD DEL GERENTE DEL DEPARTAMENTO, QUIEN ES ASISTIDO POR PROGRAMADORES, RESPONSABLES CADA UNO DEL CONTROL DE LA PRODUCCION DE UN DEPARTAMENTO O GRUPO DE DEPARTAMENTO CON PROCESOS RELACIONADOS; DE LOS CUALES CUENTAN CON EL CONOCIMIENTO DEL EQUIPO, SU CAPACIDAD, EL TIEMPO DE ARRANQUE Y SU EFICIENCIA, VER FIGURA 2.1.



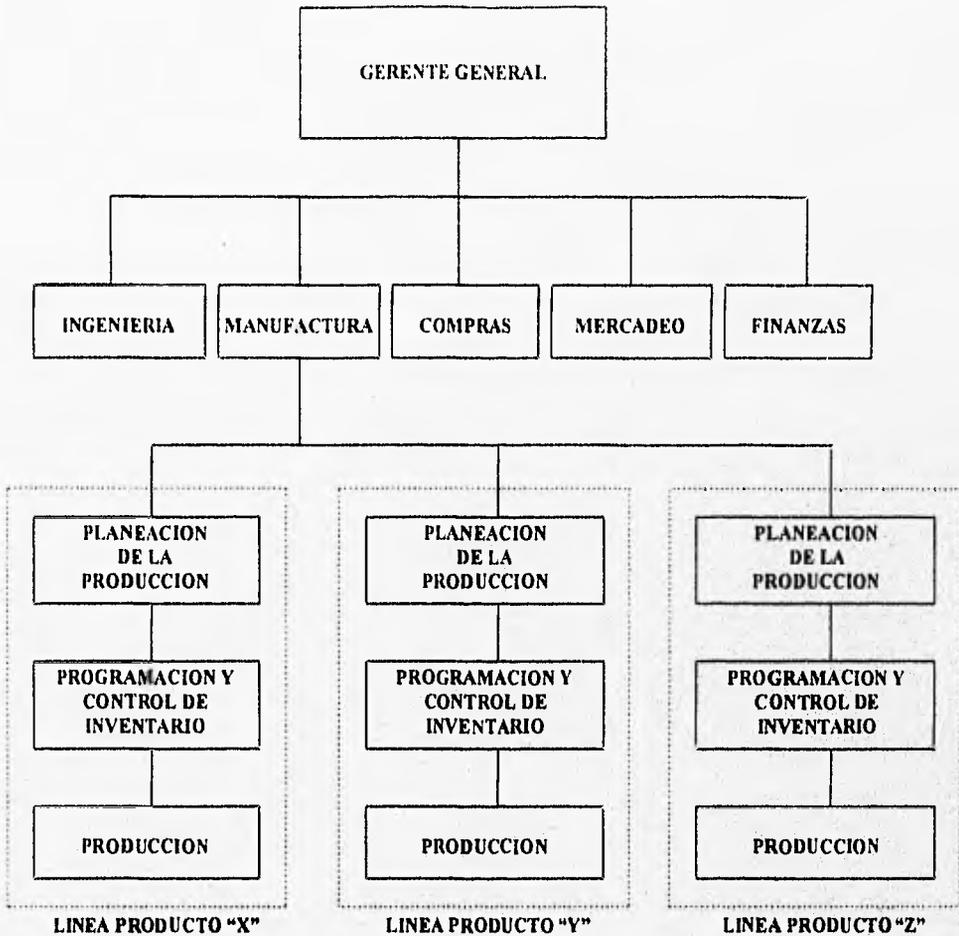
**FIGURA 2.1.**  
**ORGANIZACION DE UNA COMPAÑIA DE MANUFACTURA CON**  
**UN SISTEMA CENTRALIZADO DE CONTROL DE PRODUCCION.**  
**REFERENCIA [10]**

LA DESVENTAJA DE ESTA ORGANIZACION RADICA EN LA INVERSION DE TIEMPO EXTRA EN LA REVISION DE LOS PROGRAMAS POR LOS GERENTES DE PRODUCCION YA QUE NORMALMENTE EL PROGRAMADOR NO DESARROLLA PROGRAMAS REALES DE PRODUCCION.

POR OTRO LADO SUS VENTAJAS SON:

- PROPORCIONAR INSTRUCCIONES UNIFICADAS A FIN DE CUMPLIR CON LO PROGRAMADO POR TODOS LOS DEPARTAMENTOS.
  
- LA CANTIDAD DE DOCUMENTACION Y PERSONAL NECESARIOS PARA EL DESARROLLO DEL TRABAJO SE MANTIENE AL MINIMO.
  
- SE PUEDE CAPTAR INFORMACION EXPEDITA ACERCA DEL ESTATUS QUE GUARDA LA PRODUCCION DESDE UN PUNTO CENTRAL DE CONTROL.

**2.1.1.2. DEPARTAMENTAL.**- ESTE MODELO SE UTILIZA PRINCIPALMENTE EN PLANTAS DONDE LOS LOTES DE PRODUCCION SON PEQUEÑOS Y CON GRAN CANTIDAD DE PARTES. LA PROXIMIDAD DEL GRUPO DE CONTROL DEPARTAMENTAL A LA LINEA DE PRODUCCION REDUNDA EN UNA PROGRAMACION MAS EFICIENTE, QUE PERMITE OPTIMIZAR EL ARRANQUE DE MAQUINA, LA SECUENCIA DEL PROCESO, LOS EFECTOS DE LA CURVA DE APRENDIZAJE Y LA OPTIMIZACION DEL PROCESO EN SI, VER FIGURA 2.2



**FIGURA 2.2.**  
**ORGANIZACION DE UNA COMPAÑIA DE MANUFACTURA CON**  
**SISTEMA DEPARTAMENTAL DE CONTROL DE PRODUCCION.**  
**REFERENCIA [10]**

LAS DESVENTAJAS DE ESTE TIPO DE ORGANIZACION CONSISTEN EN EL INCREMENTO DE REPORTES ESCRITOS PARA ASEGURAR LA COMUNICACION EFECTIVA ENTRE DEPARTAMENTOS. TANTO LOS REPORTES COMO LA GENTE REQUERIDA SE DUPLICAN. Y EL ESTATUS QUE GUARDA EL INVENTARIO Y EL PROCESO REQUIEREN DE MAYOR TIEMPO AL TENER QUE CONCILIAR TODOS LOS REPORTES EN UNO.

### **2.1.2. PROCEDIMIENTO DE OPERACION DE LOS SISTEMAS TRADICIONALES DE MANUFACTURA.**

CUANDO UN PRODUCTO PROPUESTO HA SIDO DESARROLLADO, DISEÑADO, PRUBADO Y APROBADO TANTO EN FUNCIONAMIENTO COMO APARIENCIA, Y POSTERIOR A QUE LOS PLANES Y ESTIMADOS DE PROCESO HAN SIDO APROBADOS CON O SIN CAMBIOS. LOS PASOS A SEGUIR PARA LA PROGRAMACION Y EL CONTROL DE LA PRODUCCION DE DICHO PRODUCTO SON COMO SIGUE:

1) MERCADEO GENERA UNA ORDEN DE PRODUCCION CON:

- A) CARACTERISTICAS Y FUNCIONES REQUERIDAS DEL PRODUCTO.
- B) LOTE DE PRODUCCION.
- C) REQUERIMIENTOS DE EMBARQUE.

2) INGENIERIA DE PRODUCTO: PREPARA LOS PLANOS CON ESPECIFICACIONES DEL DISEÑO APROBADO PARA PRODUCCION Y EMITE LISTADO DE MATERIALES ACTUALIZADOS.

3) CONTROL DE PRODUCCION CHECA EL LISTADO DE MATERIALES Y VERIFICA DISPONIBILIDAD DE HERRAMIENTA Y EQUIPO NECESARIO PARA LA PRODUCCION DE LOS MATERIALES QUE NO SERAN COMPRADOS, ASI COMO LOS TIEMPOS DE ENTREGA, TANTO DE LAS PARTES COMPRADAS COMO DE LAS MANUFACTURADAS.

GENERA HOJAS DE CONTROL DE PROCESO QUE DEBERAN ESTARSE ACTUALIZANDO, EN BASE A LA CAPACIDAD INSTALADA, Y A LOS REQUERIMIENTOS DE EMBARQUE, PROGRAMANDO LA PRODUCCION EN UNA CANTIDAD ACEPTABLE. VER FIGURA 2.3.

FORMA No. CP-001		HOJA MAESTRA DE PROCESO		PAGINA 1 DE 1	
RESPONSABLE: A. CEBALLOS		ORDEN No.: 1925/94		FECHA: 20-Oct-94	
TIPO DE PROCESO ENSAMBLE FINAL MODULO A			DIBUJO O ESPECIFICACIONES No.: 37943		
TAMAÑO DEL LOTE: 1.000 PIEZAS		%	CICLO	EST.	
		TIEMPO	HRS	TRAB.	
OP.	DESCRIPCION GENERAL DEL PROCESO	MUERTO		No.	
A	ENSAMBLE MECANICO - Conectores y terminales de la Tarjeta de Circuito Impreso son mecánicamente ensambladas en cada estación de trabajo.	1%	0.034	EF/ 1-45	
B	CONEXIONES ELECTRICAS.- Todas las conexiones son manualmente soldadas.	1%	0.034	50-100	
C	ENSAMBLE FINAL.- La tarjeta de Circuito Impreso y los subensambles son mecánicamente sujetos al Gabinete.	1%	0.1	100-135	
D	PRUEBA ELECTRICA.- Se efectuará al término de la operación C.				
D	1.- Checar continuidad en puntos 27, 36, 58 y 96 módulo A. 2.- Conectar Módulo A y verificar niveles de salida en terminales A, B Y C. 3.- Efectuar retrabajo si se detecta falla o retraso. Sujetar fuente poder a Gabinete mediante ocho tornillos cabeza phillips y rondana de presión.	80 20 50	30	30	
C	Sujetar tarjeta de Circuito Impreso al Gabinete con 4 tornillos cabeza phillips para aluminio y conectar harnes No. 2 con subensamble de fuente de poder.	50	35	35	
B	1.- Soldar terminales 1 y 2, harnes No. 1 a tierra. 2.- Soldar terminales 5, 6 y 7, harnes No. 3 a panel de iluminación.	25 75	50	50	
A	1.- Insertar harnes nO. 1 en Terminal 1, de la tablilla de Circuito Impreso. 2.- Insertar harnes No. 2 en Terminal 2, de la tablilla de Circuito I. 3.- Insertar harnes No. 3 en Terminal 3, de la tablilla de Circuito I.	30 20 50	45	45	
DETALLE DE PROCESO		% PRODUCCION	No. DE ESTACIONES	No. DE OPERACIONES	

FIGURA 2.3.  
HOJA DE CONTROL DE PROCESO REFERENCIA [3]

### **2.1.2.1. PROGRAMACION.-**

CUANDO SE MANUFACTURA UN NUMERO PEQUEÑO DE PARTES CONTINUAMENTE LA FUNCION DE PROGRAMACION ES SIMPLE. EL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS PUEDE PLANEARSE Y SER LLEVADO A CABO POR PROVEEDORES CAYENDO EN UNA RUTINA.

LA COMPLEJIDAD SE INCREMENTARA EN FORMA DIRECTAMENTE PROPORCIONAL AL NUMERO DE PARTES A PRODUCIR.

HAY DOS TIPOS DE PROGRAMACION.

**2.1.2.1.1. PROGRAMA MAESTRO DE PRODUCCION.-** QUE ES LA REPRESENTACION DEL TRABAJO A REALIZAR EN LA PLANTA, PARA PRODUCIR UN LOTE DE PARTES EN UN PERIODO DE TIEMPO, PROPORCIONANDO UNA IMAGEN CLARA DE LA RESPONSABILIDAD DE CADA AREA. NORMALMENTE UTILIZADA PARA PROGRAMACION A LARGO PLAZO, PERMITIENDO EL BALANCEO ADECUADO DE LA MANO DE OBRA A UTILIZAR.

**2.1.2.1.2. PROGRAMACION DE MANUFACTURA.-** SE EFECTUA SEMANALMENTE PARA LOGRAR UNA PROGRAMACION DIA A DIA, LO CUAL PERMITE EL CONTROL DE LOS FACTORES SIGUIENTES:

- A) TIEMPOS MUERTOS DEBIDO A HERRAMIENTA EN MALAS CONDICIONES.
- B) TIEMPOS MUERTOS POR REPARACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS.
- C) PARTES FALTANTES O DEFECTUOSAS.
- D) AUSENTISMO.
- E) CANCELACIONES.

### 2.1.2.2. CONTROL DE INVENTARIO.

EL INVENTARIO EN UNA PLANTA ESTA FORMADO POR MATERIALES DIRECTOS, MATERIALES INDIRECTOS Y REFACCIONES. EL VALOR DE LOS MATERIALES DIRECTOS NO SOLO EXCEDE EL DE LOS INDIRECTOS SINO AUN A VECES LO INVERTIDO EN LA PLANTA Y EL EQUIPO. DEBIDO A LO ANTERIOR EL CONTROL DEL INVENTARIO REQUIERE DE ESPECIAL ATENCION. ESTE CONTROL CONSISTE EN PLANEAR LAS NECESIDADES DE INVENTARIO, EL CONTROL DEL MATERIAL, LA DETERMINACION DEL TAMAÑO DE LOS LOTES DE PRODUCCION Y LA PROGRAMACION DE LOS MISMOS, LA REVISION DE LA ROTACION DEL INVENTARIO, EL COSTO Y POR ULTIMO DEL MANTENIMIENTO DE LOS RECORDS.

LA PLANEACION DEL INVENTARIO SE EFECTUA A LARGO ( 6 MESES A 5 AÑOS), MEDIANO ( MES A MES) O CORTO PLAZO ( DIA A DIA).

LA EVALUACION DE LOS CAMBIOS DE PRECIO DE LOS MATERIALES, LAS CONDICIONES DEL MERCADO, LA DISPONIBILIDAD DE CAPITAL SON LOS FACTORES QUE DICTAN LA POLITICA PARA EL MONTO DEL INVENTARIO.

LA ROTACION DE INVENTARIOS ES LA FORMA DE MEDIR EL CONTROL SOBRE EL INVENTARIO, Y LA FRECUENCIA CON QUE SE ROTA. ESTA DIRECTAMENTE RELACIONADA CON CUMPLIR LOS PROGRAMAS DE PRODUCCION, MANTENER AL MINIMO EL COSTO DE ALMACENAJE, Y NIVEL DE INVENTARIO, UTILIZAR EL ESPACIO CON EFICIENCIA, APROVECHAR LAS CONDICIONES DE MERCADO Y MANTENER SU COSTO FINANCIERO.

EN ALGUNAS EMPRESAS EL DEPARTAMENTO DE RECIBO Y EMBARQUES FORMA PARTE DEL AREA DE CONTROL DE PRODUCCION. Y SUS FUNCIONES SON:

1. REGISTRAR TODOS LOS MATERIALES QUE SE RECIBAN, Y PASARLOS A INSPECCION DE RECIBO (CONTROL DE CALIDAD).
2. LA ACTUALIZACION DE REGISTROS DE LOS INVENTARIOS.
- 3 LA DISTRIBUCION O ACOMODO DEL MATERIAL O BIENES YA APROBADOS A SU DESTINO ASIGNADO.

LOS SISTEMAS DE CONTROL DESCRITOS HASTA ESTE PUNTO. NOS PERMITEN OBSERVAR LA TENDENCIA DE LA INDUSTRIA AMERICANA HASTA FINES DE LOS SETENTAS.

CARACTERISTICAS PRINCIPALES COMO PERMITIR, RETRABAJO, QUE SE DERIVA DE UNA POLITICA DE MANUFACTURA QUE ADMITIA EL CONCEPTO ACEPTABLE PERMITIENDO UN PORCENTAJE DE PRODUCTO EN PROCESO O TERMINADO RECHAZADO.

LA UTILIZACION DE MULTIPLES FORMAS DE CONTROL MANUAL COMO LAS REQUISICIONES DE COMPRA, LA SOLICITUD DE MATERIAL AL ALMACEN, EL REPORTE DE RECIBO DE MATERIAL O PRODUCTO TERMINADO, LAS TARJETAS VIAJERAS Y OTRAS, PERMITIAN EL INCREMENTO DEL FACTOR DE ERROR AL REPORTAR CON DEFASAMIENTO CON RESPECTO AL RITMO DE PRODUCCION.

LA PLANEACION DE LA PRODUCCION TENIENDO COMO BASE LAS PROMESAS DE ENTREGA POR PARTE DE LOS PROVEEDORES, ASI COMO LA FILOSOFIA DE MANEJAR GRANDES LOTES DE FABRICACION CON ROTACIONES DE INVENTARIO LENTAS Y CAMBIOS DE PRODUCTO POCO DINAMICOS.

LA MAYOR PARTE DE LAS COMPAÑIAS DE MANUFACTURA EN MEXICO EN LA ACTUALIDAD CONSERVAN EL MODELO TRADICIONAL DE LA INDUSTRIA AMERICANA, CON LOS AGRAVANTES SIGUIENTES:

- 1 - LOS PROVEEDORES NO CUMPLEN CON SU TIEMPO DE ENTREGA EN UN 80%.
- 2.- EL CICLO DE VIDA DE LOS PRODUCTOS ES ALARGADO EN LUGAR DE REDUCIRLO.
- 3.- SE DEBEN MANTENER NIVELES DE INVENTARIO DE SEGURIDAD POR LA FALTA DE CONFIABILIDAD DE LOS PROVEEDORES.
- 4 - SE MANTIENE UN GRUPO DE CONTROL DE CALIDAD DE RECIBO, DE PROCESO Y DE PRODUCTO FINAL.
5. HAY REACCION NEGATIVA AL USO DE TECNOLOGIA DE CUALQUIER TIPO QUE AFECTE LOS INTERESES DE TERCEROS.

LAS EXCEPCIONES A LO ANTERIOR SON ALGUNAS COMPAÑIAS TRASNACIONALES, YA SEA EN LA MODALIDAD DE FABRICA O DE MAQUILADORA.

## **2.2. SISTEMAS ACTUALES.**

EL NUMERO ABSOLUTO DE PLAZAS EN LAS PLANTAS DE MANUFACTURA HA DECRECIDO, ASI TAMBIEN LOS NIVELES MARCADOS DE ADMINISTRACION, ADOPTANDO ORGANIZACIONES CON MENOS ENFASIS EN LA JERARQUIA Y MENOS DISTINCION ENTRE EJECUTIVOS Y EJECUTANTES.

LA FUNCION TRADICIONAL DE MERCADEO, MANUFACTURA, INGENIERIA, FINANZAS Y PERSONAL DEJA DE SER IMPORTANTE PARA LA DEFINICION DE OBJETIVOS.

EL ENFOQUE PRINCIPAL DE LAS EMPRESAS ES HACIA LA CREACION DE CLIENTES SATISFECHOS Y EL INCREMENTO DE LA FLEXIBILIDAD DE PRODUCCION QUE INCLUYE EL DESARROLLO DE NUEVA INFORMACION TECNOLOGICA.

COSTO, CALIDAD Y EMBARQUE Y LINEAS DE DISTRIBUCION SE HAN CONVERTIDO EN LOS CONCEPTOS CLAVE DE LA OPERACION DE MANUFACTURA.

EL CONCEPTO ACTUAL DE LA ADMINISTRACION DE MATERIALES SE BASA EN:

1 - PROVEER UN FLUJO ININTERRUMPIDO DE MATERIAL Y SERVICIOS AL SISTEMA OPERATIVO.

2 - MANTENER LA INVERSION DEL INVENTARIO AL MINIMO.

3 - MAXIMIZAR LA CALIDAD.

4 - EL DESARROLLO DE FUENTES CALIFICADAS DE ABASTECIMIENTO.

5 - LA ESTANDARIZACION INTERNACIONAL.

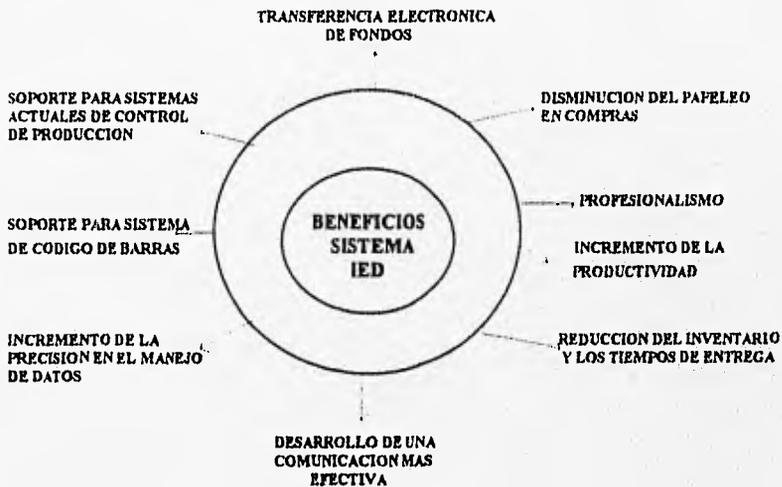
6 - LA ADQUISICION DE MATERIALES A LA MEJOR RELACION COSTO BENEFICIO.

LA TECNOLOGIA ACTUAL EN COMPUTACION PERMITE LA OBTENCION EN TIEMPO REAL DE PARAMENTROS DE CONTROL PARA LA OPERACION DEL PROGRAMA LOGISTICO DE MANUFACTURA.

### 2.2.1. INTERCAMBIO ELECTRONICO DE DATOS (IED).

HERRAMIENTA ACTUAL EN LOS SISTEMAS DE CONTROL DE PRODUCCION, CON EL (IED) SE HA LOGRADO EL AHORRO SIGNIFICATIVO DEL COSTO DE PROCESAMIENTO DE OPERACIONES AL EFECTUARLAS AUTOMATICAMENTE, EVITANDO EL PAPELEO Y EL ERROR HUMANO, LO QUE INCREMENTA LA EFICIENCIA DEL SISTEMA.

LOS BENEFICIOS DEL SISTEMA (IED) SE MUESTRAN EN LA FIGURA 2.4.



**FIGURA 2.4.**

**INTERCAMBIO ELECTRONICO DE DATOS (IED)  
REFERENCIA [4]**

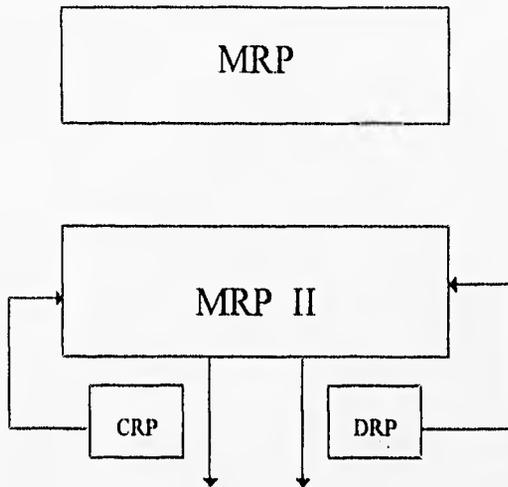
EL USO DEL SISTEMA (IED) AYUDA A LA OPTIMIZACION DE LA COMUNICACION E INTERCAMBIOS DE INFORMACION EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCION. LOGRANDO UNA MEJOR SINCRONIZACION Y RESPUESTA A LOS CAMBIOS EN LAS DEMANDAS DEL MERCADO POR EL CONTROL QUE SE LOGRA EN LOS TIEMPOS DE ENTREGA Y EL CONTROL DE INVENTARIO. ASI MISMO, LOGRA, LA REDUCCION DE COSTOS EN MANO DE OBRA ASOCIADA AL FLUJO DE INFORMACION.

LA ADMINISTRACION DE MATERIALES ES UN CONCEPTO CONGRUENTE CON LA FORMA DE CONTROLAR LOS SISTEMAS DE MANUFACTURA. ORGANIZANDO, COORDINANDO E INTEGRANDO LAS FUNCIONES DE ABASTECIMIENTO Y LOGISTICA. CON EL OBJETIVO DE LOGRAR EL TOTAL INVOLUCRAMIENTO DE TODAS LAS AREAS DE UNA PLANTA PRODUCTIVA PARA UNA SIGNIFICATIVA ELEVACION DE LA PRODUCTIVIDAD Y EL DESEMPEÑO DE ESTA.

LA ADMINISTRACION DE MATERIALES ES UNA INTEGRACION PLANEADA DE TECNOLOGIAS Y SUBSISTEMAS DISEÑADOS PARA LOGRAR EL TRABAJO SINCRONIZADO DE LAS AREAS DE ALMACEN, CONTROL DE INVENTARIOS, DISTRIBUCION INTERNA Y EXTERNA, PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION Y EL USO EFICIENTE DE LAS INSTALACIONES Y RECURSOS DE UN SISTEMA DE MANUFACTURA.

COORDINADA CON EL CONCEPTO DE MANUFACTURA FLEXIBLE Y OPERACION DE ENSAMBLE, APLICANDO LAS TECNICAS ACTUALES DE ABASTECIMIENTO SE LOGRA OPTIMIZAR EL SERVICIO AL CLIENTE, SE MINIMIZA LA INVERSION EN LOS INVENTARIOS Y SE OPTIMIZA LA EFECTIVIDAD DE OPERACION DEL SISTEMA DE MANUFACTURA.

### 2.2.2 METODOS DE PLANEACION



**FIGURA 2.5.**  
**SISTEMAS PARA LA EXPLOSION, FLUJO Y CONTROL**  
**DE MATERIALES. REFERENCIA [10].**

PLANEACION DE LOS REQUERIMIENTOS DE MATERIAL (MRP).

PLANEACION DE LOS RECURSOS DE MANUFACTURA (MRPII).

SON LOS PRIMEROS SISTEMAS DESARROLLADOS PARA LA SOLUCION DE PROBLEMAS LOGISTICOS EN LOS SISTEMAS DE MANUFACTURA. TODOS ELLOS SE BASAN EN LA ACTUALIZACION DE DATOS EN TIEMPO REAL.

MRP ES UN SISTEMA BASADO EN LA EXPLOSION DE MATERIALES CON EL PROPOSITO DE GENERAR UN PROGRAMA DE MANUFACTURA. ES UNA HERRAMIENTA DE LA ADMINISTRACION PARA EL CONTROL DEL FLUJO DE EFECTIVO ASI COMO PARA EL

MANTENIMIENTO DEL INVENTARIO CON CAPACIDAD PARA MANEJAR LA FUNCION DE COMPRAS. OPTIMIZANDO LA PRODUCTIVIDAD.

UNO DE LOS PROBLEMAS MAS USUALES CON EL CONTROL DE INVENTARIOS ES QUE LA MAYORIA DE LOS BIENES Y/O COMPONENTES SE FABRICAN EN LOTES NORMALMENTE PEQUEÑOS, Y LA DEMANDA DE ESTOS NO ES CONTINUA. LA DEMANDA DE ELLOS ESTA BASADA EN UNA PROYECCION DE VENTAS PROPORCIONADA POR EL AREA DE MERCADO, CON LO QUE SE LLEVA A CABO LA EXPLOSION DE LOS LISTADOS DE MATERIALES PARA UN PRODUCTO TERMINADO. LO ANTERIOR REQUIERE LA ALIMENTACION AL SISTEMA DE MANUFACTURA DE LOTES PEQUEÑOS DE PARTES EN INTERVALOS CORTOS DE TIEMPO.

(MRP) CONSIDERA TODOS LOS PUNTOS ANTERIORES Y APOYADO EN EL USO DE COMPUTADORAS ES CAPAZ DE MANEJAR GRAN CANTIDAD DE INFORMACION EFECTUANDO SU ANALISIS Y TOMA DE DECISIONES.

LA DIFERENCIA PRINCIPAL ENTRE (MRP) Y LOS METODOS ESTADISTICOS TRADICIONALES DE PLANEACION UTILIZADOS PARA EL CONTROL DE INVENTARIOS SE DEBE A QUE (MRP) ESTA ENFOCADO HACIA EL PRODUCTO TERMINADO Y LA PROYECCION DE SU DEMANDA, EN VEZ DEL COMPORTAMIENTO DE SUS COMPONENTES.

EL OBJETIVO DE (MRP) ES EL CONTROL Y FLUJO CORRECTO DE LOS MATERIALES A TRAVES DEL SISTEMA DE MANUFACTURA Y EL SOPORTE, LA PLANEACION Y EJECUCION DEL PROGRAMA MAESTRO, PROCESANDO LA INFORMACION. ESTO ASEGURA QUE TANTO MATERIA PRIMA COMO PARTES EN PROCESO, ESTEN DISPONIBLES EN LA CANTIDAD Y TIEMPO REQUERIDOS.

EL BENEFICIO DE INSTALAR UN SISTEMA (MRP), SE PUEDE MEDIR EN LA HABILIDAD PARA LA DETERMINACION DE LOS REQUERIMIENTOS BRUTOS PARA CADA PRODUCTO. EXPLOTANDO SU LISTADO DE COMPONENTES EN UN PROGRAMA MAESTRO. ENTENDIENDOSE REQUERIMIENTO BRUTO COMO EL TOTAL DE PARTES COMPONENTES QUE FORMAN EL PRODUCTO.

LA FIGURA 2.2. MUESTRA UNA RED (MRP), SUS RETROALIMENTACIONES Y SUS SUBSISTEMAS DE MALLA CERRADA.

LOS ELEMENTOS DE RETROALIMENTACION PROPORCIONAN AL SISTEMA SOLUCIONES A PROBLEMAS COMO:

- LA CANTIDAD DE PRODUCTO TERMINADO QUE LA EMPRESA ES CAPAZ DE PRODUCIR.
  
- EL INVENTARIO REAL Y LA CAPACIDAD INSTALADA EXISTENTE.
  
- LOS COMPONENTES Y MATERIALES QUE SE DEBEN ADQUIRIR PARA PRODUCIR UN VOLUMEN DADO DE PRODUCTO TERMINADO.

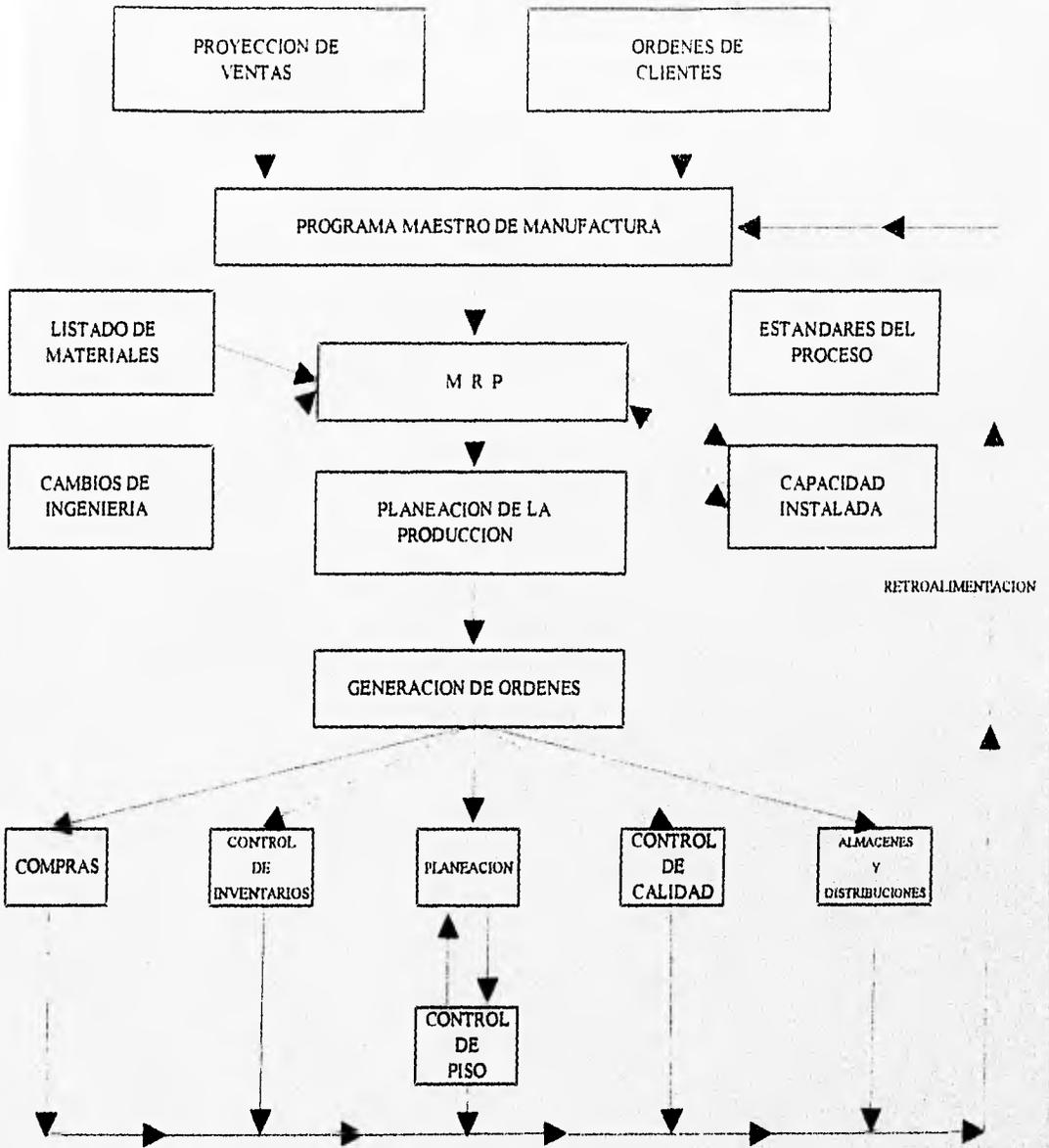


FIGURA 2.6.

PLANEACION DE LOS REQUERIMIENTOS DE MATERIALES Y MANUFACTURA, MOSTRANDO LOS ELEMENTOS DE RETROALIMENTACION. REF. [10]

(MRP II) ES EL RESULTADO DE LA OPTIMIZACION DE (MRP), EN DONDE EL CONCEPTO ES LA PLANEACION Y MUESTREO DE TODOS LOS RECURSOS EXISTENTES EN LA PLANTA. ASOCIANDO:

- FINANZAS
- MERCADEO
- INGENIERIA
- VENTAS
- MANUFACTURA
- COMPRAS
- INVENTARIOS

CON LA IMPLEMENTACION DE ESTE SISTEMA, ASOCIAMOS EL COSTO FINANCIERO A NUESTRO CONTROL DE PROCESO, OBTENIENDO HORAS PROMEDIO DE MANUFACTURA POR CADA COMPONENTE Y LA CAPACIDAD INSTALADA REQUERIDA POR CADA ESTACION DE TRABAJO. RELACIONANDO ESTOS VALORES SE OBTIENEN HORAS - TRABAJO Y COSTO, LO QUE PERMITE LLEGAR A NIVEL DE DECISION PARA LA MANUFACTURA O ADQUISICION DE PARTES; PERO PRIMORDIALMENTE QUE TODOS LOS DEPARTAMENTOS TRABAJAN CON LA MISMA INFORMACION FUENTE. (MRP II) ES PRINCIPALMENTE UN SISTEMA QUE MODIFICA EL COMPORTAMIENTO DE TODA LA EMPRESA INVOLUCRANDO TODOS LOS DEPARTAMENTOS.

## 2.2.J SUBSISTEMAS ALIMENTADORES DE (MRP II)

(DRP) (PLANEACION DE LOS RECURSOS DE DISTRIBUCION)

CON ESTE SUBSISTEMA SE REEMPLAZA EL CALCULO TRADICIONAL DE PUNTO DE REORDEN PARA LA ACTUALIZACION DE LOS INVENTARIOS. POR EL CONCEPTO DE ALMACEN / DISTRIBUCION. DONDE EL PARAMETRO ES EL PRODUCTO FINAL QUE VA A RECIBIR EL CONSUMIDOR. PERMITE LA RECEPCION DE UN AMPLIO NUMERO DE PRODUCTOS. DE FUENTES MULTIPLES DE ABASTECIMIENTO. O DE LAS DIFERENTES ESTACIONES DE TRABAJO. EN DONDE CADA PRODUCTO. PARTE. O COMPONENTE ES RASTREADO. ENVIADO, RECIBIDO, ALMACENADO Y DISTRIBUIDO CON UN 95 % DE SATISFACCION AL CONSUMIDOR.

(CRP) (PLANEACION DE LOS REQUERIMIENTOS DE CAPACIDAD DE PLANTA).

COMO PARTE DE (MRP II), INDICA LA CAPACIDAD DEL EQUIPO DE PROCESO, LAS FUNCIONES QUE PUEDE DESEMPEÑAR, LA SECUENCIA EN QUE DEBE EJECUTARLAS Y UN ESTIMADO DE LAS HORAS PROMEDIO QUE SE REQUERIRAN PARA EL ARRANQUE Y LA PRODUCCION DE LA PARTE A MANUFACTURAR.

CON EL APROVECHAMIENTO DE ESTAS TECNICAS Y LA COMBINACION CON LOS CONCEPTOS DE FABRICACION FLEXIBLE Y AUTOMATIZACION, LA INDUSTRIA AMERICANA HA INICIADO LA RECUPERACION DE LUGAR EN EL MERCADO MUNDIAL. SIN EMBARGO LA VANGUARDIA LA MANTIENE LA INDUSTRIA JAPONESA CON SUS MODELOS DE CONTROL.

### III SISTEMAS DE CONTROL Y PROGRAMACION DE LA PRODUCCION JAPONESAS

#### 3.1. JUSTO A TIEMPO (JUST IN TIME) (JIT)

DEBIDO A LA ESTRICTA DISCIPLINA ASOCIADA A ESTE CONCEPTO DE SISTEMA DE MANUFACTURA: PROVEEDORES ASI COMO EMPLEADOS, SE DESEMPEÑAN MEJOR, LOS NIVELES DE CALIDAD SE INCREMENTAN Y EL DESPERDICIO SE MINIMIZA; LOS INVENTARIOS EXCESIVOS DESAPARECEN DEBIDO A QUE LA PLANEACION Y EL CONTROL DE ELLOS PRACTICAMENTE SE EFECTUA EN LA PLANTA DE LOS PROVEEDORES.

(JIT) ES UNA METODOLOGIA QUE HACE AL PROVEEDOR RESPONSABLE POR EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD Y SUMINISTRO DE UNA CANTIDAD ESPECIFICA DE MATERIALES A LAS LINEAS DE PRODUCCION DE UNA PLANTA, EN INTERVALOS PREESTABLECIDOS.

EN LAS PLANTAS QUE UTILIZAN EL SISTEMA (JIT) LAS PARTES PUEDEN SER RECIBIDAS SEMANAL, DIARIAMENTE O INCLUSIVE POR HORA DEPENDIENDO DEL VOLUMEN DE LAS PARTES INVOLUCRADAS, ELIMINA EL ALMACENAMIENTO ADYACENTE A LAS AREAS DE TRABAJO LOGRANDO EL APROVECHAMIENTO DE ESPACIO VALIOSO EN EL AREA DE PROCESO. DENTRO DE ESTE SISTEMA LAS AREAS DE RECEPCION DE MATERIALES ESTAN DISTRIBUIDAS POR TODA EL AREA DE PROCESO, CON EL FIN DE QUE LOS PROVEEDORES PUEDAN ENTREGAR EL MATERIAL LO MAS CERCA POSIBLE AL PUNTO EN QUE SE VA A UTILIZAR.

AUNQUE (MRP) ES UN SISTEMA CAPAZ DE CONTROLAR LOS INVENTARIOS Y EL FLUJO DE MATERIALES A TRAVES DEL PROCESO; (JIT) ES MUY SUPERIOR YA QUE

### III SISTEMAS DE CONTROL Y PROGRAMACION

#### DE LA PRODUCCION JAPONESAS

##### 3.1. JUSTO A TIEMPO (JUST IN TIME) (JIT)

DEBIDO A LA ESTRICTA DISCIPLINA ASOCIADA A ESTE CONCEPTO DE SISTEMA DE MANUFACTURA; PROVEEDORES ASI COMO EMPLEADOS, SE DESEMPEÑAN MEJOR, LOS NIVELES DE CALIDAD SE INCREMENTAN Y EL DESPERDICIO SE MINIMIZA; LOS INVENTARIOS EXCESIVOS DESAPARECEN DEBIDO A QUE LA PLANEACION Y EL CONTROL DE ELLOS PRACTICAMENTE SE EFECTUA EN LA PLANTA DE LOS PROVEEDORES.

(JIT) ES UNA METODOLOGIA QUE HACE AL PROVEEDOR RESPONSABLE POR EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD Y SUMINISTRO DE UNA CANTIDAD ESPECIFICA DE MATERIALES A LAS LINEAS DE PRODUCCION DE UNA PLANTA, EN INTERVALOS PREESTABLECIDOS.

EN LAS PLANTAS QUE UTILIZAN EL SISTEMA (JIT) LAS PARTES PUEDEN SER RECIBIDAS SEMANAL, DIARIAMENTE O INCLUSIVE POR HORA DEPENDIENDO DEL VOLUMEN DE LAS PARTES INVOLUCRADAS, ELIMINA EL ALMACENAMIENTO ADYACENTE A LAS AREAS DE TRABAJO LOGRANDO EL APROVECHAMIENTO DE ESPACIO VALIOSO EN EL AREA DE PROCESO. DENTRO DE ESTE SISTEMA LAS AREAS DE RECEPCION DE MATERIALES ESTAN DISTRIBUIDAS POR TODA EL AREA DE PROCESO, CON EL FIN DE QUE LOS PROVEEDORES PUEDAN ENTREGAR EL MATERIAL LO MAS CERCA POSIBLE AL PUNTO EN QUE SE VA A UTILIZAR.

AUNQUE (MRP) ES UN SISTEMA CAPAZ DE CONTROLAR LOS INVENTARIOS Y EL FLUJO DE MATERIALES A TRAVES DEL PROCESO; (JIT) ES MUJ SUPERIOR YA QUE

MIENTRAS CON (MRP) LA ROTACION DE INVENTARIOS ES DE 3 A 4 POR AÑO. EN LA MISMA PLANTA, IMPLEMENTANDO EL SISTEMA (JIT), EL BRINCO AUTOMATICO EN LA ROTACION DE INVENTARIOS ES A 12 POR AÑO. LOS TIEMPOS DE ENTREGA, NORMALMENTE MEDIDOS EN MESES, PUEDEN DECRECER A DIAS.

(JIT) TIENE COMO OBJETIVO FUNDAMENTAL REDUCIR EL TIEMPO ENTRE CADA UNA DE LAS ESTACIONES DE TRABAJO DE UN PROCESO, PARA LO CUAL UTILIZAN EL ARREGLO CELULAR (U), O DE SERPENTINA CONOCIDO COMO "MIZUSUMASHI" [REF 9], EN DONDE HERRAMIENTA, EQUIPO Y MATERIAL SE ACOMODAN EN LA PERIFERIA DE CADA CELULA. EN UNA PLANTA TRADICIONAL CIERTAS PARTES UTILIZAN SOLO EL 2% DEL TIEMPO TOTAL QUE PASAN EN LA PLANTA EN SER PROCESADAS, EL 98% RESTANTE SE UTILIZA EN TRASLADARLAS A LAS DIFERENTES ESTACIONES DE TRABAJO Y ALMACENARLAS. BAJO LA DISCIPLINA (JIT), AL REDUCIR LAS DISTANCIAS ENTRE CELULAS DE TRABAJO EL TIEMPO DE PROCESO SE INCREMENTA EN GRAN PROPORCION.

EL DESARROLLO DE LA PRODUCCION EN CADENA INVENTADO POR HENRY FORD, SE BASABA EN LIGAR SUS ESTACIONES DE TRABAJO MEDIANTE EL USO DE BANDAS TRANSPORTADORAS. EL DR. TAICHI OHNO DE TOYOTA, CREADOR DE (JIT), SUSTITUYO LAS LIGAS FISICAS POR TARJETAS O LIGAS LOGISTICAS (SISTEMA KANBAN).

AMBOS SISTEMAS HAN TENIDO GRAN EXITO LOGRANDO ALTAS METAS ECONOMICAS. EL SISTEMA FORD FUNCIONO PARA PRODUCTOS DE GRAN VOLUMEN MANUFACTURADOS CON EQUIPO ESPECIALIZADO, INICIANDO UNA ERA DE PRODUCCION MASIVA. EL SISTEMA KANBAN DEL SR. OHNO REDISEÑO LA IDEA DEL SR. FORD APLICANDOLA A LA MANUFACTURA DE PRODUCTOS REPETITIVOS Y UTILIZANDO EQUIPO ESTANDAR.

LAS TARJETAS KANBAN SON UN MECANISMO PARA ESTABLECER UN STOCK INTERMEDIO DE INVENTARIO PREDETERMINADO ENTRE CELULAS DE PROCESO. SE ASIGNA UNA TAJETA PARA CADA CONTENEDOR DE PARTES. EL STOCK INTERMEDIO

REGIRA LA DECISION DEL OPERADOR DE CADA CELULA DE CUANDO DEBE TRABAJAR Y CUANDO NO

LA PRODUCCION LA RIGE LA DEMANDA DEL MERCADO. LA LLEGADA DE MATERIA PRIMA A LA PLANTA RESULTA DE UNA REACCION EN CADENA INICIADA CUANDO LA ULTIMA CELULA DE PROCESO SUMINISTRA PRODUCTO TERMINADO AL MERCADO. YA QUE CADA CELULA PROCESARA UNA CANTIDAD EQUIVALENTE A LA SUMINISTRADA A LA CELULA PRECEDENTE. ESTO HACE QUE EL STOCK INTERMEDIO PREDETERMINADO SEA MAS BAJO.

### 3.2 "CONTROL ESTADISTICO DE PROCESO" (SPC).

DESARROLLADO POR EL DR. W. EDWARDS DEMING Y SE BASA EN LA PROPOSICION SIGUIENTE. "EL CONTROL DE CALIDAD DEBE SER UTILIZADO PARA COMPROBAR EL PROCESO NO EL PRODUCTO".

CAMBIA EL ENFOQUE Y SU ACTITUD HACIA LA CALIDAD; DIRIGIENDO EL ESFUERZO HACIA LA DETECCION DEL PROBLEMA EN EL PROCESO PARA SU ELIMINACION DEFINITIVA.

ADOPTAR ESTE SISTEMA REQUIERE UN CAMBIO DE ACTITUD HACIA EL DESPERDICIO Y EL RETRABAJO. YA QUE AQUI NO SE TRATA DE IDENTIFICAR QUIEN ES EL RESPONSABLE SINO LOGRAR UN TRABAJO DE EQUIPO PARA EL CONTROL Y LA CORRECCION DEL PROCESO.

DENTRO DE LAS COMPAÑIAS AMERICANAS QUE POR AUTOANALISIS HAN IMPLEMENTADO LA ADAPTACION DE LOS SISTEMAS JAPONESES PARA SU RECUPERACION ENCONTRAMOS A XEROX, MOTOROLA, HEWLETT PACKARD, JOHN DEERE, IBM Y GENERAL MOTORS, ENTRE OTRAS.

EL CASO DE GENERAL MOTORS CON EL DESARROLLO DE SU AUTOMOVIL SATURN DONDE EL CAMBIO DE FILOSOFIA HA LOGRADO UNA NUEVA GENERACION DE ADMINISTRADORES CONVERTIDOS EN ASESORES DE LOS EQUIPOS DE PRODUCCIÓN DONDE LOS OBREROS SON LOS QUE DETERMINAN COMO LLEVAR A CABO SU FUNCIÓN EN LA FORMA PERFECTA. LA CAPACITACION DE OBREROS ES EN DIFERENTES TIPOS DE PROCESO LOGRANDO QUE ESTÉN CALIFICADOS PARA CUALQUIER ACTIVIDAD DENTRO DE LA PLANTA, Y LA FILOSOFIA DE TRABAJO SE BASA EN EL COMPROMISO DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO CON EL CONCEPTO DE PRODUCIR CON MIRAS A UN MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL PRODUCTO CONSTANTE.

EL EQUIPO DE SATURN, ESTA FORMADO POR 170 PERSONAS, QUIENES EXITOSAMENTE INICIARON ACTIVIDADES A FINALES DE LOS AÑOS OCHENTA, CON EL PROPÓSITO DE MEJORAR LA CALIDAD Y REDUCIR COSTOS EN SU OPERACION.

LA FABRICA DE SATURN CUENTA CON 101 PUERTAS CON EL PROPÓSITO DE QUE LAS PARTES SEAN ALIMENTADAS A LA CELULA CORRESPONDIENTE DE PROCESO, UTILIZANDO EL SISTEMA KANBAN.

JOHN DEERE EN SU PLANTA DE PISTONES EN WATERLOO IOWA, REDISTRIBUYO LA UBICACION DE SU PROCESO EN CELULAS E IMPLEMENTO UN PROGRAMA DE ESTANDARIZACION REDUCIENDO DE 405 PARTES A 75. EL RESULTADO FUE UNA REDUCCIÓN DEL 35% EN SU COSTO DE MANUFACTURA Y POR PRIMERA VEZ JOHN DEERE SE CONVIRTIÓ EN PROVEEDOR DE OTRAS EMPRESAS.

DURANTE LOS ULTIMOS 5 AÑOS LAS COMPAÑIAS HAN IMPLEMENTADO GRANDES CAMBIOS A SUS PROCESOS DE PRODUCCIÓN, CON LA FINALIDAD DE MEJORAR SU NIVEL DE COMPETENCIA, LA ELEVACION DE LA CALIDAD DE SU PRODUCTO Y LA REDUCCIÓN DE COSTOS Y TIEMPOS DE ENTREGA.

### 3.3 FABRICANTE DE CATEGORIA MUNDIAL (WCM).

HAY CUATRO CONCEPTOS QUE CALIFICAN A UNA EMPRESA COMO (WCM):

- LA NUEVA MANERA DE PRODUCIR CALIDAD
- LA APLICACION DE (JIT)
- EL CAMBIO EN QUE LA GENTE ES ADMINISTRADA.
- LA FLEXIBILIDAD DE FABRICACION PARA ADAPTARSE A LAS NECESIDADES DEL CONSUMIDOR.

EN CUANTO A LA CALIDAD: EL PUNTO ES DETECTAR EL PROBLEMA, ANALIZARLO Y LOGRAR SU CORRECCION DEFINITIVA. ADEMAS DE CONSEGUIR EL COMPROMISO CON LA CALIDAD DE TODOS LOS MIEMBROS DE LA EMPRESA. CON EL FIN DE LOGRAR LA PERFECCION DE PRODUCTO.

LA ADOPCION DE (JIT) ES CON EL PROPOSITO DE ELIMINAR ACTIVIDADES NO UTILES.

DESPERDICIO POR DEFINICION ES CUALQUIER ACTIVIDAD QUE NO SUMA VALOR AGREGADO AL PRODUCTO.

(JIT) SANEA EL PROCESO DE PRODUCCION ELIMINANDO EL INVENTARIO QUE NO SE REQUIERE EN EL MOMENTO.

UNO DE LOS ASPECTOS MAS DIFICILES DE LOGRAR EN UNA EMPRESA DE CATEGORIA MUNDIAL. ES EL HUMANO. YA QUE SE REQUIERE HACER USO DEL 100% DE TALENTO DE CADA EMPLEADO.

Y POR ULTIMO TENER LA CAPACIDAD PARA RESPONDER A LOS CAMBIOS Y NECESIDADES DEL CLIENTE.

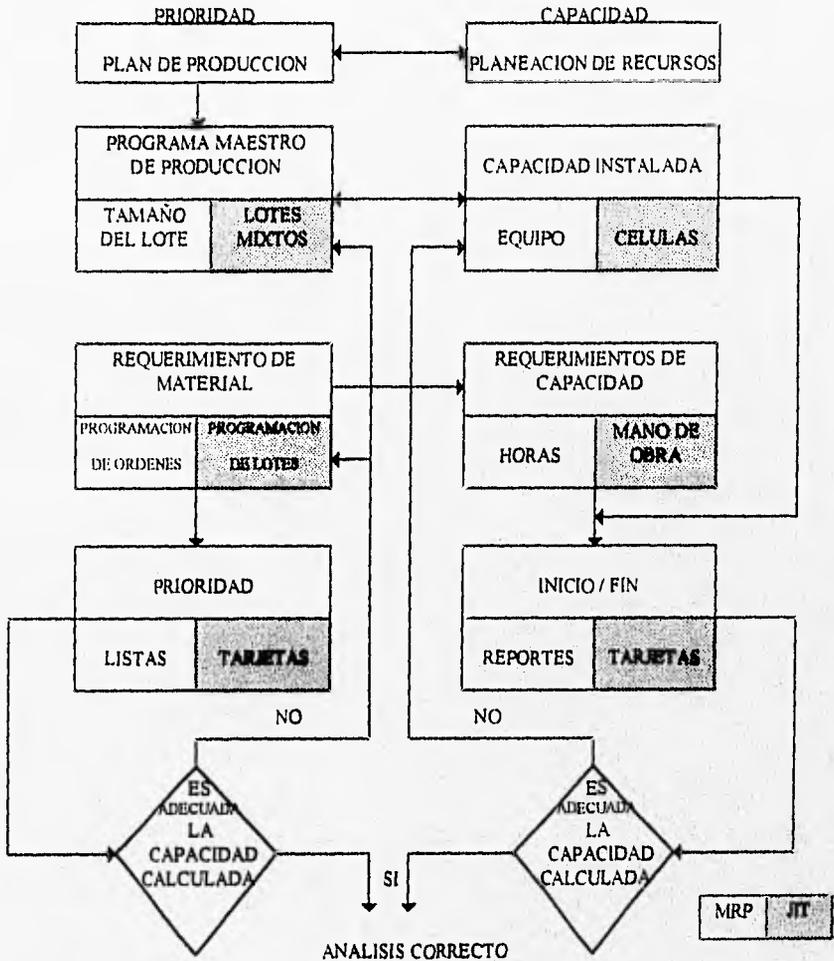
CON ESTOS CONCEPTOS EN CLARO. UNA EMPRESA (WCM) DEBERA PODERSE EVALUAR POR LO SIGUIENTE:

- UNA ESTRATEGIA BIEN DEFINIDA DE MANUFACTURA.
- RESULTADOS. TANTO FINANCIEROS COMO OPERACIONALES.
- CAPACIDAD DE IMPLEMENTACION.
- MEJORAMIENTO PERMANANTE.
- MEDICION DE RESULTADOS EN FORMA CUANTITATIVA.
- REPRODUCCION INMEDIATA.
- MOTIVAR Y ENSEÑAR EN LUGAR DE SOLO MONITOREAR.

DESGRACIADAMENTE POCAS COMPAÑIAS EN EL MUNDO PUEDEN SER CONSIDERADAS (WCM); LA IMPLEMENTACION DE LAS TECNICAS MODERNAS DE MANUFACTURA ANTES QUE NADA REQUIEREN DEL COMPROMISO O EL CAMBIO DE ACTITUD HACIA EL TRABAJO Y EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL PRODUCTO.

## IV CASO PRACTICO

ANTES DE INICIAR EL PLANTEAMIENTO DEL CASO PRACTICO ES IMPORTANTE MOSTRAR EL DIAGRAMA CON ANALOGIAS (MRP) (JIT) PARA EL ANALISIS DE LA RELACION PRIORIDAD / CAPACIDAD EN LA PLANEACION DE MANUFACTURA DE UN NUEVO PRODUCTO. FIGURA 4.1.



**FIGURA 4.1.**  
**DIAGRAMA DE FLUJO PRIORIDAD / CAPACIDAD**  
**REFERENCIA [10]**

**LA METODOLOGIA A SEGUIR PARA EL PLANTEAMIENTO  
DEL CASO PRACTICO ES:**

- 1.- **DEFINIR EL NOMBRE DE LA EMPRESA.**
- 2.- **PLANTEAR EL OBJETIVO DE LA MISMA.**
- 3.- **DESCRIBIR LAS ACTIVIDADES DE LA EMPRESA.**
- 4.- **DESCRIBIR LOS PRODUCTOS O SERVICIOS QUE PRODUCE.**
- 5.- **DEFINIR LA ORGANIZACION.**
- 6.- **DEFINIR LA POLITICA DE OPERACION.**
- 7.- **PLANTEAR EL PLAN GENERAL DE VENTAS.**
- 8.- **DESCRIBIR EL PROCESO DE FABRICACION.**
- 9.- **DEFINIR CAPACIDAD INSTALADA Y MAXIMA DE PRODUCCION.**
- 10.- **ESTABLECER LOS CICLOS Y SUBCICLOS DE TRABAJO DE LA EMPRESA.**

#### **4.1. PLANTEAMIENTO**

NOMBRE DE LA EMPRESA: MEDIO AMBIENTE CONTROLADO (MAC) EL OBJETIVO DE (MAC) ES LOGRAR VENTAS DE N\$ 1.500.00 (MIL QUINIENTOS) MILLONES ANUALES, EN LOS PROXIMOS DOS AÑOS.

##### **4.1.1. PRODUCTOS Y ACTIVIDADES DE (MAC).**

(MAC) ES UNA PLANTA AUTOSUFICIENTE EN EL DISEÑO, MERCADEO, VENTA Y MANUFACTURA DE SUS PRODUCTOS.

CUENTA CON CUATRO DIVISIONES DE MANUFACTURA.

- MANUFACTURA DE OBLEAS.
- MANUFACTURA DE COMPONENTES.
- ENSAMBLE DE MODULOS DE CIRCUITOS ELECTRONICOS.
- ENSAMBLE DE SISTEMAS ELECTRONICOS FUNCIONALES.

LA FIGURA 4.2. MUESTRA EL DIAGRAMA DE FLUJO DE MANUFACTURA DE (MAC).

LA FIGURA 4.3. MUESTRA LOS PRODUCTOS MANUFACTURADOS POR (MAC).

LOS PRODUCTOS PRINCIPALES DE (MAC) SON :

**MAC-1** DISPOSITIVO ELECTRONICO PARA EL MONITOREO Y OPTIMIZACION DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE PARA LOS AUTOMOVILES.

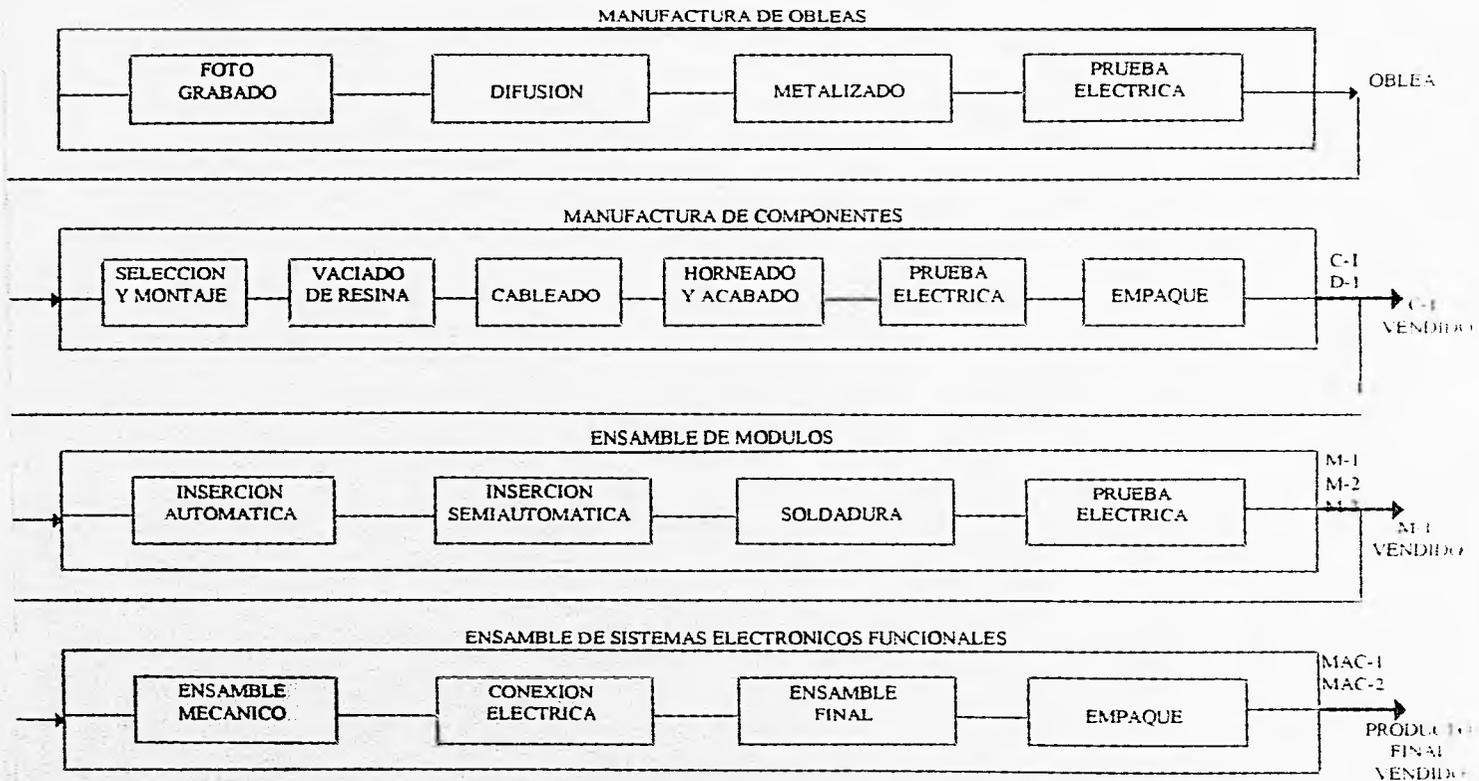


FIGURA 4.2.  
 FLUJO DE MANUFACTURA DE MEDIO AMBIENTE CONTROLADO (MAC)

# MANUFACTURA DE OBLEAS

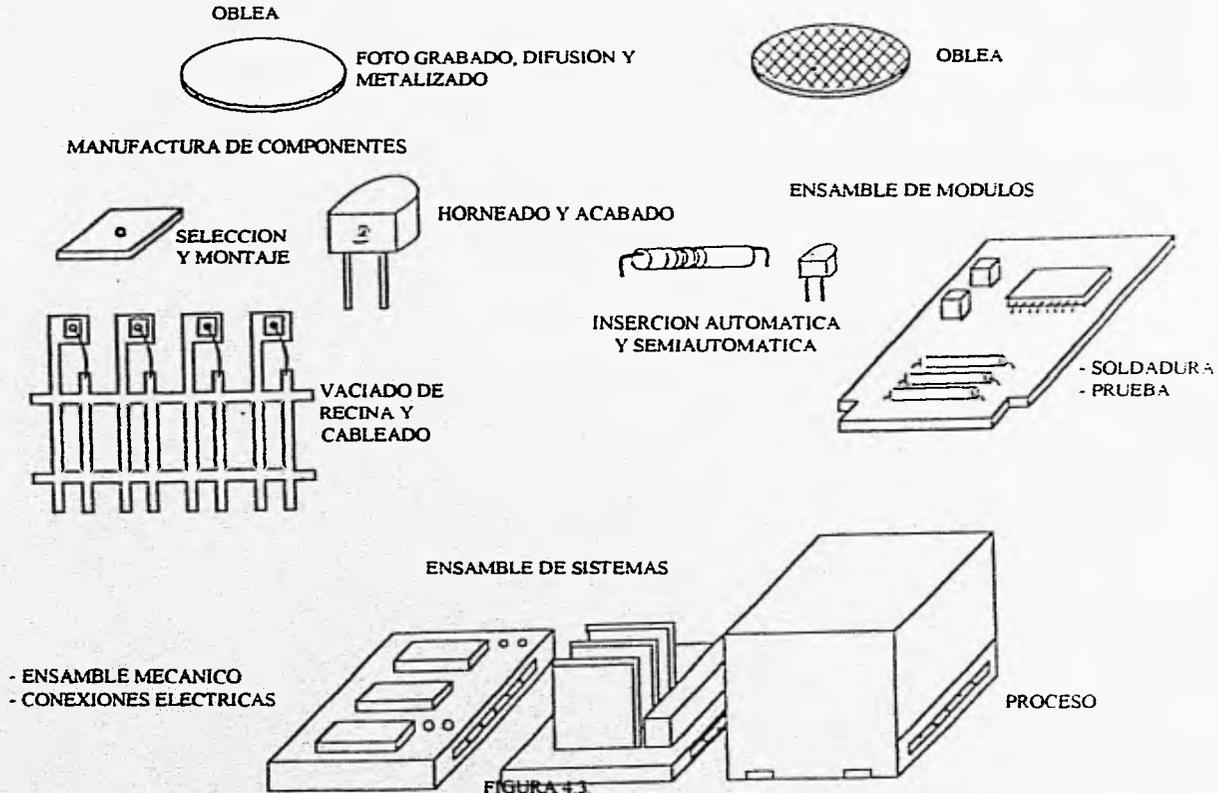


FIGURA 4.3.  
DIAGRAMA DE PRODUCTOS MANUFACTURADOS POR MEDIO AMBIENTE CONTROLADO (MAC)

MAC-2 - DISPOSITIVO ELECTRONICO UTILIZADO PARA EL MONITOREO DEL NIVEL DE EMISION DEL AUTOMOVIL.

LOS PRODUCTOS SECUNDARIOS DE (MAC), INCLUYEN:

- UN CHIP ENCAPSULADO DE CAPACITANCIAS (C-1)

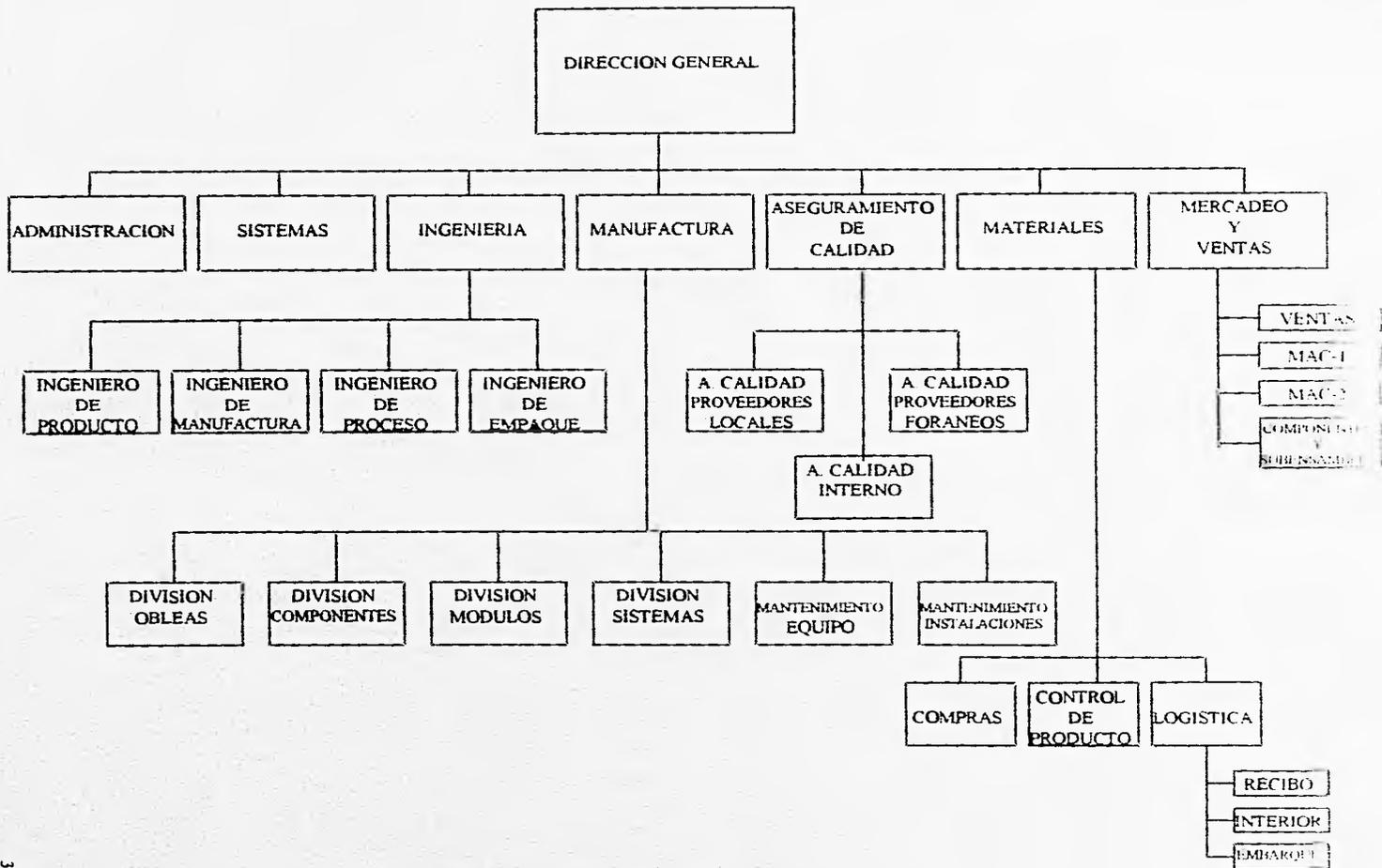
- UNA TABLILLA DE CIRCUITO IMPRESO (M-1)

SE UTILIZAN PARA LA MANUFACTURA DE (MAC-1) Y (MAC-2), ADEMAS DE COMERCIALIZARLOS A CLIENTES.

(MAC) ESTA UBICADA AL SUR DE CIUDAD INDUSTRIAL AUTOMOTRIZ, PRINCIPAL CENTRO PRODUCTOR DE AUTOMOVILES DEL PAIS, CUENTA CON UN DISEÑO ACTUAL DE FACILIDADES QUE INCLUYE SISTEMA (IED), EQUIPO AUTOMATICO, MODULOS FLEXIBLES DE FABRICACION Y SEMIAUTOMATICO PARA ENSAMBLE, TODOS LOS SERVICIOS ADMINISTRATIVOS Y UNA RED DE COMPUTO PARA EL SOPORTE DE LOS SISTEMAS DE INFORMACION EN MERCADEO, ADMINISTRACION Y MANUFACTURA.

LA POLITICA DE OPERACION EN (MAC) TOMANDO EN CUENTA EL TIPO DE FACILIDADES SE HA ESTABLECIDO EN UN TURNO DE OPERACION AL DIA POR CINCO DIAS A LA SEMANA, POR CINCUENTA SEMANAS AL AÑO.

LA FIGURA 4.4. MUESTRA EL DIAGRAMA ORGANIZACIONAL DE (MAC).



**FIGURA 4.4**  
**ORGANIZACION DE MEDIO AMBIENTE CONTROLADO (MAC).**

## 4.2. DESARROLLO.

### 4.2.1. PLAN ANUAL DE VENTAS DE (MAC)

EL PLAN ANUAL DE VENTAS NETAS ES N\$ 1.050.00 MILLONES CON LA DISTRIBUCION QUE SE ILUSTR A EN LA TABLA 4.1.

PRODUCTO	PRECIO / UNIDAD N\$	(1) PRODUCCION ANUAL	(1) PRODUCCION SEMANAL REQUERIDA	(3) VENTAS ANUALES N\$
MAC-1	680.34	280	5.6	190.5
MAC-2	756.66	1000	20.0	756.6
M-1	95.40	500	10.0	47.7
C-1	5.52	10000	200.0	55.2
				N\$ 1.050.00

TABLE 4.1.  
PLAN GENERAL ANUAL DE VENTAS DE (MAC).

#### NOTAS:

- (1) CANTIDADES EN (000'S) DE UNIDADES.
- (2) SE ASUME UNA VENTA ANUAL CON VENTAS NETAS IGUALES AL MES.
- (3) CANTIDADES EN MILLONES DE N\$.

(MAC-2) ES EL PRODUCTO DE MAS VENTA DE (MAC) Y AUTOS NACIONALES . EL PRINCIPAL CLIENTE, CON UN CONSUMO DEL 80% DE LA PRODUCCION.

AUTOS COMPACTOS CONSUME EL 80% DE LA PRODUCCION DE (MAC-1).

MONITORES AUTOMATIZADOS, FABRICANTE DE DETECTORES DE FUGA DE GAS, ADQUIERE EL 50% DE LA PRODUCCION DE (M-1).

(MAC) VENDE EL 75% DE SU PRODUCTO (C-1) A TAKAGUCHI ELECTRONICS, FABRICANTE DE PRODUCTOS ELECTRONICOS PARA EL HOGAR. ESTO NO REPRESENTA GRANDES VENTAS, PERO (MAC) HA INICIADO CON ESTO SU INCURSION AL MERCADO MUNDIAL, LA TABLA 4.2., MUESTRA EL PLAN ANUAL DE VENTAS DESGLOSADO POR CLIENTE.

PRODUCTO / CLIENTE	% ESTIMADO DE VENTAS	(1) CANTIDADES DE UNIDADES	(1) PRODUCCION REQ. X SEMANA	(2) VENTA ANUAL N\$
<b>MAC-1</b>				
AUTOS COMPACTOS	80	224	4.5	152.4
AUTOS DELTA	20	56	1.1	38.1
	100	280	5.6	N\$ 190.5
<b>MAC-2</b>				
AUTOS NACIONALES	80	800	16.0	605.5
AUTOS COMPACTOS	10	100	2.0	75.7
CONCORD MOTOR CO.	10	100	2.0	75.6
	100	1000	20.0	N\$ 756.6
<b>M-1</b>				
MONITORES AUTOMATIZADOS	50	250	5.0	23.9
6 OTROS CLIENTES	50	250	5.0	23.8
	100	500	10.0	N\$ 47.7
<b>C-1</b>				
TAKAGUCHI ELECTRONICS	75	7,500	150.0	41.4
5 OTROS CLIENTES	25	2,500	50.0	13.8
	100	10,000	200	N\$ 55.2
<b>VENTAS TOTALES</b>				<b>N\$ 350</b>

**TABLA 4.2.**  
**PLAN GENERAL ANUAL DE VENTAS POR CLIENTE DE (MAC).**

**NOTAS:**

- (1) CANTIDADES EN (000'S) DE UNIDADES.
- (2) CANTIDADES EN MILLONES DE N\$.
- (3) CALCULOS EN BASE A VENTAS NETAS IGUALES AL MES.

## 4.2.2. DATOS DE PROCESO Y CAPACIDAD INSTALADA.

CON BASE A LA POLITICA DICTADA DE TRABAJO EN (MAC), DE UN TURNO POR CINCO DIAS A LA SEMANA. POR CINCUENTA SEMANAS AL AÑO. LOS PROCESOS DE MANUFACTURA SON COMO A CONTINUACION SE DETALLAN.

### 4.2.2.1 MANUFACTURA DE OBLEAS.

#### 4.2.2.1.1. DESCRIPCION DE FLUJO DE PROCESO.

MATERIA PRIMA

POR FUNCIONALIDAD SE MANEJA EN LOTES DE 25 UNIDADES, PARA LO CUAL SE UTILIZAN TRANSPORTADORES CON DICHA CAPACIDAD, DURANTE TODO EL PROCESO.

#### 4.2.2.1.1.1. FOTO GRABADO.

- A. ROCIADO
- B. 1a. FASE DE HORNEADO
- C. ALINEADO                      LOS CAMBIOS DE MASCARILLA CONSUMEN 5 MINUTOS.
- D. DESARROLLO
- E. PRUEBA                         SI SE DETECTA MATERIAL PARA RETRABAJO, ESTE PODRA EFECTUARSE SOLO POR UNA OCASION.
- F. 2a. FASE DE HORNEADO
- G. GRABADO
- H. PRUEBA

4.2.2.1.1.2. DIFUSION

ACOMODO

I. LIMPIEZA / ALIMENTACION

NO SE PERMITE RETRABAJO.

EL MATERIAL SE ACOMODA POR LOTES Y LAS  
OBLEAS SON LAVADAS Y ALIMENTADAS A  
LOS DEPOSITOS PARA DIFUSION.

J. DIFUSION

SE REQUIERE DE UN OPERADOR POR CADA  
DOCE HORNO PARA DIFUSION Y ES RESPONSABLE  
DE CARGA Y DESCARGA DE LOS HORNO.

K. GRABADO

L. ENMASCARILLADO

M. METALIZADO

N. INSPECCION

P. PRUEBA ELECTRICA

LA PRUEBA SE REALIZA INDIVIDUALMENTE A  
CADA OBLEA. LOS OBLEAS RECHAZADAS SE  
MARCAN Y DESHECHAN COMO PARTE DEL  
PROCESO.

4.2.2.1.2. DETALLE DE PROCESO

4.2.2.1.2.1. FOTO GRABADO.

MAQUINA / PASO DEL PROCESO	TAMAÑO DEL LOTE (1) # DE OBLEAS / # LOTES	# DE ESTACIONES DE TRABAJO	# OPERADORES X ESTACION	TOTAL DE OPERADORES
A. ROCIADO	1/1	1	0.5	1
B. 1a. FASE DE HORNEADO	50/2	1	0.5	
C. ALINEADO	1/1	6	1.0	6
D. DESARROLLO	1/1	1	1.0	1
E. PRUEBA	1/1	3	1.0	3
F. 2a. FASE DE HORNEADO	50/2	1	0	0
G. GRABADO	10/1	2	1.0	2
H. PRUEBA	1/1	3	1.0	3
				16
			SUPERVISOR	1
			TRASLADO DE MATERIALES	2
				19

**TABLA 4.3.  
CAPACIDAD DEL PROCESO DE FOTOGABADO,  
DIVISION MANUFACTURA DE OBLEAS.**

MAQUINA / PASO DEL PROCESO	PRODUCCION (3)	% TIEMPO MUERTO	TIEMPO NECESARIO PARA CAMBIOS
A. ROCIADO	100%	10	N/A
B. 1a. FASE DE HORNEADO	100%	1	N/A
C. ALINEADO	100%	20	5 MIN.
D.	100%	10	N/A
E. PRUEBA	95%	1	N/A
F. 2a. FASE DE HORNEADO	100%	1	N/A
G. GRABADO	100%	10	N/A
H. PRUEBA	95%	1	N/A
90%			

**TABLA 4.4**  
**CAPACIDAD MAXIMA DE PRODUCCION PROCESO DE FOTOGABADO,**  
**DIVISION MANUFACTURA DE OBLEAS.**

**NOTAS:**

1. AUNQUE EL TAMAÑO DEL LOTE SE FIJA EN 25 OBLEAS PARA PROPOSITO DE TRASLADO Y/O TRANSPORTE ENTRE ETAPA Y ETAPA DEL PROCESO EN CADA ESTACION SE ACOMODAN DIFERENTE CANTIDAD DE LOTES.
2. EL MATERIAL RECHAZADO EN EL PASO (E), CREA UN CÍRCULO DE RETRABAJO QUE SE REINICIA EN EL PASO (A). LAS OBLEAS EN RETRABAJO DEBEN SER IDENTIFICADAS, YA QUE SOLO PUEDEN SER RETRABAJADAS UNA VEZ. CUALQUIER OTRO MATERIAL RECHAZADO SARA CONSIDERADO COMO DESPERDICIO.
3. EL % DE PRODUCCION ES EL MAXIMO OBTENIBLE CONSIDERANDO MEZCLA DE COMPONENTES (DIODOS, CAPACITORES, ETC).

**4.2.2.1.2.2. DIFUSION.**

MAQUINA / PASO DEL PROCESO	TAMAÑO DEL LOTE (1) # DE OBLEAS / # LOTES	# DE ESTACIONES DE TRABAJO	# OPERADORES X ESTACION	TOTAL DE OPERADORES
LIMPIEZA /				
ALIMENTACION	50/2	2	1	2
J. DIFUSION	25/1	24	1/12	2
K. GRABADO	25/1	1	1	1
L. ENMASCARILLADO	25/1	2	1	2
M. METALIZADO	50/2	4	1/2	2
N. INSPECCION	50/2	1	1	1
O. PRUEBA ELECTRICA		1/5	1	15
			SUPERIOR	2
			MOVIMIENTOS DE MATERIALES	2

29

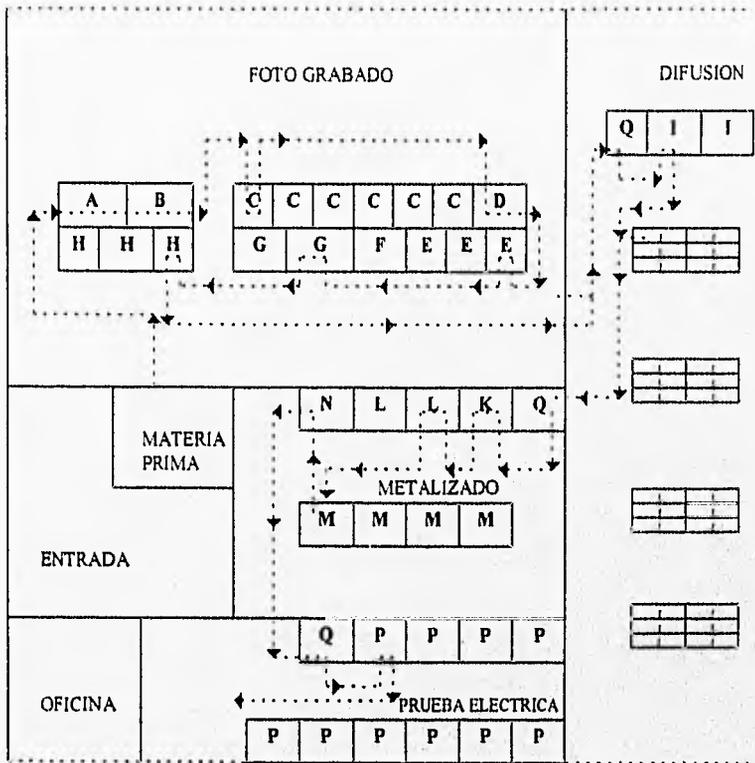
**TABLA 4.5  
CAPACIDAD DE PROCESO DE DIFUSION,  
DIVISION MANUFACTURA DE OBLEAS.**

MAQUINA / PASO DEL PROCESO	PRODUCCION	% TIEMPO MUERTO	TIEMPO NECESARIO PARA CAMBIOS
I. LIMPIEZA / ALIMENTACION	100%	1	N/A
J. DIFUSION	95%	10	5 MIN
K. GRABADO	100%	1	N/A
L. ENMASCARILLADO	100%	5	10 MIN
M. METALIZADO	100%	10	N/A
N. INSPECCION	95%	1	N/A
O. PRUEBA ELECTRICA	87%	15	10 MIN

**TABLA 4.6**  
**CAPACIDAD MAXIMA DE PRODUCCION PROCESO DE DIFUSION,**  
**DIVISION MANUFACTURA DE OBLEAS.**

**4.2.2.1.3. DISTRIBUCION Y FLUJO DE PRODUCTO.**

EN LA FIGURA 4.5 SE PUEDE OBSERVAR EL ARREGLO DE LOS DIFERENTES SUBPROCESOS QUE INTEGRAN LA DIVISION DE MANUFACTURA DE OBLEAS.



..... FLUJO DE PRODUCTO

Q ZONAS DE ALMACENAMIENTO INVENTARIO EN PROCESO.

**FIGURA 4.5**  
**DISTRIBUCION DIVISION DE MANUFACTURA DE OBLEAS.**

#### 4.2.2.2. MANUFACTURA DE COMPONENTES

##### 4.2.2.2.1. DESCRIPCION DE FLUJO DE PROCESO.

**OBLEA** LAS OBLEAS OBTENIDAS DEL PROCESO ANTERIOR SERAN SELECCIONADAS EN LOTES DE 1.000 UNIDADES CADA UNO, FORMANDO PRIMERO LOTES PARA LA MANUFACTURA DEL PRODUCTO (C-1) Y ALTERANDO OTRO LOTE PARA LA MANUFACTURA DEL SUBENSAMBLE (D-1).

##### **A. SELECCION**

**Y MONTAJE** LAS OBLEAS SON SELECCIONADAS Y TRANSPORTADAS A LAS ESTACIONES DE MONTAJE. ESTA OPERACION SE CALCULA A UN 100%, SIN EMBARGO LA SALIDA REAL ES DE EL 97%.

##### **B. VACIADO**

**DE RESINA.** LAS OBLEAS ACOMODADAS EN TIRAS DE 100 PIEZAS, SON TRANSPORTADAS A LAS ESTACIONES DE VACIADO. SE DEBERA MANTENER EL NIVEL DE 100 PIEZAS POR CADA ESTACION TODO EL TIEMPO, DESPUES DEL VACIADO DE RESINA. COMO SALIDA DE ESTA ETAPA SE OBTENDRAN CUATRO TIRAS DE 50 COMPONENTES TOTALIZANDO 200 UNIDADES, QUE SERAN COLOCADAS EN LOS TRANSPORTADORES PARA SU ENVIO AL SIGUIENTE PROCESO.

**C. CABLEADO.** EL LOTE QUE SE MANEJARA EN ESTAS ESTACIONES ES DE 50 UNIDADES POR TIRA.

**D. HORNEADO.** DEBERAN COLOCARSE 4 TIRAS DE 50 UNIDADES POR CADA CAVIDAD.

**E. ACABADO.** LAS TIRAS SERAN SEPARADAS EN COMPONENTES INDIVIDUALES, COLOCANDOSE EN TRANSPORTADORES DE UNA CAPACIDAD DE 2.500 UNIDADES.

**F. PRUEBA  
ELECTRICA.**

**G. EMPAQUE.** LOS COMPONENTES SON AUTOMATICAMENTE ROTULADOS Y EMPACADOS EN CAJAS DE 500 UNIDADES Y SE REALIZA SU EMBARQUE DE ACUERDO AL PROGRAMA DE ENTREGA A CLIENTES, Y/O ENVIO A LA DIVISION DE ENSAMBLE DE MODULOS.

**4.2.2.2.2. DETALLE DE PROCESO.**

MAQUINA / PASO DEL PROCESO	TAMAÑO DEL LOTE (1) # DE OBLEAS / # LOTES	# DE ESTACIONES DE TRABAJO	# OPERADORES X ESTACION	TOTAL DE OPERADORES
A. SELECCION				
Y MONTAJE	1) 2X1000	6	1	6
B. VACIADO	2) 200 PZAS.	20	1	20
C. CABLEADO	2) 200 PZAS.	22	1	22
D. HORNEADO	2) 200 PZAS.	2	1	2
E. ACABADO	2) 2500 PZAS.	1	1	1
F. PRUEBA ELECT.	2) 2500 PZAS.	6	1	6
G. EMPAQUE	2) 500 PZAS.	6	1	6
				43
SUPERVISOR				2
MOVIMIENTO DE MATERIALES				2

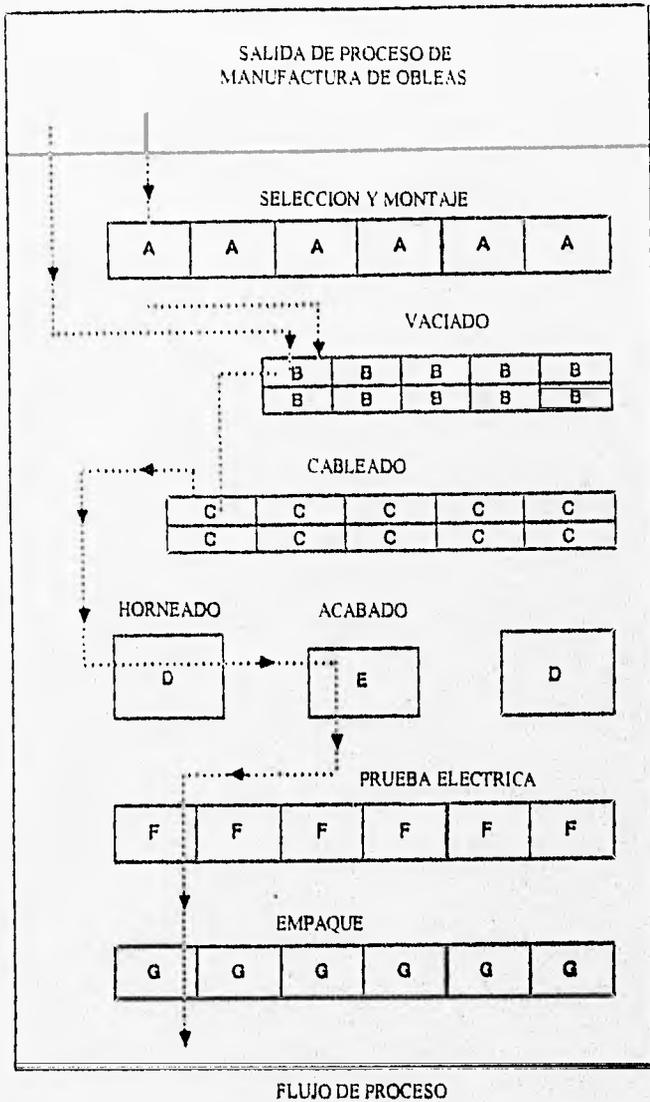
**TABLA 4.7  
CAPACIDAD DE PROCESO,  
DIVISION MANUFACTURA DE COMPONENTES.**

MAQUINA / PASO DEL PROCESO	PRODUCCION	% TIEMPO MUERTO	TIEMPO NECESARIO PARA CAMBIOS
<b>A. SELECCION Y</b>			
MONTAJE	97%	0	3) 0
B. VACIADO	100%	0	4) 1 MIN.
C. CABLEADO	100%	0	4) 1 MIN.
D. HORNEADO	100%	0	4) 0
E. ACABADO	100%	0	4) 0
F. PRUEBA ELECT.	96%	0	20 MIN.
G. EMPAQUE	100%	0	20 MIN.

**TABLA 4.8**  
**CAPACIDAD MAXIMA DE PRODUCCION,**  
**DIVISION MANUFACTURA DE COMPONENTES.**

**NOTAS.**

- 1) LA PROGRAMACION ESTA DISEÑADA PARA LOTES MIXTOS DE 1,000 CADA UNO DE LOS PRODUCTOS C-1 Y D-1.
- 2) EN BASE A LA DESCRIPCION DE FLUJO DE PROCESO.
- 3) LOS CAMBIOS REALES SE PRESTAN DESPUES DE CADA OBLEA, PERO NO AFECTAN EN TIEMPO.
- 4) EL ENCAPSULADO Y NUMERO DE TERMINALES DE LOS PRODUCTOS C-1 Y D-1 ES IDENTICO.



**FIGURA 4.6**  
**DISTRIBUCION DIVISION DE MANUFACTURA DE COMPONENTES.**

#### 4.2.2.3. ENSAMBLE DE MODULOS.

##### 4.2.2.3.1. DESCRIPCION DE FLUJO DE PROCESO.

###### **MATERIA PRIMA**

LOS COMPONENTES C-1, D-1, R-1, R-2 Y R-3, REQUERIRAN QUE LE SEAN CORTADAS LAS TERMINALES A UNA LONGITUD DETERMINADA, ADEMAS DE DARSELES UNA FORMA ESPECIFICA. ESTE SUBPROCESO SE REALIZARA EN LOTES DE 1,000 UNIDADES. CADA ESTACION DE INSERCIÓN SEMIAUTOMÁTICA TIENE TRES ALIMENTADORES CON 5 CONTENEDORES. UNO POR CADA COMPONENTE REQUERIDO POR LOS MODULOS M-1, M-2 Y M-3.

LOS DEMAS COMPONENTES UTILIZADOS EN ESTA DIVISION SE RECIBEN EN CARRILLERAS PARA ALIMENTACION A LAS MAQUINAS DE INSERCIÓN AUTOMÁTICA.

**A. INSERCIÓN AUTOMÁTICA.** LOS COMPONENTES QUE SE ALIMENTAN A LA ESTACION DE INSERCIÓN AUTOMÁTICA, SE RECIBEN EN CAJAS QUE CONTIENEN CARRILLERAS DE 12,000 PIEZAS POR CADA UNO DE LOS 25 COMPONENTES QUE PUEDE INSERTAR ESTA ESTACION, DIRECTAMENTE DE LOS PROVEEDORES. EL CAMBIO DE PROGRAMA PARA LOS TRES MODULOS QUE SE FABRICAN EN ESTA DIVISION, TOMA 1 MINUTO, YA QUE LAS TABLILLAS DE CIRCUITO IMPRESO SON DIMENSIONALMENTE IGUALES POR LO QUE NO HAY QUE HACER AJUSTES MECANICOS AL ALIMENTADOR DE ESTAS.

**B. INSERCIÓN**

**SEMIAUTOMÁTICA.**

CADA ALIMENTADOR ES ENVIADO A LAS ESTACIONES DE INSERCIÓN (LOS TRES ALIMENTADORES PARA LOS TRES DIFERENTES MÓDULOS), DONDE LOS COMPONENTES SERÁN MANUALMENTE INSERTADOS EN LA TABLILLA DE CIRCUITO IMPRESO M-1, M-2, O M-3. DE ACUERDO AL PROGRAMA DE PRODUCCIÓN. CUANDO CUALQUIER CONTENEDOR EN CUALQUIERA DE LOS ALIMENTADORES TIENE MENOS DE 100 PIEZAS, EL ALIMENTADOR COMPLETO DEBERÁ SER LLEVADO PARA QUE SEA REACONDICIONADO REEMPLAZÁNDOLO POR UNO COMPLETO.

**C. SOLDADURA.**

LAS TABLILLAS COMPLETAS SERÁN COLOCADAS EN EL TRANSPORTADOR QUE ALIMENTA LAS MÁQUINAS SOLDADORAS.

**D. PRUEBA ELÉCTRICA.**

LAS TABLILLAS SERÁN COLOCADAS EN LOS PROBADORES. LOS TRES MÓDULOS PUEDEN SER PROBADOS EN EL MISMO APARATO, PERO DIFERENTE PREPARACIÓN ES REQUERIDA POR LOS DIFERENTES CIRCUITOS.

MAQUINA / PASO DEL PROCESO	TAMAÑO DEL LOTE (1) # DE OBLEAS / # LOTES	# DE ESTACIONES DE TRABAJO	# OPERADORES X ESTACION	TOTAL DE OPERADORES
A. INSERCIÓN AUTOMÁTICA	(1)	1	1	1
B. INSERCIÓN SEMIAUTOMÁTICA	(1) 1,000	4/40	1/1	4/40
C. SOLDADURA	1	5	1	5
D. PRUEBA ELÉCTRICA	(2) 50	10	1	10
TOTAL				60
SUPERVISIÓN				1

**TABLA 4.9**  
**CAPACIDAD DE PROCESO,**  
**DIVISIÓN ENSAMBLE DE MÓDULOS ELECTRÓNICOS.**

MAQUINA / PASO DEL PROCESO	PRODUCCION	% TIEMPO MUERTO	TIEMPO NECESARIO PARA CAMBIOS
A. INSERCIÓN			
AUTOMÁTICA	100%	0	1 MIN
B. INSERCIÓN			
SEMIAUTOMÁTICA	100%	2	30 MIN
C. SALDADURA			
	100%	0	2 MIN
D. PRUEBA ELÉCTRICA			
	93%	10	0
		5	15 MIN

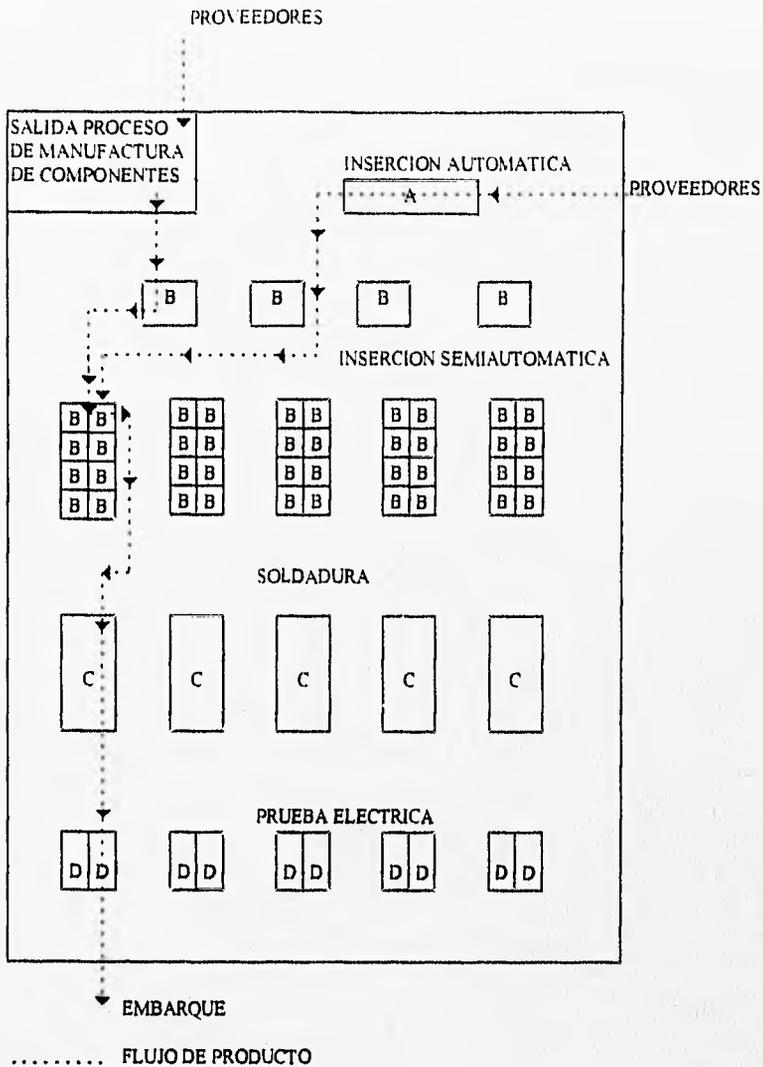
**TABLA 4.10**  
**CAPACIDAD MÁXIMA DE PRODUCCIÓN,**  
**DIVISIÓN ENSAMBLE DE MÓDULOS ELECTRÓNICOS.**

**NOTAS.**

- 1) VER FLUJO DE PROCESO.
- 2) TAMAÑO DEL CONTENEDOR.

**4.2.2.3. DISTRIBUCIÓN Y FLUJO DE PRODUCTO.**

EN LA FIGURA 4.7 SE PUEDE OBSERVAR EL ARREGLO DE LOS DIFERENTES PASOS DE PROCESO QUE INTEGRAN LA DIVISIÓN DE ENSAMBLE DE MÓDULOS.



**FIGURA 4.7**  
**DISTRIBUCION DIVISION ENSAMBLE DE MODULOS ELECTRONICOS**

#### 4.2.2.4. ENSAMBLE DE SISTEMAS ELECTRONICOS FUNCIONALES.

##### 4.2.2.4.1. DESCRIPCION DEL FLUJO DE PROCESO.

- A. ENSAMBLE MECANICO.** LOS CONECTORES Y SOPORTES DE LA TABLILLA DE CIRCUITO IMPRESO QUE SON RECIBIDAS DE LOS PROVEEDORES, SERAN ENSAMBLADOS MANUALMENTE EN LAS ESTACIONES DE TRABAJO.
- B. CONEXION ELECTRICA.** SE HARAN TODAS LAS CONEXIONES ELECTRICAS SOLDANDO MANUALMENTE LOS HARNESES RECIBIDOS DE LOS PROVEEDORES.
- C. ENSAMBLE FINAL.** SE LLEVARA A CABO EL ENSAMBLE DE LA TABLILLA DE CIRCUITO IMPRESO, LOS SUBENSAMBLES Y EL GABINETE. SE EFECTUARA LA PRUEBA FUNCIONAL DEL PRODUCTO.
- D. EMPAQUE.** EL PRODUCTO FINAL ES DE LAS MISMAS DIMENSIONES POR LO QUE PARA SU EMPAQUE FINAL SOLO REQUERIRA DE LA IDENTIFICACION POR CODIGO DE BARRAS CORRESPONDIENTE, Y DEPOSITARLO EN CAJAS DE 20 PIEZAS PARA SU EMBARQUE.

**4.2.3.4.2. DETALLE DE PROCESO.**

MAQUINA / PASO DEL PROCESO	TAMAÑO DEL LOTE (1) # DE OBLEAS / # LOTES	# DE ESTACIONES DE TRABAJO	# OPERADORES X ESTACION	TOTAL DE OPERADORES
A. ENSAMBLE MECANICO	1,000	45	1	45
B. CONEXION ELECTRICA	1,000	50	1	50
C. ENSAMBLE FINAL	1,000	35	1	35
D. EMPAQUE	1,000	30	1	30

TOTAL 160  
 SUPERVISION 7  
 MOVIMIENTO DE MATERIALES 4

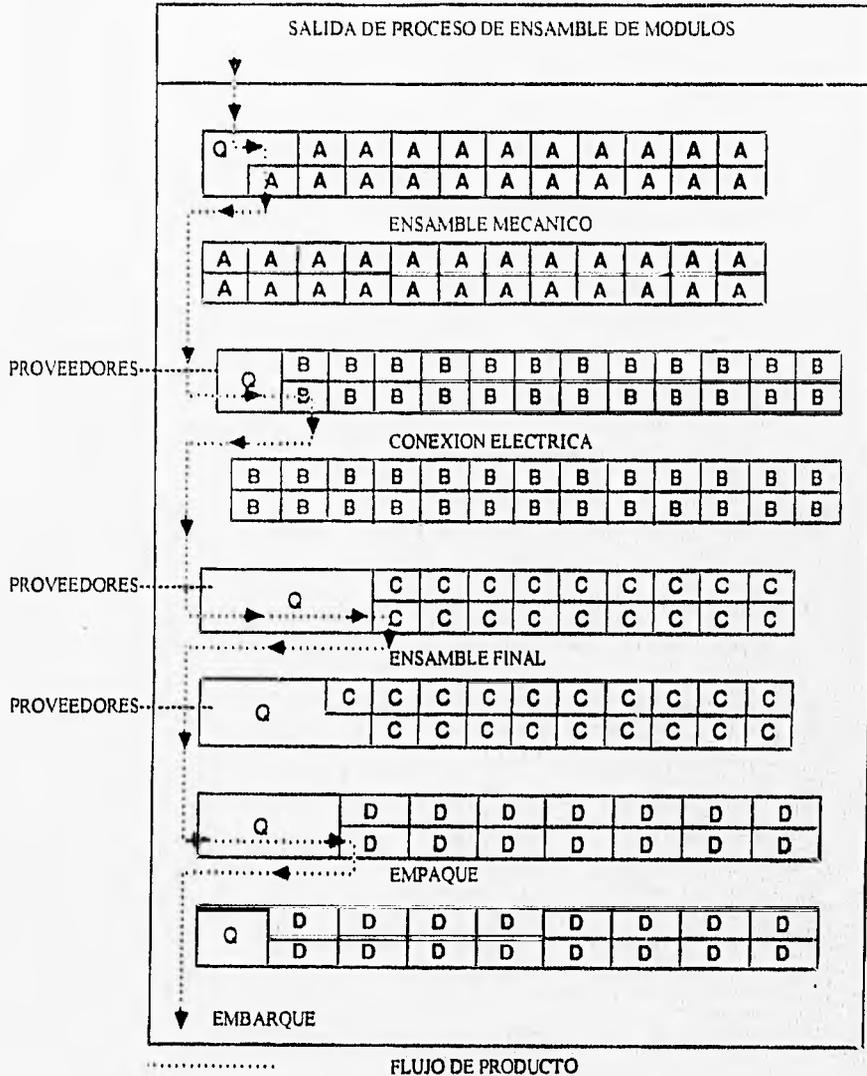
**TABLA 4.11  
 CAPACIDAD DE PROCESO,  
 DIVISION DE SISTEMAS ELECTRONICOS FUNCIONALES.**

MAQUINA / PASO DEL PROCESO	PRODUCCION	% TIEMPO MUERTO	TIEMPO NECESARIO PARA CAMBIOS
<b>A. ENSAMBLE</b>			
MECANICO	100%	1	2 MIN
<b>B. CONEXION</b>			
ELECTRICA	100%	1	2 MIN
C. ENSAMBLE FINAL	100%	1	2 MIN
D. EMPAQUE	(1) 100%	10	30 MIN

**TABLA 4.12**  
**CAPACIDAD MAXIMA DE PRODUCCION,**  
**DIVISION DE SISTEMAS ELECTRONICOS FUNCIONALES.**

**NOTAS.**

(1) PRODUCCION PROMEDIO, LA PRODUCCION REAL DE CADA PRODUCTO VARIA.



**FIGURA 4.8**  
**DISTRIBUCION DIVISION ENSAMBLE DE SISTEMAS ELECTRONICOS FUNCIONALES.**

EN LA FIGURA 4.8 SE PUEDE OBSERVAR EL DIAGRAMA DE DISTRIBUCION DE LA DIVISION DE ENSAMBLE DE SISTEMAS ELECTRONICOS FUNCIONALES.

#### **4.3 CICLOS Y SUBCICLOS.**

EN LA SECCION 4.2 SE HAN PLANTEADO, POR UN LADO EL PLAN ANUAL DE VENTAS, GLOBAL Y POR CLIENTE ( SECCION 4.2.1.), Y POR OTRO DEFINIDO LOS DATOS DE PROCESO Y CAPACIDAD MAXIMA DE PRODUCCION INSTALADA (SECCION 4.2.2.). CON DICHA INFORMACION CONTAMOS CON LA INFORMACION Y PARAMETROS SUFICIENTES PARA LLEVAR A CABO TODOS LOS CICLOS QUE COMPONEN LA MANUFACTURA DE LOS SUBENSAMBLES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS POR (MAC).

CON REFERENCIA AL CASO DE ESTUDIO QUE NOS OCUPA, HACIENDO EL ANALISIS PARA EL SEGUNDO CUARTO DEL ESTIMADO DE VENTAS ANUAL, OBSERVAMOS QUE SE ESPERA UN INCREMENTO CON RESPECTO AL PRIMERO. PARA SOPORTAR ESTE INCREMENTO ESTIMADO EN UN 12 % POR ARRIBA DEL PRESUPUESTO ORIGINAL Y CON EL OBJETO DE NO MANEJAR ORDENES PENDIENTES, DEBEREMOS MODIFICAR NUESTRO PLAN DE MANUFACTURA , INCREMENTANDOLO, DE HECHO DEBEREMOS CONSIDERAR QUE SI ESTA TENDENCIA SE MANTIENE NUESTRAS VENTAS A FINAL DE AÑO ( VER TABLA 4.13), REBASARAN LO PROYECTADO ( VER TABLA 4.1).

PRODUCTO	PRECIO DE VENTA NS	PRODUCCION/ SEMANA UNIDADES	CANTIDAD EN (000'S)	
			VENTAS/ SEMANA NS	VENTAS/ AÑO NS
MAC - 1	654.00 (1)	10,000	6,540	327,000
MAC - 2	756.66	20,000	15,133.20	756,660
M - 1	95.40	10,000	954	47,700
C - 1	5.52	200,000	1,104	55,200
TOTALES DE \$N			23,731.20	1,186,560

**TABLA 4.13**  
**ESTIMADO ANUAL DE VENTAS MODIFICADO.**

NOTA:

(1) NOTESE QUE AL INCREMENTARSE EL VOLUMEN DE VENTAS, SE HA EFECTUADO UN DECREMENTO EN EL PRECIO DE VENTA DE ESTE PRODUCTO.

EN (MAC), EL SISTEMA (MAC -2), ES EL PRODUCTO QUE SE PROYECTA REPORTE MAYOR INGRESO PARA LA COMPAÑIA CON ESTIMADO DE N\$ 757 MILLONES, EL SISTEMA (MAC - 1) . SE HA PROYECTADO CON N\$ 327 MILLONES.

EL INGRESO RESTANTE SERA POR LAS VENTAS DE LOS OTROS DOS PRODUCTOS, (C -1) Y ( M -1) CUYAS VENTAS SE HAN PROYECTADO EN N\$ 52 Y N\$ 48 MILLONES RESPECTIVAMENTE.

EN CONSIDERACION A LO ANTERIOR VEAMOS COMO QUEDA EL ESTIMADO DE VENTAS PARA EL SEGUNDO CUARTO DEL AÑO. QUE PUEDE SER OBSERVADO EN LA TABLA 4.14. A CONTINUACION.

PRODUCTO/ PROVEEDOR	% PRODUCCION	PRODUCCION/ SEMANA UNIDADES	VENTAS N\$ ( 000 'S)
<b>SISTEMA (MAC - 1)</b>			
AUTOS COMPACTOS	47	4,700	39,150
CONCORD MOTOR CO.	13	1,300	10,560
AUTOS NACIONALES	40	4,000	32,790
	100	10,000	82,500
<b>SISTEMA (MAC - 2 )</b>			
AUTOS NACIONALES	80	16,000	151,500
AUTOS COMPACTOS	10	2,000	18,900
CONCORD MOTOR CO.	10	2,000	18,900
	100	20,000	189,300
<b>MODULO M - 1</b>			
MONITORES AUTOMATIZADOS	50	5,000	6,000
OTROS	50	5,000	5,940
	100	10,000	11,940
<b>COMPONENTE C -1</b>			
TAKAGUCHI ELECTRONICS	75	150,000	10,350
OTROS	25	50,000	3,450
	100	200,000	13,800
		<b>TOTAL N\$</b>	<b>296,790</b>

**TABLA 4.14**  
**ESTIMADO DE VENTAS SEGUNDO CUATRIMESTRE, POR CLIENTE.**

EL PLAN DE MANUFACTURA ES GENERADO A PARTIR DEL ESTIMADO DE VENTAS. EL ESTIMADO DE VENTAS DE ESTE CUARTO REFLEJA UN INCREMENTO EN LAS VENTAS POR LO QUE EL PROGRAMA DE MANUFACTURA PARA ESTE PERIODO QUEDA COMO SE ILUSTRAN EN LA TABLA 4.15 A CONTINUACION.

DIVISION	PRODUCTO	PRODUCCION MENSUAL UNIDADES	PRODUCCION SEMANAL UNIDADES
<b>MANUFACTURA</b>			
<b>DE OBLEAS</b>	D - 1	4,000	
	C - 1	<u>14,000</u>	
		18,000	4,500
<b>MANUFACTURAS</b>			
<b>DE COMPONENTES</b>	D - 1	600,000	
	C - 1	<u>1,500,000</u>	
		2,100,000	525,000
<b>ENSAMBLE DE MODULOS</b>			
<b>ELECTRONICOS</b>	M - 1	172,000	
	M - 2	44,000	
	M - 3	<u>84,000</u>	
		300,000	75,000
<b>ENSAMBLE DE SISTEMAS</b>			
<b>ELECTRONICOS F.</b>	MAC - 1	44,800	
	MAC - 2	<u>83,200</u>	
		128,000	32,000

**TABLA 4.15**  
**(MAC) PROGRAMA DE MANUFACTURA PARA MES DE ABRIL (4 SEMANAS).**

#### 4.3.1 ORDENES DE ENTRADA.

EL PROCESO SE INICIA EN (MAC), A PARTIR DEL MOMENTO EN QUE EL AREA DE VENTAS CONFIRMA LA RECEPCION DE LAS ORDENES DE LOS DIFERENTES CLIENTES, TRANSMITIENDOLA EN LINEA AL AREA DE MERCADEO, QUIEN REALIZA SU PROYECCION Y TRANSMISION AL AREA DE ADMINISTRACION DE MATERIALES, PARA LA CORRESPONDIENTE PROGRAMACION DE PRODUCCION Y COMPRAS.

EL TIEMPO REQUERIDO PARA EL DESARROLLO DE ESTE CICLO ES MAXIMO UNA SEMANA, Y PUEDE SER OBSERVADO LA FIGURA 4.9.

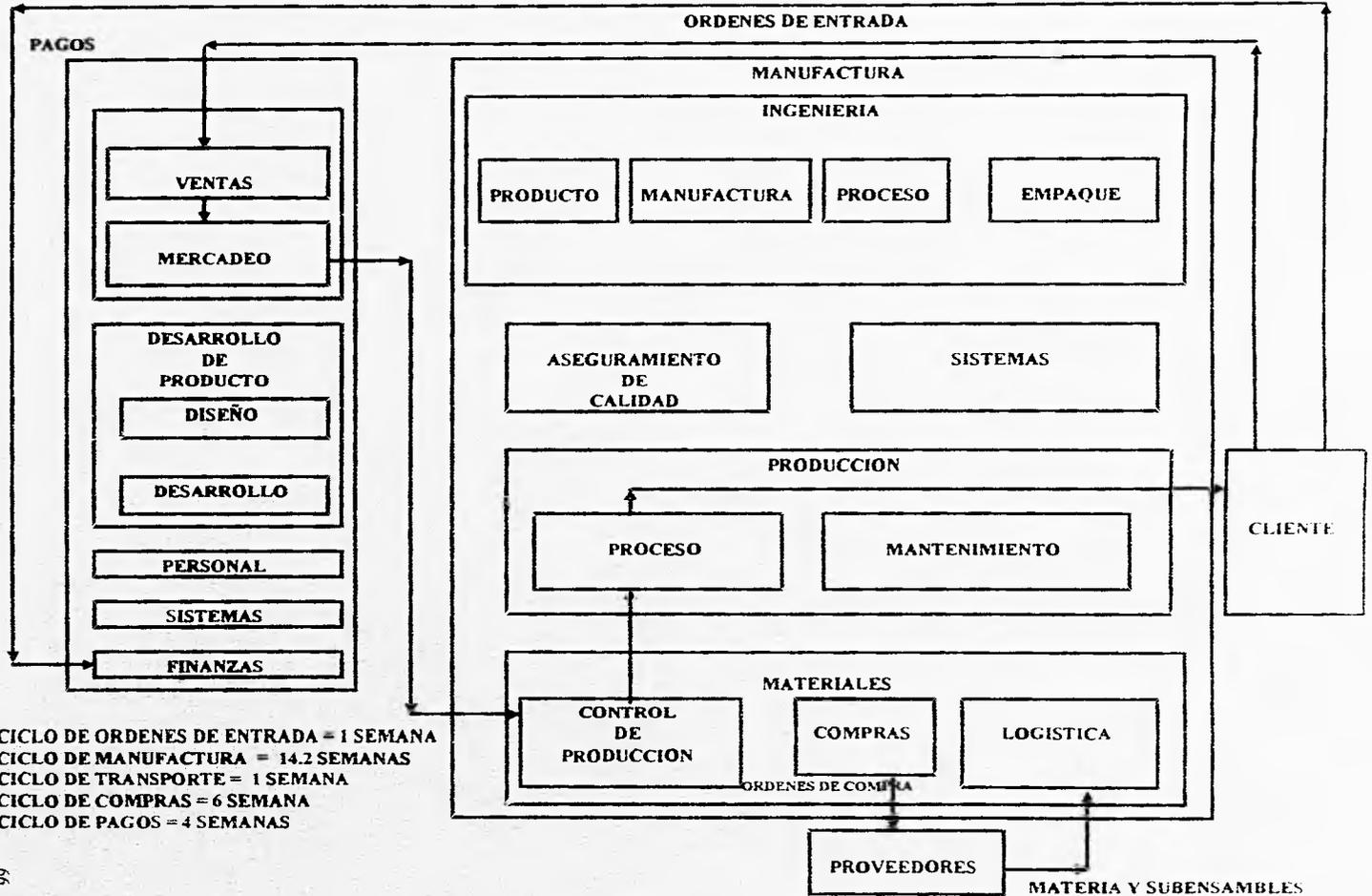
#### 4.3.2 ADQUISICION DE MATERIALES.

+ CICLO DE COMPRAS.

NORMALMENTE LOS PROVEEDORES DE (MAC), REQUIEREN DE 6 SEMANAS, DE TIEMPO DE ENTREGA PARA LA ENTREGA DE MATERIA PRIMA O SUBENSAMBLES.

+ CICLO DE INSPECCION.

DEBIDO A LA IMPLEMENTACION DEL PROGRAMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN LAS FACILIDADES DE LOS PROVEEDORES, LA GRAN VARIEDAD DE MATERIALES Y SUBENSAMBLES (QUE TENDRIAN QUE SER REVISADOS EN (MAC), CON DIFERENTES PROCEDIMIENTOS Y TOLERANCIAS Y CON UN TIEMPO DE ESPERA DE DOS SEMANAS, PARA PODER SER UTILIZADOS EN LAS LINEAS DE PRODUCCION), SON RECIBIDOS EN LOS DIFERENTES ACCESOS A LAS CUATRO DIVISIONES DE (MAC), SEMANAL O DIARIAMENTE, DEPENDIENDO DEL VOLUMEN FISICO DEL MATERIAL REQUERIDO [ REF. FIGURA 4.9].



**FIGURA 4.9**  
**(MAC) DIAGRAMA DE FLUJO DE CICLOS DE TIEMPO.**

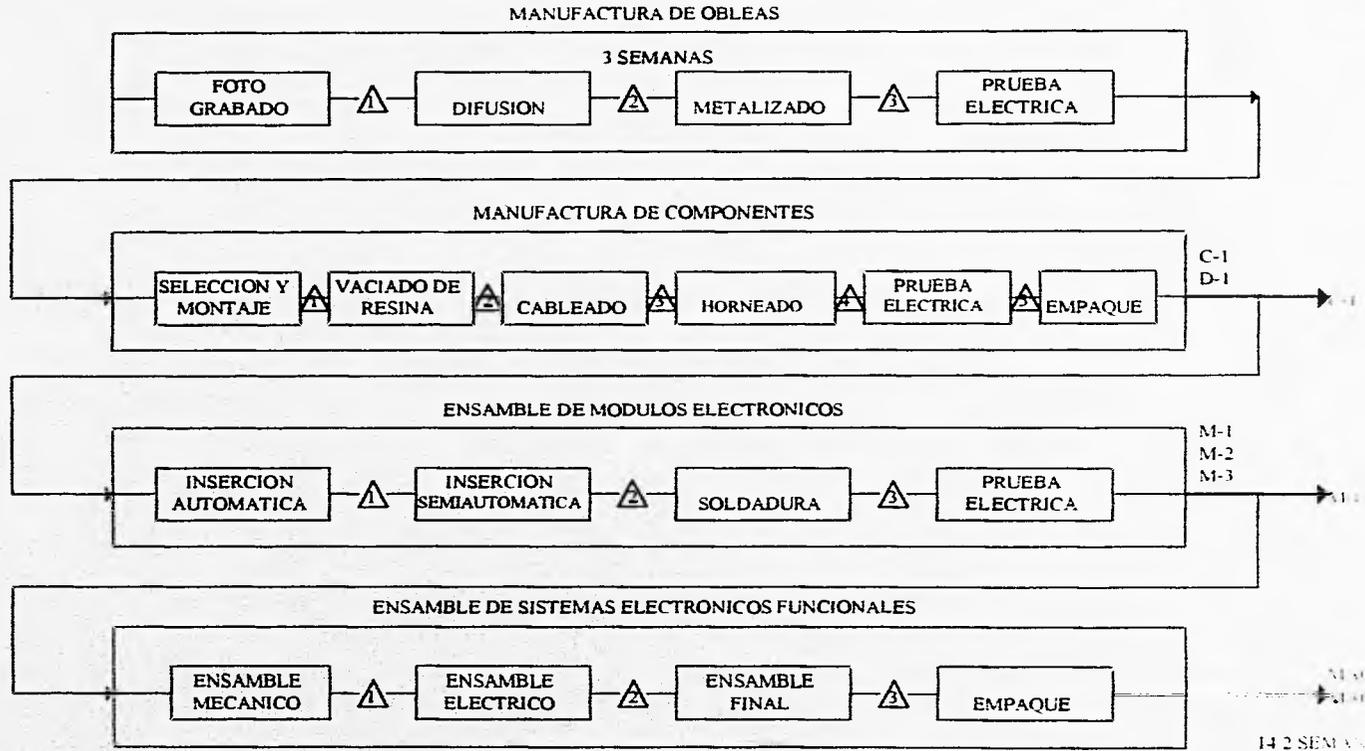
#### 4.3.3 CICLO DE MANUFACTURA.

LA FIGURA 4.10 MUESTRA EL CICLO DE MANUFACTURA DE LAS CUATRO DIVISIONES QUE FORMAN EL AREA DE MANUFACTURA DE (MAC), EL RESUMEN DE LA INFORMACION CONTENIDA EN LA FIGURA 4.10, SE RESUME EN LA TABLA 4.16, A CONTINUACION.

<b>DIVISION</b>	<b>CICLO DE TIEMPO ENSEMANAS</b>
<b>MANUFACTURA DE OBLEAS</b>	<b>3</b>
<b>MANUFACTURA DE COMPONENTES</b>	<b>5.2</b>
<b>ENSAMBLE DE MODULOS ELECTRONICOS</b>	<b>3</b>
<b>ENSAMBE DE SISTEMAS ELECTRONICOS FUNCIONALES</b>	<b>3</b>
	<hr/> <b>14.2</b>

**TABLA 4.16**  
**CICLO DE TIEMPO DE MANUFACTURA DE (MAC).**

▲ - TIEMPO DE ESPERA  
 ▲ - 1 SEMANA DE INVENTARIO  
 1 DIA = TIEMPO DE PROCESO



**FIGURA 4.10**  
**(MAC) DIAGRAMA DE FLUJO DE PRODUCTO CON CIELOS DE TIEMPO.**

#### 4.3.4 CICLO DE PLANEACION DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES.

A PARTIR DEL PROGRAMA MAESTRO DE PRODUCCION, SE HA OBTENIDO EL PROGRAMA DE PRODUCCION MENSUAL, EL QUE A SU VEZ SE LLEVA A CABO FISICAMENTE EN PROGRAMAS DE PRODUCCION SEMANAL PARA LAS DIFERENTES DIVISIONES DE (MAC). AQUI LA RELACION ES DIRECTAMENTE PROPORCIONAL ENTRE LAS ORDENES DE PRODUCCION Y EL ESTIMADO DE VENTAS AL MES DE ABRIL.

LA TABLA 4.17 MUESTRA LA PRODUCCION SEMANAL.

DIVISION	PRODUCTO	PRODUCCION UNIDADES
MANUFACTURA DE OBLEAS	D - 1	1,000
	C - 1	<u>3,500</u>
	TOTAL	4,500
MANUFACTURA DE COMPONENTES	D - 1	150,000
	C - 1	<u>375,000</u>
	TOTAL	525,000
ENSAMBLE DE MODULOS ELECTRONICOS	M - 1	43,000
	M - 2	11,000
	M - 3	<u>21,000</u>
	TOTAL	75,000
ENSAMBLE DE SISTEMAS ELECTRONICOS FUNCIONALES	MAC - 1	11,200
	MAC - 2	<u>20,800</u>
	TOTAL	32,000

TABLA 4.17  
(MAC) PROGRAMA DE PRODUCCION SEMANAL.

EN BASE A LA INFORMACION QUE PROPORCIONAN LOS CICLOS ANTERIORES EN LA FIGURA 4.11, SE PUEDEN OBSERVAR LA RELACION DE TIEMPOS ENTRE LOS CICLOS DE ADQUISICION, MANUFACTURA, TRABAJO EN PROCESO Y PROGRAMACION DE LA PRODUCCION. ASI MISMO EN LA TABLA 4.18 SE MUESTRA EL RESUMEN DE CAPACIDAD TOTAL INSTALADA POR DIVISION Y POR PROCESO DE (MAC).

PROCESO	OPERACION	CAPACIDAD MAXIMA DE PRODUCCION UNIDADES/ SEMANA	CAPACIDAD MAXIMA DE PRODUCCION DE LA DIVISION UNIDADES/ SEMANA
<b>DIVISION DE MANUFACTURA DE OBLEAS.</b>			
<b>FOTOGABADO</b>			
	ROCIADO	18,000	
	1a FASE DE HORNEADO	20,000	
	ALINEADO	5,000	
	DESARROLLO	8,000	
	PRUEBA	6,000	
	2a FASE DE HORNEADO	10,000	
	GRABADO	8,000	
	PRUEBA	6,000	
<b>DIFUSION</b>	LIMPIEZA/ALIMENTACION	8,000	
	DIFUSION	5,100	
	GRABADO	8,000	
	ENMASCARILLADO	7,600	
	METALIZADO	7,200	
	INSPECCION	12,000	
	PRUEBA ELECTRICA	6,000	5,000
<b>DIVISION DE MANUFACTURA DE COMPONENTES.</b>			
	SELECCION Y MONTAJE	1,050,000	
	VACIADO DE RESINA	700,000	
	CABLEADO	700,000	
	HORNEADO	768,000	
	ACABADO	720,000	

PRUEBA ELECTRICA	864,000	
EMPAQUE	864,000	700,000

---

**DIVISION DE ENSAMBLE DE MODULOS ELECTRONICOS.**

INSERCIÓN AUTOMÁTICA	1,000,000	
INSERCIÓN SEMIAUTO	96,000	
SOLDADURA	75,000	
PRUEBA ELECTRICA	100,000	75,000

---

**DIVISION DE ENSAMBLE DE SISTEMAS ELECTRONICOS FUNCIONALES.**

ENSAMBLE MECANICO	43,000	
CONEXION ELECTRICA	50,000	
ENSAMBLE FINAL	42,000	
EMPAQUE	35,000	35,000

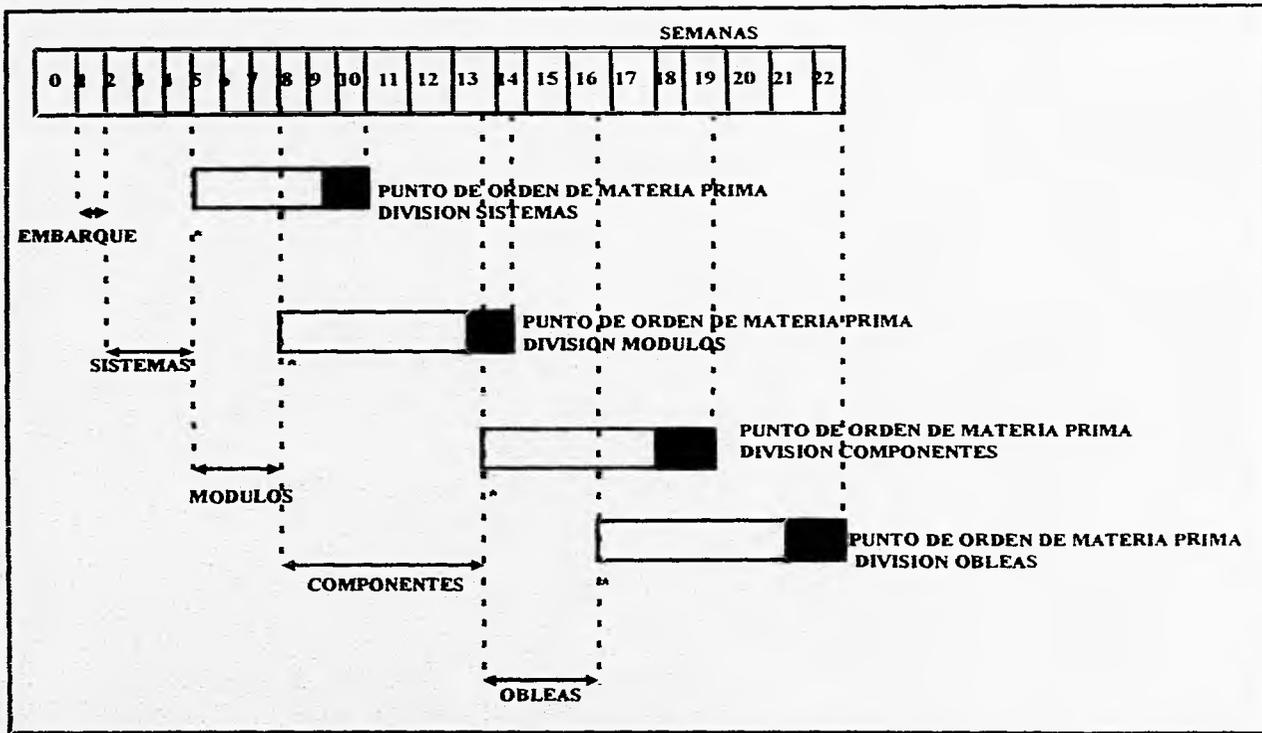
---

**TABLA 4.18**  
**(MAC) CAPACIDAD MAXIMA DE PRODUCCION.**

**4.3.5 CICLO DE EMBARQUES**

POR ENCONTRARSE (MAC) UBICADO DENTRO DEL CENTRO DE CONSUMO PARA LA MAYORIA DE SUS PRODUCTOS , EL CICLO DE EMBARQUE DE LOS MISMOS SE REALIZA PRACTICAMENTE EN LA SEMANA EN LA QUE SE PROGRAMA SU MANUFACTURA.

EN CONDICIONES DE CREDITO LA POLITICA DETERMINADA POR (MAC) ES 1% NETO A 30 DIAS SOBRE VALOR DE FACTURA. LO QUE SIGNIFICA QUE HAY UN MINIMO DE CINCO SEMANAS ENTRE QUE SE ENTREGA EL PRODUCTO A LOS CLIENTES Y EL PAGO DE LA FACTURA CORRESPONDIENTE (REFERENCIA FIGURA 4.9).



\* EMPIEZA A LLEGAR EL MATERIAL

← ORDEN DE PROCESO

FIGURA 4.11

(MAC) DIAGRAMA DE RELACION DE TIEMPOS.

## V ANALISIS DE COSTOS.

### 5.1 ESTIMADO DE COSTO.

LAS TECNICAS MODERNAS PARA LA DETERMINACION DEL COSTO DE UN PRODUCTO TIENEN LA VENTAJA DE CONSIDERAR TODOS LOS PARAMETROS INVOLUCRADOS, TALES COMO EL DISEÑO DEL PRODUCTO, LOS METODOS DE PRODUCCION Y LOS COSTOS DEPARTAMENTALES.

CUANDO SE REALIZA EL ESTIMADO DE COSTO PARA UN NUEVO PRODUCTO, ES NECESARIO DESARROLLAR EL ANALISIS PASO A PASO, PARTIENDO DE LAS OPERACIONES PRIMARIAS, PRODUCCION DE PARTES, SUBENSAMBLES Y ENSAMBLES FINALES, HASTA LLEGAR AL PRODUCTO FINAL, YA VENDIDO Y ENTREGADO. LA FIGURA 5.1 MUESTRA EL DIAGRAMA DE ELEMENTOS DE COSTO PARA DICHO ANALISIS.

### 5.2 TASA INTERNA DE RETORNO (T.I.R.)

LA DECISION DE INVERTIR DINERO EN EQUIPO ADICIONAL, O EL REEMPLAZO DEL ACTUAL, ESTA BASADA EN INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD, ESTO ES YA SEA EL INCREMENTO DE UNIDADES POR UNIDAD DE TIEMPO, POR UNIDAD DE ESPACIO EN EL AREA DE PRODUCCION, POR UNIDAD DE MATERIAL, O POR UNIDAD DE COMBUSTIBLE, PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL PRODUCTO, POR CAMBIO DE ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO, PARA INCREMENTAR LA FLEXIBILIDAD DEL EQUIPO PARA EL USO DE NUEVOS DISPOSITIVOS, PARA ALARGAR EL CICLO DE VIDA DE UN PRODUCTO DETERMINADO, PARA ELIMINAR EL RIESGO DE ACCIDENTES, PARA REDUCIR EL COSTO INDIRECTO ASOCIADO CON EL PRODUCTO QUE PRODUCE DETERMINADO EQUIPO, ETC.

A PARTE DE LAS RAZONES EN EL PARRAFO ANTERIOR NORMALMENTE LA DECISION ESTA SOPORTADA EN LA OBTENCION DE LA MAXIMA TASA INTERNA DE RETORNO.

LA RESPONSABILIDAD DEL INGENIERO DESDE EL PUNTO DE VISTA ECONOMICO, CONSISTE EN LLEVAR A CABO EL ANALISIS QUE CONDUZCA A LA OBTENCION DEL MINIMO EQUIPO POR UNIDAD DE PRODUCTO.

LOS ELEMENTOS A CONSIDERAR EN EL ANALISIS DEL (TIR), SON LOS SIGUIENTES:  
- AHORRO ANUAL BRUTO, QUE INCLUYE EL AHORRO EN MANO DE OBRA DIRECTA, COSTO INDIRECTO Y LOS COSTOS ESPERADOS DE MANTENIMIENTO.

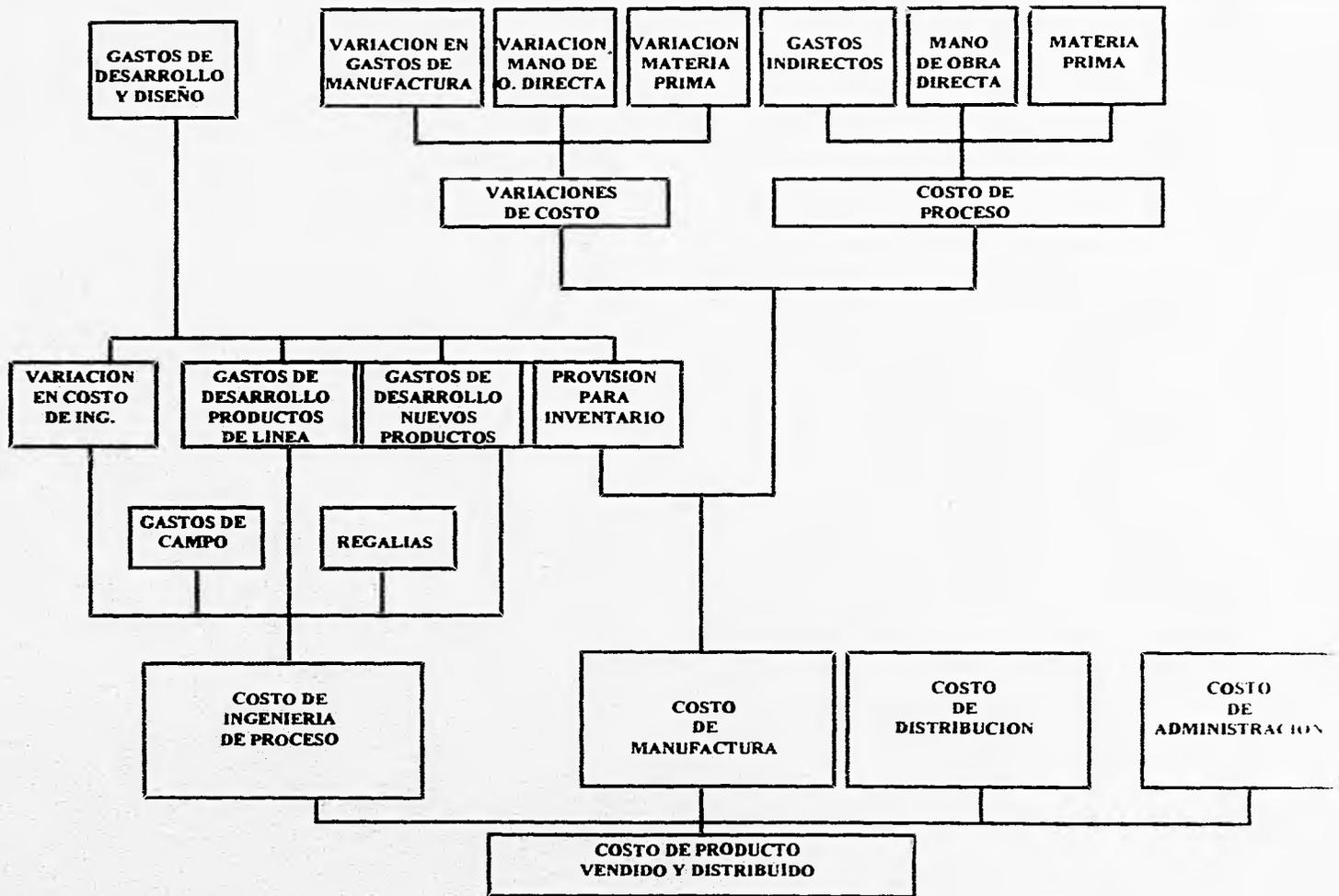


FIGURA 5.1  
 DIAGRAMA DE ELEMENTOS DE ANALISIS PARA LA INTEGRACION DEL COSTO DE UN PRODUCTO VENDIDO [REF 13]

### 5.3 CASO PRACTICO.

EN LA DIVISION DE MANUFACTURA DE COMPONENTES DE (MAC), EL GERENTE HA PLANTEADO UN PROGRAMA DE AHORRO QUE CONSISTE EN SUBSTITUIR LA OPERACION ACTUAL POR UNA OPERACION AUTOMATIZADA QUE BRINDARA LAS VENTAJAS SIGUIENTES.

- 1) INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCION DEL DEPARTAMENTO EN UN 50% (DE 700,000 A 1.050,000 UNIDADES POR SEMANA).
- 2) DISMINUCION EN LA MANO DE OBRA DE LA DIVISION (DE 47 A 12 PERSONAS).
- 3) MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD AL DISMINUIR EL FACTOR DE ERROR HUMANO

LA PROPUESTA DE EQUIPO NUEVO HA SIDO PRESENTADA POR 3 DIFERENTES PROVEEDORES.

LA PROPUESTA DEL PROVEEDOR No. 1, REQUIERE DE UNA INVERSION DE N\$ 60,000.00, Y CONTEMPLA UN TIEMPO UTIL. DEL EQUIPO DE 10 AÑOS. EL AHORRO PARA EL PRIMER AÑO ES DE N\$ 114,000, PERO NO HAY AHORROS POSTERIORES.

CACULO:

AHORRO ANUAL BRUTO	-	114,000
DEPRECIACION		<u>6,000</u>
AHORRO ANTES DE IMPUESTO		108,000
IMPUESTO @ 50%		<u>54,000</u>
AHORRO NETO		54,000
RECUPERACION DE DEPRECIACION		<u>6,000</u>
CAPITAL RECUPERADO		60,000
PERIODO DE RECUPERACION =		1 AÑO

EL PROVEEDOR No. 2 PRESENTA UN PAQUETE CON EL MISMO COSTO Y VIDA UTIL DEL EQUIPO. SU ALTERNATIVA PERMITIRA UN AHORRO BRUTO DE N\$ 24,000 POR LOS PROXIMOS 5 AÑOS.

CALCULO:

AHORRO ANUAL BRUTO	24,000
DEPRECIACION	<u>9,000</u>
AHORRO ANTES DEL IMPUESTO	18,000
IMPUESTO @ 50%	<u>9,000</u>
AHORRO NETO	9,000
RECUPERACION DE DEPRECIACION	<u>6,000</u>
CAPITAL RECUPERADO	15,000

PERIODO DE RECUPERACION = 4 AÑOS

EL PROVEEDOR No. 3 PROPORCIONA UN PAQUETE QUE GENERA LOS AHORROS BRUTOS SIGUIENTES.

1er. AÑO	N\$ 2,000
2do. AÑO	N\$ 6,000
3er. AÑO	N\$ 30,000

POR CADA AÑO ADICIONAL N\$ 48,000

	1er.	2do.	3er.	CADA AÑO ADICIONAL
AHORRO ANUAL BRUTO	6,000	18,000	30,000	48,000
DEPRECIACION	<u>6,000</u>	<u>6,000</u>	<u>6,000</u>	<u>6,000</u>
AHORRO ANTES DEL IMPUESTO	0	12,000	24,000	42,000
IMPUESTO @ 50%	<u>0</u>	<u>6,000</u>	<u>12,000</u>	<u>21,000</u>
AHORRO NETO	0	6,000	12,000	21,000
RECUPERACION DE DEPRECIACION	<u>6,000</u>	<u>6,000</u>	<u>6,000</u>	<u>6,000</u>
CAPITAL RECUPERADO	6,000	12,000	18,000	27,000

PERIODO DE RECUPERACION = 4 AÑOS

EN LA TABLA 5.1 SE VE LA COMPARACION DE LAS INVERSIONES 1, 2 Y 3

INVERSION	PERIODO DE RECUPERACION AÑOS	CAPITAL RECUPERADO CADA AÑO ADICIONAL NS
1	1	0
2	4	15,000
3	4	27,000

**TABLA 5.1**  
**COMPARATIVO INVERSIONES PLAN DE AHORRO.**

COMO CADA INVERSION REQUIERE DE UN TOTAL DE NS 60,000.00 EL PORCENTAJE DE RETORNO PARA CADA INVERSION SERA:

$$\% \text{ RETORNO} = \frac{\text{CAPITAL RECUPERADO CADA AÑO ADICIONAL}}{\text{INVERSION INICIAL}}$$



PARA LA INVERSION No. 3 TENEMOS:

AÑO	RETORNO
1	6,000
2	12,000
3	18,000
4	27,000
5	27,000
6	27,000
7	27,000
8	27,000
9	27,000
10	27,000
TOTAL	= 225,000

$$\text{ENTONCES \% TOTAL DE RETORNO} = \frac{225,000}{60,000} = 375\%$$

EL (T.I.R.) EN ESTE CASO SERA 375% EN 10 AÑOS O 37.5% PROMEDIO ANUAL.

EL RESULTADO DE LOS CALCULOS PUEDE OBSERVARSE EN LA TABLA 5.2

	INVERSION 2	INVERSION 3
INVERSION INICIAL	N\$ 60,000	N\$ 60,000
PERIODO DE RECUPERACION	4 AÑOS	4 AÑOS
(T.I.R.) TOTAL	250%	375%
RETORNO PROMEDIO		
ANUALIZADO	25%	3.75%

**TABLA 5.2**  
**RESUMEN DETERMINACION (T.I.R.)**

DE LO ANTERIOR SE OBSERVA QUE LA OPCION 3 ES LA MAS RENTABLE PARA (MAC).

## VI CONCLUSIONES.

DESDE LA REVOLUCION INDUSTRIAL EN EL SIGLO PASADO, SE INICIO UN CAMBIO EN LA MANUFACTURA DE LOS PRODUCTOS O SERVICIOS. A MEDIDA QUE NOS ACERCAMOS A LA EPOCA ACTUAL , EL CAMBIO EN TECNICAS, FORMA DE ADMINISTRAR Y LA ORGANIZACION DE LAS EMPRESAS ES CADA DIA MAS DINAMICA.

EL DESARROLLO DE LA COMPUTADORA Y SU TRANSFORMACION HASTA VOLVERSE UNA HERRAMIENTA DE USO DIARIO Y PERSONAL, NOS HA DADO LA OPORTUNIDAD DE EMPLEAR CON MAYOR EFICIENCIA NUESTRO TIEMPO, LO QUE NOS DA LA OPORTUNIDAD DE SER MAS CREATIVOS DENTRO DE LA ACTIVIDAD QUE NOS ESTEMOS DESENVOLVIENDO

EN EL CASO DE LA INGENIERIA ESPECIFICAMENTE TENEMOS LA OPORTUNIDAD DE PODER EFECTUAR DECISIONES EN TIEMPO REAL. DE ESTUDIAR MODELOS DE ESTRUCTURAS ORGANIZACIONALES, DISTRIBUCIONES DE MAQUINARIA, PROGRAMAS DE MANUFACTURA. PROYECCIONES,ETC.

LA PRESENTACION DE ESTE TRABAJO HA SIDO CON EL PROPOSITO DE RESALTAR LA TRANSFORMACION DE LAS EMPRESAS DE MANUFACTURA EN LOS ULTIMOS 30 AÑOS. EL CASO PRACTICO DESARROLLADO SIENDO UN CASO HIPOTETICO, PRESENTA LA REALIDAD DE MUCHAS EMPRESAS EN LA FRONTERA NORTE DE MEXICO, DONDE SE APLICA LA TECNOLOGIA MAS AVANZADA PARA LA PLANEACION . DESARROLLO Y MANUFACTURA DE UNA VARIEDAD AMPLIA DE PRODUCTOS Y SERVICIOS. ESTO NO QUIERE DECIR QUE EN OTRAS PARTES DE LA REPUBLICA NO EXISTA ESTE TIPO DE EMPRESAS, PERO LA EXPERIENCIA PERSONAL ES EN ESTA ZONA.

CON ESTE TRABAJO HA SIDO MI PROPOSITO TAMBIEN EL RESALTAR LA FUNCION DEL INGENIERO DENTRO DE LA EMPRESA DE MANUFACTURA O CUALQUIER OTRA, EN LA CUAL PARTICIPA LLEVANDO A CABO FUNCIONES DENTRO DE LAS AREAS DE:

DIRECCION GENERAL  
DIRECCION DE PLANTA  
FINANZAS  
ADMINISTRACION  
ADMINISTRACION DE MATERIALES  
INGENIERIA DE PROCESO  
ASEGURAMIENTO DE CALIDAD  
ADMINISTRACION DE PRODUCCION

A DIFERENTES NIVELES Y CON DIFERENTES RESPONSABILIDADES, DESARROLLANDO E IMPLEMENTANDO NUEVOS SISTEMAS Y CONTROLES, PERO QUIERO RESALTAR QUE LA RESPONSABILIDAD MAYOR ES LA DE SABER MOTIVAR ADECUADAMENTE AL PERSONAL A SU CARGO Y EFECTIVAMENTE LOGRAR QUE SU COMPORTAMIENTO LOGRE UN CAMBIO DE ACTITUD DEL PERSONAL PARA CUMPLIR CON LOS OBJETIVOS DE CONVERTIR NUESTRAS EMPRESAS EN AQUELLAS DE CATEGORIA MUNDIAL, LO CUAL BRINDARA A NUESTRO PAIS LA OPORTUNIDAD DE PARTICIPAR CON MAYOR EXITO EN EL MERCADO MUNDIAL.

CONSIDERO IMPORTANTE TAMBIEN EL HACER NOTAR QUE EL HECHO DE ESTUDIAR UN CARRERA PROFESIONAL NOS PROPORCIONA LAS HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA CONTAR CON EL CRITERIO SUFICIENTE PARA EL ANALISIS Y SOLUCION DE PROBLEMAS EN NUESTRA VIDA DIARIA, PERO EL CONOCIMIENTO SOLO SE ADQUIERE CON EL ESTUDIO Y LA ACTUALIZACION CONSTANTE.

## VII RELACION DE TABLAS Y FIGURAS

### 7.1 TABLAS

NUMERO	DESCRIPCION	PAGINA
1.1	ARGUMENTOS PARA COMPRA DE AUTOMOVILES RANGOS PROMEDIO EN ESCALA DE 10 PUNTOS REF [8]	..2
4.1	PLAN GENERAL ANUAL DE VENTAS DE (MAC)	..38
4.2	PLAN GENERAL ANUAL DE VENTAS POR CLIENTE DE (MAC)	..39
4.3	CAPACIDAD DEL PROCESO DE FOTOGABADO	..42
4.4	CAPACIDAD MAXIMA DE PRODUCCION PROCESO DE FOTOGABADO	..43
4.5	CAPACIDAD DE PROCESO DE DIFUSION	..44
4.6	CAPACIDAD MAXIMA DE PRODUCCION PROCESO DE DIFUSION	..45
4.7	CAPACIDAD DE PROCESO MANUFACTURA DE COMPONENTES	..48
4.8	CAPACIDAD MAXIMA DE PRODUCCION MANUFACTURA DE COMPONENTES	..49
4.9	CAPACIDAD DE PROCESO ENSAMBLE DE MODULOS ELECTRONICOS	..53
4.10	CAPACIDAD MAXIMA DE PRODUCCION DIVISION ENSAMBLE DE MODULOS ELECTRONICOS	..54
4.11	CAPACIDAD DE PROCESO DIVISION DE SISTEMAS ELECTRONICOS FUNCIONALES	..57
4.12	CAPACIDAD MAXIMA DE PRODUCCION DIVISION DE SISTEMAS ELECTRONICOS FUNCIONALES	..58
4.13	ESTIMADO ANUAL DE VENTAS MODIFICADO	..61
4.14	ESTIMADO DE VENTAS SEGUNDO CUATRIMESTRE POR CLIENTE	..63
4.15	(MAC) PROGRAMA DE MANUFACTURA PARA EL MES DE ABRIL ( 4 SEMANAS)	..64
4.16	CICLO DE TIEMPO DE MANUFACTURA (MAC)	..66

NUMERO	DESCRIPCION	PAGINA
4.17	(MAC) PROGRAMA DE PRODUCCION SEMANAL	67
4.18	(MAC) CAPACIDAD MAXIMA DE PRODUCCION	69
5.1	COMPARATIVO INVERSIONES PLAN DE AHORRO	75
5.2	RESUMEN DETERMINACION (T.I.R.)	78

## 7.2 FIGURAS.

NUMERO	DESCRIPCION	PAGINA
1.1	ARGUMENTOS DE COMPRA - RANGOS PROMEDIO EN UNA ESCALA DE 10 PUNTOS REF [8]	3
2.1	ORGANIZACION DE UNA COMPAÑIA DE MANUFACTURA CON UN SISTEMA CENTRALIZADO DE CONTROL DE PRODUCCION REF [10]	7
2.2	ORGANIZACION DE UNA COMPAÑIA DE MANUFACTURA CON SISTEMA DEPARTAMENTAL DE CONTROL DE CALIDAD REF [10]	9
2.3	HOJA DE CONTROL DE PROCESO REF [3]	11
2.4	INTERCAMBIO ELECTRONICO DE DATOS (IED) REF [4]	17
2.5	SISTEMAS PARA LA EXPOSICION, FLUJO Y CONTROL DE MATERIALES REF [10]	19
2.6	PLANEACION DE LOS REQUERIMIENTOS DE MATERIALES Y MANUFACTURA, MOSTRANDO LOS ELEMENTOS DE RETROALIMENTACION REF [10]	22
4.1	DIAGRAMA DE FLUJO PRIORIDAD / CAPACIDAD REF [10]	31
4.2	FLUJO DE MANUFACTURA DE MEDIO AMBIENTE CONTROLADO (MAC)	34
4.3	DIAGRAMA DE PRODUCTO MANUFACTURADOS POR MEDIO AMBIENTE CONTROLADO (MAC)	35

NUMERO	DESCRIPCION	PAGINA
4.4	ORGANIZACION DE MEDIO AMBIENTE CONTROLADO	37
4.5	DISTRIBUCION DIVISION DE MANUFACTURA DE OBLEAS	46
4.6	DISTRIBUCION DIVISION DE MANUFACTURA DE COMPONENTES	50
4.7	DISTRIBUCION DIVISION DE ENSAMBLE DE MODULOS ELECTRONICOS	55
4.8	DISTRIBUCION DIVISION ENSAMBLE DE SISTEMAS ELECTRONICOS FUNCIONALES	59
4.9	(MAC) DIAGRAMA DE FLUJOS DE CICLOS DE TIEMPO	66
4.10	(MAC) DIAGRAMA DE FLUJOS DE PRODUCTO CON CICLOS DE TIEMPO	68
4.11	(MAC) DIAGRAMA DE REACCION DE TIEMPOS	71
5.1	DIAGRAMA DE ELEMENTOS DE ANALISIS PARA LA INTEGRACION DEL COSTO DE UN PRODUCTO VENDIDO REF [13]	75

## BIBLIOGRAFIA.

- 1 - IRESON, W.G. AND E.L. GRANT: "HANDBOOK OF INDUSTRIAL ENGINEERING AND MANAGEMENT", SEGUNDA EDICION, PRENTICE HALL INC., ENGLEWOOD CLIFFS, N.J. 1970.
- 2.- MAYNARD H.B. : " INDUSTRIAL ENGINEERING HANDBOOK", TERCERA EDICION, MCGRAW - HILL BOOK COMPANY, NEW YORK, N.Y. 1971.
- 3.- DANIEL B. DALLAS : "TOOL AND MANUFACTURING ENGINEERS HANDBOOK", TERCERA EDICION, MCGRAW - HILL BOOK COMPANY, NEW YORK, N.Y. 1976.
- 4.- JOSEPH R. CARTER : " PURCHASING CONTINUED IMPROVEMENT THROUGH INTEGRATION", PRIMERA EDICION, RICHARD D. IRWING INC., HOME WOOD, ILL. 1993.
- 5.- T.H. ALLEGRI: " ADVANCE MANUFACTURING TECHNOLOGY". PRIMERA EDICION, TAB BOOKS, BLUE RIDGE SUMMIT, PA. 1989.
- 6.- U.S. NEWS WORLD REPORT MAGAZINE, OCTUBRE DE 1990.
- 7.- PAPER FILM & FOIL CONVERTER MAGAZINE, ABRIL DE 1990.
- 8.- COMMUNITY COLLEGE NATIONAL PROGRAM: " THE TRANSFORMATION OF AMERICAN INDUSTRY", P Q SYSTEMS, QIP INC., DEARBORN, MICH. 1986.
- 9.- E.M. GOLDRATT / R.E. FOX: " LA CARRERA", INSTITUTO DIRECTIVOS DE EMPRESA, MEXICO, D.F. 1992.
- 10.- T.H. ALLEGRI: " MATERIALS MANAGEMENT HANDBOOK", PRIMERA EDICION, MCGRAW - HILL, INC., NEW YORK, N.Y. 1991.
- 11.- M.J. MISSHAUK: "MANAGEMENT THEORY", PRIMERA EDICION, LITTLE BROWN & COMPANY, BOSTON, MA. 1979.
- 12.- G.W. ALJIAN: "PURCHASING HANDBOOK", TERCERA EDICION, MCGRAWHILL BOOK COMPANY, NEW YORK, N.Y. 1973.
- 13.- R.M.S. WILSON: " COST CONTROL HANDBOOK", TERCERA EDICION, COLES PUBLISHING COMPANY LIMITED, TORONTO CANADA, 1993.