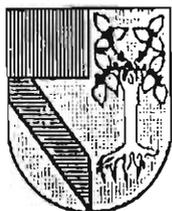


308917



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

ESCUELA DE INGENIERIA

CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA
IMPLEMENTACION DE UNA PLANTA INYECTORA DE
PLASTICOS Y LA ELABORACION DE UNA PLANEACION
DE RECURSOS DE MANUFACTURA MRP II.”**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
AREA: INGENIERIA INDUSTRIAL

P R E S E N T A N :

**LENIN HORACIO CASTILLO CALZADA
MAURICIO PIÑA CABELLO**

DIRECTOR DE TESIS:
JOSE ANTONIO CASTRO D'FRANCHIS

MEXICO, D.F.

1997

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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.

PAGINACION VARIA

COMPLETA LA INFORMACION

DEDICATORIAS:

A mi Madre: Por siempre impulsarme a dar lo mejor de mí y hacerme entender que uno es el constructor de su propio destino. Por que todo lo que soy te lo debo a ti.

A mi Padre. Por siempre estar conmigo cuando te necesito y brindarme tu apoyo incondicional y desinteresado.

A Karla: Por ser como eres, por los momentos que hemos pasado juntos y el amor y respeto que compartimos.

A Tía Mary: Por estar presente en mí, por tu amor, comprensión, apoyo y sencillez.

A Tía Mimi: Por tu sinceridad y entrega total. Por ser un ejemplo a seguir.

A mis amigos: Ausentes y presentes con quienes he y habré de compartir triunfos y fracasos. Amigos, más que amigos, hermanos.

INDICE

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
1 GENERALIDADES	12
1.1 PANORAMA ECONÓMICO DE MÉXICO	13
1.1.1 EMPLEO	20
1.1.2 INVERSIÓN	26
1.2 RESINAS SINTÉTICAS	31
1.3 LA INDUSTRIA DEL PLÁSTICO EN MÉXICO	43
1.3.1 IMPORTACIONES Y EXPORTACIONES DE MANUFACTURAS DE PLÁSTICOS	46
1.3.2 PERSPECTIVAS DEL ENTORNO	48
1.4 MARCO LEGAL	55
1.4.1 GENERALIDADES	56
1.4.2 REGLAMENTO DE LA LEY DEL ARTICULO 27 CONSTITUCIONAL EN EL RAMO DEL PETRÓLEO EN MATERIA DE PETROQUÍMICA	57
1.4.3 RECLASIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS PETROQUÍMICOS DE LA PETROQUÍMICA BÁSICA O SECUNDARIA	60
1.4.4 REGISTRO DE LA INDUSTRIA PETROQUÍMICA	62
2 ESTUDIO DE MERCADO	65
2.1 INTRODUCCIÓN AL PROCESO DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO	70
2.2 PRODUCTO	73
2.3 CANAL DE DISTRIBUCIÓN DEL PRODUCTO	75
2.4 PROVEEDORES	76
2.5 PRODUCTOS SUSTITUTOS O SIMILARES	78

INDICE

2.6 BARRERAS	79
2.6.1 BARRERAS DE ENTRADA	79
2.6.2 BARRERAS DE SALIDA	79
2.7 DEMANDA DE ENVASES DE PLÁSTICO	80
2.8 OFERTA DE ENVASES DE PLÁSTICO	83
2.9 PRECIOS	86
3 ESTUDIO TÉCNICO	88
3.1 DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE PLANTA	89
3.1.1 FACTORES QUE CONDICIONAN EL TAMAÑO DE PLANTA	94
3.1.2 MODELO DEL TAMAÑO DE PLANTA	98
3.2 LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA	99
3.2.1 MÉTODO CUALITATIVO POR PUNTOS	107
3.3 ANÁLISIS DE PROCESOS	114
3.3.1 TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE PROCESOS	116
3.4 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA	120
3.5 ESTRUCTURA Y PROCEDIMIENTOS	129
3.5.1 FUNCIONES	130
3.5.2 PROCEDIMIENTOS	142
4 ESTUDIO FINANCIERO	145
4.1 INVERSIÓN INICIAL Y FUENTES DE RECURSOS	149
4.2 DETERMINACIÓN DE COSTOS	158
4.3 PUNTO DE EQUILIBRIO	166
4.4 ESTADOS FINANCIEROS PROFORMA	170

INDICE

4.4.1 FLUJO DE CAJA	170
4.4.2 ESTADO DE RESULTADOS	174
4.4.3 BALANCE GENERAL	177
4.5 EVALUACIÓN FINANCIERA	180
5 PLANEACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE MANUFACTURA (MRP II)	184
5.1 PLAN AGREGADO	185
5.1.1 REVISIÓN GENERAL DE LAS ACTIVIDADES DE LA PLANEACIÓN DE MANUFACTURA	186
5.1.1.1 PLANEACIÓN A LARGO PLAZO	187
5.1.1.2 PLANEACIÓN A MEDIANO PLAZO	188
5.1.1.2.1 PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN	188
5.1.1.2.2 PRONÓSTICO DE ARTÍCULOS	190
5.1.1.2.3 PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN	191
5.1.1.2.4 CAPACIDAD EN CORTE APROXIMADO	192
5.1.1.3 PLANEACIÓN A CORTO PLAZO	193
5.1.1.3.1 PLANEACIÓN DE LOS MATERIALES	193
5.1.1.3.2 PLANEACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE CAPACIDAD	194
5.1.1.3.3 PROGRAMA FINAL DE ENSAMBLE	195
5.1.1.3.4 PLANEACIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS	196
5.1.1.3.5 CONTROL DE LA ACTIVIDAD DE PRODUCCIÓN	197
5.1.1.3.6 PLANEACIÓN Y CONTROL DE COMPRAS	198
5.1.2 PLANEACIÓN JERÁRQUICA DE LA PRODUCCIÓN	199
5.1.3 PLAN DE PRODUCCIÓN AGREGADO	202

INDICE

5.1.3.1 ENTORNO DE LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	204
5.1.3.1.1 ESTRATEGIAS DE LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	206
5.1.3.1.2 SUBCONTRATOS	208
5.1.3.2 COSTOS RELEVANTES	209
5.1.3.2.1 PRESUPUESTOS	210
5.1.4 TÉCNICAS DEL PLAN AGREGADO	211
5.2 SISTEMAS DE INVENTARIO PARA LA DEMANDA INDEPENDIENTE	212
5.2.1 DEFINICIÓN DEL INVENTARIO	214
5.2.2 PROPÓSITOS DEL INVENTARIO	216
5.2.3 COSTOS DE INVENTARIO	218
5.2.4 DEMANDA INDEPENDIENTE VS DEMANDA DEPENDIENTE	220
5.2.5 SISTEMAS DE INVENTARIOS	221
5.2.5.1 CLASIFICACIÓN DE MODELOS POR CANTIDAD FIJA A ORDENAR O POR PERIODO DE TIEMPO FIJO	222
5.2.6 ESTABLECIMIENTO DE UN ALMACÉN DE SEGURIDAD (STOCK DE SEGURIDAD) UTILIZANDO NIVELES DE SERVICIO	224
5.2.7 DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS REALES	226
5.2.7.1 ERRORES EN LOS COSTOS	228
5.2.7.2 PLANEACIÓN DEL INVENTARIO ABC	229
5.2.7.2.1 CLASIFICACIÓN ABC	230
5.2.7.3 EXACTITUD DEL INVENTARIO Y CONTEO CÍCLICO	232
5.3 SISTEMAS DE INVENTARIOS PARA DEMANDA DEPENDIENTE: PLANIFICACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE LOS MATERIALES	235
5.3.1 UN EJEMPLO SIMPLE DE MRP	238

INDICE

5.3.2 PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN (MPS)	245
5.3.2.1 BARRERAS DE TIEMPO	246
5.3.3 SISTEMAS DE LA PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIAL (MRP)	248
5.3.3.1 PROPÓSITOS, OBJETIVOS Y FILOSOFÍA DEL MRP	249
5.3.3.2 VENTAJAS DE UN SISTEMA MRP	251
5.3.4 ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIAL	253
5.3.4.1 DEMANDA PARA PRODUCTOS	256
5.3.4.1.1 DEMANDA PARA REFACCIONES Y FALTANTES	257
5.3.4.2 LISTA DE MATERIALES	258
5.3.4.2.1 CODIFICACIÓN DE BAJO NIVEL	262
5.3.4.3 REGISTRO DE INVENTARIO	263
5.3.4.3.1 ARCHIVO DE LAS TRANSACCIONES EN INVENTARIO	264
5.3.4.4 PROGRAMA COMPUTACIONAL DEL MRP	265
5.3.4.5 REPORTE DE SALIDA	267
5.3.4.5.1 REPORTE PRIMARIOS	267
5.3.4.5.2 REPORTE SECUNDARIOS	268
5.3.4.6 SISTEMAS DE CAMBIO DE LA RED	269
5.3.5 ¿DÓNDE PUEDE UTILIZARSE EL MRP?	271
5.3.6 PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE CAPACIDAD	273
5.3.6.1 COMPUTANDO LA CARGA EN EL CENTRO DE TRABAJO	273
5.2.7 PLANEACIÓN DE RECURSOS DE MANUFACTURA (MRP II)	277
5.3.7.1 SISTEMA CERRADO MRP	278

INDICE

5.3.7.2 MRP II	281
5.3.7.3 COSTO DE UN SISTEMA MRP II	282
5.3.7.3.1 SISTEMA DE CONTROL DE MANUFACTURA, CONTABILIDAD E INFORMACIÓN DE PRODUCCIÓN VERSIÓN 2 (MAPICS II)	284
5.3.7.3.2 MICRO MRP	288
5.3.8 PROBLEMAS EN LA INSTALACIÓN Y UTILIZACIÓN DE SISTEMAS MRP	291
5.3.8.1 CRÍTICAS EN CONCEPTO A MRP	295
5.3.8.1.1 EXACTITUD EN LOS REQUERIMIENTOS	296
5.3.8.1.2 COMPROMISO DE LA ALTA GERENCIA	297
5.3.8.1.3 MRP COMO UNA BASE DE DATOS	298
5.3.8.1.4 ALMACÉN DE SEGURIDAD	299
5.3.8.2 TAMAÑO DE LOTE EN SISTEMAS MRP	300
5.3.8.2.1 LOTE POR LOTE	301
5.3.8.2.1 CANTIDAD ECONÓMICA A ORDENAR	302
5.3.8.2.3 COSTO TOTAL MENOR	303
5.3.8.2.4 MENOR COSTO UNITARIO	304
5.3.8.2.5 ¿QUÉ TAMAÑO DE LOTE ELEGIR?	312
5.3.9 INSTALANDO UN SISTEMA MRP	313
5.3.9.1 PASOS DE PREPARACIÓN	314
5.3.9.1.1 LISTA DE MATERIALES	314
5.3.9.1.2 HOJAS DE RUTA Y TIEMPO DE PROCESO	315
5.3.9.1.3 INVENTARIO	316

INDICE

5.3.9.1.4 PROCEDIMIENTOS	317
5.3.9.1.5 ENTRENAMIENTO Y CAPACITACIÓN	318
6 ESTUDIO FINANCIERO DEL MRP	319
6.1 INVERSIÓN INICIAL Y FUENTES DE RECURSOS	320
6.2 DETERMINACIÓN DE COSTOS	329
6.3 PUNTO DE EQUILIBRIO	337
6.4 ESTADOS FINANCIEROS PROFORMA	341
6.4.1 FLUJO DE CAJA	341
6.4.2 ESTADO DE RESULTADOS	345
6.4.3 BALANCE GENERAL	348
6.5 EVALUACIÓN FINANCIERA	351
CONCLUSIONES	355
BIBLIOGRAFÍA	360

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Es realmente asombroso el crecimiento que ha tenido el desarrollo de los plásticos después de la Segunda Guerra Mundial, siendo múltiples los beneficios generados. Se han descubierto infinidad de tipos de plásticos (1100 aproximadamente), siendo industrializados alrededor de 125, debido a la rentabilidad económica; por tanto, en los países altamente industrializados se utilizan casi la totalidad de los tipos, y en los menos desarrollados se utilizan 40.

El consumo de plásticos en México es de 12 a 15 kg por habitante al año (esto representa alrededor de 1000 millones de kg), mientras que en los países altamente industrializados el consumo es de hasta 150 kg por habitante.

Estas cifras hacen pensar que la curva de consumo de los plásticos seguirá en ascenso en la medida en que se encuentran usos para ellos.

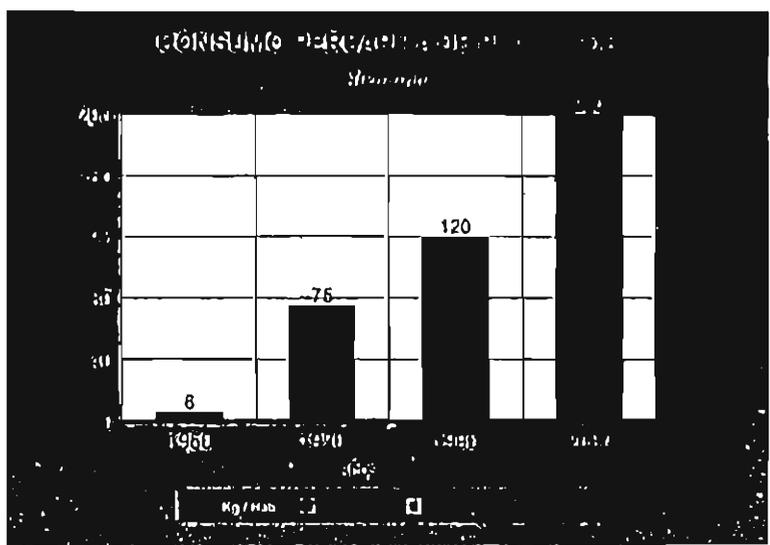
El objetivo de este trabajo es: presentar el proyecto de inversión (Estudio de Mercado, Estudio Técnico y Estudio Financiero) de una planta inyectora de plásticos en la zona central del país. Así como la implementación de un MRP.

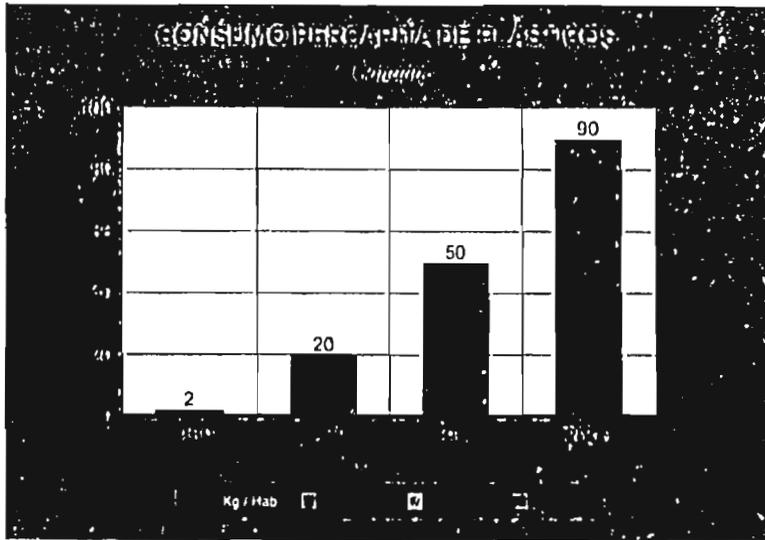
En realidad, una planta de este tipo es tan versátil como moldes de inyección se tengan dentro de las capacidades de las máquinas, es decir, que como se pueden

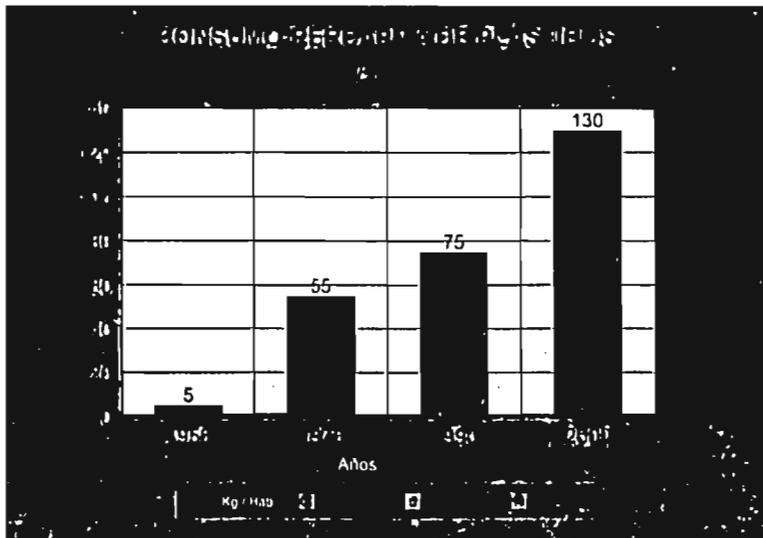
INTRODUCCIÓN

fabricar todo tipo de artículos para el hogar, se pueden fabricar piezas de aplicación industrial, piezas para ensamble, artículos promocionales corporativos ..

El presente trabajo no contempla la posibilidad de fabricar tan extensa gama de productos, sino sólo preformas, un subproducto industrial que, al ser soplado, se convierte en un envase o recipiente.







INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN AL MUNDO DE LOS PLÁSTICOS



Plástico es una palabra derivada del griego *plastikós* que significa "capaz de ser moldeado".

Los plásticos se clasifican de una manera general en

- a) Termofijos.
- b) Termoplásticos.
- c) Elastómeros.

INTRODUCCIÓN

Los primeros son aquellos que no cambian de forma ni de estructura con el aumento de temperatura (mientras no sea demasiado elevada); mientras que los termoplásticos son aquellos que pueden cambiar su forma y su estructura con el aumento de temperatura.

Los elastómeros son aquellos que al someterse a un esfuerzo modifican su forma pero la recuperan cuando se retira el esfuerzo.

Entre las propiedades más importantes de los plásticos están:

- 1) Poco peso (baja densidad).
- 2) Altas propiedades dieléctricas (aislante).
- 3) Hidroresistente.
- 4) Resistencia a productos químicos.
- 5) Higiénicos y no alergénicos.
- 6) Resistencia a la humedad y a los hongos
- 7) Adaptabilidad para cualquier aplicación.
- 8) Buen aislante térmico.
- 9) Resistencia a la corrosión.

INTRODUCCIÓN

Asimismo, los plásticos son materiales a base de polímeros naturales o sintéticos capaces de formar, bajo la acción de calentamiento y presión, artículos de configuración complicada y conservar después la forma atribuida.



La resistencia al calor de los plásticos no es grande, para la mayoría de ellos, la resistencia al calor según Martens, es igual a 80-140 °C para ciertas variedades, y mayor resistencia en otras: por ejemplo los polisiloxanos tienen una resistencia al calor según Martens de 200-250 °C.

De forma similar, el límite de rotura de los plásticos es bajo, generalmente de 5 a 10 $\text{kg} \cdot \text{f} / \text{mm}^2$, aunque se pueden introducir rellenos fibrosos que lo pueden elevar a 20-30 $\text{kg} \cdot \text{f} / \text{mm}^2$

Otra inconveniencia es su bajo valor del módulo de elasticidad que determina la pequeña rigidez de los artículos, el cual llega a ser hasta 120 veces menor que el del acero.

INTRODUCCIÓN

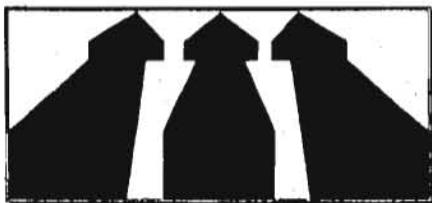
Por su composición se pueden clasificar en:

- a) Plásticos de celulosa (celuloide, etilcelulosa).
- b) Plásticos de condensación (baquelita, nilón).
- c) Plásticos de polimerización (resinas de vinilo, de estireno).

GENERALIDADES

GENERALIDADES

1.1 PANORAMA ECONOMICO DE MEXICO



Durante 1992, la continuidad y permanencia en la aplicación del programa económico establecido para el período 1989-1994, se tradujo en el fortalecimiento general de la economía. Por cuarto año consecutivo la actividad económica creció a un ritmo superior al de la población, con el menor índice inflacionario en más de una década, la captación de ahorro externo e interno permitió hacer frente al déficit de la cuenta corriente y atender la demanda de crédito.

Durante 1993, a pesar de la desaceleración de la actividad económica que se observó a partir del tercer trimestre de ese año en algunos sectores, la economía mexicana registró un crecimiento anual moderado.

Cabe destacar que este ligero avance se dio en un ambiente caracterizado por un control de la inflación que alcanzó la tasa histórica de un sólo dígito, finanzas públicas sanas que permitieron canalizar mayores recursos para el desarrollo social y rural, obteniéndose un superávit total de la balanza de pagos muy superior al de 1992, todo lo

GENERALIDADES

cual estuvo acompañado por un elevado dinamismo de las exportaciones no petroleras, reflejándose en menores déficits de la balanza comercial y de la cuenta corriente.



La desaceleración del ritmo de la actividad económica se debió a diversos factores que desalentaron el gasto privado, tanto de inversión como de consumo, tales como la incertidumbre que prevaleció prácticamente a lo largo del año y que se venía manifestando desde 1992 en torno a la ratificación del Tratado de Libre Comercio de América del Norte, el nulo aumento del consumo privado, que a su vez respondió a un crédito bancario más cauteloso, a la carga excesiva de la deuda de muchas empresas y personas físicas y a un mayor desempleo, así como la disparidad entre la inflación observada y la esperada por muchos agentes económicos, lo que dio como resultado tasas de interés reales superiores a las previstas, repercutiendo en los costos financieros y mermando las finanzas de empresas con elevado apalancamiento.

GENERALIDADES

Los componentes de la demanda agregada reflejaron también el proceso de desaceleración. La formación bruta de capital se contrajo 12.2% con respecto al año anterior, mientras que el consumo privado permaneció en el mismo nivel que en 1992, sólo las exportaciones mostraron un incremento del 1.9% y participaron con el 3.5% del producto interno bruto (PIB).

Así, en términos anuales el valor del PIB a precios constantes registró un crecimiento de 0.4% inferior en 2.4 puntos porcentuales al de 1992, cifra que se integró por un crecimiento de 1.8% en el sector agropecuario, silvicultura y pesca, un decrecimiento de 0.2% en el sector industrial y un crecimiento de 0.9% en el sector servicios¹.



La industria manufacturera, que constituye el rubro más importante del sector industrial, presentó un decremento del 1.5%. Al interior de esta industria, se tiene que cuatro de las nueve divisiones obtuvieron aumentos en su producción, específicamente alimentos, bebidas y tabaco 0.4%; minerales no metálicos 0.8%; industrial metálicas básicas 2.6% y otras industrias manufactureras 3.7%. En contraste, descendió en la de textiles,

¹ Comisión Petrolífera Mexicana, "Petroquímica", SEMIP, 1994, p. 1

GENERALIDADES

vestido y cuero 7.4%; madera y sus productos 10.1%; imprenta y editoriales 6.4%; químicos, derivados del petróleo, caucho y plástico 2.2% y en menor medida los productos metálicos, maquinaria y equipo en 0.6%².

Con los resultados logrados en 1993 se llega a siete años consecutivos de incrementos anuales en la producción de bienes y servicios.



Por primera vez en los últimos 21 años, la tasa de inflación se redujo a un nivel inferior al 10% con lo que se avanzó de manera significativa en el propósito de mantenerla dentro de niveles registrados por los principales socios comerciales de México. Así a diciembre de 1993 el índice nacional de precios al consumidor acumuló 8% (11.9% en 1992) y el índice nacional de precios al productor 4.6% (10.6% en 1992)³, lo cual se debió a la perseverancia en la aplicación de una política monetaria prudente, a la estricta disciplina en el manejo de las finanzas públicas, a la apertura de la economía, así como a la estabilización de los precios, resultado de las políticas cambiaria y salarial.

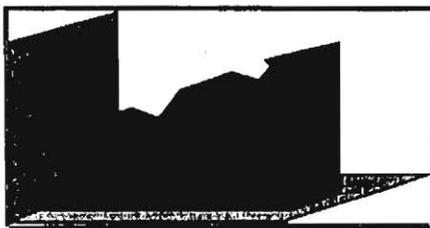
El déficit de la balanza comercial totalizó 13,481 millones de dólares, lo que significó una reducción de 2,453 millones (15.4%), respecto a 1992; esta contracción fue resultado

² Ibidem, p.2

³ Ibidem.

GENERALIDADES

del aumento de las exportaciones en 5,690 millones de dólares (12.3%), lo que compensó a su vez el incremento de las importaciones de 3,237 millones de dólares (5.2%).

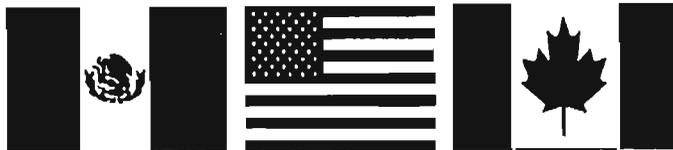


En la cuenta corriente se registró un déficit de 23.4 miles de millones de dólares, mismo que resultó menor en 1.4 miles de millones de dólares (5.7%) respecto a 1992. La balanza comercial representó el 57% de la cuenta corriente⁴.

El cambio estructural permitió aprobar la reforma constitucional para dotar de autonomía al Banco de México y se expidió una nueva ley que regula a la Institución; de igual forma, se modificaron diversas leyes que lo rigen y se autorizó el establecimiento de nuevos bancos privados. En lo referente al sector externo, se efectuaron importantes modificaciones a las leyes de comercio exterior, de inversión extranjera, de educación y se reformaron los esquemas de apoyo a la producción del campo, a través de PROCAMPO, así mismo entró en vigor el marco legal que norma la competencia en los mercados y se reorientó la política portuaria.

⁴ Idem.

GENERALIDADES



Al analizar el período 1989-1993 se observa que la economía mexicana registró una tasa media de crecimiento del 2.8%. Este dinamismo se presentó en todos los sectores de la actividad, de tal forma que de las 9 divisiones que integran al PIB, cuatro de ellas tuvieron un crecimiento mayor que el de la economía en su conjunto, como es el caso de los sectores del transporte, almacenamiento y comunicaciones con 5.6%; construcción 5.0%; servicios financieros, servicios e inmuebles 4.1%, y electricidad, agua y gas 3.1%³.



En particular, el crecimiento observado por el PIB de la industria manufacturera, se debió a la dinámica de seis de las nueve divisiones que la integran, sobresaliendo productos metálicos, maquinaria y equipo con 7.0%; otras industrias manufactureras 5.4%; minerales no metálicos excepto derivados del petróleo 3.9%; alimentos, bebidas y tabaco 3.0%, quedando por debajo de ella la división de químicos, derivados del petróleo, caucho y plástico con 2.0% y la de industrial metálica con 1.7%⁶.

³ Ibidem, p. 3

⁶ Idem.

GENERALIDADES

Dentro de la industria manufacturera está incluida la división "V", referente a químicos, derivados del petróleo, caucho y plástico, que se integra por diez ramas de actividad económica, de las cuales sólo se consideran cinco para integrar la Industria Química Nacional, por ser éstas las generadoras de los insumos previos al proceso de manufactura.

Durante el periodo en estudio, la Industria Química Nacional registró un crecimiento medio anual del 2.0%. Dentro de ésta, las ramas que tuvieron la mayor participación fueron la petroquímica básica con 5.7%; química básica 3.2%; resinas sintéticas y fibras artificiales 2.3%, al igual que otros productos químicos; mientras que la rama de abonos y fertilizantes presentó un decremento del 12.7%⁷.



Tomando en consideración los resultados de la economía mexicana en 1993, se puede concluir que la Industria Química Nacional participó en el PIB total y en la industria manufacturera en 1.7 y 7.8% respectivamente.

⁷ Idem.

GENERALIDADES

1.1.1 EMPLEO



La industria petroquímica tiene como característica el ser una actividad intensiva en el uso de capital, con buen potencial de integración y automatización en sus procesos, por lo que no es un generadora importante de empleos directos; sin embargo, tiene un gran efecto en la creación de puestos de trabajo en los sectores terminales de la actividad económica.



Como efecto de la modernización industrial en el marco de una economía globalizada, las empresas se han visto forzadas a reorganizar sus actividades para incrementar su productividad, lo que ha dado como resultado la disminución de la plantilla de personal y el incremento de la eficiencia; asimismo, la libre competencia ha originado que las instalaciones poco rentables tengan que suspender las operaciones de líneas productivas ineficientes y en algunos casos cerrar definitivamente, con el consecuente retiro del mercado y despido de personal.

GENERALIDADES

Producto Interno Bruto por Actividad Económica
(1989 - 1993)
(millones de nuevos pesos)

	1989	1990	1991	1992	1993
TOTAL	5,047.20	5,271.50	5,462.70	5,615.90	5,644.70
Agropecuario, silvicultura y pesca	386	408.8	412.7	408.6	419.9
Minería	182.9	188	189.5	192.9	195.1
Industria Manufacturera	1,135.10	1,203.90	1,252.20	1,280.70	1,216.70
Construcción	250.4	267.8	274.3	295.7	304.7
Electricidad, agua y gas	76.5	78.7	80.8	83.2	86.5
Comercio, restaurantes y hoteles	1,302.10	1,355.10	1,413.60	1,464.30	1,447
Transporte, almacenes y comunicación	325.1	346.7	366.9	394.9	404.2
Servicios financieros y seguros	547.5	568.6	590.4	612.4	642.5
Servicios comunales y sociales	911	927.8	962	968.2	978.6
Servicios bancarios	-69.4	-74	-79.9	-85	-95.6

Elaborado por la Comisión Nacional del Petróleo, Gas y Petroquímica
con datos del sistema de cuentas nacionales de México, INEGI

GENERALIDADES

Producto Interno Bruto en el Sector Manufacturero
(1989 - 1993)
(millones de nuevos pesos)

	1989	1990	1991	1992	1993
TOTAL	1,135.10	1,203.90	1,252.20	1,280.70	1,211.10
Alimentos, Bebidas y Tabaco	298.3	307.5	323.1	334	335
Textiles, Vestido y Cuero	126.5	130.1	125.3	120.8	111
Madera y sus productos	39.70	39.20	39.50	39.30	35
Imprenta y Editoriales	66.7	69.7	68.8	69.6	65
Químicos, derivados Petróleo, Caucho y Plástico	209.1	220	226.6	231.3	226
Minerales no metálicos	76.90	81.80	84.40	89.00	90
Industrias Metálicas Básicas	68.4	73.9	71.2	71.2	73
Productos metálicos, Maquinaria y Equipo	222.4	252.1	283.3	293.2	291
Otras Industrias Manufactureras	27.2	29.6	30.1	32.3	33

Elaborado por la Comisión Nacional del Petróleo, Gas y Petroquímica
con datos del sistema de cuentas nacionales de México, INEGI

Evolución del PIB de la industria química

Variación porcentual anual

Industria Química NEGI



1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992

PIB de la industria química

Evolución del PIB de la industria de artículos de plástico

Variación porcentual anual

Industria del Plástico, INEGI



PIB del plástico

GENERALIDADES

Durante los dos últimos años analizados, el personal ocupado en sector privado disminuyó anualmente a razón de 6.0 y 10.7% respectivamente, llegando a 47,955 trabajadores al final del periodo, equivalentes al 68.4% de empleos generados en la rama petroquímica.



En los centros productivos de los organismos Pemex-Petroquímica, Pemex-Gas y Petroquímica Básica, el personal ocupado ha mostrado una tendencia similar, al disminuir 3.8 y 5.9% en los dos últimos años del periodo analizado para llegar a 22,117 empleados, que correspondieron al 31.6% del total de los puestos de trabajo generados en la industria petroquímica nacional⁴.

⁴ Ibidem, p.4

GENERALIDADES

1.1.2 INVERSIÓN



La industria petroquímica mexicana realizó inversiones en 1992 por 1.51 billones de pesos cifra inferior en 48.6% respecto a la erogada el año anterior, dicha disminución se debió en gran parte a la conclusión de diversos proyectos de Pemex durante 1991, ejemplificada por las plantas de acrilonitrilo, polipropileno y metil terbutil éter, así como las obras de integración en los complejos de la Cangrejera, Ver. y Nuevo Pemex, Tab. Del total invertido, el sector privado aportó el 79.5% y Pemex el resto⁹

Las empresas que intervienen en el sector petroquímico nacional efectuaron inversiones durante 1993 por 1.226 millones de nuevos pesos, cantidad menor en 34% con relación al año anterior, habiendo participado la industria privada con el 77.8% del total, proviniendo el restante 22.2% de Pemex¹⁰.

Las causas del descenso que experimentó la inversión son atribuibles por una parte a que el Organismo redujo sustancialmente su cartera de proyectos, limitó el inicio de otros y reprogramó la terminación de algunos en ejecución para 1994. En la industria privada influyeron factores tales como la incertidumbre generada ante la firma del

⁹ Comisión Petroquímica Mexicana, "Petroquímica", 1993, p.4

¹⁰ Comisión Petroquímica Mexicana, "Petroquímica", 1994, p.4

GENERALIDADES

Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos y Canadá, lo que afectó de manera generalizada la actividad económica del país.



La inversión que Pemex-Petroquímica ejerció durante 1993 fue de 272 millones de nuevos pesos, representando una reducción de casi el 60% con relación a 1992; la drástica disminución obedece principalmente a la política de ajuste en las finanzas públicas del gobierno mexicano y en forma particular, a los nuevos lineamientos de PEMEX sobre asignación de recursos, otorgando prioridad a las actividades de exploración, producción primaria y refinación.

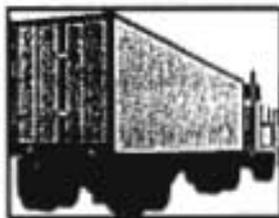
Pemex-Petroquímica consideró como estratégicos dos objetivos fundamentales, el primero correspondió a concluir la planta de propileno del Complejo Morelos y el segundo se encaminó a destinar recursos a programas operacionales, donde se contemplan proyectos de protección ecológica, ahorro de energía, seguridad industrial, incremento de la producción e infraestructura.



GENERALIDADES

En virtud de la trascendencia que han cobrado los proyectos para preservar el ambiente, conviene destacar que la inversión para la construcción de las plantas consideradas en el Paquete Ecológico, e incluidas dentro del presupuesto de 1993 de Pemex-Refinación, representó aproximadamente el 19% del total ejercido (453 millones de nuevos pesos).

La inversión que realizaron las empresas del sector privado en 1993 ascendió a 954.3 millones de nuevos pesos, es decir, 21.7% inferior a la registrada en 1992; de esta cantidad, el 38.6% se dirigió hacia la ampliación de la capacidad instalada, 9.4% a la construcción de nuevas plantas y el 52.0% involucró la inversión destinada a reposición de equipos y a la implantación de proyectos ambientales



Cabe señalar que la inversión hacia la construcción de nuevas plantas representó el 23.3% del total de la industria privada, lo que significó una fuerte caída respecto a 1992¹¹.

Finalmente, resulta importante resaltar el cambio de política que los industriales de la petroquímica han establecido en los últimos años, al configurar alianzas estratégicas entre los diversos grupos empresariales, cuya inversión permitirá un mayor desarrollo integral e imprimirá renovado dinamismo a la industria petroquímica nacional, permitiéndole afrontar

¹¹ *Ibiden*, p 5

GENERALIDADES

con mayores oportunidades los retos surgidos a raíz de la firma de acuerdos comerciales entre México y los países de Norteamérica, además de los de Centro y Sudamérica.

GENERALIDADES

Industria Petroquímica Mexicana
Inversión Realizada por el Sector Privado
1990 - 1993
(miles de nuevos pesos)

ANO	MONTO TOTAL	AMPLIACIÓN CAP. INSTALADA	NUEVAS PLANTAS	REPOSICIÓN EQUIPO	OTROS
1990	1,169,019	299,843	339,320	478,279	51,575
1991	1,103,736	318,340	282,574	464,990	37,732
1992	1,219,131	436,702	283,836	253,636	244,957
1993	954,283	368,211	89,660	250,863	245,549

Elaborado por la Comisión Nacional de Petróleo, Gas y Petroquímica
con datos de la Encuesta Petroquímica 1993

GENERALIDADES

1.2 RESINAS SINTÉTICAS



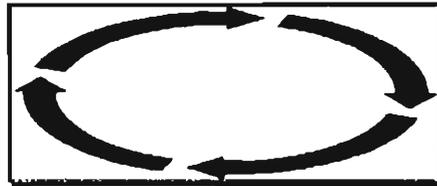
Para fines de este análisis las resinas se dividieron en dos grupos: las de gran volumen de consumo (commodities) y las de nivel medio y bajo. Dentro de las primeras se ubican: el clonaro de polivinilo (PVC), los polietilenos de alta (PEAD) y baja densidad (PEBD), el polipropileno (PP) y los poliestirenos (PS); destacando en el segundo grupo la familia de las resinas acrílicas, ureaformaldehído, alquidálicas, poliuretanos, emulsiones de acetato de polivinilo, ABS/SAN, poliésteres y polietilentereftalato (PET) grado botella.

La sub-rama de resinas sintéticas es uno de los principales sectores terminales de la industria petroquímica nacional, debido al gran volumen de productos intermedios que consume, al valor de su producción y por lo amplio y diverso de sus campos de aplicación, ya que se encuentran presentes prácticamente en todos los ámbitos de la vida diaria.

Se considera conveniente en algunos puntos del análisis de esta sub-rama, seguir contemplando dos grupos de resinas: las de mayor demanda y las de nivel de consumo medio y bajo; lo anterior, con el propósito de no perder de vista las características y

GENERALIDADES

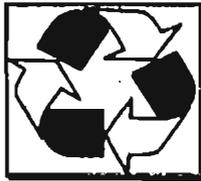
comportamiento del último grupo, ya que si bien, las primeras representan el 70.3% del volumen producido, las de consumo medio y bajo tienen una participación del 41.4% en el valor del mismo.



Las resinas de gran volumen de consumo son el cloruro de polivinilo (PVC), los polietilenos de alta (PEAD) y baja densidad (PEBD), el polipropileno (PP) y los poliestirenos (PS); sobresaliendo en el otro grupo, la familia de las resinas acrílicas, urea-formaldehído, alquidálicas, emulsiones de acetato de polivinilo, poliuretanos, ABS/SAN, poliésteres y polietilentereftalato (PET) grado botella.

Es importante señalar que una parte significativa de las empresas fabricantes de resinas de consumo medio y bajo cuentan con plantas multipropósito que se adecúan a sus requerimientos de mercado, lo que da lugar a altibajos en las capacidades instaladas para los productos involucrados, por lo cual no en todos los casos las variaciones corresponden a incrementos o disminuciones efectivas.

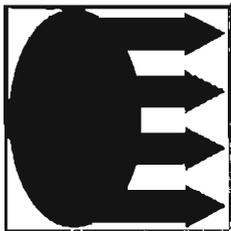
GENERALIDADES



El volumen producido por esta sub-rama decreció 3.1% comparado con el de 1992, para situarse en 1.6 millones de toneladas, lo cual se atribuye en gran medida a la penetración del producto extranjero, reflejándose en un incremento del 17.9% en las importaciones y a la disminución en el mismo porcentaje de las ventas al exterior; asimismo, se observó un aumento en la importación de productos manufacturados que tienen como materia prima a las resinas.

Entre las resinas que aumentaron su volumen productivo se encuentran las emulsiones vinilacrílicas destinadas a la elaboración de pinturas, urea-formaldehído y melamina-formaldehído para la fabricación de muebles, así como las de PET por su creciente aplicación en los envases de refrescos, aceites comestibles, agua purificada y otros productos de consumo. El PP merece un renglón aparte, ya que si bien su producción creció 24.8% en el último año, ésta representó tan sólo un índice de aprovechamiento de la capacidad instalada del 55.8% y del 66.0% del consumo aparente.

GENERALIDADES



Para 1993, esta sub-rama aprovechó sus instalaciones en un 74.1%, inferior en 3.7 puntos porcentuales al de 1992, como resultado conjunto de la baja en la producción y un ligero aumento en la capacidad instalada, que en ocasiones es ampliada con el fin de atender un número simultáneo de pedidos y no de producir un mayor volumen, así como, por constituir el punto de partida de un proyecto integral de manufactura a mediano plazo.

Para el año de análisis, el valor de la producción de resinas sintéticas ascendió a 3,775 millones de nuevos pesos, significando un decremento del 2.8% comparado con 1992 y representando un 17.2% el total de la industria petroquímica nacional.

Las materias primas más importantes consumidas en la producción de las resinas de gran volumen fueron el etileno, cloruro de vinilo, propileno y estireno, las cuales totalizaron 1.2 millones de toneladas, habiéndose importado el 23.9% de las mismas, destacando las 276 mil toneladas de propileno y cloruro de vinilo, por lo que cabe señalar que a la fecha la planta de propileno de 350 mil toneladas anuales, localizada en el complejo Morelos de Pemex en Veracruz, se encuentra en pruebas de arranque.

El segundo grupo de resinas empleó una gran variedad de materias primas, sobresaliendo por su magnitud el formaldehído, acetato de vinilo, estireno, urea, ácido tereftálico, polioles, metacrilato de metilo, anhídrido ftálico, glicoles etilénicos, disocianato de tolueno y fenol. El consumo total de estos insumos ascendió a 298 mil

GENERALIDADES

toneladas y representó el 78.0% del global de materias primas petroquímicas utilizadas para este grupo (sin considerar solventes); de ese volumen el 32 % fueron importaciones.

Las ventas internas de la sub-rama ascendieron a 1.1 millones de toneladas, superiores en 3.4% a las de 1992, contribuyendo de manera importante las concernientes al PP con un incremento de 43 mil toneladas y equivalentes al 56.5%. Entre otros productos que aumentaron su nivel de ventas se encuentran el PVC, las emulsiones de acetato de polivinilo, los PS y las resinas urea-formaldehído¹².



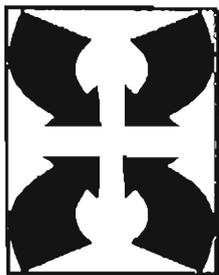
Los principales nichos de mercado de las resinas de gran volumen, considerando el autoconsumo fueron: envase y empaque (54%), construcción (13%), artículos desechables (10%) y artículos del hogar (5%); mientras que en las demás resinas, las aplicaciones más importantes se registraron en los sectores de pinturas y similares (32%), tableros de madera (16%), empaque y envase (7%), adhesivos (7%), industrial del papel (4%), industria de la construcción (4%) y peletería y textil (4%).

El autoconsumo global de la sub-rama se situó en 199 mil toneladas, lo que representó una integración del 15% de las empresas hacia sectores finales, participando los productores de las resinas de consumo medio y bajo con 153 mil toneladas,

¹² *Ibidem*, p.14

GENERALIDADES

destinadas preponderantemente a la fabricación de pinturas (61%), empaque y envase (10%), adhesivos(7%), colchones (5%) y tableros de madera (3%).



La importación total de resinas se ha incrementado en los periodos 1991-1992 y 1992-1993 a tasas del 20.1% y 17.9% respectivamente, alcanzando en 1993 un total de 686 mil toneladas, destacando las de PET, PS, y otros polímeros a base de estireno, PEAD, PEBD, ABS/SAN, copolímeros de propileno, policarbonatos y polietileno lineal de baja densidad (PELBD), los cuales en total significaron un aumento en las importaciones de 120 mil toneladas

GENERALIDADES

Es oportuno mencionar que durante 1994 inició operaciones una planta de PET (grado botella) que ayudará a subsanar el déficit existente, derivado del acelerado crecimiento que ha tenido su consumo aparente.



El segundo grupo de resinas disminuyó sus ventas al exterior en 20.6%; no obstante, este decremento no sobrepasa las 12 mil toneladas, distinguiéndose las disminuciones en resinas epóxicas (70.1%), PET (84.5%) y acrílicas varias (19.8%), derivadas del retiro del mercado de algunos fabricantes y a la canalización de productos al mercado nacional para satisfacer la demanda interna. Los mayores aumentos en este renglón fueron para las resinas ABS/SAN (7.5%), polimetacrilato de metilo (26.1%) y poliésteres (38.7%).

Las exportaciones representaron para México ingresos por 723.2 millones de nuevos pesos, que significaron el 14.5% del total de la industria petroquímica; resulta oportuno aclarar que a pesar de que las ventas externas de resinas en volumen retrocedieron 18.0%, en valor sólo disminuyeron 8.2%, debido a que en la composición de productos predominaron

GENERALIDADES

La relación comercial en el exterior tuvo un saldo negativo de 380 mil toneladas y 2,028 millones de nuevos pesos, constituyendo en valor el mayor déficit en la balanza comercial petroquímica, equivalente al 59.0 % del total de la rama, destacando entre las principales causas: capacidad instalada insuficiente para cubrir la demanda (PEAD, PEBD, PET), inexistencia de instalaciones productivas (PELBD, siliconas, acetales y policarbonatos, entre otros) o bien a que las condiciones del mercado internacional no se presentaron del todo favorables (PP, PVC y PS).



Uno de los problemas relevantes enfrentados por algunos fabricantes de resinas destinadas a la producción de bienes de consumo que son de primera necesidad, fue la contracción que sufrieron esos mercados y que provocaron una baja demanda de dichas resinas.

Las empresas, para afrontar la fuerte competencia con los materiales importados, concentraron su atención en las líneas de negocio más sólidas, disminuyendo su plantilla de personal, implantando programas de ahorro de energía y capacitación, disminuyendo sus márgenes de utilidad y en algunas de ellas reubicando sus instalaciones en regiones que disponen de la infraestructura requerida, lo que les permitirá aumentar su eficiencia operativa a un menor costo, al optimizar o cambiar en dicho traslado su tecnología y planta productiva.

GENERALIDADES



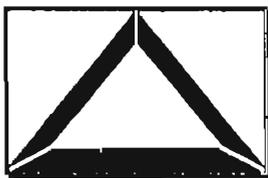
Por otra parte, vale la pena recordar que el Tratado de Libre Comercio de América del Norte, ofrece un mercado potencial próximo a los 400 millones de consumidores, al eliminar los impuestos de importación en la totalidad de los bienes considerados en las tarifas de importación de México, Canadá y Estados Unidos, señalando, que sólo será aplicable a aquellos bienes que cumplan con las reglas de origen.

En la sub-rama de resinas sintéticas de este compendio estadístico, se consideran 155 fracciones arancelarias de importación para 1993, de las cuales seis, correspondientes a cuatro polietilenos y dos resinas se encontraban sin arancel, el 50% quedaron libres a partir del primero de enero de 1994, 17% quedarán sin gravamen en un plazo de cinco años y el 29% lo hará al término de diez años; cabe resaltar el caso especial de la fracción arancelaria del polipropileno sin adición de negro de humo, que se desgravará uniformemente en siete periodos anuales. Las tasas base aplicables a las fracciones de esta sub-rama oscilan entre 10 y 15%.

GENERALIDADES



Con objeto de ilustrar los conceptos precedentes y tomando como referencia las 686 mil toneladas de resinas importadas durante 1993, encontramos que 394 mil toneladas no pagarían ningún impuesto a partir del primer día de 1994, incluyendo 329 mil correspondientes a los productos que no tenían arancel antes de esta fecha, 26 mil toneladas entrarían a un período de desgravación de cinco años, 177 mil toneladas harían lo correspondiente en diez años y 89 mil toneladas de la fracción especial del polipropileno harían lo propio en siete años.



Sin duda, los productores de resinas deberán seguir tomando acciones encaminadas a fortalecer sus ventajas competitivas, simplificando y optimizando sus procesos administrativos y de comercialización; asimismo, tendrán que propiciar y buscar alianzas estratégicas que en sus diferentes modalidades, les permitan contar con mejores tecnologías, abastecerse de materias primas en condiciones propicias y comercializar sus productos ventajosamente.



Asimismo, el crecimiento urbano de los últimos años y las medidas adoptadas para la prevención de la contaminación ambiental, ha

GENERALIDADES

ocasionado que diversas empresas planeen o estén llevando a efecto inversiones para la reubicación de sus instalaciones en sitios que cuenten con todos los servicios requeridos

GENERALIDADES

Clase de Actividad: 3222

Fabricación por moldeo o extrusión de artículos de plástico; fabricación de envases

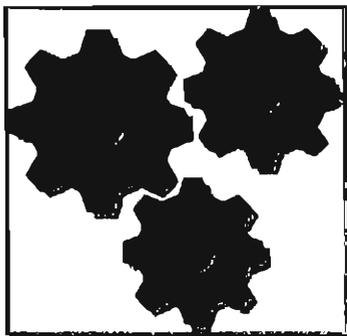
Variables	1993	1994	Febrero	Variación	
	Febrero	Enero		Mes anterior	Año anterior
Personal Ocupado	11,095	10,247	10,489	2.4	-5.5
Obreros Ocupados	7,856	7,593	7,834	3.2	-0.3
Empleados Ocupados	3,239	2,654	2,655	0	-18
Hrs-hombre trabajando	2,076	2,010	1,966	-2.2	-5.3
Hrs-obrero trabajando	1,538	1,498	1,478	-1.3	-3.9
Hrs-empleado trabajando	538	512	488	-4.7	-9.3
Remuneraciones totales	22,158	21,891	22,099	1	-0.3
Salarios pagados a obreros	7,984	7,950	8,036	1.1	0.7
Sueldos pagados a empleados	9,216	8,481	8,794	3.7	-4.6
Prestaciones a personal ocupado	4,958	5,460	5,269	-3.5	6.3
Valor total de producción	101,360	109,004	108,586	-0.4	7.1
Valor total de ventas	99,815	107,242	105,075	-2	5.3

Volumen, valor producción	1993	1994	Febrero	Variación	
	Febrero	Enero		Mes anterior	Año anterior
Botellas 1/2 litro de capacidad					
Cantidad	17,748	19,825	19,837	0.1	11.8
Valor	5,329	6,406	6,336	-1.1	18.9
Botellas 1/2 a 1 litro de capacidad					
Cantidad	12,312	15,134	13,377	-11.6	8.7
Valor	5,064	7,264	6,826	-6	34.8
Botellas 1 a 2 litros de capacidad					
Cantidad	1,237	1,309	1,138	-13.1	-8
Valor	1,275	1,321	1,184	-10.4	-7.1

Datos obtenidos de la Encuesta Industrial
1994, Febrero INEGI

GENERALIDADES

1.3 LA INDUSTRIA DEL PLÁSTICO EN MEXICO



Es importante aclarar que un sector de actividad económica comprende aquellas unidades o empresas que producen, transforman o comercializan un bien o prestan algún servicio con características principales en cuanto a insumos, tecnología y mercado. Dentro de la clasificación que tiene la SHCP, la Gran División III comprende a la Industria Manufacturera, y dentro de ésta, la División V es la que comprende a los químicos, derivados del petróleo, caucho y plásticos, y a su vez dentro de esta división, la Actividad 3222 es la que comprende a la fabricación de envases, envolturas y películas de plástico.

En nuestro país, más de 80 empresas integran la industria de resinas sintéticas que produce cerca de 20 productos básicos del ramo. En las siguientes fases de la cadena productiva participan alrededor de 1900 empresas que utilizan estos bienes para elaborar desde juguetes hasta partes para automóviles.

De acuerdo a la clasificación mexicana de actividades y productos (CMAP) la industria del plástico está integrada por las siguientes ramas de producción:

GENERALIDADES



- Fabricación de película y bolsas de polietileno.
- Fabricación de perfiles, tubería y conexiones de resinas termoplásticas.
- Fabricación de diversas clases de envase y piezas similares.
- Fabricación de piezas industriales moldeadas con diversas resinas y empaque de poliestireno expansibles.
- Fabricación de artículos de plástico reforzado.
- Fabricación de laminados decorativos industriales.
- Fabricación de espumasuretánicas y sus productos.
- Fabricación de calzado de plástico.
- Fabricación de juguetes de plástico.
- Fabricación de otros productos de plástico.

GENERALIDADES

En los años recientes esta rama de la industria se ha enfrentado a importantes retos. Si bien algunos los ha superado con éxito, aún no está en condiciones de considerarse triunfadora...



La industria del plástico está constituida por 1,874 empresas y genera 76,988 empleos, de las cuales 719 son pequeñas empresas que generan alrededor de 26,630 empleos.

Para mayo de 1993, la fabricación de envases, envolturas y películas de plástico ocupaba alrededor de 8,005 obreros, lo que significaba un aumento del 1.4% con respecto a abril de ese mismo año y un aumento del 1.5% con respecto al año anterior, al tiempo que esta actividad ocupaba alrededor de 2,781 empleados¹³.

La importación masiva de artículos de plástico ha restringido la demanda y corresponde a los productos del país. Además, la depresión que afecta a los mercados internacionales ha limitado las posibilidades de exportación.

¹³ La Industria del plástico en México. INEGI, 1993, p.2

GENERALIDADES

1.3.1 IMPORTACIONES Y EXPORTACIONES DE MANUFACTURAS DE PLÁSTICOS

FECHA	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
IMPORTACIONES	75	105	80	140	170	215	266	376
EXPORTACIONES	24	39	50	58	84	70	133	166



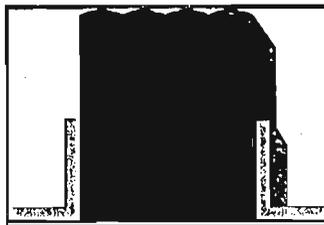
La industria del plástico, consumidora fundamental de petroquímicos, se ha visto influida por las expectativas en torno a las posibles modificaciones del mercado regulatorio. A finales del 92, se reclasificaron los productos cuya fabricación se reservaba a Pemex, con lo que se abrió un amplio campo para la inversión privada. En la industria se consumen básicamente dos tipos de resinas sintéticas: las termoplásticas, que representan casi el 80% del consumo nacional y son las más conocidas, y las termofijas, cuya notable resistencia ha incrementado su uso.

Según indicadores del Banco de México, la fabricación de resinas sintéticas, materia prima para la producción de los plásticos, aumentó 10% de enero a septiembre de 1991 y un 11% en el mismo periodo de 1992.

GENERALIDADES

Según indicadores del Banco de México, la fabricación de resinas sintéticas, materia prima para la producción de los plásticos, aumentó 10% de enero a septiembre de 1991 y un 11% en el mismo periodo de 1992.

Sin embargo, la producción de materiales y artículos de plástico no tuvo el mismo comportamiento. En el periodo considerado de 1991, se registró una baja del 2% de la cual se recuperó en 1992 al crecer un 9%. De cualquier modo, se puede afirmar que el comportamiento de la cadena de plástico, desde la producción de petroquímicos básicos hasta la de artículos, ha sido mejor que el del conjunto de la economía, pues al tercer trimestre de 1991 se registró un crecimiento de 2.5% y de 2.8% en 1992¹⁴.



Para alcanzar estos resultados, la industria de las resinas sintéticas y del plástico realizó importantes ajustes en la productividad por hombre ocupado y se redujo el personal.

De acuerdo con datos de INEGI, en enero-septiembre de 1991 se registró una disminución del 11% de obreros ocupados, mientras que las horas hombre disminuyeron únicamente un 0.1%.

¹⁴ Ibidem, p.4

GENERALIDADES

1.3.2 PERSPECTIVAS DEL ENTORNO



En un estudio reciente (realizado por el ITAM) se señala que el tamaño del mercado de las resinas sintéticas es de 1.1 millones de toneladas anuales, con un crecimiento promedio anual de 6.6%, a pesar de que en el mismo lapso, otras ramas productivas obtuvieron bajos rendimientos.

Pese a que en algunos productos México mantiene una estructura de costos desfavorable, en general la participación del segmento de resinas en los mercados externos ha sido significativa.

No obstante las exportaciones de manufacturas de plásticos y resinas sintéticas (106 millones de dólares en 1992), disminuyó casi 20% respecto a 1991, cuyo monto fue de 133 millones de dólares.

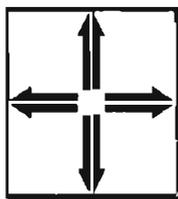
GENERALIDADES



En cambio, las importaciones de artículos de pasta y de resina sintética, según el desglose del Banco de México, han aumentado de manera significativa, pues en 1991 ascendió a 266 millones de dólares, alcanzando en 1992 la cantidad de 376 millones de dólares lo cual representa un incremento del 41%¹⁵.

La balanza comercial, de por sí deteriorada, sería incompleta si no consideramos las importaciones de insumos. Aunque el comportamiento no es homogéneo se aprecia un incremento en las importaciones, algunas de ellas realizadas a precios promedios inferiores a los de 1991.

Frente a esta situación las industrias del ramo preparan con la SECOFI un programa de rescate del sector de la química en general, la petroquímica y las industrias derivadas.



Incluso las empresas más eficientes (Celanese, Resistol, Celulosa y derivados) han sufrido bajas en sus ventas de utilidades; no se diga de los fabricantes de artículos de plásticos, y según ha trascendido en algunos medios informativos, ha sido necesario adoptar algunas medidas para frenar las prácticas de comercio

¹⁵ Comisión Petroquímica Mexicana. "Petroquímica", SEMIP, 1993, p.32

GENERALIDADES

desleal en que han incurrido algunos competidores del exterior para ingresar en el mercado mexicano. También se ha señalado la importancia de contar con mejores planes de financiamiento, así como de seguridad en el suministro de insumos. En este sentido los industriales del ramo consideran que los recientes cambios en la clasificación de los petroquímicos han sido un gran paso que propiciará el crecimiento de las inversiones en la petroquímica y en los siguientes eslabones de la cadena productiva.

Con esa decisión PEMEX se ha visto obligado a tomar medidas para elevar la eficiencia en sus plantas. Actualmente se encuentra revisando sus instalaciones para definir cuáles conservar, cerrar o desincorporar, y en qué otras, conviene asociarse con transnacionales para obtener nuevas tecnologías. Se espera que para antes de que concluya julio de 1994, se den a conocer los primeros paquetes de plantas petroquímicas que se pondrán a la venta.

Es innegable que la industria del plástico tiene importantes posibilidades, pero antes debe superar los retos que impone la competencia del exterior.

GENERALIDADES

Estados Unidos Mexicanos
 Valores del PIB en el Sector Manufacturero
 1988-1992

	1988	1989	1990	1991	1992	TMCA
TOTAL	1059.0	1135.1	1203.9	1252.2	1271.8	4.7
ALIMENTOS	227.0	298.3	307.5	323.1	134.9	4.9
TEXTILES	122.5	126.5	130.1	125.3	118.0	-0.7
MADERA	40.3	39.7	39.2	39.5	38.7	-1.0
IMPRESA	62.3	66.7	69.7	68.8	67.7	2.1
QUÍMICO Y PLÁSTICO	191.4	209.1	220.0	226.6	231.8	4.9
MINERALES NO METÁLICOS	73.3	76.9	81.8	84.4	90.3	5.3
INDUSTRIA BÁSICA	68.7	68.4	73.9	71.2	71.0	1.8
MAQUINARIA Y EQUIPO	200.2	222.4	252.1	283.3	287.3	9.5
OTRAS INDUSTRIAS	25.1	27.2	29.8	30.1	34.1	7.9

GENERALIDADES

Estados Unidos Mexicanos
PIB total división V
(millones de pesos a precios de 1980)

	1988	1989	1990	1991	1992	TMCA
PIB TOTAL	4,883,879	5,047,209	5,271,539	5,482,729	5,607,488	3.5
IND. MANUFACTURERA	1,058,959	1,135,087	1,203,824	1,252,248	1,274,563	4.7
DIVISIÓN V	191,397	209,122	219,970	228,563	231,570	4.9
RESINAS SINTÉTICAS	24,536	17,491	25,236	26,080	26,048	1.5

GENERALIDADES

Estados Unidos Mexicanos

Producto Interno Bruto

1988-1992

(Miles de millones de pesos a precios de 1980)

	1988	1989	1990	1991	1992	TMCA
TOTAL	4883.7	5047.2	5271.1	5462.7	5607.5	3.5
AGROPECUARIO	349.9	386	408.4	412.7	406.8	0.7
MINERÍA	184.1	182.9	188	189.5	192	1
IND. MANUFAC.	1059	1135.1	1203.9	1252.2	1274.6	4.7
CONSTRUCCIÓN	245.2	250.4	267.8	274.3	295.7	4.8
ELECTRICIDAD	71	76.5	78.7	80.8	84.3	4.4
COM., RES. Y HOTEL	1254.8	1302.1	1355.1	1413.6	1459.8	3.9
TRANSPORTES	312.1	325.1	346.7	366.9	394.9	6.1
SERV. FINANCIEROS	532	547.5	568.6	590.4	604.1	3.2
SERV. COMUNALES	898.1	911	927.8	962	978.8	2.2
SERV. BANCARIOS	-67.9	-69.4	-74	-79.9	-83.5	5.4

GENERALIDADES

Estados Unidos Mexicanos

Participación porcentual de la Industria Química Nacional en el PIB total

	1988	1989	1990	1991	1992/E
PIB TOTAL (1)	1.71	1.76	1.81	1.81	1.80
INDUSTRIA QUÍMICA	1.17	1.20	1.21	1.23	1.23
INDUSTRIA MANUFACTURERA (2)	0.54	0.57	0.60	0.58	0.58
DIVISIÓN V (3)	7.90	7.85	7.91	7.87	7.93
RESINAS SINTÉTICAS	0.50	0.49	0.48	0.48	0.46

E: Cifras estimadas por la CPM, con datos proporcionados por el INEGI

1: El total de las ramas de actividad con relación al PIB total.

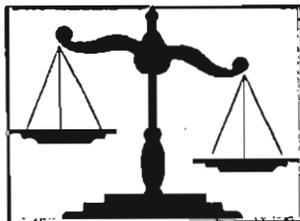
2: El total de las ramas de actividad con relación a la Industria Manufacturera.

3: El total de las ramas de actividad con relación a la División V.

Fuente: Elaborado por la CMP con datos del sistema de cuentas nacionales de México, INEGI

GENERALIDADES

1.4 MARCO LEGAL

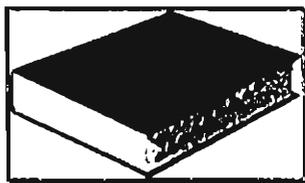


Paralelo al desarrollo que ha tenido la petroquímica en nuestro país, se han llevado a cabo adecuaciones a la normatividad que rige a esta industria.

A continuación se describen brevemente los aspectos más importantes del marco legal actual que norma a la industria petroquímica mexicana.

GENERALIDADES

1.4.1 GENERALIDADES



La industria petroquímica mexicana se desenvuelve dentro del marco normativo del Artículo 27 constitucional que establece el dominio que ejerce la Nación sobre los recursos naturales incluyendo el petróleo y todos los carburos de hidrógeno, sólidos, líquidos o gaseosos, indicando además que, tratándose de estos materiales no se otorgarán concesiones ni contratos.

Más específicamente, la ley reglamentaria del artículo 27 constitucional en el ramo del petróleo publicada en el Diario Oficial de la Federación del 29 de noviembre de 1958, expresa en sus artículos 2, 3 y 4 la exclusividad del Estado, por conducto de Petróleos Mexicanos, sobre la exploración y explotación de petróleo y sus derivados, susceptibles de servir como materias primas industriales básicas.

GENERALIDADES

1.4.2 REGLAMENTO DE LA LEY REGLAMENTARIA DEL ARTICULO 27 CONSTITUCIONAL EN EL RAMO DEL PETRÓLEO EN MATERIA DE PETROQUÍMICA



Este reglamento fue publicado el 9 de febrero de 1971 y estipula la creación de la Comisión Petroquímica Mexicana como entidad dependiente de la Secretaría de Patrimonio Nacional, cuyos titulares son el Secretario del Patrimonio Nacional como presidente, el Secretario de Industria y Comercio como vocal y el Director de Petróleos Mexicanos como vocal, asimismo se dan los lineamientos para la creación del Secretario Técnico.

La Comisión Petroquímica Mexicana es un órgano técnico y consultivo que tiene, entre otras, la función de auxiliar a la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal (SEMIP) en la determinación de los productos que deben quedar en el campo exclusivo de la Nación o reservados a ésta, en asociación con sociedades particulares, así como de otros productos que sean resultado de los procesos subsecuentes, de opinar sobre las solicitudes de permiso para elaborar productos petroquímicos y llevar, para fines

GENERALIDADES

estadísticos, de coordinación y promoción, el registro de las empresas elaboradoras de productos petroquímicos.



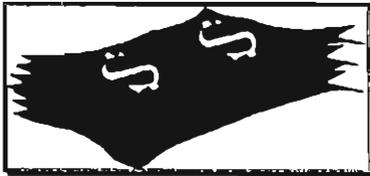
La legislación vigente en materia petroquímica, que se deriva del artículo 27 constitucional, divide a esta industria en dos grandes áreas:

A) La petroquímica básica reservada a la Nación, a través de Petróleos Mexicanos, se centra en la obtención de las materias primas precursoras de las cadenas productivas de la industria.

B) La petroquímica secundaria, transformadora de los petroquímicos básicos en la que pueden participar en forma directa el Estado, los inversionistas privados y el capital extranjero, éste último con un máximo del 40% en el capital social de las empresas; cabe señalar que la Comisión Petroquímica Mexicana regula a las empresas enmarcadas en esta división.

GENERALIDADES

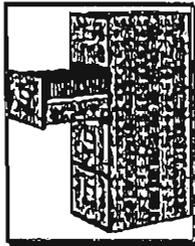
Es importante destacar que la fabricación de explosivos y fuegos artificiales queda comprendida entre las actividades con regulación específica, en las que se permite la participación de la inversión extranjera en cualquier proporción, cumpliendo con las disposiciones que marca el reglamento respectivo.



Por otra parte, se podrá autorizar que los inversionistas extranjeros puedan adquirir temporalmente y en cualquier proporción, acciones en fideicomiso de la petroquímica secundaria, si se cumple con lo indicado en el reglamento correspondiente.

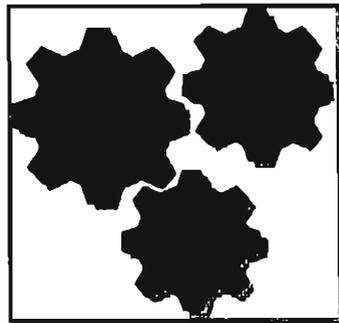
GENERALIDADES

1.4.3 RECLASIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS PETROQUÍMICOS DE LA PETROQUÍMICA BÁSICA O SECUNDARIA



Durante los últimos años la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal, atendiendo a los planteamientos de la Comisión Petroquímica Mexicana, ha modificado por avances tecnológicos en estas ocasiones la clasificación de los productos petroquímicos, esto se ha realizado considerando los siguientes factores:

El carácter prioritario de esta industria para la economía del país, que requiere un incremento en inversión para satisfacer la demanda nacional de productos petroquímicos y minimizar el deterioro ecológico, elevando la producción de petroquímicos básicos y secundarios; el beneficio de incorporar el avance tecnológico mundial a la petroquímica nacional en favor de una mayor competitividad en las cadenas productivas optimizando el uso de materias primas y energéticos y el propiciar el desarrollo de esta rama mediante la participación de los particulares.



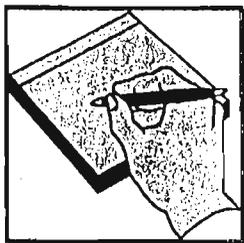
GENERALIDADES

En consecuencia, a partir del 17 de agosto de 1992 existen por ley ocho petroquímicos básicos y trece petroquímicos secundarios, considerados como desregulados que pueden ser elaborados indistintamente por el sector público o privado, sin requerir autorización alguna por parte de la SEMIP¹⁶.

¹⁶ *Ibidem*, p. 48

GENERALIDADES

1.4.4 REGISTRO DE LA INDUSTRIA PETROQUIMICA



Con el propósito de contar con un instrumento estadístico para mantener un conocimiento adecuado de los productos petroquímicos con fines de planeación, coordinación y promoción, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 13 de julio de 1990 la resolución que reestructura la inscripción en el registro de la Industria Petroquímica, de las empresas que elaboran productos petroquímicos.

Esta resolución establece que todas las empresas que elaboren derivados petroquímicos que resulten de la transformación directa, de materias primas consideradas como petroquímicos básicos y secundarios, están obligados a inscribirse en el Registro de la Industria Petroquímica a través de la Comisión Petroquímica Mexicana, proporcionando información relativa a la operación de las empresas, independientemente de que requieran o no de permiso para su elaboración.

GENERALIDADES

PRONÓSTICO DE LA DEMANDA DE ENVASES

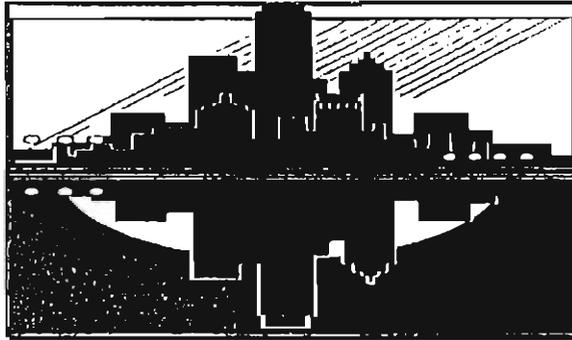
(Millones de piezas)

1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
6126	6314	6477	6621	6750	6866	6972	7111	7238	7366	7493	7620	7748

ESTUDIO DE MERCADO

ESTUDIO DE MERCADO

2 ESTUDIO DE MERCADO



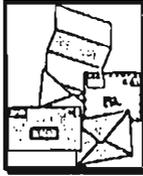
El estudio de mercado tiene como objetivo suministrar información valiosa para la decisión final de invertir o no en un proyecto.

Para esta decisión, hay que tomar en cuenta los conceptos de un Estudio de Mercado, como son los siguientes:



- El mercado - Área donde convergen las fuerzas de la oferta y la demanda para transacciones de bienes y servicios a un precio determinado.

ESTUDIO DE MERCADO



- La demanda.- Cantidad de bienes y/o servicios que el mercado solicita para satisfacer sus necesidades a precios determinados.



- El consumo.- Demanda efectiva actual, equivale al volumen total de transacciones de un producto o servicio a un precio determinado, dentro de un área, en un momento dado.



- La oferta.- Es la cantidad de bienes y servicios que un cierto número de oferentes (productores) están dispuestos a poner a disposición del mercado a una serie de precios determinados.



- El precio.- Cantidad monetaria a que los productores están dispuestos a vender y los consumidores a comprar.

ESTUDIO DE MERCADO



- **Comercialización.** - Es el conjunto de actividades que están relacionadas con la transferencia de bienes y servicios desde los productores hasta el consumidor final.

Los conceptos ya mencionados nos guían hacia el Estudio de Mercado que pre-establece ciertas bases que sirven para orientar el proyecto industrial de tal manera que el taller o planta proyectada tenga ventajas dentro de la competencia. Esta orientación puede referirse a los aspectos tales como:

- a) Las características, especificaciones y diseño del producto.
- b) El precio máximo que puede alcanzar el producto
- c) Los canales de distribución que deben emplearse para hacer llegar el producto al consumidor.
- d) El tipo de promoción que debe hacerse
- e) El tipo de crédito que conviene ofrecer a los compradores.
- f) Los servicios que es necesario ofrecer para consolidar la venta del producto.

ESTUDIO DE MERCADO

En conclusión teniendo una información detallada sobre el estudio de mercado, obtendremos una decisión de inversión correcta, además de una integración lógica de los rubros que integran la formulación de un proyecto industrial.



2.1 INTRODUCCIÓN AL PROCESO DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO



Existen muchos procedimientos para hacer piezas de plástico, cada uno de ellos tiene diferentes objetivos, aunque se pueden combinar para ampliar la gama de productos fabricables.

Como ejemplo de estos procesos encontramos : extrusión, soplado, inyección, prensado (para termoplásticos de endurecimiento y termofijos), calandrado (laminado), etc.

En este caso nos interesa lo que se llama moldeo por inyección, por lo que a continuación se da una breve descripción del proceso.

El moldeo por inyección se usa para fabricar artículos de termoplásticos. La materia prima (que se obtiene en gránulos, tabletas o pellets) se calienta hasta que se reblandece por completo, es decir, hasta que se funde. La masa a moldear, cuya consistencia es tal que fluye, se suministra a un cilindro con el calentamiento de donde se expulsa a presión por un émbolo a través de los canales de colada a las formas metálicas enfriadas (molde). Después de que la masa se enfría y se endurece, el molde se abre y las piezas coladas se extraen con la

ESTUDIO DE MERCAIXO

ayuda de empujadores. Los restos de los canales de colada y rebabas que se han



formado en el plano de separación del molde, se cortan y se limpian. La temperatura de reblandecimiento de la masa a colar depende de

su composición. La presión usada en el proceso es de 1000 a 1500 kg'/cm², es decir, que en una máquina con un pistón de 10 cm. de diámetro, la presión será de unas 100 toneladas al cierre. La temperatura del molde es de 20 a 40°C, lo cual se logra a base de circulación de agua fría.

El moldeo por inyección es más productivo y asegura una calidad más alta y uniforme que el prensado.

Las máquinas de moldeo por inyección modernas, de posiciones múltiples y con el proceso de trabajo completamente automatizado, tienen un rendimiento de hasta 200 piezas por minuto.

Para eliminar las tensiones internas y aumentar la homogeneidad de la estructura, las piezas fundidas se someten a normalización: calentamiento sin acceso de aire (normalmente en aceite mineral) a una temperatura de 140 a 1560°C, durante una o dos horas con enfriamiento ulterior lento (no todos los casos).

ESTUDIO DE MERCADO



Las reglas para diseñar las piezas de plástico que se fabrican por prensado o moldeo a presión, son similares a las reglas generales para diseñar las piezas coladas o estampadas. La atención principal se debe prestar a que se simplifique la fabricación de los costosos moldes, sin que por consecuencia se sacrifique la calidad, que aumente el rendimiento de las operaciones de moldeo, así como que se asegure la distribución uniforme de las propiedades del material por todas las partes de la pieza y que se eliminen las presiones internas. Es necesario tratar de obtener las piezas del molde en forma acabada, que no requieran maquinado adicional, ya que esto elevará el costo de la pieza.

Se podría decir que la calidad de las piezas depende de lo bien satisfechas que se encuentren las necesidades anteriores por lo que la calidad del molde juega un papel primordial en esa calidad, al grado de que fuentes industriales aseguran que la calidad de las piezas se encuentran más en la calidad del molde que en la calidad de la máquina inyectora.

Al diseñar piezas de plástico, además de los factores tecnológicos, es necesario tomar en consideración las propiedades mecánicas de los plásticos: blandura, pequeña rigidez, baja resistencia mecánica, etc.

ESTUDIO DE MERCADO

2.2 PRODUCTO

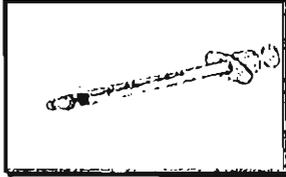


El producto a fabricar y comercializar por la inyectora de plástico es una preforma que servirá para la elaboración de envases de plástico de diferentes tamaños; fabricaremos dos clases de preforma: la de 24 gr., la cual tiene una capacidad hasta 1/2 litro y la de 42 gr., la cual tiene una capacidad de hasta 2 litros. Esta preforma tiene como materia prima principal el polietilentereftalato (PET).

Esta preforma está clasificada como producto industrial y por lo mismo se encuentra dentro de un mercado más limitado y los compradores son más experimentados; en este caso se pretende vender el producto a industrias que se dedican a la fabricación de refrescos y agua purificada, ya que éstas, debido a la gran demanda de refrescos de mayor tamaño como lo son 1/2 y 2 litros y de su uso práctico al utilizar estos envases de plástico consideramos necesario

ESTUDIO DE MERCADO

producir para éstas las preforma, las cuales son un producto intermedio entre el PET puro y el envase de plástico.

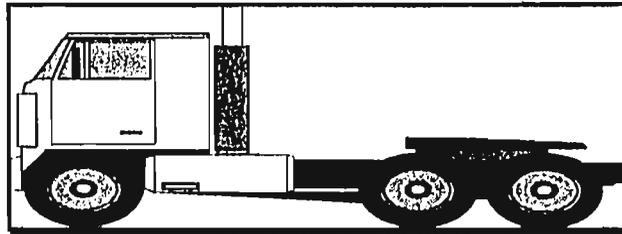


La función de nuestra empresa es inyectar el plástico hasta obtener los diferentes tamaños de las preforma y

venderlas a las empresas que se encargarán del soplado de éstas para obtener los envases ya mencionados.

ESTUDIO DE MERCADO

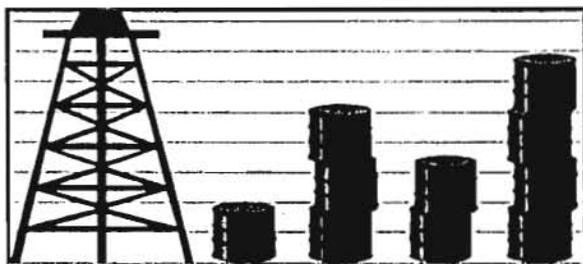
2.3 CANAL DE DISTRIBUCIÓN DEL PRODUCTO



Hemos decidido establecer un canal corto de distribución, directamente desde el productor (nosotros) al consumidor, el cual estará constituido por aquellas compañías que se dediquen a envasar agua, o en general, cualquier compañía que pueda utilizar recipientes de plástico de medio o dos litros. Un canal corto de distribución se caracteriza por tener precios más accesibles, mejor control del producto, aunque presenta como desventaja una menor cobertura del mercado; pero esto no nos afecta ya que nuestros clientes potenciales se encuentran distribuidos en su mayoría en la zona centro del país, que es donde estableceremos nuestra empresa, como mencionaremos más adelante.

ESTUDIO DE MERCADO

2.4 PROVEEDORES



- 1.- Pemex
- 2.- Rexail
- 3.- Spencer
- 4.- Prodesa
- 5.- Resistol

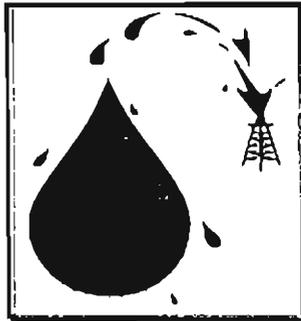
El precio de cada kilogramo de PET rebasa los 2 USD y se entrega en costales de 25 Kg.

ESTUDIO DE MERCADO

Comisión Petroquímica Mexicana
Localización de las Principales Plantas Petroquímicas
(Privadas y PEMEX)



2.5 PRODUCTOS SUSTITUTOS O SIMILARES

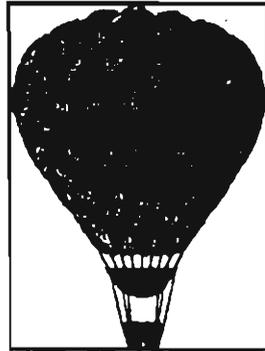


En el caso de productos de poliestireno, que serían los más caros, es claro que la competencia no sería el mismo plástico (polietileno o polipropileno), sino los de tipo melamina posiblemente o el vidrio; en el caso

de la primera, existe una fuerte diferencia: la melamina es opaca, no transparente, y aproximadamente del mismo precio, mientras que el poliestireno transparente y con bastante brillo. Como se apuntaba anteriormente con el vidrio, las ventajas que ofrece son exclusivamente mayor durabilidad y resistencia, porque a la vista el vidrio siempre tendrá mejor aspecto.

ESTUDIO DE MERCADO

2.6 BARRERAS



2.6.1 BARRERAS DE ENTRADA

Las principales barreras que impiden la entrada de nuevos productores a la industria del plástico son el tamaño del mercado, la disponibilidad de tecnología y la inversión requerida para levantar plantas de tamaño competitivo.

2.6.2 BARRERAS DE SALIDA

Las barreras de salida son entre otras el tener contratos con ciertas industrias, problema para vender maquinaria, acuerdos laborales y liquidaciones.

2.7 DEMANDA DE ENVASES DE PLÁSTICO



Según datos obtenidos en el INEGI, la demanda de envases de plástico ha mostrado un crecimiento a través de los años; se pronosticó una demanda para 1993 equivalente a 7,111 millones de envases.

La demanda fue calculada en base a los requerimientos de la industria refresquera en general, donde se incluyen las compañías envasadoras de agua, así como las grandes refresqueras como lo son Coca-Cola y Pepsi.

ESTUDIO DE MERCADO

Estas dos grandes compañías acapararan la tercera parte de la demanda de envases de plástico, por lo que trataremos de atacar el mercado restante equivalente a 4,741 millones de envases.



Nuestra capacidad estimada en un año será de 200,228,000 piezas. Este mercado constituye básicamente a las diversas compañías envasadoras de agua, las cuales están distribuidas en su mayoría en la zona centro de la nación. Entre estas compañías se encuentran embotelladora Santa María ubicada en Atepatzingo, Tlahuapooan, Puebla; Bonafont, ubicada en Querétaro; Event ubicada en la Col. Roma de la Cd. de México; Osmopura en Naucalpan y Pronasa en Querétaro.

El porcentaje del mercado que pretendemos alcanzar será de un 4.22%.

Las cantidades presentadas fueron obtenidas en el INEGI, donde nos proporcionaron datos hasta 1992, las demandas de 1993 a 1998 fueron

SECRETARÍA DE ECONOMÍA
ESTADÍSTICA Y CENSOS

ESTUDIO DE MERCADO

proyectadas utilizando una regresión lineal, ya que ésta fue la que mejor se acomodó a las cantidades presentadas.

ESTUDIO DE MERCADO

2.8 OFERTA DE ENVASES DE PLÁSTICO



Este mercado se encuentra controlado en su mayoría por la Compañía Kimex la cual provee de envases a la mayor parte de empresas envasadoras de agua y ésta constituye nuestra principal competencia.

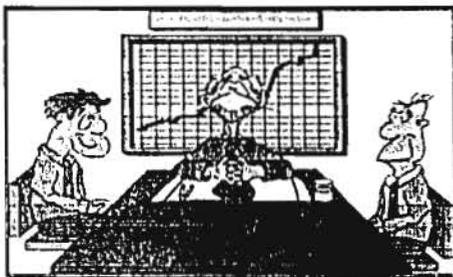
El volumen de producción de envases de plásticos hasta mayo de 1993 fue de 36215 miles de piezas, lo que constituye un aumento equivalente a 119% con respecto a mayo de 1992 y con un valor aproximado de N\$ 14.5 millones.

Cuatro séptimas partes de nuestra producción serán dedicadas a las preforma de 24 gr. las cuales tienen una capacidad de hasta medio litro; la oferta de esta clase de envases a mayo de 1993 fue de 19542 miles de piezas,

ESTUDIO DE MERCADO

lo que constituye un aumento del 265.3% anual y de un 12% con respecto al mes de abril.

Las otras tres séptimas partes de nuestra producción serán dedicadas a la fabricación de preforma de 42 gr., las cuales tienen una capacidad de hasta 2 litros; la oferta de esta clase de envases a mayo de 1993 fue de 14959 miles de piezas, lo que constituyó un aumento de 4.7% con respecto al mes de abril.



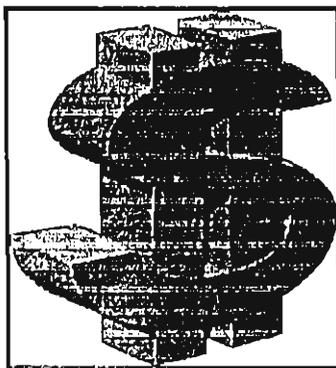
El valor de la producción de envases de plástico de hasta medio litro de capacidad en mayo de 1993 fue de N\$ 5.8 millones, lo cual constituyó un incremento anual de 182,2% y un aumento del 22.6% con respecto a abril del mismo año. La producción de envases de hasta dos litros de capacidad en

ESTUDIO DE MERCADO

mayo de 1993 fue de 7 millones de nuevos pesos aproximadamente, lo que constituye un incremento del 7.3% con respecto a abril del mismo año.

ESTUDIO DE MERCADO

2.9 PRECIOS



Como se mencionó anteriormente, vamos a dedicar cuatro séptimas partes de nuestra producción a elaborar preforma de 24 gramos, las cuales tienen una capacidad de hasta medio litro; a mayo de 1993 los costos de un recipiente con estas características estaban alrededor de los 27 centavos; como se mencionará más adelante, producir una preforma para fabricar recipientes de este tipo a nosotros nos costará menos de 20 centavos.

ESTUDIO DE MERCADO

En el caso de las preforma de 42 gramos, las cuales tienen una capacidad de hasta dos litros, y a las que dedicaremos tres séptimas partes de nuestra producción, en mayo de 1993, los recipientes fabricados con éstas, tenían un costo de aproximadamente 47 centavos cada uno. Como veremos más adelante, producir una preforma de este tipo no nos costará más de 30 centavos, a lo cual habría que agregar el costo del soplado.



Como podemos apreciar, nuestros precios gracias al costo de producción, podrán ser competitivos; ponderando nuestra producción, cada preforma nos costará aproximadamente 21.5 centavos y pretendemos venderlas a 30 centavos cada una, el cual es un precio muy competitivo en el mercado.

ESTUDIO TÉCNICO

ESTUDIO TÉCNICO

3.1 DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE PLANTA

- **Capacidad del diseño**

La maquinaria utilizada, tiene las siguiente características en cuanto a su producción independientemente de la preforma producida:

Ciclo = 20 segundos
Molde = 40 cavidades
Turno = 8 horas

$$(3 \text{ ciclos/min})(48 \text{ piezas/ciclo})(480 \text{ min/turno}) = 69,120 \text{ piezas/turno}$$

- **Capacidad del sistema**

La producción se ve disminuida por varios factores como lo son: las condiciones del mercado y el desgaste de la máquina, entre otros. Por ello considerando que esto afecte en un 5%, obtenemos los siguientes valores:

$$(69,120 \text{ piezas/turno})(0.95) = 65,664 \text{ piezas/turno}$$

ESTUDIO TECNICO

• Producción real

Para poder obtener datos más verídicos hay que considerar otra serie de factores que influyen en la producción de preformas como podrían ser: La ineficiencia del proveedor, ineficiencia del trabajador, la demanda real o la ineficiencia de la máquina en sí, por lo que decidimos reducir el valor obtenido en un 5%¹ . obteniendo los siguientes resultados:

$$(69\ 120 \text{ piezas/turno})(0.90) = 62,208 \text{ piezas/turno}$$

No hay que olvidar que los valores fueron obtenidos considerando únicamente una máquina, y debido a que se van a tener 7 máquinas, la producción total de la planta por turno es:

$$(62,208 \text{ piezas/turno})(7) = 435,456 \text{ piezas/turno}$$

¹ Los porcentajes obtenidos y sugeridos (5%) se obtuvieron en base a visitas a empresas que se dedican a la inyección de plásticos, para producir preformas para botellas, donde se observó que este porcentaje era el más frecuente y real en cuanto a aparición. Así también, consultando con estos productores, nos sugirieron que disminuiríamos de 2,000 a 3,000 preformas por máquina por día, debido a las pérdidas que se presentan al prenderlas y ajustar temperaturas, y que en la práctica ellos no incluyen esa cantidad en lo que nosotros llamamos producción real, por lo que decidimos disminuir en 2,500 las preformas totales de cada máquina

ESTUDIO TÉCNICO

Para obtener valores más confiables se reduce la producción total diaria de preformas en 35,000 piezas quedando finalmente el siguiente resultado:

$$435,457 \text{ piezas} + 400,456 \text{ piezas} = 825,912 \text{ piezas}$$

Este resultado anterior representa la cantidad de preformas diarias que se van a producir en la planta con las siete máquinas inyectoras independientemente del tipo de preforma que se vaya a obtener.

- **Eficiencia del sistema**

$$E = (\text{Producción real} / \text{Capacidad del diseño})$$

$$E = (59,708 / 69,120) = 0.8638 = 86.38\%$$

Aprovechamiento de la capacidad instalada

Productos Intermedios (mil toneladas)
INDEC

3500			2990	3005	3110	3090
3000		2750				
2500	2400				2495	2400
2000		1905	2000	2125		
1500	1720					
1000						
500						
0	1987	1998	2008	2018	2020	2022

Producción

Capacidad Instalada

Aprovechamiento de la capacidad instalada

Reservas Siniestros (Miles de unidades)

(MIG)

1400					1350
1200				1225	
1000	1000	1010	1075		990
800	770		770	880	
600	625	625	695		
400					
200					

Producción

Capacidad Instalada

ESTUDIO TÉCNICO

3.1.1 FACTORES QUE CONDICIONAN EL TAMAÑO DE PLANTA



◆ Demanda

(los datos relacionados con la demanda se encuentran en el Estudio de Mercado)



◆ Insumos

- El material utilizado como materia prima es el PET (los datos relacionados con las características generales de PET, así como la localización de distribuidores, se trata de la forma más completa en el Estudio de Mercado).
- Las refacciones de la maquinaria no presentan problema alguno debido a que la compañía que nos vende es la misma, se compromete a dar servicio a la inyectora por seis años a partir de la compra con pago adicional del 10% del valor de la maquinaria.

Los proveedores (Pemex, Kimex) nos proporcionarán bolsas de PET.

ESTUDIO TÉCNICO

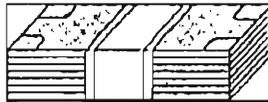


◆ Tecnología y equipos

- ◊ La maquinaria a utilizar es Lessona Interamericana.

(En la selección de maquinaria y equipo para la fabricación de preformas de plástico, existen diversas compañías extranjeras que se dedican a la fabricación de las mismas, nosotros proponemos por varias razones: funcionalidad, facilidad de operación, facilidad de mantenimiento, confiabilidad, robustez, diseño y precio, la maquinaria y equipo de la empresa Lessona Interamericana)

- ◊ Cajas de cartón
- ◊ Dos montacargas Mitsubishi
- ◊ Equipo de cómputo para la elaboración de etiquetas de código de barras con los lectores correspondientes.



◆ Financiamiento

ESTUDIO TÉCNICO

(Los datos relacionados con el financiamiento se encuentran en el Estudio Financiero).



◆ Estructura

(La gente utilizada en cada puesto de la empresa, se muestra a continuación).

ESTUDIO TÉCNICO

PUESTO	CANTIDAD	TOTAL
Jefe de Turno	1 (por turno)	2
Manos/call	2 (por turno)	4
Capataz	1 (por turno)	2
Plomería y Alarife	1 (por turno)	2
Depto. Administración	5	5
Depto. Planta Eléctrica	6	6
Kalafalones Industriales	5	5
Ingeniería Industrial	5	5
Ingeniería Informática	4	4
Mantenimiento	6	6
Manufactura	6	6
Vigilancia	5	5
Depto. Ventas	4	4
Depto. Compra	4	4
Capacitación	6	6
Pagos	4	4
Total		70

ESTUDIO TÉCNICO

3.1.2 MODELO DE TAMAÑO DE PLANTA



El modelo que se decidió utilizar en primer lugar fue el de Dervistiotis, en base a los costos totales y al volumen de venta, y a la inversión inicial a realizar, debido a que por el momento la inversión inicial, por políticas de la empresa, representa una especie de restricción.

Analizamos, por medio de este modelo, cómo se comportaría nuestro proyecto con la inversión decidida por los accionistas.

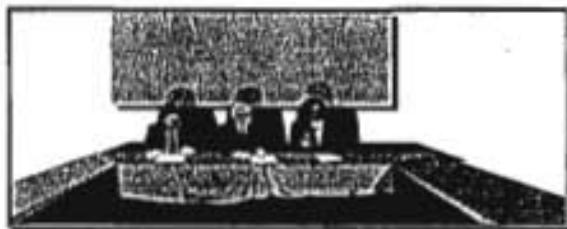
El segundo enfoque que decidimos utilizar fue este mismo modelo, pero a partir de las utilidades y el volumen de venta.

Es importante recordar que a fin de cuentas, el tamaño del proyecto es determinado en gran parte por los factores enunciados al principio del Estudio Técnico, y en este caso en particular, influye mucho la inversión que los socios están dispuestos a hacer.

3.2 LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA

Las preformas que se van a producir son un producto industrial, por lo que resultó ser un factor importante en la localización de planta, ya que son utilizadas por industrias que en su mayoría se encuentran localizadas dentro o cerca de los principales centros urbanos del país, como son : Distrito Federal, Monterrey y Puebla

Asimismo, los proveedores de los insumos básicos para la producción de la preforma, como lo son Pemex, Rexail, Spencer, entre otros, están localizados en los grandes centros industriales del país



Por las razones antes expuestas, conviene localizar la planta en un sitio cercano a los grandes centros de consumo del país, y es por ello que consideramos como alternativas de macro localización a:

ESTUDIO TÉCNICO

- Querétaro
- Estado de México
- Puebla

Con el fin de analizar estas alternativas de localización, consideramos los siguientes factores, asignándoles prioridades que a continuación se indican.

	CONCEPTO	
	Disponibilidad de materias primas	
	Disponibilidad de mano de obra	
	Disponibilidad medios de comunicación	
	Disponibilidad de servicios	
	Disponibilidad de infraestructura	
	Costos de mano de obra	
	Costos de transporte	
	Incentivos fiscales	
	Precio del terreno	
	Disponibilidad de vivienda y escuelas	

ESTUDIO TÉCNICO

A continuación se presenta información demográfica y de medios de comunicación en las tres entidades consideradas.

ESTADO DE MÉXICO

Tiene una población total de 11,176,538 habitantes. La población económicamente activa es de 3,436,050 habitantes. Algunos de sus municipios conforman la zona metropolitana. Cuenta con 3,268 km de carreteras pavimentadas. Los servicios de correos, telégrafos y teléfonos son similares a los del D.F..

Se captan la mayoría de las estaciones de radio y televisión del D.F., existen en la entidad 13 estaciones radiofónicas y 2 estaciones de televisión.

QUERÉTARO

Cuenta con 982,735 habitantes, de los cuales 154,400 son económicamente activos. La mayor parte de su población se encuentra concentrada en los municipios de Querétaro y San Juan del Río.

ESTUDIO TÉCNICO

La red carretera es de 3,448 km, de los cuales 876 km son pavimentados y el resto caminos rurales. Existen en el estado 7 radiodifusoras de A.M. y 3 de F.M., así como 4 canales de televisión. Cuenta con 12 administraciones telefónicas, 10 de correos, 3 periódicos regionales y la comunicación vía telefónica es satisfactoria.

PUEBLA

Su población total es de 3,950,000 habitantes, de los cuales 1,204,000 son económicamente activos. Cuenta la entidad con 11,808 km de carreteras, estando el 18% de ellas pavimentadas.

Tiene servicio telefónico, correos y telégrafos. Existen en el estado 330 línea de télex, 22 radiodifusoras, 1 estación de televisión estatal y 1 privada. Cuenta también con 8 periódicos locales.

Con respecto a la microlocalización, por las ventajas que representa el ubicar las empresas de nueva creación dentro de parques industriales debido a la infraestructura y servicios que ofrecen, consideramos dentro de las entidades propuestas, las siguientes alternativas de microlocalización:

ESTUDIO TÉCNICO

- **Estado de México**

- ◊ Parque Industrial Atlacomulco
- ◊ Parque Industrial El Oro
- ◊ Parque Industrial Toluca
- ◊ Parque Industrial Cuauhtémoc
- ◊ Parque Industrial Canaleja
- ◊ Parque Industrial El Cerillo

- **Querétaro**

- ◊ Parque Industrial Benito Juárez
- ◊ Parque Industrial San Juan del Río

- **Puebla**

- ◊ Parque Industrial Puebla 2000

A continuación se muestran tablas con información correspondiente a los parques industriales mencionados.

ESTUDIO TECNICO

Parque Industrial	Alumbrado Público	Drenaje	Agua Potable	Red Eléctrica	Red Telefónica	Zona Geográfica
Atzacomulco	No	Si	Si	Si	Si	III - B
El Oro	Proyecto	Proyecto	Proyecto	Proyecto	Proyecto	III
Toluca	Si	Si	Si	Si	Si	III - B
Cuahtémoc	Proyecto	Proyecto	Proyecto	Proyecto	Proyecto	III - B
Cenaleja	No	Si	Si	Si	Si	III - B
El Cemillo	Si	Si	Si	Si	Si	III - B
Puebla 2000	Si	Si	Si	Si	Si	III - B
Benito Juárez	No	Si	Si	Si	Si	I
Sn. Juan del Rio	Si	Si	Si	Si	Si	I

ESTUDIO TÉCNICO

Parque Industrial	Propiedad	Precio m ²	Lotes Disponibles	Porcentaje Enganche	Plazo de Pago
Atacomulco	Estatat	1200	39	30	3
El Oro	Estatat	500	20	30	3
Toluca	Estatat	♦	♦	♦	♦
Cuahtémoc	Estatat	♦	♦	♦	♦
Canateja	Estatat	♦	♦	♦	♦
El Cemillo	Estatat	3300	14	30	3
Puebla 2000	Estatat	3750	37	25	3
Benito Juárez	Estatat	1900	47	30	3
Sn. Juan del Rio	Estatat	1500	17	30	3

ESTUDIO TÉCNICO

Consideramos que la disponibilidad de materias primas, mano de obra, infraestructura y transporte en la macro y microlocalizaciones alternativas es similar, debido a que todos los casos la distancia máxima al Distrito Federal no excede de los 220 km, y por otro lado, la ubicación de los parques industriales es cercana a centros importantes con grandes concentraciones de población.

ESTUDIO TÉCNICO

3.2.1 MÉTODO CUALITATIVO POR PUNTOS

A fin de analizar las diferentes alternativas de acuerdo a las prioridades indicadas, aplicando el criterio de decisión del Método cualitativo por puntos expresado en la ecuación que aparece a continuación y efectuando las sustituciones necesarias tenemos:

$$V_i = S (W_j \times R_i)$$

donde:

W = Prioridad fijada en cada criterio de evaluación para las diversas alternativas de localización.

R = Ponderación asignada a cada criterio de evaluación.

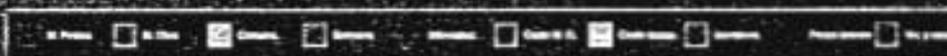
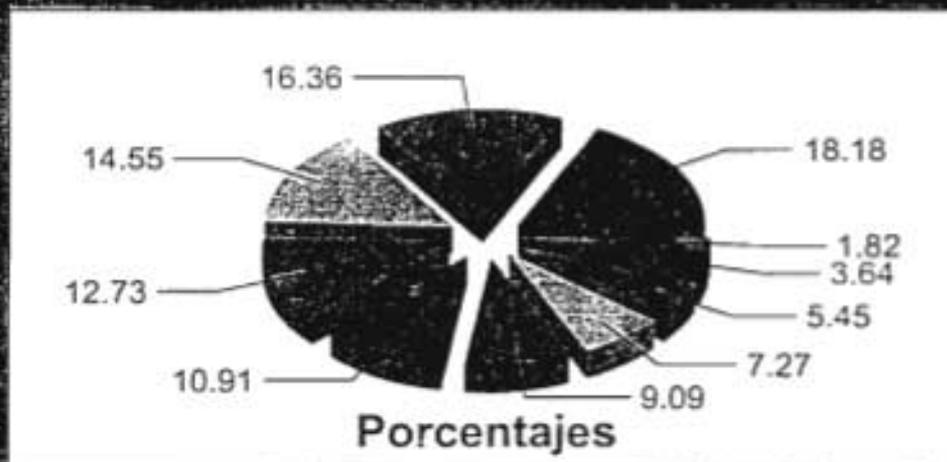
ESTUDIO TÉCNICO

LOCALIZACIÓN	SITIO A	SITIO B	SITIO C
--------------	---------	---------	---------

Factor	Peso (Wi)	Col. Sitio A	Col. / Poad.	Col. Sitio B	Col. / Poad.	Col. Sitio C	Col. / Poad.
Alt. Pto. de Vista	0.186	5	0.93	5	0.93	5	0.93
Dist. de Observación	0.163	5	0.815	5	0.815	5	0.815
Comunicación	0.145	4	0.435	4	0.58	4	0.58
Accesibilidad	0.127	3	0.381	3	0.381	4	0.508
Infraestructura	0.109	3	0.327	3	0.327	4	0.436
Clima (M. Ohio)	0.09	4	0.36	4	0.36	4	0.36
Clima (T. Yucatán)	0.072	3	0.216	4	0.288	4	0.288
Seguridad (Fuerza)	0.054	4	0.216	4	0.216	4	0.216
Presencia de Recursos	0.036	3	0.108	3	0.144	3	0.108
Yacimiento	0.018	2	0.036	2	0.072	2	0.036
TOTAL	1	35	3.824	40	4.113	39	4.277

FACTORES PARA LA LOCALIZACION DE PLANTA

Contribuciones de los Factores



Factores





ESTUDIO TÉCNICO

Con los resultados obtenidos en la tabla anterior, elegimos como macrolocalización para nuestro proyecto: El Estado de Querétaro.

En la microlocalización optamos por el parque industrial San Juan del Río, el cual se encuentra ubicado en el estado antes elegido.

Debido a que el parque industrial seleccionado se encuentra en la Zona Geográfica I, a continuación mostramos los incentivos dados por el gobierno a empresas de nueva creación y relocalización de las ya existentes.

ZONA I: De Máxima Prioridad Nacional

Categoría I: Productos Básicos y Bienes de Capital.

- 30% de la inversión y el empleo, con una sobretasa del 39%, según adquisiciones, construcción y empleo que se genere

Categoría II: Bienes de Consumo, Bienes no duraderos y otros.

- 20% de la inversión y el empleo, con una sobretasa del 26%, según adquisiciones, construcción y empleo que genere.

ESTUDIO TÉCNICO

Pequeña Industria:

- 30% de la inversión y el empleo, con sobretasa del 39%.

Micro Industria:

- 40% de la inversión y el empleo, con sobretasa del 52%.

ESTUDIO TÉCNICO

3.3 ANÁLISIS DE PROCESOS

El proceso existente en nuestro proyecto es un proceso en línea, esto se observa fácilmente ya que cumple con la características esenciales de todo proceso en línea, como son:

- ◊ Secuencia lineal de las operaciones de trabajo.
- ◊ Producción muy estandarizada (únicamente se producen preformas de plástico).
- ◊ Eficiente pero inflexible (existe cierta flexibilidad por el hecho de que se puede cambiar el tipo de molde y con ello el tipo de producto en proceso de fabricación).
- ◊ Fácil sustituir al hombre por máquinas (se observa en el hecho de que con sólo un jefe de turno se pueden controlar siete máquinas inyectoras).
- ◊ Fuertes volúmenes de producción (producción diaria de la empresa de 835,912 piezas o preformas).

ESTUDIO TECNICO

**PROCESO DE INYECCION
DE PREFORMAS**



Surtido de material

Cerrado y etiquetado de caja

Recolección de caja con preformas y enviado
a flejado

Flejado de caja con preformas

Armado de calas

Capturación de datos por lectura óptica

Recolección del material
ya capturado

Almacenamiento
de preformas

ESTUDIO TÉCNICO

3.3.1 TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE PROCESOS

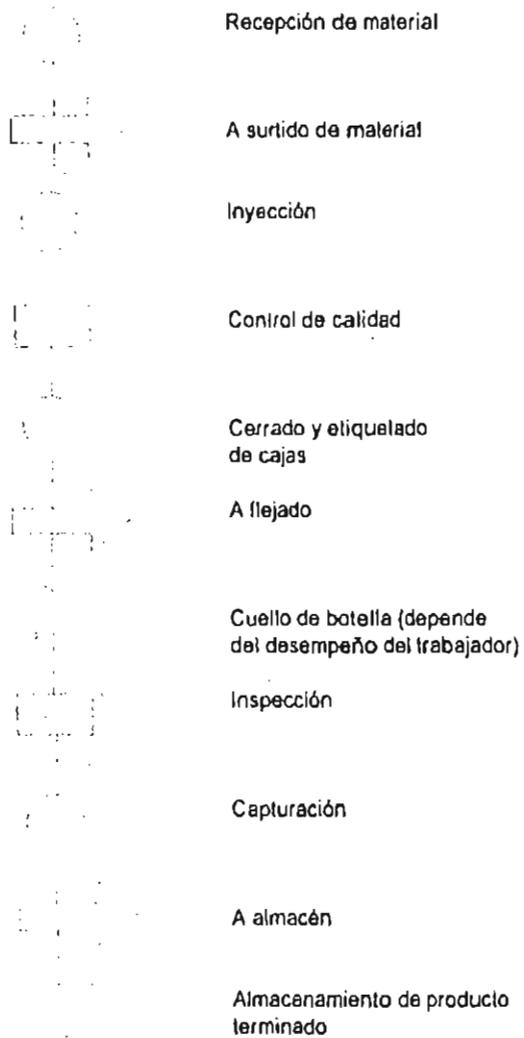
Para mostrar esquemáticamente el proceso de inyección, utilizamos un diagrama de flujo del proceso (Flujograma) en donde de forma general se indican las actividades a realizar durante el proceso de inyección de plástico, el cual se muestra en la siguiente página.

Las principales ventajas del proceso de inyección residen en el ahorro del material, espacio de fabricación y tiempo de producción.



Pese a los costos de instalación, moldes y producción, el proceso ofrece considerables ventajas económicas. El proceso ofrece, entre otras cosas:

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO



ESTUDIO TÉCNICO

- ◊ Máxima exactitud de forma y dimensiones de las piezas inyectadas.

- ◊ Superficie lisa y limpia de las piezas inyectadas.

- ◊ Múltiples posibilidades en cuanto a un ennoblecimiento posterior de las superficies (impresiones, cromados, etc.).

- ◊ Buenas propiedades de resistencia a pesar de espesores de pared delgados, con una configuración de las piezas adecuadas al proceso y al material.

- ◊ Rápida producción de gran cantidad de piezas en moldes duraderos con una o varias cavidades; ésto permite plazos relativamente cortos y una capacidad de almacenaje reducida.

- ◊ Gran aprovechamiento del material empleado.

Considerado desde el punto de vista tecnológico, hay que valorar como máxima ventaja de la inyección el hecho de que la pieza inyectada queda determinada por el molde en todas sus superficies, en cuanto a forma y dimensiones.

ESTUDIO TÉCNICO



En los restantes métodos de elaboración que compiten con la inyección (moldeo en caliente y soplado) las tolerancias de forma y dimensiones quedan determinados solamente por la superficie de la cavidad del molde. Por ello hay que considerar en estos procesos diferencias en espesor de la pared y variaciones en la resistencia mecánica

Ahora, en el procedimiento de inyección se introduce primeramente en la cavidad del molde relativamente frío una cantidad dosificada de material termoplástico fundido en forma homogénea. Tras un cierto período, solidifica la masa inyectada y la pieza puede extraerse del molde abierto.

3.4 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA



Como se mencionó anteriormente, la planta quedará instalada en el Parque Industrial de San Juan del Río, con una extensión de terreno de aproximadamente 4,000 m².

El proceso de inyección de plástico es sencillo, y no requiere de instalaciones sofisticadas ni de servicios de apoyo complejos. Asimismo, no se requiere de un sistema de tratamiento de aguas o sistema de tratamiento de efluentes, ya que no se requiere de agua en el proceso de fabricación, ni se genera ningún tipo de residuo peligroso o efluente que deba ser tratado antes de poder ser canalizado a la red de drenaje.

En cuanto a las características del edificio, éste puede ser de tipo relativamente económico, ya que no se requieren instalaciones de aire acondicionado, recolección de polvos o residuos industriales, por no generarse en el proceso productivo.

ESTUDIO TÉCNICO

La maquinaria para la inyección de preformas es relativamente ligera, por lo cual no es necesario el uso de cimentación pesada o los de concreto de características especiales, siendo suficientes anclajes sencillos.



En la construcción de la nave industrial, consideramos adecuada la utilización de muros de block, techos en base a estructura metálica de diente de sierra cubiertos con lámina de asbesto o de lámina, teniendo algunas secciones del techo con lámina traslúcida para aprovechar la iluminación natural durante el día, y losa de concreto con características normales para el piso de toda la fábrica.

En la zona de oficinas consideramos el uso de plafones, acabados en muros, uso de cancelería, etc.

En la distribución de la planta para nuestro proceso en línea se determinó en base al Método de Kilbridge y Wester. Los cálculos se presentan a continuación.

ESTUDIO TÉCNICO

Se ha considerado una producción diaria de 835,912 preformas, lo que implica 20,000 cajas (unidades) y se ha determinado que la línea trabajará 5 días a la semana (250 días al año).

El tiempo de ciclo C se obtiene de la siguiente forma:

$$C = (16)(60)(5)(50)/20,000 = 12 \text{ minutos}$$

El número de trabajadores o estaciones de trabajo se obtiene así:

$$N = 56/12 = 4,666667 \text{ (ideal)} = 5 \text{ (real)}$$

La determinación de la eficiencia y la demora del balance se muestran a continuación:

$$EF = (56/(5)(12)) 100 = 93.33\%$$

$$DEMORA = 1 - 0.9333 = 0.0667 = 6.67\%$$

ESTUDIO TÉCNICO

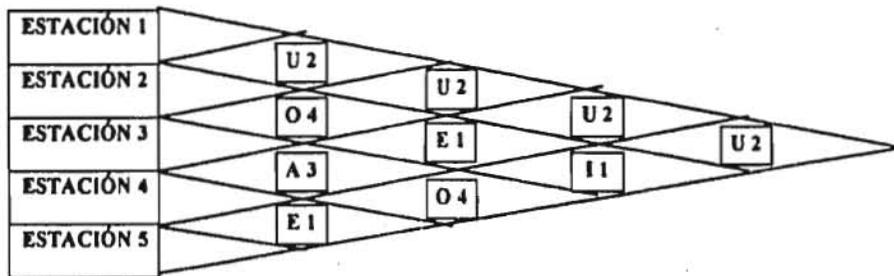
El balance de la línea utilizando el método Kilbridge y Wester es el siguiente:

OPERACION	# PREDEC.	Tiempo (min.)	# PREDEC.	OPERACION	Tiempo (min.)
1	0	5	0	1	5
2	1	4	1	4	12
3	1	7	1	6	12
4	1	12	1	6	10
5	1	4	1	3	7
6	1	10	1	5	4
7	1	2	1	2	4
8	1	12	1	7	2

ESTACION	OPERACIONES	SUMA TIEMPOS
1	1,5,7	11
2	4	12
3	8	12
4	6	10
5	3,2	11

ESTUDIO TÉCNICO

En base a los resultados obtenidos se procedió con la realización del método SLP (Systematic Layout Planning), de donde obtuvimos una propuesta para la distribución de la planta. Este método se utilizó con los departamentos en planta únicamente, o sea las cinco estaciones arriba obtenidas.



CÓDIGO DE RAZONES

A = Absolutamente necesario.

E = Especialmente importante.

I = Importante.

O = Ordinaria.

U = Sin importancia.

X = No conveniente.

1 = Actividad continua.

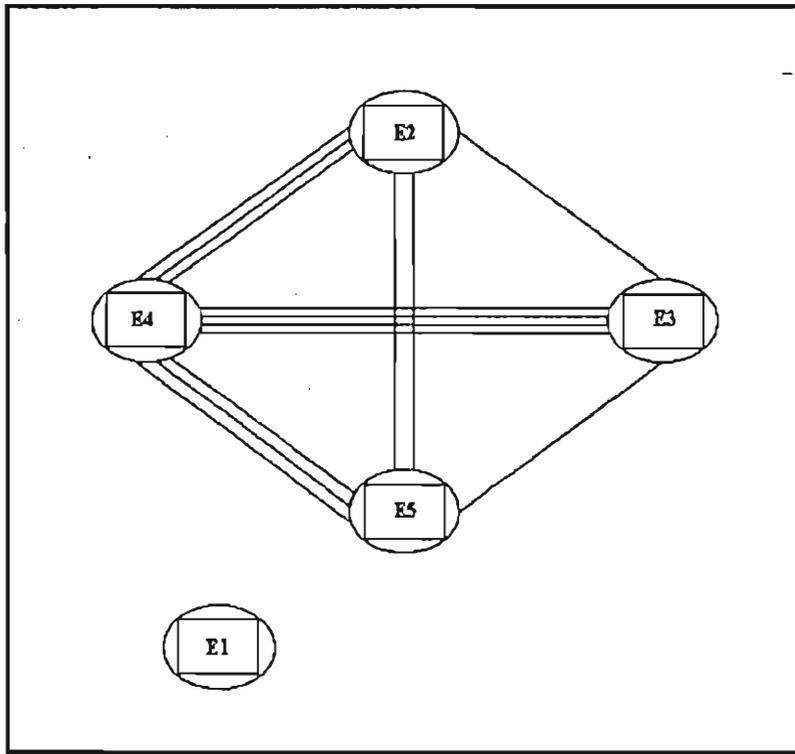
2 = No existe relación directa.

3 = Control computacional de existencias.

4 = Dependencia en bajo grado.

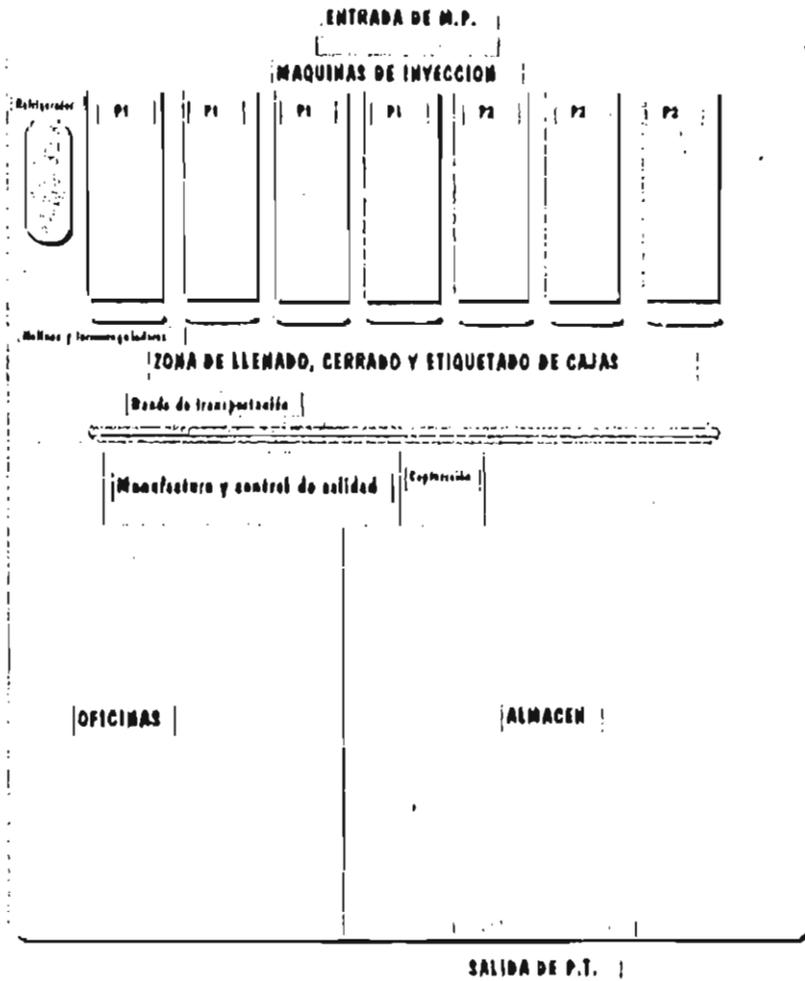
ESTUDIO TÉCNICO

A continuación mostramos el diagrama de hilos correspondiente a la matriz antes presentada.

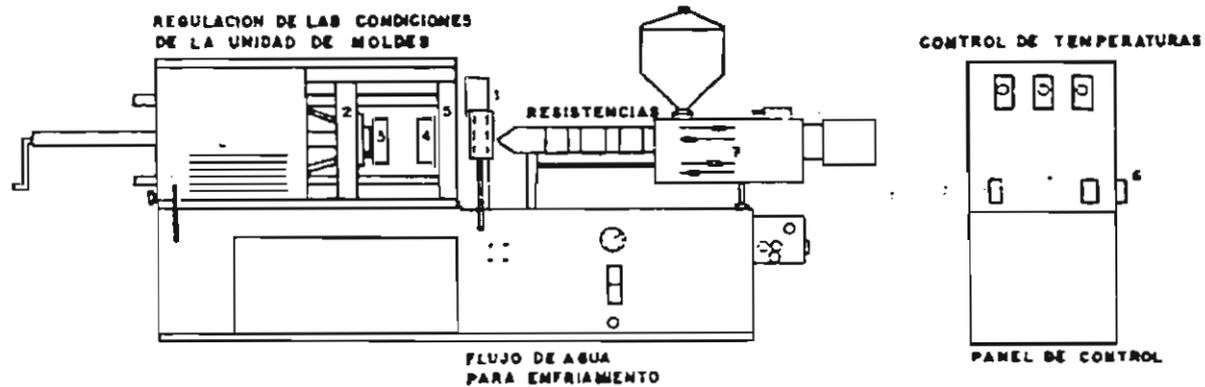


- E1 = Surtido, armado, recolección de material.
- E2 = Flejado.
- E3 = Almacenado.
- E4 = Capturación.
- E5 = Recolección caja, cerrado caja.

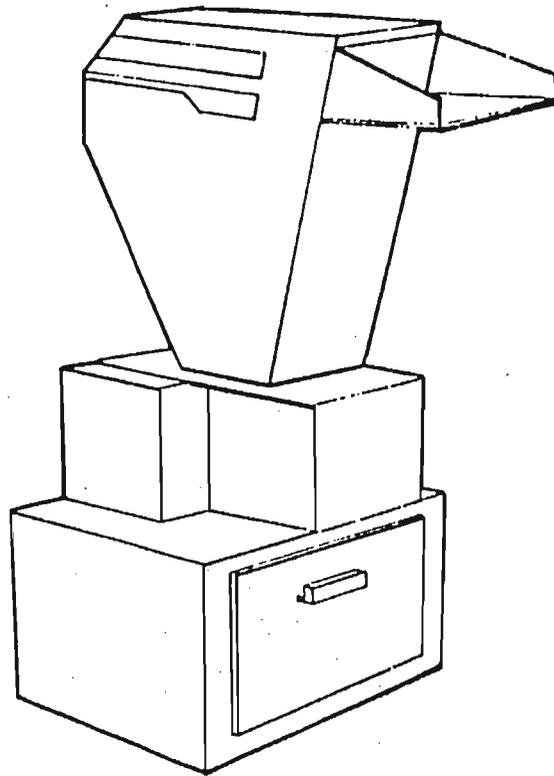
ESTUDIO TÉCNICO



- 1-CAJA DE MANDO
- 2-PLANTA MOVIL
- 3-MITAO MOLDE MOVIL
- 4-MITAO MOLDE FIJO
- 5-PLATINA FIJA
- 6-INTERRUPTOR, ENCENDIDO-APAGADO
- 7-CONTROL DE LOS FINES DE CARRERA, GRUPO DE MOLDES



MAQUINA INYECTORA



MOLINO

ESTUDIO TÉCNICO

3.5 ESTRUCTURA Y PROCEDIMIENTOS

Como es de todos conocido, la estructura consiste en definir y asignar las funciones que son necesarias llevar a cabo para lograr de una manera efectiva los objetivos del proyecto. Para ello decidimos utilizar un organigrama, bajo el criterio de especialidades profesionales o sea una estructura funcional. El organigrama de la empresa se presenta más adelante.

En este organigrama se observa la existencia de una autoridad lineal, la cual es unilineal, o sea cada subordinado tiene solamente un jefe.

Es conveniente señalar que a pesar de ser unilineal, se puede presentar el efecto bisagra dentro del organigrama, esto es que hayan o se produzcan relaciones entre diferentes departamentos, con el fin de realizar trabajos conjuntos, y por ello, ser influido por diferentes jefes lo que implica comunicación y trabajo en conjunto.

ESTUDIO TÉCNICO

3.5.1 FUNCIONES

A continuación se especifican las actividades de cada uno de los departamentos incluidos en el organigrama.



◆ Asamblea de accionistas

- ◊ Exigir balance mensual.
- ◊ Inspección de libros (por lo menos una vez al mes).
- ◊ Se sugiere que sean personas ajenas a la empresa.
- ◊ Convocar a asambleas ordinarias y extraordinarias.



◆ Consejo de Administración

- ◊ Llegar a resoluciones (por mayoría).

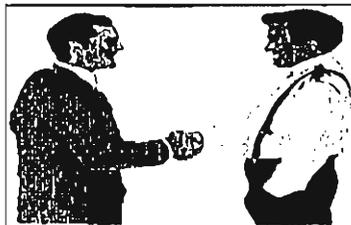
ESTUDIO TÉCNICO

- ◊ El presidente tiene el voto de calidad.
- ◊ Supervisar las actividades del Director General.



◆ Director General

- ◊ Coordinar las áreas de la empresa
- ◊ Rendir informes anuales a los socios sobre la situación en general de la empresa.
- ◊ Elaborar la planeación de la producción.
- ◊ Representante legal de la empresa.
- ◊ Planear el curso de la empresa.
- ◊ Autorizar gastos extraordinarios.
- ◊ Elaborar políticas de venta.

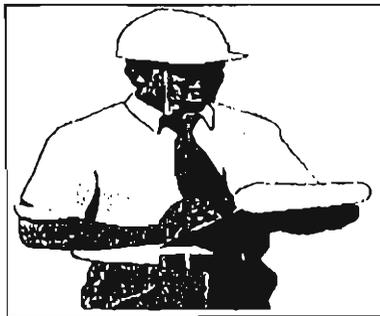


◆ Jefe de Relaciones Industriales

Coordinar actividades de servicios de capacitación.

ESTUDIO TÉCNICO

- ◊ Reporte semanal de actividades a Dirección General.
- ◊ Desarrollar nuevos programas de capacitación.
- ◊ Crear alicientes a los trabajadores e implantarlos bajo previa autorización del Director General.



● Jefe de Producción

- ◊ Coordinar a los departamentos de Ingeniería Industrial, Ingeniería en Informática y el departamento de Manufactura.
- ◊ Llevar control de producción.
- ◊ Elaborar estrategias de producción.
- ◊ Elaborar reporte semanal de actividades.
- ◊ Diseñar sistemas de supervisión de la operación.
- ◊ Implantación de técnicas de optimización.

ESTUDIO TÉCNICO



♦ Jefe Administrativo

- ◊ Llevar control de ingresos y egresos.
- ◊ Llevar control de las cuentas bancarias.
- ◊ Elaborar estados financieros de la empresa mensualmente y conforme al ejercicio de la misma.
- ◊ Planeación de presupuestos.
- ◊ Control de actividades de los departamentos de Ventas, Compras, Pagos y Contabilidad.
- ◊ Realizar pagos correspondientes.
- ◊ Elaborar reporte semanal de actividades.



♦ Ingeniería Industrial

Muestreos de producción.

ESTUDIO TÉCNICO

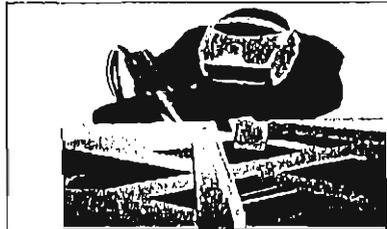
- ◊ Control, en conjunto con manufactura de la producción.
- ◊ Elaborar estudios y proyecciones del proceso en general.
- ◊ Estudio, y en su caso, implantación de técnicas nuevas.
- ◊ Optimizar proceso de inyección.
- ◊ Elaborar estudios de mercado para nuevos productos.
- ◊ Control en apoyo con manufactura de actividades de operarios.
- ◊ Elaboración de reportes semanales de actividades.
- ◊ Vigilar el proceso de inyección.



◆ Ingeniería en Informática

- ◊ Control de sistemas computacionales de la empresa.
- ◊ Creación de sistema de código de barras y control sobre el mismo.
- ◊ Elaboración de programas funcionales para la empresa.
- ◊ Supervisión de toda actividad computacional de la empresa.
- ◊ Elaboración de reporte semanal de actividades.
- ◊ En estudios nuevos, trabajar conjuntamente con Ingeniería Industrial.

ESTUDIO TÉCNICO



◆ Manufactura

- ◊ Control de calidad de producción.
- ◊ Trabajo conjunto con Ingeniería Industrial e Ingeniería en Informática,
- ◊ Supervisión de actividades de la planta.
- ◊ Supervisión de almacén.
- ◊ Elaborar reportes semanales de actividades.



◆ Ventas

- ◊ Elaborar y controlar metas mensuales de ventas.
- ◊ Coordinar comisionistas
- ◊ Elaborar estrategias de comercialización.
- ◊ Elaborar facturas de venta.
- ◊ Control sobre ventas.
- ◊ Estudio de mercado para nuevos productos o variación en la producción.
- ◊ Elaborar reportes semanales de actividades

ESTUDIO TÉCNICO



◆ Compras

- ◊ Elaborar y controlar metas mensuales de compras.
- ◊ Control sobre compras.
- ◊ En forma conjunta con ventas llevar control de inventarios.
- ◊ Elaborar facturas de compra.
- ◊ Negociar compra de materiales con proveedores.
- ◊ Elaborar reportes semanales de actividades.



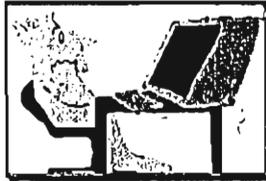
◆ Pagos

- ◊ Efectuar pagos a trabajadores.
- ◊ Elaborar reportes de pagos realizados.
- ◊ Efectuar pagos de materia prima, servicios y extras.
- ◊ Cobrar facturas de venta.

Llevar control de ingresos y egresos.

ESTUDIO TÉCNICO

- ◊ Elaborar reporte semanal de actividades.



◆ Contabilidad

- ◊ Recibir información correspondiente del departamento de Ventas.
- ◊ Recibir información correspondiente del departamento de Compras.
- ◊ Recibir información correspondiente del departamento de Pagos.
- ◊ Realizar informes semanales de la situación contable de la empresa.
- ◊ Llevar registros contables de toda actividad de la empresa.



◆ Relaciones Industriales

- ◊ Coordinar actividades de servicios y capacitación.
- ◊ Supervisar las relaciones internas de la empresa.
- ◊ Implantación de técnicas específicas de relaciones industriales.
- ◊ Elaborar reportes semanales de actividades.

ESTUDIO TÉCNICO



◆ Servicios

- ◊ Coordinar actividades de mantenimiento.
- ◊ Supervisar asistencias.
- ◊ En caso de falta de un operario, buscar reemplazo.
- ◊ Trato con sindicato.
- ◊ Realizar reportes semanales de actividades.
- ◊ Canalizar quejas, sugerencias o solicitudes del trabajador.



◆ Capacitación

- ◊ Capacitar a todo los empleados.
- ◊ Cursos de actualización.
- ◊ Elaborar programas de superación.
- ◊ Elaborar reportes semanales de actividades.

ESTUDIO TÉCNICO



◆ Mantenimiento

- Limpieza de oficinas, baños, almacenes y planta en general.



◆ Vigilancia

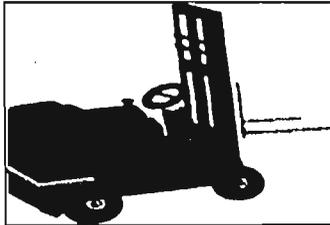
- Control de entradas de personal a la empresa.
- Control de salidas de personal de la empresa.
- Control de salida y entrada de material.
- Vigilancia de la planta en general.
- Elaborar reportes semanales de actividades



◆ Jefe de turno

ESTUDIO TÉCNICO

- ◊ Supervisar maquinaria.
- ◊ Supervisar trabajo de los operadores.
- ◊ Llevar control de la producción.
- ◊ Control de inventarios.
- ◊ Encargado de reparaciones.
- ◊ Realizar reportes diarios de actividades.



◆ Montacarguista

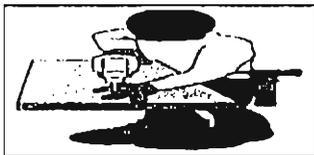
Traslado de material (materia prima, producto terminado y materiales indirectos).



◆ Capturador

- ◊ Capturar información del producto terminado y llevar control sobre el mismo.
- ◊ Llevar control de capacidad del almacén.
- ◊ Llevar control sobre salida y entrada de producto.

ESTUDIO TÉCNICO



◆ Flejador / Armador

- ◊ Flejar cajas con producto terminado.
- ◊ Armar cajas de cartón.

ESTUDIO TÉCNICO

3.5.2 PROCEDIMIENTOS

Para procedimientos administrativos, cada uno de los departamentos o actividades de la empresa que necesitan realizar un reporte, tendrán documentos realizados en específico para cada uno de ellos, de forma que pueda llevar un control de toda actividad realizada en la empresa.

Como se mencionó anteriormente estos reportes se harán semanalmente y en algunos casos diariamente. Todos ellos irán al jefe inmediato del que lo realizó, quien estudiará el reporte entregado, y así sucesivamente hasta el jefe de área, quien rendirá cuentas al Director General.

A continuación presentamos un calendario de iniciación de la empresa, la cual incluye: duración y actividad a realizar, para lograr la construcción al 100% de la planta, y estar listos para producir. La duración de los mismos es estimada en base a una consulta realizada al D.D.F.

ESTUDIO TÉCNICO

- FASE 1 (29 días hábiles)
 - Limpieza y nivelación de terreno.
 - Trazos.
 - Excavación.
 - Cimentación.
 - Relleno.

- FASE 2 (55 días hábiles)
 - Elevación de columnas.
 - Muros.
 - Castillo y cadenas.
 - Instalación de estructura metálica.
 - Instalación eléctrica.
 - Instalación hidráulica.
 - Pisos y firmes.

- FASE 3
 - Instalación de maquinaria.
 - Acabados

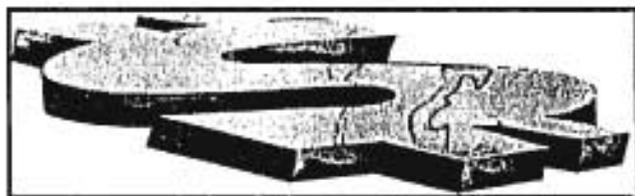
ESTUDIO TÉCNICO

- Oficinas.
- Limpieza en general.

Tiempo total: 110 días hábiles.

ESTUDIO FINANCIERO

4 ESTUDIO FINANCIERO



Encontrándonos en la necesidad de hallar la rentabilidad del negocio de los plásticos, al que dedicamos nuestro trabajo de investigación y el que creemos que nos dará buenos resultados, dado que el proceso es relativamente sencillo y el mercado es muy ambicioso, hemos de hacer ahora el estudio que determinará la puesta en marcha del proyecto de la compañía PLAMEX. S.A. El estudio necesario para lograr la aceptación, debe estar basado en los objetivos buscados en la satisfacción del mercado y en la entrada al sector, así como las metas de la producción, forjadas durante el estudio técnico.



Cuando uno se enfrenta al cálculo de los costos y ventas, sin antes haber operado en la rama que se está tratando, es necesario que las personas encargadas de poner el proyecto o de evaluarlo, estén de acuerdo en establecer políticas de operación financiera que den un cierto camino de acción a seguir sobre los cálculos elaborados en los análisis

ESTUDIO FINANCIERO



Para poder cumplir con los objetivos planteados, hemos decidido establecer políticas en algunos rubros que las requieran, y para ello hemos de mencionar antes de cada hoja resumen (Flujo de caja, Estado de Resultados, Balance General, etc.), las fuentes de los datos, así como las políticas aplicadas, ya que consideramos de suma importancia el tener una base de crítica cuando se esté elaborando el proyecto.

Con lo establecido anteriormente lograremos dar entrada a lo que será el análisis financiero. Éste consistirá en la evaluación de la inversión inicial necesaria para montar el negocio, así como las fuentes de financiamiento de dichos recursos, después seguirán la obtención de los costos, el punto de equilibrio, los estados Proforma, así como un análisis de sensibilidad, Índices y el cálculo de la TIR.



La determinación de la TIR y el VPN serán algunos de los aspectos principales para la aceptación del proyecto, y por ello, todo se va encaminando hacia la obtención de ambos. La aceptación de este proyecto se basa en la obtención de una TIR mayor a la TREMA del banco, ponderada con la de los accionistas.

ESTUDIO FINANCIERO



Cabe mencionar que muchos de los datos obtenidos en todos los estados financieros, fueron producto de las políticas financieras aquí estipuladas, por ello se tratará de mostrar los cálculos realizados para su obtención.

ESTUDIO FINANCIERO

4.1 INVERSIÓN INICIAL Y FUENTES DE RECURSOS

Antes de comenzar, es importante mencionar que el proyecto será analizado en un periodo de 5 años, pues aunque la mayoría de los proyectos se hacen así, es bueno decir que el plástico a pesar de ser caro como materia prima, se recupera rápidamente si uno logra colocar muchos productos en el mercado.

Comenzando como dijimos anteriormente por las políticas financieras y los costos implicados en cada política son:

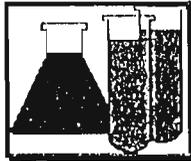


- Para el Activo Circulante

a) Se considerará respecto al manejo de los inventarios un mes de materia prima, esto es para poder mantener un Inventario de seguridad de 15 días y un Inventario de trabajo de otros 15 días. Al comienzo de la operación se solicitará a los siete días un nuevo pedido de materia prima para quince días, así llegará a nosotros aproximadamente a los siete días del pedido y podremos empezar otra quincena con los inventarios llenos, este sistema seguirá durante toda la operación de la empresa en Materia Prima; la razón del mes inicial de inventarios de M.P. en la inversión inicial, es que el costo del plástico virgen es elevado y el tener inventarios mayores, nos elevaría en mucho el costo de

ESTUDIO FINANCIERO

financiamiento inicial el cual no es necesario que sea tan fuerte, si con lo estipulado anteriormente nos basta para salir con la producción.



MATERIA PRIMA

El costo del plástico PET es de N\$ 6.70 / Kg (USD 1.09); haciendo una ponderación junto con la materia que se pueda reciclar, la producción será:

114,416 piezas por máquina, por turno (quitando ya los desperdicios por calidad), trabajando 2 turnos al día, 5 días a la semana, 250 días al año.

4 Máquinas dedicadas al producto de 0.024 Kg (P1).

3 Máquinas dedicadas al producto de 0.042 Kg (P2).

Lo anterior nos arroja que la producción anual y los costos de M.P. serán de:

ESTUDIO FINANCIERO

PRODUCTO	CANTIDAD M.P. (Kg/Pieza)	COSTO M.P. (NS / Kg)	PRODUCCIÓN ANUAL	COSTO TOTAL M.P. (NS)
P1	0.024	6.70	126,000,000	20,260,800
P2	0.012	6.70	94,500,000	26,592,300
TOTAL			220,500,000	46,853,100

b) La mano de obra se considerará de igual forma para la inversión inicial puesto que es necesario pagarles a los trabajadores al término de las quincenas sin demora, ya que si existe un atraso en el pago por parte de los clientes habrá que usar el dinero de seguridad, sin tener que usar desde el primer mes el banco y la caja.



MANO DE OBRA

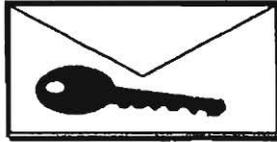
Empleados de salario mínimo: 37

Empleados con pago de sueldo mayor: 33

SALARIOS MÍNIMOS	NS/ DÍA (totales)	DÍAS	TOTAL (NS/año)
S.M. FABRICACIÓN	470.53	375	176,449.20
S.M. ADMINISTRACIÓN	214.98	375	80,617.50
S.M. VENTAS	36.99	375	13,874.90
TOTAL	722.51		270,941.70
SUELDOS			
S FABRICACIÓN	1,585.00	375	594,375.00
S ADMINISTRACIÓN	1,635.00	375	613,125.00
S VENTAS	283.00	375	89,250.00
TOTAL	4,180.51	375	1,576,691.70
INFONAVIT (5%)			13,547.08
SAR (2%)			31,353.83

ESTUDIO FINANCIERO

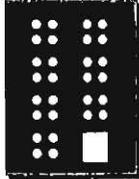
c) La caja y los bancos se consideraron como: El 50% de la Materia Prima inicial, este dato es simplemente por seguridad de las operaciones mensuales y ayuda al flujo de caja del año 1.



- Para los Activos Diferidos

a) Los Activos Diferidos como asistencia técnica, seguros y otros factores referentes a la maquinaria se incluirán en la cláusula de compra de las máquinas, cargando un 10% del precio de compra, para que durante seis años se le dé servicio y reparación, sin nosotros tener que preocuparnos por ello. Por otro lado los gastos de instalación fueron considerados como el 5% del costo de instalación.

ESTUDIO FINANCIERO



- Para los Activos Fijos

a) En la compra de terreno se pensó en el lugar que el estudio técnico designó, usando unos 4,000 m² aproximadamente, a N\$350.00 / m², se tiene una inversión de N\$ 1,400,000.00.

b) El edificio y las instalaciones se realizaron en base a comparaciones con obras similares, y el precio no se elevó tanto porque es una nave industrial con pocas oficinas y mucho espacio únicamente cubierto.

c) La maquinaria y equipo consta de inyectoras, molinos, termorreguladores y un refrigerador, además de considerar también una depreciación a diez años siendo cada año depreciado un 10%. La tabla de costos sería la siguiente:

ESTUDIO FINANCIERO

ARTÍCULO	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL	DEPRECIACIÓN AÑO
Inyectora	508,990.82	7	3,562,305.74	356,230.57
Molino	17,298.14	7	121,086.98	12,108.69
Termorregulador	17,041.28	7	119,289.02	11,928.90
Refrigerador	61,998.85	1	61,998.85	6,199.88
TOTAL	605,329.10	22	3,864,680.64	386,468.06

Por último, en el activo fijo, se incluye el equipo de transporte, el cual consta de cuatro camionetas valuadas en N\$ 80,000.00 y en dos montacargas valuados en N\$ 65,000.00, teniendo un total de N\$ 450,000.00.

Por otro lado, para poder financiarnos el Activo, debemos recurrir a un financiamiento con proveedores, bancos y accionistas.

ESTUDIO FINANCIERO



- Para el Pasivo a Corto Plazo

a) Los proveedores no financiarían un mes de M.P. a un costo de N\$ 6.70 / Kg en bolsas de 25 Kg. por lo que tendríamos mensualmente 23,636.43 bolsas de Materia Prima de PET. Este financiamiento con el paso de los años se va moviendo, de tal forma que ayude a financiar el activo, más que tenerlo como una cuenta fija.



- Para el Pasivo a Largo Plazo

a) Un préstamo bancario de N\$ 4,228,420.00 (54.39% del financiamiento externo), a un interés del CPP = 16.37% + 6 puntos, por lo que la tasa será de 22.37% a un periodo de 5 años con pagos anuales iguales de N\$ 1,499,065.96 pagaderos anualmente a final de periodo. Por último, el pago del saldo del año cuatro pasará a ser Pasivo a Corto Plazo para el quinto año, por lo que la cuenta de PLP quedará en ceros.

ESTUDIO FINANCIERO



- Para el Capital Social

a) Los socios aportarán N\$ 4,715,375.52, con acciones a N\$10.00 / acción a nombre de PLAMEX S.A., con un total de 471,538 acciones. La aportación de los socios es de 37.75% del total financiado externamente.

b) Por parte de los dividendos para los socios, éstos deberán abarcar el 30% de las utilidades después de impuestos y se empezará a pagar utilidades en la operación del segundo año, así hasta el quinto año en donde se cierra la operación.

Por último, la TREMA requerida para el negocio deberá satisfacer al banco y a los accionistas, así como a los proveedores (otros), ya que las aportaciones de éstos son:

APORTADORES	CAPITAL APORTADO	% DE APORTACIÓN	TREMA
SOCIOS	N\$ 4,715,375.52	37.75	27
BANCO (NAFINSA)	N\$ 4,228,420.00	33.86	16
OTROS	N\$ 3,545,465.80	28.39	25
TOTAL	N\$ 12,489,261.32	100.00	22.71

ESTUDIO FINANCIERO

4.2 DETERMINACIÓN DE COSTOS

Para empezar con los costos, tenemos que decir que en el estudio de mercado se averiguó que las compras en esta rama de la industria aumentan un 6% cada año en el último periodo, por ello nosotros determinamos que si actualmente manejáramos un total de producción que sature nuestro sistema, al comienzo del segundo año se perderá la participación en el mercado si no ampliamos la capacidad de la planta, por ello se ha determinado que en tres años el mercado crecerá un 16%, el cual hará que al cuarto año saturemos la capacidad de producción al poder comprar un equipo completo de inyección.

En el quinto año tendremos otra vez falta de maquinaria para seguir abarcando nuestro mercado, por lo que a fines del sexto año se tendría que introducir otra más (y seguir así hasta que ya no quede espacio disponible, o se cierre la fábrica), pero nuestro estudio a cinco años nos dice que no es necesaria más que la compra de la primera inyectora.

Para nuestro análisis (tres años constantes y los últimos a un 6% cada uno de los costos considerados variables), se determinaron costos de diversos tipos, antes de mostrar la tabla de costos durante los cinco años. Mencionaremos algunos rubros que se manejan:

ESTUDIO FINANCIERO

Gastos de Fabricación:

Incluye todos los gastos que corresponden a la producción de las preformas del PET, entre otros están algunos mencionados en la inversión inicial, tales como: Materia Prima, Mano de Obra, Mantenimiento, etc.. Otros gastos no mencionados son:

Energía Eléctrica:

MÁQUINAS	KW / HR	COSTO / HR	HR / AÑO	TOTAL (NS)
Inectoras	174.30	0.305	4,000	212,646.00
Molinos	15.68	0.305	4,000	19,129.60
Termorreguladores	42.84	0.305	4,000	52,264.80
Refrigerador	3.57	0.305	4,000	4,355.40
TOTAL	236.39	0.305	4,000	288,395.80

ESTUDIO FINANCIERO

Materiales Indirectos:

Para el producto 1 se requieren 595,976.67 cajas al año con un costo unitario de N\$0.75, arrojando un total de N\$466,937.50, para el producto 2 serán 446,937.50 cajas por año a N\$1.00 teniendo un costo igual al P1, teniendo un total de N\$905,875.00 al año, con N\$12,000.00 al año de extras.

Gastos de Administración:

Aquí se incluyen los gastos que tengan que ver con el área financiera de la empresa:

- ⇒ Pago a los funcionarios y empleados, acorde con la tabla de sueldos y salarios.
- ⇒ Depreciación del activo fijo.
- ⇒ SAR.
- ⇒ INFONAVIT.
- ⇒ Gastos Legales.
- ⇒ Gastos de publicidad y viajes (10% del total de gastos de administración y ventas).
- ⇒ Gastos de papelería (considerados fijos).
- ⇒ Otros Gastos

ESTUDIO FINANCIERO

Cabe mencionar que los gastos administrativos, de venta y salarios, y el mantenimiento de los gastos de fabricación se mantienen constantes, es importante fijar los gastos fijos y los variables ya que éstos determinarán el punto de equilibrio.

Gastos de Venta:

Son los gastos que se relacionan con el departamento de ventas, aquí se incluyen:

- ⇒ Salarios de vendedores y de personal de ventas.
- ⇒ Gastos extras que se asemejen en proporción a los gastos financieros.

Gastos Financieros:

Se consideran año con año los intereses y el pago del principal, descontando los intereses en el Estado de Resultados, y el principal en el Balance.

Por último, debemos mencionar que las depreciaciones del terreno, edificio y maquinaria y equipo, deben ser depreciados a diez años, a su vez el equipo de transporte queda depreciado en cinco años.

La tabla que se muestra a continuación indica las depreciaciones anuales a considerar en cada rubro del activo fijo:

ESTUDIO FINANCIERO

ACTIVO	COSTO INICIAL	%DEPRECIACIÓN POR AÑO	DEPRECIACIÓN ANUAL.
Terreno	1,400,000.00	10	140,000.00
Edificio	98,143.93	10	9,814.393
Maquinaria y Equipo	3,864,680.64	10	386,468.064
Total a 10 años	5,662,824.57	10	566,282.57
Equipo de transporte	450,000.00	20	90,000.00

ESTUDIO FINANCIERO

INVERSION INICIAL Y FUENTE DE RECURSOS

ACTIVO		PASIVO	
<i>ACTIVO CIRCULANTE</i>		<i>PASIVO A CORTO PLAZO</i>	
1 MES DE M.P.	3545465.81	PROVEEDORES (1 MES)	3545465.81
1 MES DE M.O.	130640.97	IMPUESTOS POR PAGAR	0
RESERVA BANCOS Y CAJA	1838053.39	TOTAL	3545465.81
CUENTAS POR COBRAR	0		
TOTAL	5514160.17	<i>PASIVO A LARGO PLAZO</i>	
<i>ACTIVO DIFERIDO</i>		PRESTAMOS BANCARIOS	4084836.32
CONTRATOS Y SEGUROS	7001.16	<i>CAPITAL CONTABLE</i>	
INSTALACIÓN	356293	APORTACIÓN SOCIOS	4500000
TOTAL	363294.16	TOTAL PASIVO + CAPITAL	12130302.13
<i>ACTIVO FIJO</i>			
TERRENO	1400000		
EDIFICIO	398143.93		
INSTALACIÓN	140023.24		
MAQUINARIA Y EQUIPO	3864680.64		
EQUIPO DE TRANSPORTE	450000		
TOTAL	6252847.81		
TOTAL ACTIVO	12130302.14		

ESTUDIO FINANCIERO

GASTOS FINANCIEROS

PAGO DE LOS INTERESES AL PRESTAMO DE NAFINSA

PRESTAMO	4,228,420.00
INTERÉS ANUAL	22.37%
CINCO PAGOS ANUALES	1,488,288.29

AÑO	SALDO INIC.	PAGO	INTERES	PRINCIPAL	SALDO FINAL
1	4,228,420.00	1,488,288.29	945,897.55	542,390.74	3,686,029.26
2	3,686,029.26	1,488,298.29	824,564.75	663,723.54	3,022,305.72
3	3,022,305.72	1,488,288.29	676,089.79	812,198.50	2,210,107.22
4	2,210,107.22	1,408,288.29	494,400.98	993,887.31	1,216,219.91
5	1,216,219.91	1,488,288.29	272,068.39	1,216,219.91	0.01

ESTUDIO FINANCIERO

GASTOS GENERALES	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
<i>GASTOS DE FABRICACIÓN</i>					
MATERIA PRIMA	42545589.6	42545589.6	42545589.6	45098324.98	47804224.47
REFACC. Y COMBUSTIBLE	1337.1	1337.1	1337.1	1337.1	1337.1
ENERGÍA	288395.8	288395.8	288395.8	328973	328973
MAT. INDIRECTOS	905875	905875	905875	960227.5	1017841.15
MANTENIMIENTO	59382.26	59382.26	59382.26	67865.44	67865.44
MANO DE OBRA (41)	770824.2	770824.2	770824.2	770824.2	770824.2
TOTAL	44571403.96	44571403.96	44571403.96	47227552.22	49991065.36
<i>GASTOS DE VENTA</i>					
SALARIO VENDEDORES (9)	103125	103125	103125	103125	103125
DEPREC. EQ. TRANSPORTE	90000	90000	90000	90000	90000
OTROS GASTOS	50000	50000	50000	50000	50000
TOTAL	243125	243125	243125	243125	243125
<i>GASTOS ADMINISTRATIVOS</i>					
SUELDO FUNCIONARIOS (5)	613125	613125	613125	613125	613125
SALARIOS (15)	118117.5	118117.5	118117.5	118117.5	118117.5
PAPelería Y TEL.	27500	27500	27500	27500	27500
VIAJES Y PUBLICIDAD	163555.09	163555.09	163555.09	163555.09	163555.09
GASTOS LEGALES	22500	22500	22500	22500	22500
SAR (2%)	31353.83	31353.83	31353.83	31353.83	31353.83
INFONAVIT (5%)	13547.08	13547.08	13547.08	13547.08	13547.08
DEPRECIACIÓN	566282.45	566282.45	566282.45	620606.47	620606.47
TOTAL	1555980.95	1555980.95	1555980.95	1610304.97	1610304.97
<i>GASTOS FINANCIEROS</i>					
INTERESES	913777.88	796565.15	653131.93	477612.7	262829.82
COSTO TOTAL	47284287.79	47167075.06	47023641.84	49558594.88	52107325.15

4.3 PUNTO DE EQUILIBRIO



Para la determinación del punto de equilibrio, fue necesario considerar que la Materia Prima, los Materiales indirectos se consideraron como variables, y los demás como fijos, dándonos

unos costos fijos de N\$ 3,864,942.86.

Precio unitario de venta: N\$ 0.30

Costo unitario de venta: sabemos que el costo lo determina la M.P. y los materiales indirectos, por lo que se presenta la siguiente ecuación:

$$C_u = 0.1771P_1 + 0.30991P_2 + 0.0039P_1 + 0.0052P_2$$

$$C_u = 0.1810P_1 + 0.3151P_2$$

Dado que la producción es de 57.14% de P₁, y de 42.85% de P₂, ponderando estos datos sobre la ecuación para obtener el costo unitario por el cual se multiplicará la producción, considerando esto como ventas:

$$C_u = N\$ 0.2384$$

ESTUDIO FINANCIERO

Para el punto de equilibrio, sólo se elaboró la fórmula:

$$P.E. 1 = \frac{N\$ 3.864.942,86}{N\$ (0.3 - 0.2384)} = 62,742,578.89 \text{ piezas al año}$$

El dato anterior nos muestra el número necesario de piezas a producir, con el objeto de salir en cero. El total de ventas deberá ser de N\$ 18,822,773.67.

Será bueno hacer un análisis de sensibilidad para el primer año, variando el precio de venta, ya que ahora se encuentra ubicado a un 25.84% por encima del costo unitario, por lo que al variar este dato se considerarán menores utilidades marginales, teniendo un nuevo precio de venta de N\$ 0.25, donde se gana para P1 y se pierde para P2.

$$P.E. 2 = \frac{N\$ 3.864.942,86}{N\$ (0.25 - 0.2384)} = 333,184,729.31 \text{ piezas al año}$$

Esta fórmula nos revela que en el primer año estamos 40% abajo del punto de equilibrio, por lo que bajar el precio a una utilidad marginal de un 15.23% (la mitad) sobre el costo, nos baja mucho la utilidad, dudando sobre la rentabilidad del proyecto.

Para las ventas consideradas a N\$ 0.30 en el caso de salir tablas no se considera el dejar ingresos, ni dividendos, por lo que las ventas deberán de mayores.

ESTUDIO FINANCIERO

Para los siguientes años tenemos una tabla de Punto de Equilibrio, donde se muestran los cambios año con año.

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Punto Equilibrio	62,742,578.89	60,772,890.58	58,362,582.79	57,285,822.56	54,932,828.41
Vtas./ P.E.	3.1913	3.2947	3.4308	3.6985	4.0958

La tabla anterior nos muestra el cambio en el año cuatro, cuando se compra la maquinaria nueva, ya que los costos se reducen constantemente hasta el año cuatro con los nuevos gastos, y luego continúa un movimiento descendiente en forma constante por otros tres años, siempre y cuando no exista un financiamiento en las operaciones del año.

Es importante ahora mencionar unos cálculos que serán de utilidad en el siguiente tema, y estos cálculos se refieren al valor de salvamento que debe existir en la maquinaria, los edificios y el equipo de transporte, ya que si la compañía se proyecta a cinco años, los rubros que se deprecian a más, generarán una entrada de capital en el último año.

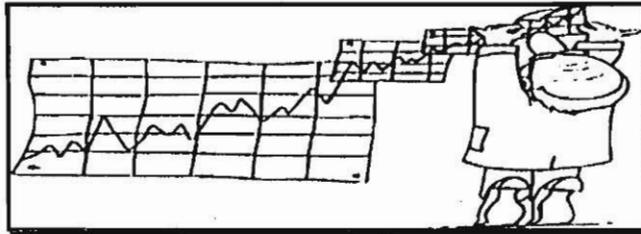
ESTUDIO FINANCIERO

Los datos a manejar son los siguientes:

ACTIVO	VALOR INICIAL	DEPRECIACIÓN ACUMULADA	VALOR DE SALVAMENTO
Terreno y edificio	N\$ 1,798,143.93	N\$ 899,071.96	N\$ 899,071.96
Maq. y equipo	N\$ 3,864,680.64	N\$ 1,932,340.32	N\$ 1,932,340.32
Equipo transporte	N\$ 450,000.00	N\$ 450,000.00	N\$ 0.00
TOTAL	N\$ 6,112,824.57	N\$ 3,281,412.28	N\$ 2,831,412.28

ESTUDIO FINANCIERO

4.4 ESTADOS FINANCIEROS PROFORMA



4.4.1 FLUJO DE CAJA.

Estamos ahora llegando a la parte más importante del estudio de inversión, ya que los estados proforma y la TIR revelarán las ventajas de esta compañía.

Para empezar tenemos el flujo de caja, donde se conceptualizan las entradas y salidas de dinero en la compañía, considerando el resultado como la caja que se maneja en el banco.

Los Ingresos anuales considerados en el flujo de caja son:

Cobro de ventas.

Venta de activo (valor de salvamento al quinto año).

ESTUDIO FINANCIERO

En ventas de activo se considera que el primer año sólo hay 10 meses de pago porque el PPP de los clientes, se toma como 60 días o dos meses. La operación empieza sin cobrar hasta el final del segundo mes, por lo que se acumularán así los dos meses para los siguientes años, hasta finalizar la actividad al quinto año.

Considerando estos dos últimos meses con posibilidad de financiar y obtener un 80% (por medio de factoraje) del pago de estas ventas; aquí no se tomará en cuenta esta venta por políticas de la empresa.

Los Egresos anuales son:

Materia Prima.

Mano de Obra.

Material Indirecto.

Energía o Luz y Teléfonos.

Mantenimiento.

Intereses y principal.

Gastos en general, sin la depreciación.

ESTUDIO FINANCIERO



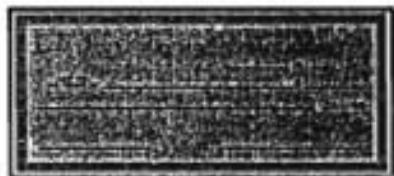
La diferencia de éstos con los ingresos, generará el flujo de efectivo, teniendo en cuenta la caja al iniciar las operaciones, y la caja generada en los periodos pasados al que estamos analizando.

ESTUDIO FINANCIERO

FLUJO DE CAJA					
INGRESOS	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5
VENTAS	50057000	60068400	60068400	63672504	67492854.24
VENTA MAQ. Y EQ.	0	0	0	0	2831412.28
TOTAL	50057000	60068400	60068400	63672504	70324266.52
EGRESOS					
MATERIA PRIMA	42545589.6	42545589.6	42545589.6	47145112.8	47145112.8
M.O. Y SUELDOS	1567691.7	1567691.7	1567691.7	1567691.7	1567691.7
MAT. INDIRECTOS	905875.4	905875.4	905875.4	1017609.77	1017609.77
ELECTRICIDAD	288395.8	288395.8	288395.8	328973	328973
MANTENIMIENTO	59382.26	59382.26	59382.26	67865.44	67865.44
INTERESES (DEUDA)	913777.88	796564.15	653131.93	477612.7	262829.82
PRINCIPAL	523972.87	641185.61	784618.83	960138.06	1174920.94
PAPELERÍA Y TEL.	60000	60000	60000	60000	60000
IMPUESTOS	6306573	6359318.73	6423863.68	6951828.59	7524401.02
COMPRA MAQUINARIA	0	0	0	543240.21	0
DIVIDENDOS	0	0	2331750.2	2355416.68	2549003.82
TOTAL	53171258.51	53224003.25	55620299.4	61475488.95	61698408.31
INGRESO - EGRESO	-3114258.51	6844396.75	4448100.6	2197015.05	8625858.21
CAJA INICIAL	1838053.4	-1276205.11	5568191.64	10016292.24	12213307.29
CAJA FINAL	-1276205.11	5568191.64	10016292.24	12213307.29	20839165.5

ESTUDIO FINANCIERO

4.4.2 ESTADO DE RESULTADOS.



Para el Estado de Resultados, se consideran los siguientes gastos:

Ventas, que aumentarán a partir del tercer año un 6%, considerando que entraron todas las ventas, sin hacer caso a las cuentas por cobrar, debido a esto más adelante se puede realizar también el análisis de la TIR sobre las utilidades, así como el Flujo de caja, pues se considera que ambos generan un resultado sobre la empresa, con perspectivas diferentes.

Costo de ventas, que involucra a la Materia Prima y a los Materiales Indirectos, también manteniéndolos fijos tres años y al cuarto elevarlos.

Gastos de Venta, se consideran los gastos establecidos en la tabla de los costos totales, en la que no se incluyen depreciaciones.

ESTUDIO FINANCIERO

Gastos de Administración, se maneja de manera similar a las ventas.

Intereses, están establecidos en la tabla del pago de la deuda, además de estar incluidos en los egresos del flujo de caja de cada año.

ISR, se ha tomado un 35 % de las utilidades UAT.

PTU, se ha tomado un 10 % de las utilidades de UAT.

Dividendos, serán tomados como un treinta por ciento de las Utilidades después de impuestos (UDDI), para así tomar lo sobrante y mandarlo a la cuenta de Utilidad del ejercicio, en la que se encuentra el Capital Social. De nuevo mencionamos que las utilidades del primer año no se van a separar en dividendos, para ayudar a la empresa a salir y crecer más rápido

ESTUDIO FINANCIERO

ESTADO DE RESULTADOS

	ANO 1 (%)	ANO 1	ANO 2 (%)	ANO 2	ANO 3 (%)	ANO 3	ANO 4 (%)	ANO 4	ANO 5 (%)	ANO 5
VENTAS	100.00%	60,068,400.00	100.00%	60,068,400.00	100.00%	60,068,400.00	100.00%	63,672,504.00	100.00%	67,492,834.00
COSTO DE VENTAS	72.32%	43,439,464.59	72.32%	43,439,464.59	72.32%	43,439,464.59	72.32%	46,043,832.47	72.32%	48,608,583.00
UTILIDAD BRUTA		16,628,935.41		16,628,935.41		16,628,935.41		17,628,671.53		18,884,251.00
GASTOS DE VENTA	0.41%	245,125.00	0.41%	245,125.00	0.41%	245,125.00	0.38%	245,125.00	0.36%	245,125.00
GASTOS DE ADMON.	2.42%	1,455,425.86	2.42%	1,455,425.86	2.42%	1,455,425.86	2.29%	1,455,425.86	2.16%	1,455,425.86
UAI	24.85%	14,928,384.55	24.85%	14,928,384.55	24.85%	14,928,384.55	24.01%	15,926,120.67	25.16%	16,983,730.00
INTERESES	1.52%	913,777.88	1.33%	796,565.15	1.09%	653,131.93	0.75%	477,612.70	0.39%	262,822.00
UAT	23.33%	14,014,606.67	23.53%	14,131,819.40	23.76%	14,275,252.62	24.26%	15,448,507.97	24.77%	16,720,849.00
ISR (35%)	8.17%	4,905,112.33	8.23%	4,946,116.79	8.32%	4,996,338.42	8.49%	5,406,977.79	8.67%	5,812,340.00
PTU (10%)	2.33%	1,401,460.67	3.50%	1,413,181.94	2.38%	1,427,525.26	2.43%	1,544,850.80	2.48%	1,672,089.00
TOT IMPUESTOS	10.50%	6,306,573.00	10.59%	6,359,318.73	10.69%	6,423,863.68	10.92%	6,951,828.59	11.15%	7,524,429.00
UDDI	12.83%	7,708,033.67	12.94%	7,772,500.67	13.07%	7,851,388.94	13.34%	8,496,679.39	13.63%	9,196,490.00
DIVIDENDOS	0.00%	0.00	3.85%	2,312,410.10	3.88%	2,331,750.20	3.70%	2,355,416.68	3.78%	2,549,000.00
UTILIDAD EJERCICIO	12.83%	7,708,033.67	9.09%	5,460,090.57	9.19%	5,519,638.74	9.65%	6,141,262.70	9.85%	6,647,496.00

ESTUDIO FINANCIERO

4.4.3 BALANCE GENERAL



Para el Balance General se tomaron las siguientes cuentas:

ACTIVO

◆ Activo Fijo

Caja y Bancos.

Cuentas por Cobrar. (Se consideró, tal y como dijimos anteriormente, un plazo de 60 días de PPP, para obtener el saldo sobre esta cuenta.)

Inventarios. (Incluyen un mes para laborar y de seguridad de materia prima, que puede variar de acuerdo al financiamiento.)

◆ Activo Diferido

Gastos de Instalación.

Publicidad y propaganda.

Papelería. (Fijo)

Asistencia Técnica. (Fijo)

◆ Activo fijo

ESTUDIO FINANCIERO

Terreno y Edificio. (Se deprecian por separado.)

Instalación.

Maquinaria y equipo. (Se deprecian.)

Equipo de transporte. (Se deprecia.)

PASIVO

◆ Pasivo a Corto Plazo

Proveedores. (Con un PPP de 60 días. Al igual que las cuentas por cobrar y la materia prima, esta cuenta variará para ajustarse a las inversiones.)

Préstamos a corto plazo. (Para pagar el principal del último año.)

Impuestos por pagar. (Para ajustar los remanentes del balance no ajustados con anterioridad.)

◆ Pasivo a Largo Plazo

Préstamos bancarios. (Pago de la deuda a más de un año.)

CAPITAL

Capital social. (Aportado por los socios.)

Utilidades del ejercicio y utilidades retenidas. (Salen del Estado de Resultados.)

ESTUDIO FINANCIERO

BALANCE GENERAL AL 31 DE DICIEMBRE DE CADA AÑO

	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5
ACTIVO					
ACTIVO CIRCULANTE					
CAJA Y BANCOS	-3489171.45	948290.87	3702597.9	5185661.54	10862506.27
CUENTAS POR COBRAR	10288383.96	9874257.53	10817159.69	13682496.66	12142871.81
INVENTARIO	3823608.91	3857322.19	3857322.19	4088761.52	4334087.21
TOTAL	10622822.42	14679870.59	18377079.78	22956919.72	27339465.29
ACTIVO FIJO					
TERRENO	1400000	1260000	1120000	980000	840000
EDIFICIO	398143.93	358329.54	318515.15	278700.76	238886.37
INSTALACIÓN	140023.24	140023.24	140023.24	140023.24	140023.24
MAQUINARIA Y EQUIPO	3864680.64	3478212.58	3091744.51	3248516.66	2318824.57
EQUIPO DE TRANSPORTE	450000	360000	270000	180000	90000
TOTAL	6252847.81	5596565.36	4940282.9	4827240.66	3627734.18
ACTIVO DIFERIDO					
GASTOS DE INSTALACIÓN	9501.15	0	0	0	0
PUBLICIDAD Y PROPAGANDA	263555.08	0	0	0	0
PAPELERÍA	60000	60000	60000	60000	60000
ASISTENCIA TÉCNICA	59382.26	59382.26	59382.26	59382.26	59382.26
TOTAL	392438.49	119382.26	119382.26	119382.26	119382.26
TOTAL ACTIVO	17268108.72	20395818.21	23436744.94	27903542.71	31086581.73

ESTUDIO FINANCIERO

4.5 EVALUACIÓN FINANCIERA



Este es uno de los temas más importantes a tratar para la aceptación del proyecto, ya que las razones financieras, el valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR), nos dirán cómo está el proyecto y saber si el proyecto es viable o no.

- Razones financieras:

⇒ Razón de Liquidez:

Prueba del ácido	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
(AC-Inv)/P.C.	2.03	2.66	2.003	1.91	2.82

ESTUDIO FINANCIERO

BALANCE GENERAL AL 31 DE DICIEMBRE DE CADA AÑO

	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5
PASIVO					
PASIVO CORTO PLAZO					
PROVEEDORES	3545465.81	3545465.81	3545465.81	4761685.71	4761685.71
PRESTAMOS BANCARIOS	0	0	0	1216219.9	0
TOTAL	3545465.81	3545465.81	3545465.81	5977905.61	4761685.71
PASIVO LARGO PLAZO					
PRESTAMOS BANCARIOS	3686029.26	3022305.72	2210107.21	0	0
TOTAL PASIVO	7231495.07	6567771.53	5755573.02	4761685.71	3888738.94
CAPITAL					
CAPITAL SOCIAL	4715375.52	4715375.52	4715375.52	4715375.52	4715375.52
UTILIDAD ACUMULADA	0	5321237.13	9112671.16	12965796.4	18426856.93
UTILIDAD NETA	5321237.13	3791434.03	3853125.24	5461060.53	4398883.47
TOTAL PASIVO + CAPITAL	17268107.72	20395818.21	23436794.94	27903542.71	31086581.73

ESTUDIO FINANCIERO

⇒ Número de veces intereses:

Nº veces intereses	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
UAIT / Intereses	11.23	12.88	15.71	27.12	44.64

⇒ Razón de deuda:

Razón de deuda	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
P. total/ C.C.	0.695	0.513	0.329	0.194	0.142

⇒ Razón de redituabilidad:

Razón de redituabilidad	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
----------------------------	-------	-------	-------	-------	-------

ESTUDIO FINANCIERO

UDDI / Ventas	0.0886	0.0897	0.0911	0.1115	0.0967
---------------	--------	--------	--------	--------	--------

⇒ Razón de rotación de activos:

Rotación de activos	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
totales					
Ventas/ A. total	3.56	2.95	3.75	3.63	3.62

- Valor presente neto (VPN) y Tasa interna de retorno (TIR):

Para hallar la TIR con las utilidades tenemos:

FACTORES	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Utilidad Neta	5,321,237	3,791,434	3,853,125	5,461,060	4,398,883
Depreciación	566,282.5	566,282.5	566,282.5	620,606.5	620,606.5
Recursos Generados	5,887,519	4,357,716	4,419,407	6,081,666	5,019,489

ESTUDIO FINANCIERO



De este flujo de caja, el VPN descontado a TREMA de 22.71%, es positivo, con un valor de 2,080,820.13, por lo que el proyecto es favorable.

Para el flujo de caja se tiene una TIR de:

30.47%, mayor que la TREMA, por lo que se acepta el proyecto.

**PLANEACIÓN DE LOS
RECURSOS
DE MANUFACTURA
(M.R.P. II)**

MRI

5 PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIALES

5.1 PLAN AGREGADO

Cualquier organización de negocio -pública o privada, manufacturera, de servicios, o agricultura- debe arrancar con un plan. Plan agregado significa trasladar anual y trimestralmente planes de negocio hacia una amplia clasificación de la mano de obra y los datos de salida. Los planes agregados no especifican detalles sino mejor dicho agrupamientos; por ejemplo, planear para líneas de producción más que para productos específicos en la línea; planear para un número general de trabajadores necesitados más que cuántos son o qué tipo de habilidad tengan.



Nos enfocamos en técnicas cuantitativas para el plan agregado en ambos campos: manufactura y servicios. Más tarde discutiremos cómo el plan agregado se convierte en planes a corto plazo para ordenar materiales y después catalogarlos.

5.1.1 REVISIÓN GENERAL DE LAS ACTIVIDADES DE LA PLANEACIÓN DE MANUFACTURA

La compañía debe planear sus actividades de manufactura en una variedad de niveles y operarlas como un sistema. El diagrama que se muestra posteriormente presenta una visión general de planeación y muestra cómo agregar la planeación de la producción relacionada a otras actividades de una compañía manufacturera. La dimensión del tiempo se muestra como largo, medio y corto plazo.



La planeación de largo plazo por lo general se hace anualmente, enfocándose a un horizonte mayor de un año. La planeación de mediano plazo normalmente cubre el periodo de 6 a 18 meses, con incrementos de tiempo que son mensual o algunas veces trimestralmente. La planeación de corto plazo cubre el periodo de un día a seis meses, con incrementos de tiempo semanales.

5.1.1.1 PLANEACIÓN A LARGO PLAZO



La planeación a largo plazo comienza con un estatuto de objetivos y metas organizacionales para los siguientes dos a diez años. La planeación estratégica de la corporación articula cómo estos objetivos y metas se deben llevar a cabo en base a las posibilidades de la compañía y su entorno político y económico proyectado por su pronóstico de la empresa. Los elementos del plan estratégico incluyen: delineación de la línea de producto, calidad y niveles de precio, y metas de penetración del mercado. La planeación del producto y mercado traduce éstos en objetivos de mercado y líneas de producto individuales, e incluye un plan de producción a largo plazo (básicamente un pronóstico de artículos que serán manufacturados por dos años o más en el futuro). La planeación financiera analiza la viabilidad financiera de estos objetivos en base a requerimientos de capital y retorno en las metas de inversión. La planeación de recursos identifica las instalaciones, equipo y personal necesitado para llevar a cabo el plan de producción a largo plazo, y de este modo se denomina como planeación a largo plazo.

MRP

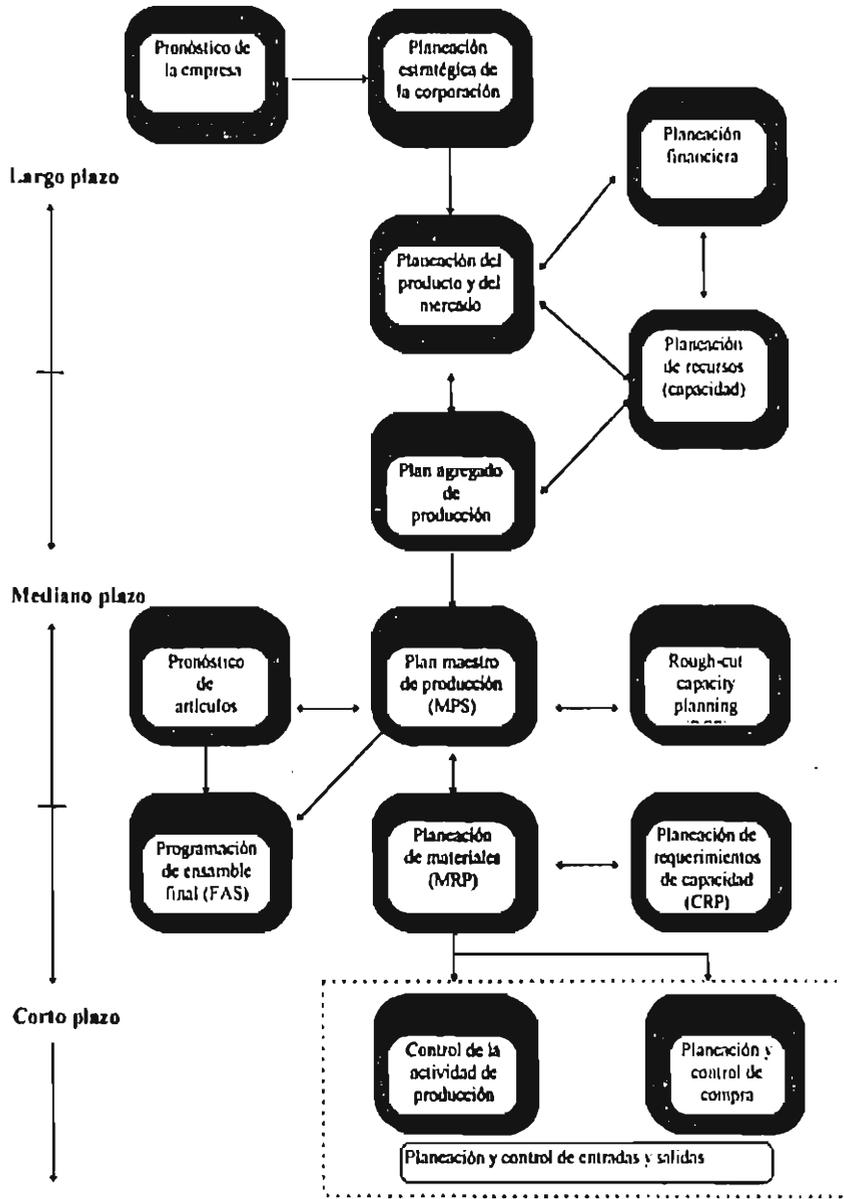
5.1.1.2 PLANEACIÓN A MEDIANO PLAZO:

5.1.1.2.1 PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN



Esta actividad especifica los requerimientos de salidas por grupos de producción más importantes, ya sea en horas-hombre requeridas o en unidades de producción por periodos mensuales hasta 18 meses en el futuro. Sus principales entradas son el producto, planes de mercado y plan de recursos. El plan agregado de producción busca para encontrar esa combinación de los niveles de fuerza de trabajo mensuales y los niveles de inventario que minimizan los costos totales de producción sobre el período de planeación.

MRP



MRP

5.1.1.2.2 PRONÓSTICO DE ARTÍCULOS



Este proporciona una estimación de productos específicos y refacciones, las cuales, cuando se integran con el plan agregado de producción, se convierte en el requerimiento de salida para el plan maestro de producción. Este proceso de monitorear e integrar esta información se determina como manejo y control de la demanda.

MRP

5.1.1.2.3 PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN (MPS)



El MPS genera las cantidades y fechas de productos terminados específicos. El plan maestro de producción normalmente es ajustado sobre la corrida corta, que es de seis a ocho semanas. Más allá de seis a ocho semanas se pueden hacer varios cambios, con revisiones completas posibles después de seis meses. Como se ve en el esquema presentado, el MPS depende del producto, de los planes de recursos esbozados en el plan agregado de producción.

MRI'

5.1.1.2.4 "ROUGH-CUT CAPACITY PLANNING"



Este revisa el MPS para asegurarse de que ninguna evidente reducción de la capacidad hiciera requerir el cambio del plan.

"Rough-cut capacity planning" incluye verificar que las herramientas, equipo y mano de obra de producción y almacén estén disponibles y que se haya

colocado suficiente capacidad para proporcionar los materiales cuando son necesitados.

MRP

5.1.1.3 PLANEACIÓN A CORTO PLAZO:

5.1.1.3.1 PLANEACIÓN DE LOS MATERIALES



También conocida como Planeación de los requerimientos de materiales (MRP), este sistema toma los requerimientos de producto terminado del MPS los descompone en sus partes componentes y subensambles. El plan de materiales especifica cuándo la producción y órdenes de compra deben ser colocadas para cada parte y subensamble para completar los productos conforme a lo planeado.

MRP

5.1.1.3.2 PLANEACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE CAPACIDAD



La planeación de los requerimientos de capacidad (CRP), proporciona un programa detallado de cuándo cada operación será llevada a cabo en cada centro de trabajo y cuánto tiempo tardará el proceso. La información que utiliza viene de órdenes planeadas y abiertas del plan de materiales. El CRP por sí solo ayuda a dar validez al "Rough-cut capacity plan".

MRP

5.1.1.3.3 PROGRAMA FINAL DE ENSAMBLE



El programa final de ensamble proporciona las operaciones requeridas para poner al producto en su forma final. Es aquí donde las especificaciones finales del producto son programadas.

MRP

5.1.1.3.4 PLANEACIÓN Y CONTROL DE ENTRADAS Y SALIDAS



La planeación y control de entradas y salidas se refiere a la variedad de reportes y procedimientos enfocados en la programación de la demanda y la capacidad reducida derivada del plan de materiales.

MRP

5.1.1.3.5 CONTROL DE LA ACTIVIDAD DE PRODUCCIÓN

El control de la actividad de producción (PAC) es relativamente un nuevo término utilizado para describir las actividades de la programación y control de piso. PAC involucra la programación y control día a día de las actividades de piso. En este punto, el plan maestro de producción es traducido en las prioridades inmediatas de los programas diarios de trabajo.

MRP

5.1.1.3.6 PLANEACIÓN Y CONTROL DE COMPRAS



La planeación y control de compras tiene que ver con la adquisición de artículos comprados, otra vez como fueron especificados en el plan de materiales. La planeación y el control de entradas y salidas son necesarios para asegurarse de que la compra no consiste sólo en obtener los materiales a tiempo para cumplir con el programa, sino en estar prevenido de aquellas órdenes que por diversas razones, requieran de ser reprogramadas.

En resumen, todos los planes aproximados intentan balancear la capacidad requerida con la capacidad disponible, y después programar y controlar la producción en base a los cambios en el balance de la capacidad. Un buen sistema de planeación que sea exhaustivo, y da la confianza a sus usuarios en toda la estructura organizacional.

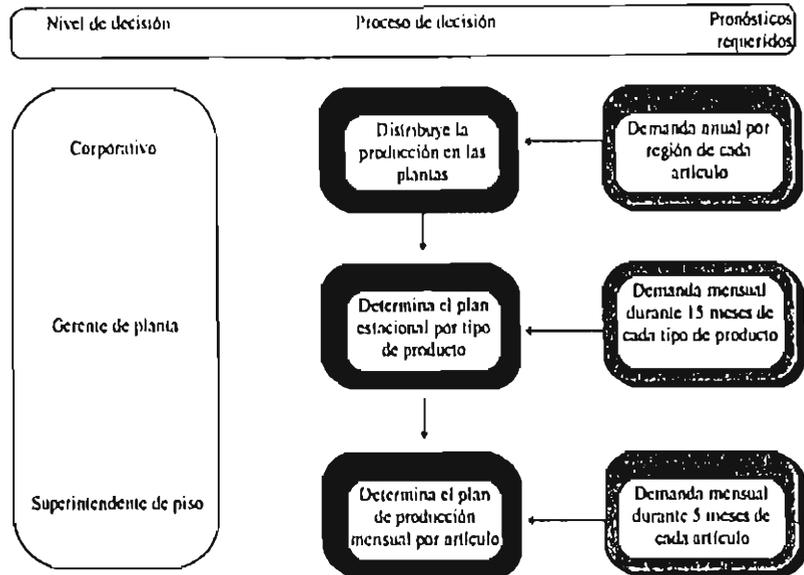
MRI¹

5.1.2 PLANEACIÓN JERÁRQUICA DE LA PRODUCCIÓN

Hemos visto las partes de la planeación de manufactura junto con una estructura de largo plazo, mediano plazo y corto plazo. Si fuéramos a sobreponer el mapa de la organización de una empresa encima del gráfico mostrado anteriormente, notaríamos que los niveles más altos estarían junto con el problema de la organización y con la planeación a largo plazo y los niveles bajos con la planeación a corto plazo. De una manera más formal, Harlan Meal usa el término planeación jerárquica de la producción (IIPP) para adaptar la estructura de planeación a la organización.¹ Como se puede observar en la figura siguiente, los altos niveles de dirección usarían información general para decisiones de alto nivel y las decisiones de piso serían hechas utilizando información detallada. En caso extremo IIPP lógicamente condiciona que la alta dirección no debería involucrarse en determinar el tamaño de lote de producción en un centro de máquinas. Del mismo modo, el supervisor de la línea de producción no debería involucrarse en planear nuevas líneas de producto.

¹ Harlan C. Meal, "Putting Production Decisions Where They Belong", *Harvard Business Review* 62, no. 2 (marzo-abril 1984), pp. 102-11.

Proceso de planeación jerárquica



La figura siguiente muestra algunas decisiones y características adicionales del HPP. Meal cita como ejemplo un productor de llantas con muchas plantas. Con una aproximación convencional, cada planta contribuiría construyendo una pila de llantas que estaba segura de vender. Una consecuencia insatisfactoria fue que los artículos de lento movimiento se produjeron en pequeñas cantidades durante la temporada pico cuando la capacidad era insuficiente.

Centralizando la decisión los altos gerentes serian capaces de decidir de alguna manera qué plantas producirían qué llantas y en qué cantidades. Esto se tornó imposible; no sólo era el número de

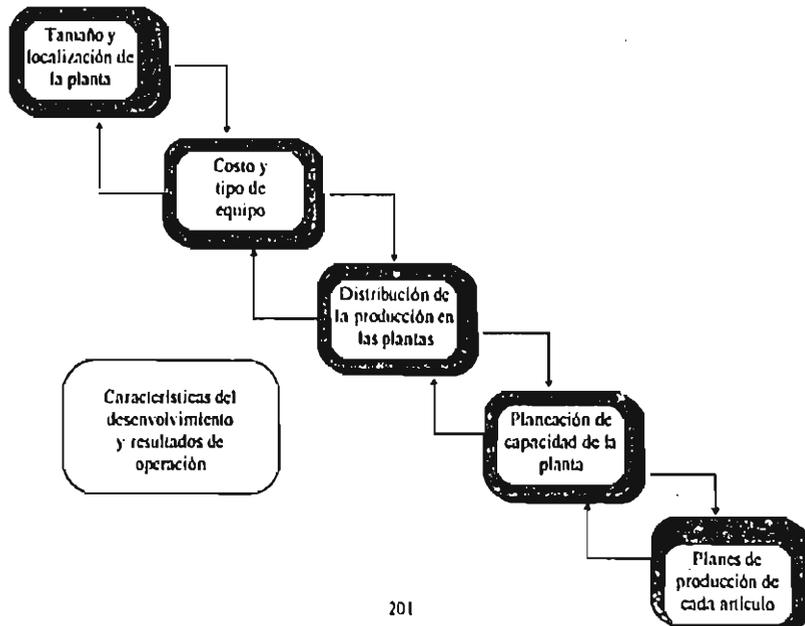
MRP

variables detalladas y demasiado largas para revisarlas sino que también mandó el poder de decisión lejos de la dirección de la planta donde realmente pertenecía

El procedimiento jerárquico dividió la toma de decisiones, con la alta dirección asignando la producción de llantas entre las plantas con una base anual. La dirección de la planta en cada una de las plantas decidiría sobre los efectos de la temporada, basados en inventario, contratación, etc. La dirección de piso realizaría el programa detallado de los artículos individuales. Los supervisores de piso, conociendo la proporción de tiempo que necesitaron para cada grupo de productos, pudieron entonces llenar la capacidad disponible.

Una ventaja de la planeación jerárquica es que cada nivel tiene una base de datos más pequeña y con una estructura más simple

Planeación de la producción. Decisión Jerárquica



5.1.3 PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN

El plan agregado de producción tiene que ver con colocar costos de producción por grupo de productos u otras amplias categorías para el término intermedio (6 a 18 meses). Nótese otra vez en nuestra primer figura (ver página 200) que el plan agregado precede al plan maestro. El propósito esencial del plan agregado es especificar la combinación óptima de costo de producción, el nivel de fuerza de trabajo y el inventario a la mano. El costo de producción se refiere al número de unidades completadas por unidad de trabajadores requeridos para la producción. El inventario a la mano es el balance de inventario no utilizado acarreado del periodo previo.

Una enunciación formal del problema del plan agregado es : dado el pronóstico de la demanda F_t para cada periodo t en el horizonte de planeación que se extiende sobre T periodos, determina el nivel de producción P_t , nivel de inventario I_t , y el nivel de fuerza de trabajo W_t para periodos $t = 1, 1, \dots, T$ que minimiza los costos relevantes sobre el horizonte de planeación.²

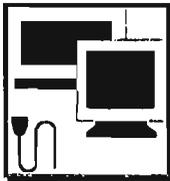
La forma del plan agregado varía de compañía a compañía. En algunas empresas, es un reporte formalizado conteniendo los objetivos y premisas de planeación en que se basaron. En otras compañías, en particular las pequeñas, "debe tomar forma en directrices verbales o escritas atrás de la cubierta del sobre".³

² J.M. Mellichamp y R.M. Love, "Production Switching Heuristics for the Aggregate Planning Problem", *Management Science* 24, No. 12 (1978), p. 1242.

³ M. Nelson, "I Read the Book: The Master Scheduler Did It" (21st Annual American Production and Inventory Control Society Conference proceedings, 1978), p.666.

MRP

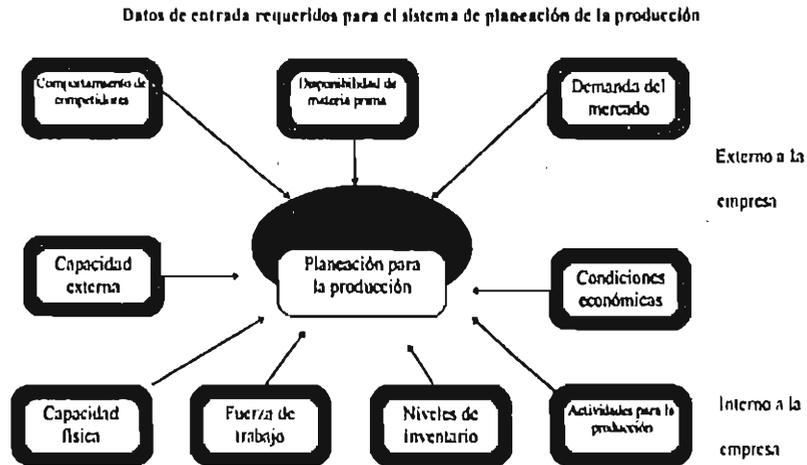
El proceso por el cual el plan por si mismo se deriva también varia. Una aproximación común es derivarlo del plan anual de la corporación, como fue mostrado en el gráfico de planeación de diferentes periodos de tiempo. Un típico plan corporativo contiene una sección en manufactura que especifica cuantas unidades de cada línea principal de producto se necesitan producir durante los siguientes 12 meses para cumplir estos requerimientos con los recursos disponibles. Alternativamente, algunas organizaciones combina sus requerimientos de salida en unidades equivalentes y utilizan esto como la base para el plan agregado.



Otra aproximación es desarrollar el plan agregado simulando varios planes maestros de producción y calculando sus correspondientes requerimientos de capacidad para ver si se adecúa la mano de obra y maquinaria en cada centro de trabajo. Si la capacidad es inadecuada, hay requerimientos adicionales por sobretiempo, subcontratos, trabajadores extra, y así sucesivamente son especificados por cada línea de producto y combinados en un "rough-cut plan". Este plan es entonces modificado por ensayo y error o por métodos para llegar a un plan de costo más bajo.

5.1.3.1 ENTORNO DE LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

La figura a continuación mostrada ilustra los factores internos y externos que constituyen el entorno de la planeación de la producción. En general, el entorno externo no está dentro del control directo del planeador. En algunas empresas, la demanda del producto puede ser manejada, pero a pesar de eso, el planeador de la producción puede vivir con proyecciones de ventas y órdenes prometidas por la función de marca. Esto deja a los factores internos como las variables que pueden ser manipuladas en base al plan de producción.



1000

Los factores intentos por sí mismos difieren en su posibilidad de ser controlados. La capacidad física corriente por lo general es prácticamente ajustada en la corrida corta, los acuerdos sindicales restringen lo que se puede hacer al cambiar la fuerza de trabajo; la capacidad física no siempre se puede incrementar, y la alta dirección debe establecer límites en la cantidad de dinero que se puede gastar en inventarios. Sin embargo, siempre hay cierta flexibilidad en manejar estos factores, y los planeadores de producción pueden implantar una o una combinación de las estrategias de la planeación de la producción discutidas aquí.

MRP

5.1.3.1.1 ESTRATEGIAS DE LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Existen esencialmente tres estrategias de planeación de la producción. Estas estrategias contemplan negociaciones entre el tamaño de fuerza de trabajo, horas de trabajo, inventario, "backlog".

1.- Estrategia de persecución. Junte el costo de producción al costo de ordenar por medio de la contratación y despido de empleados mientras el costo de ordenar varía. El éxito de esta estrategia depende de tener un grupo de candidatos fáciles de capacitar cuando los volúmenes a ordenar aumentan. Existen impactos motivacionales obvios. Cuando las reservas de ordenar son bajas, los empleados pudieran verse forzados a bajar su rendimiento sin temor de ser despedidos mientras las órdenes existentes sean completadas.

2. Fuerza de trabajo estable - horas de trabajo variables. Cambie la salida variando el número de horas de trabajo, las cantidades de producción pueden ser colocadas como órdenes. Esta estrategia proporciona continuidad en la fuerza de trabajo y evita muchos costos tangibles y emocionales de contratar o despedir asociados con la estrategia de persecución.

3. Estrategia de nivel. Mantenga una fuerza de trabajo estable trabajando en un costo constante de salida. Los faltantes y los sobrantes son absorbidos al fluctuar los niveles de inventario, órdenes sobrantes y ventas perdidas. Los empleados se benefician de las horas de trabajo estable en los costos

NIH)

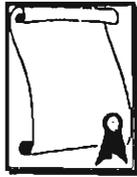
del decremento potencial de los niveles de servicio a clientes y el incremento de los costos de inventario.

Otra cosa que puede afectar es la posibilidad de inventariar productos que se vuelven obsoletos.

Cuando sólo una de estas variables es utilizada para absorber las fluctuaciones de la demanda, se determina como estrategia pura; una o más utilizadas en combinación es una estrategia mezclada. Como debiera sospecharse, las estrategias mezcladas son más ampliamente aplicables en la industria.

MRP

5.1.3.1.2 SUBCONTRATOS



En complemento de estas estrategias, los gerentes deberían también escoger subcontratar alguna porción de la producción. Esta estrategia es similar a la estrategia de persecución, pero contratar y despedir es traducido en una subcontratación y una no subcontratación. Algún nivel de subcontratación puede ser deseado para acomodar las fluctuaciones de la demanda. Como sea, a menos que la relación con el proveedor sea particularmente fuerte, un productor puede perder algún control sobre el programa y la calidad. Por esta razón, la subcontratación excesiva puede ser vista como una estrategia de alto riesgo.

5.1.3.2 COSTOS RELEVANTES



Existen cuatro costos relevantes para el plan agregado de producción. Esto se refiere al costo mismo de producción, tanto como el costo para mantener el inventario y tener órdenes sin

terminar. Más específicamente, son las siguientes:

1.- Costos de producción básicos. Estos son los costos fijos y variables en que incurren al producir un tipo de producto en un tiempo determinado. Incluidos están los gastos directos e indirectos de fabricación y hay que regularlos, así como la compensación del tiempo extra.

2.- Costos asociados con cambios en el costo de producción. Los clásicos costos en esta categoría son aquellos que tienen que ver con la contratación, capacitación y despido del personal.

3.- Costo de mantener inventario. Un componente principal es el costo de capital utilizado en inventarios. Otros componentes son almacenamiento, seguros, impuestos, descomposturas y obsolescencia.

4.- Costos de "backloggs". Normalmente estos costos son muy difíciles de medir e incluyen costos expedidos, fuera de la buena voluntad del cliente y de las ganancias de ventas resultantes del "backlogging".

MRP

5.1.3.2.1 PRESUPUESTOS



Para tener fondos, los gerentes de operaciones son por lo general requeridos a una revisión anual, y en ocasiones trimestral, del presupuesto requerido. Los componentes del plan agregado son la clave del éxito de presupuestar el proceso. Hay que recordar que la meta del plan agregado es minimizar el total de los costos referidos a la producción sobre el horizonte de planeación por medio de determinar la combinación óptima de niveles de fuerza de trabajo y de inventario. Así pues, el plan agregado proporciona una justificación del monto del presupuesto requerido. La planeación exacta a mediano plazo incrementa el gusto de recibir el presupuesto requerido y además operando dentro de los límites del presupuesto

MRI

5.1.4 TÉCNICAS DEL PLAN AGREGADO

Las compañías siguen usando métodos simples como ensayo y error o métodos gráficos para desarrollar sus planes agregados. Una aproximación de ensayo y error sugiere costear varias alternativas de planeación de la producción y seleccionando la que tenga el menor costo. Existen aproximaciones más sofisticadas incluyendo la programación lineal, la Regla de Decisión Lineal, y varios métodos heurísticos. De éstos, sólo la programación lineal ha tenido una gran aplicación

5.2 SISTEMAS DE INVENTARIO PARA DEMANDA INDEPENDIENTE



El inventario es algo muy caro de mantener, el costo promedio de un inventario a través de la industria manufacturera en los Estados Unidos es del 30 al 35 por ciento de su valor. Por ejemplo, si una compañía acarrea un inventario de 20 millones, esto le cuesta a la compañía aproximadamente 6 millones por año. Estos costos se deben a la obsolescencia, seguros, costos de oportunidad y más. Si la cantidad del inventario puede ser reducida a 10 millones, por ejemplo, la compañía ahorraría arriba de los 3 millones lo cual va a influir directamente al estado de resultados. Esto es, los ahorros provocados por la reducción de los inventarios se reflejan como un incremento en las ganancias.

Probablemente ningún tema o tópico es más discutido en la actualidad en el área de manufactura o percibido de manera más importante que el inventario. El objeto del juego es la reducción de cantidades del inventario en existencia en todos los niveles: en materias primas, en la compra de partes a través de entrega directa por un proveedor (generalmente dirigidas a la línea de producción); en trabajo en proceso por medio de técnicas como el Justo a Tiempo o programando con lotes menores, y finalmente, en producto terminado mediante el acoplamiento de la producción con los requerimientos del mercado, y el embarque a dichos mercados lo más pronto posible. Existe un esfuerzo generalizado para reducir todos los inventarios inspirado por nuevas medidas y evaluaciones de desempeño basados no en el porcentaje de utilización de recursos, sino en el número de veces que el inventario es renovado y la calidad del producto.

MRP

Existen puntos de vista cambiantes respecto a la enseñanza de modelos clásicos de inventarios. Por un lado, existen artículos que aseguran que el modelo de orden de cantidad económica (EOQ) es inválido. Por otro lado, defienden su utilización. Nosotros creemos que ambos lados están correctos -dentro de sus propias áreas-. Mientras que uno debe ser cuidadoso con su aplicación, existen ciertamente situaciones dentro de la manufactura donde el modelo EOQ puede ser utilizado exitosamente. Definitivamente vale la pena el entender estos modelos. La manufactura Justo a Tiempo (JIT), por ejemplo, está basada en modelos de producción-consumo clásicos. Los modelos clásicos todavía parecen ser válidos para miles de compañías comprometidas con la distribución de partes y productos.

MRI

5.2.1 DEFINICION DEL INVENTARIO

El *inventario* es el almacenamiento de cualquier artículo o recurso utilizado en una organización. Un *sistema de inventarios* es el establecimiento de políticas y controles que monitorean los niveles de los inventarios y determinan qué niveles se deben mantener, cuándo lo almacenado debe ser completado y qué tan grandes deben ser las órdenes.



En su gama completa, el inventario incluye las entradas tales como material humano, financiero, energético, equipo y materia prima; las salidas como partes, componentes y artículos terminados, y las etapas intermedias del proceso, como productos parcialmente terminados o trabajo en proceso. La elección de los artículos a incluir en el inventario depende de la organización. Una operación de manufactura puede tener un inventario de personal, de máquinas y de capital de trabajo, así como de materias primas y de artículos terminados.

Por convención, el inventario de manufactura generalmente se refiere a entidades de materiales que contribuyen para o se convierten en parte del producto final de la compañía. El inventario de manufactura se clasifica típicamente en segmentos de:

- Materias primas.
- Productos terminados.
- Partes componentes.
- Existencias o provisiones.
- Trabajo en proceso.

MRI

En servicios, generalmente el inventario se refiere a bienes tangibles a vender y a provisiones necesarias para administrar el servicio.

El propósito básico del análisis de inventario en servicios para la manufactura y el almacenamiento es el especificar (1) cuándo deben ser ordenados los artículos y (2) el tamaño de la orden. Recientes tendencias en la industria han modificado las simples preguntas de "cuándo" y "cuánto". Muchas compañías están tendiendo a relaciones de largo plazo con los proveedores para surtir sus necesidades para quizás un año. Esto cambia el "cuándo" y "cuánto ordenar" a "cuándo" y "cuánto entregar".

5.2.2 PROPOSITOS DEL INVENTARIO

En bienes de producción, una existencia de inventario es mantenida para satisfacer las siguientes necesidades:



1.- *Para mantener independencia en las operaciones.* Un surtido de materiales a un centro de trabajo permite a dicho centro flexibilidad en la operación. Por ejemplo, debido a que existen costos de preparación para la fabricación de un nuevo producto, este inventario permite el manejo para reducir el número de preparaciones

Los espacios de trabajo en una línea de ensamble usualmente no son independientes debido a que las materias primas y los productos en los que se trabaja no son alimentados a la velocidad de la línea, o si la afluente frena la salida. La unidad completada en una estación de trabajo pasa a la siguiente persona.



2.- *Para conocer la variación en la demanda del producto.* Si se logra conocer la demanda del producto de forma precisa, puede ser posible (aunque no necesariamente económico) la fabricación exacta del producto de acuerdo a la demanda. Usualmente, la demanda no se conoce por completo, y una existencia de seguridad debe ser mantenida con el objeto de cubrir la demanda y absorber la variación.



3.- *Para permitir la flexibilidad en la programación de la producción.* Una existencia de seguridad libera la presión en el sistema de producción para sacar los bienes. Esto provoca mayores tiempos de entrega, los

MRP

cuales permiten la planeación de la producción para flujos suaves y costos de operación más bajos a través de un lote más grande de producción. Altos costos de preparación, por ejemplo, favorecen la producción de un mayor número de unidades una vez que ésta preparación se ha llevado a cabo.



4.- Para proveer seguridad para la variación en el tiempo de entrega de materia prima. Cuando se ordena el material a un proveedor, los retrasos pueden ocurrir por una gran variedad de razones: una variación normal en el tiempo de embarque, escasez de material en la planta del proveedor lo que ocasiona retrasos en las entregas, una huelga inesperada en la planta del proveedor o de la compañía de transporte, una orden perdida, o un embarque de material incorrecto o defectuoso.



5.- Para tomar ventaja económica sobre el tamaño de orden de compra. Obviamente, existen costos para liberar una orden: mano de obra, llamadas telefónicas, trabajo de oficina, etc. Es por ello que mientras más grande sea el tamaño de cada orden, menor el número de órdenes que se van a necesitar. También, la no linealidad de los costos de embarque favorecen a órdenes más grandes; mientras más grande sea el cargamento, menor su costo unitario.

5.2.3 COSTOS DE INVENTARIOS

Para la toma de cualquier decisión que afecte el tamaño del inventario, se deben considerar los siguientes costos:



1.- *Costos de mantener (o de acarreo)*. Esta amplia categoría incluye los costos de facilidades de almacenamiento (instalaciones), manejo, seguros, robos, daños, obsolescencia, depreciación, impuestos y el costo de oportunidad del capital. Obviamente, altos costos de mantener tienden a favorecer niveles bajos de inventario y completado frecuente de las existencias.



2.- *Costos de preparación (o cambios de producción)*. Para la fabricación de cada producto diferente se involucra la obtención de los materiales necesarios, arreglando la preparación de equipos específicos, llenando los papeles requeridos, asignando el tiempo y materiales apropiados, y retirando la existencia previa de material. Además, otros costos pueden involucrarse en la contratación, entrenamiento o suspensión temporal de trabajadores, y tiempo ocioso y tiempo extra.

Si no existiesen costos o pérdidas de tiempo en el cambio de un producto a otro, lotes muy pequeños serían producidos. Esto reduciría los niveles de inventarios, con ahorro en los costos. De cualquier forma, los costos de cambio generalmente existen y uno de los retos de hoy en día es el reducir estos costos de preparación para permitir tamaños de lote más pequeños.



3.- *Costos de ordenar*. Estos costos se refieren a los costos de manejo y de empleados para preparar la orden de compra o de

MRP

producción. Terminología común los subdivide en dos categorías: (1) costo principal, el cual es el costo de identificar y asignar una orden a un sólo proveedor y (2) costo lineal, el cual es el costo de computar de forma separada cada artículo ordenado al mismo proveedor. El ordenar tres artículos a un proveedor implica tener un costo principal y tres costos lineales.



4.- *Costo de escasez (de inexistencia)*. Cuando el almacenamiento de un material se agota, una orden para ese artículo debe ya sea esperar hasta que se reabastezca o cancelarse. Hay un intercambio entre lo acarreado para satisfacer la demanda y los costos resultantes de la escasez. Este balance en ocasiones es difícil de obtener, debido a que puede no ser posible la estimación de las ganancias perdidas, los efectos en la pérdida de clientes, o castigos o multas por retardos. Frecuentemente, el costo de escasez es un poco más alto de lo que se imagina uno, aunque es posible el especificar un rango para dichos costos.

Al establecer la cantidad correcta a ordenar a los proveedores o el tamaño de lote sometido a la productividad de la compañía involucra la búsqueda del mínimo costo total resultante de los efectos combinados de cuatro costos individuales: costo de mantener, costo de preparación, costo de ordenar y costo de escasez.

5.2.4 DEMANDA INDEPENDIENTE VS DEMANDA DEPENDIENTE



Brevemente, la distinción entre **demanda independiente** y **demanda dependiente** es la siguiente: En la demanda independiente, la demanda existente de varios artículos no tiene relación entre ellos y es por ello que se requiere determinar las cantidades de forma separada para cada uno de ellos. En la demanda dependiente, la necesidad de cualquier artículo es el resultado directo de la necesidad de algún otro, usualmente un artículo de un nivel superior del cual forma parte.

Conceptualmente, la demanda dependiente puede llegar a ser un problema directamente computacional. Las cantidades requeridas de un artículo de una demanda dependiente sólo se computan, basado en el número requerido en cada uno de los niveles superiores donde éste es utilizado. Por ejemplo, si una compañía de automóviles planea la producción de 500 coches diarios, entonces se van a necesitar 2000 llantas y rines (además de los de refacción). El número de llantas y rines requeridos son una demanda dependiente en los niveles de producción y no derivados de forma separada. La demanda de automóviles, por otro lado, es independiente, debido a que ésta se deriva de diversas fuentes externas a la compañía y no forman parte de otros productos y es por ello que no tiene relación con la demanda de otros productos.

Para determinar las cantidades de artículos independientes que se deben producir, las compañías generalmente se basan en sus departamentos de ventas y de mercadotecnia. Utilizan una amplia variedad de técnicas, incluyendo investigación de clientes, técnicas de

MRI'

pronósticos, y tendencias económicas y sociales. Debido a que la demanda independiente es desconocida, unidades extras deben ser acarreadas en el inventario.

5.2.5 SISTEMAS DE INVENTARIOS

Un sistema de inventarios provee la estructura organizacional y las políticas de operación para mantenimiento y control de los bienes a almacenar. El sistema es responsable de ordenar y recibir los bienes: dar el tiempo en que la orden debe ser colocada, y saber todo lo que se ha ordenado, cuánto, y quién. El sistema también debe dar seguimiento para dar respuesta a preguntas como: ¿ha recibido la orden el proveedor?, ¿ha sido embarcada?, ¿son las fechas correctas?, ¿son los procedimientos establecidos para reordenar o para regresar mercancía no descada?

5.2.5.1 CLASIFICACIÓN DE MODELOS POR CANTIDAD FIJA A ORDENAR O POR PERÍODO DE TIEMPO FIJO

Existen dos tipos generales de sistemas de inventarios: **cantidad fija a ordenar** (también denominado como EOQ) y **período de tiempo fijo** (también referido como sistema periódico, revisión de sistema periódico, y sistema de orden fija por intervalos).

La principal diferencia es que el modelo de cantidad fija a ordenar es "disparado por eventos" y el modelo de período de tiempo fijo es "disparado por el tiempo". Esto es, un modelo de cantidad fija a ordenar inicia una orden cuando el evento de llegar a un nivel especificado de reorden ocurre. Este evento puede llevarse a cabo en cualquier momento, dependiendo de la demanda de los artículos considerados. En contraste, el modelo de período de tiempo fijo se limita a la colocación de órdenes al final de un período de tiempo predeterminado; únicamente con el paso del tiempo dispara este modelo.

Para utilizar un modelo de cantidad fija a ordenar, el cual coloca una orden cuando la existencia en inventarios cae a un punto de orden predeterminado, R , la existencia en inventarios debe ser monitoreada continuamente. De esta forma, el modelo de cantidad fija a ordenar es un sistema *perpetuo*, el cual requiere que cada vez que se retire o se realice un surtido al inventario, los registros deben ser actualizados con el fin de asegurar que el punto de reorden haya sido o no alcanzado. La revisión para el modelo de período de tiempo fijo se realiza únicamente durante el período de revisión. Ninguna operación se realiza en los pasos intermedios (aunque existen compañías que han creado variaciones de los sistemas que combinan características de ambos)

MRP

Algunas diferencias adicionales que tienden a influir en la elección del sistema son:

- El modelo de periodo de tiempo fijo tiene un promedio más alto de inventarios debido a que también debe proteger de inexistencia durante el periodo de revisión, T ; el modelo de cantidad fija a ordenar no contiene un periodo de revisión.
- El modelo de cantidad fija a ordenar favorece a artículos de alto costo debido a que su promedio de inventario es menor.
- El modelo de cantidad fija a ordenar es más apropiado para artículos importantes como partes críticas para reparación debido a que existe un monitoreo más cercano y debido a ello una respuesta más rápida a una inexistencia potencial.
- El modelo de cantidad fija a ordenar requiere de mayor tiempo de mantenimiento debido a que cada retiro o surtido es registrado.

5.2.6 ESTABLECIMIENTO DE UN ALMACÉN DE SEGURIDAD (STOCK DE SEGURIDAD) UTILIZANDO NIVELES DE SERVICIO



En la mayor parte de los casos, la demanda no es constante sino que varía día a día. Es por ello que un almacenamiento de seguridad debe ser mantenido para proveer un cierto nivel de protección para evitar inexistencias. La literatura general al respecto contiene dos acercamientos relacionados con la demanda para un inventario que tiene que ser protegido. Primero, la *probabilidad* de que la demanda exceda alguna cantidad especificada. Por ejemplo, un objetivo puede ser algo como: "Pon el almacenamiento de seguridad a un nivel en el cual únicamente tenga la oportunidad de excederse un cinco por ciento de 300 unidades".

El segundo acercamiento trata con el *número esperado* de unidades que van a exceder el almacenamiento. Por ejemplo, un objetivo puede ser el de establecer el nivel del inventario de tal forma que se cubra el 95 por ciento de las demandas de esa unidad (o tener escasez en el almacén un 5 por ciento todo el tiempo). Hay que observar que el primer acercamiento trabaja con la *probabilidad* de exceder algún valor y el segundo acercamiento se fija en *cuántas unidades* estuvimos por debajo de la demanda.

Nosotros vamos a tratar principalmente con la segunda cuestión, por el hecho de que resulta mucho más interesante y realista que la primera.

Nivel de servicio. Se refiere al número de unidades que pueden ser surtidas por el almacenamiento en existencia. Por ejemplo, si la demanda anual de un artículo es de 1,000 unidades, un 95 por ciento de nivel de servicio significa que 950 unidades pueden ser

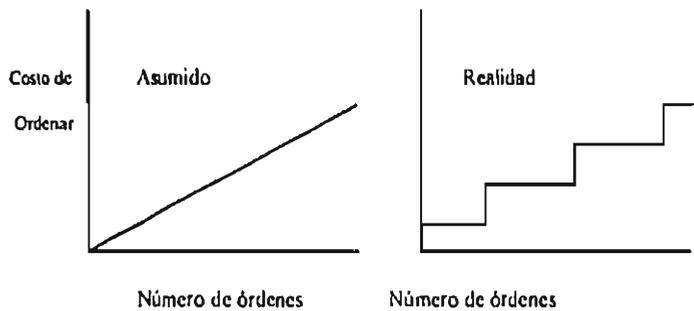
MRP

surtidas de forma inmediata del almacén y que quedamos cortos en 50 unidades. (Este concepto asume que las órdenes son pequeñas y distribuidas al azar -una o varias al mismo tiempo-; no se puede recurrir a este modelo, por ejemplo, cuando la demanda anual puede ser vendida a una docena de clientes).

Almacenamiento de seguridad (stock de seguridad). Puede ser definido como un inventario acarreado para asegurar que se logre el nivel de servicio deseado.

5.2.7 DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS REALES

La mayor parte de los modelos de inventarios dan soluciones óptimas mientras que las condiciones del sistema cumplan con las restricciones del modelo. Mientras esto es fácil de establecer, es difícil de alcanzar -algunas veces imposible-. Parte del problema ocurre debido a la información contable la cual suele ser de promedios, cuando lo que se necesita son costos marginales.



En la figura arriba mostrada se compara el incremento del costo suavizado con el costo real actual. Por ejemplo, un comprador es una persona asalariada. El costo marginal del comprador para colocar una orden adicional es de una carga de trabajo de cero. Cuando otro comprador es contratado, en teoría, el costo marginal de la orden que ocasionó la contratación de un comprador nuevo es el costo del comprador adicional.

El mismo problema ocurre en la determinación de los costos acarreados. El costo del almacén, por ejemplo, puede ser cercano a cero si las áreas de almacenamiento vacías son todavía utilizables. También, muchas compañías sólo pueden estimar costos verdaderos de acarreo, debido a que incluyen obsolescencia (estimadas), costo de capital (depende de la

MRP

cantidad de dinero interno disponible, oportunidades de inversión alternas, y nuevas fuentes de capital), y costos de aseguramiento (el cual puede variar desde cero si el seguro actual cubre más que los bienes que están siendo utilizados, hasta el costo de una nueva política).

Podemos realizar dos acercamientos para afrontar esta inexactitud de la información. Primero, podemos analizar los efectos del error. Esto es, podemos realizar un análisis de sensibilidad de nuestro modelo de inventario con respecto a errores al ordenar, preparar, y acarrear costos y el efecto que éstos tienen en el costo anual total. Segundo, podemos conducir nuestro análisis del inventario en términos de inversión en inventarios y carga de trabajo, más que en los costos de ordenar y acarrear.

5.2.7.1 ERRORES EN LOS COSTOS



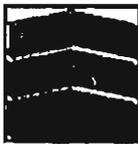
Los modelos generalmente involucran ecuaciones cuadráticas. Es por ello que hasta los errores más significantes usualmente tienen un efecto menor al esperado. El punto aquí es que un alto grado de exactitud no es necesario para recibir la mayor parte del beneficio potencial. Estos comentarios no significan o sugieren que uno deba reducir el énfasis en computar las cantidades a ordenar, sino en el reconocimiento de dónde vienen los costos del inventario y dónde uno debe concentrarse para reducir los costos significativamente.

Todos los sistemas de inventarios están plagados de dos grandes problemas: mantenimiento de un control adecuado sobre cada artículo del inventario y asegurar que registros exactos del almacén son llevados al cabo.

5.2.7.2 PLANEACIÓN DEL INVENTARIO ABC

Mantener el inventario a través del conteo, colocación de órdenes, recepción, entre otras cosas implica tiempo de personal y dinero. Cuando existen límites en estos recursos, el movimiento lógico es el tratar de utilizar los recursos disponibles con el fin de controlar el inventario de la mejor forma posible. En otras palabras, enfocarse a los artículos más importantes del inventario.

Cualquier sistema de inventarios debe especificar cuándo una orden debe ser colocada para un artículo y el número de unidades a ordenar. En la mayor parte de las situaciones en las que se involucra el control de inventarios, existen tantos artículos involucrados que no resulta práctico modelar y tratar a cada artículo.



Para resolver este problema, el esquema de la clasificación ABC divide los artículos del inventario en tres agrupaciones: volumen de alto valor (A), volumen de moderado valor (B), y volumen de bajo valor (C). El volumen de valor es una medida de importancia; un artículo de bajo costo pero alto en volumen puede ser más importante que un artículo de alto costo pero de bajo volumen.

MRP

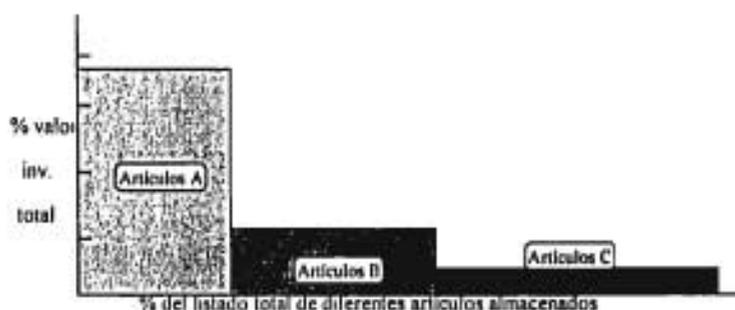
5.2.7.2.1 CLASIFICACION ABC

Si el uso anual de los artículos del inventario son enlistados de acuerdo con el volumen de valor, generalmente la lista muestra que un pequeño número de artículos representan un alto volumen de valor y que un número alto de artículos representan un bajo volumen de valor.

Artículo	Utilización Anual (\$)	% Valor Total
22	95,000	40.8
68	75,000	32.1
27	25,000	10.7
03	15,000	6.4
82	13,000	5.6
54	7,500	3.2
36	1,500	0.6
19	800	0.3
23	425	0.2
41	225	0.1
	<hr/>	
	233,450	100

El acercamiento del ABC divide la lista en tres agrupaciones de valor: los artículos A constituyen apenas el 15 por ciento del total de los artículos, los artículos B representan el siguiente 35 por ciento y los C el último 50 por ciento. Estos puntos muestran un claro delimitamiento entre las secciones. El resultado de esta segmentación se muestra en las siguientes gráficas

MRP



La segmentación puede no siempre ser tan clara. El objetivo es el tratar de separar los elementos importantes de los que no lo son. Donde la división de las líneas depende en particular del inventario en cuestión y en cuanto al personal y tiempo disponibles (con mayor tiempo una compañía puede definir mayores categorías A o B).

El objeto de clasificar los artículos en grupos es el de establecer los grados apropiados de control sobre cada artículo. Con una base periódica, por ejemplo, los artículos de clasificación A pueden ser controlados de mejor forma mediante órdenes semanales, los artículos B pueden ser ordenados cada dos semanas y los artículos C ordenados mensualmente. Hay que observar que el costo unitario de los artículos no se encuentra relacionado con su clasificación. Un artículo A puede tener un alto volumen de valor a través de una combinación, ya sea de costo bajo y alta utilización o de alto costo y baja utilización. De forma similar, los artículos C pueden tener un volumen bajo de valor debido a una baja demanda o a un bajo costo. En ocasiones, un artículo puede ser crítico para un sistema si su ausencia crea o provoca una pérdida cuantificable. En este caso, sin importar la clasificación del artículo, almacenamiento suficiente de éste debe existir a la mano para prevenir y evitar que se agote. Una forma para tener un mejor control es el

MRI'

designar a este artículo como A o B, forzándolo a entrar en la categoría aunque el volumen de valor no garantice su inclusión.

5.2.7.3 EXACTITUD DEL INVENTARIO Y CONTEO CÍCLICO



Los archivos del inventario generalmente difieren de la cuenta física y la exactitud del inventario se refiere a qué tan acorde están los dos.

La cuestión es, ¿cuánto error es aceptable?, si los archivos indican un balance de 683 piezas de X y una cuenta física indica 652, ¿es razonable? supongamos que la cuenta física indica 750, y existe un exceso de 67 con respecto a los archivos ¿es esto mejor?

Cada sistema de producción debe tener concordancia con un rango específico; entre lo que dicen los archivos y la existencia física del inventario. Existen muchas razones por las cuales los archivos y el inventario no concuerdan. Por ejemplo, un almacén abierto permite el retiro de artículos tanto por propósitos legítimos como no autorizados. El retiro legítimo pudo realizarse de forma apresurada y simplemente no haberlo archivado. En algunas ocasiones las piezas no son colocadas donde debieran, apareciendo varios meses después. Las partes son almacenadas generalmente en diferentes locaciones, los archivos pueden perderse o simplemente no guardados. En ocasiones el reabastecimiento del almacén se archiva como realizado u orden recibida, cuando en la realidad eso no ha ocurrido. Ocasionalmente, algunas piezas son archivadas como retiradas del inventario, pero la orden del cliente es cancelada y las piezas son devueltas al almacén sin haber cancelado la orden y por ende el archivo. Para mantener trabajando al sistema de producción con eficiencia, es importante que los archivos sean lo más exactos posibles.

MRI'

La primera regla general para mantener los archivos exactos es teniendo el almacén con seguro. Si sólo el personal del almacén tiene acceso, una de sus medidas de desempeño es realizar una evaluación de la exactitud del archivo. Todo inventario localizado en la planta, ya sea en un almacén con llave o en el piso de producción, debe tener un mecanismo de control y llevado de archivos. Otra forma sería el transmitir la importancia que tienen los archivos y su exactitud a todo el personal y depender de ellos para que apoyen este esfuerzo.

Otra forma para asegurar la exactitud es contar frecuentemente el inventario y compara los resultados con los archivos. Un método bastante utilizado es el llamado *conteo cíclico*.

Conteo cíclico, es una técnica de obtención física de información del inventario, en donde éste se cuenta en base a una frecuencia en lugar de una o dos veces por año. La llave para un conteo cíclico efectivo y por ende de archivos exactos es decidir qué artículos deben ser cuantificados, cuándo y por quién.

Virtualmente todos los sistemas de inventarios de la actualidad son computarizados, la computadora puede ser programada para producir un aviso de conteo cíclico en los casos siguientes:

- 1.- Cuando el archivo muestra un balance bajo o en cero de artículos en uso o a la mano. (Es obvio que resulta más fácil contar un menor número de artículos).
- 2.- Cuando el archivo muestra un balance positivo, pero una orden retrasada fue escrita (indicando una discrepancia).
- 3.- Después de un nivel de actividad específico.
- 4.- Para indicar una revisión basada en la importancia del artículo (como en el sistema ABC)

MRI'

Es obvio que el tiempo más sencillo para contar lo almacenado es cuando no hay ninguna actividad en el almacén o en el piso de producción. Esto quiere decir que en los fines de semana o durante el segundo o tercer turno, cuando las facilidades de la compañía están menos ocupadas. Si esto no es posible, llevar los récords con mayor cuidado y se requiere de una separación de los artículos para realizar el conteo del inventario mientras la producción se está llevando al cabo o las transacciones ocurriendo.

El conteo ciclico depende del personal disponible. Algunas compañías programan personal regular para el almacén para realizar el conteo durante los tiempos inactivos de un día regular de trabajo. Otras compañías contratan a firmas privadas para que vayan y cuenten el inventario. Inclusive existen otras compañías que utilizan a contadores ciclicos de tiempo completo quienes no hacen nada más que contar el inventario y resolver las diferencias existentes con los archivos. Mientras que este último método suena caro, muchas compañías creen que es menos costoso que el usual conteo del inventario anual generalmente llevado al cabo durante las dos o tres semanas de vacaciones al año.

La pregunta de cuánto error es tolerable entre el inventario físico y los archivos ha sido debatida en muchas ocasiones. Mientras que una compañías se esfuerzan por una exactitud del 100 por ciento, otras aceptan 1, 2, ó 3 puntos porcentuales de error. El nivel de exactitud recomendado por la Sociedad Americana de Producción y Control de inventarios (APICS) es: +- 0.2 por ciento para artículos tipo A, +- 1 por ciento para artículos tipo B, y +- 5 por ciento para artículos tipo C.

La exactitud es importante para un proceso de producción para que las órdenes de los clientes puedan ser procesadas tal y como se programaron y no detenerlas debido a la escasez de partes.

MRP

5.3 SISTEMAS DE INVENTARIOS PARA DEMANDA DEPENDIENTE: PLANEACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE LOS MATERIALES.

Los sistemas de la planeación de los requerimientos de los materiales (MRP) han sido instalados casi universalmente, en empresas manufactureras, hasta en aquellas consideradas pequeñas. El motivo es que MRP es una aproximación lógica y fácilmente entendible al problema de determinar el número de partes, componentes, y materiales requeridos para producir cada artículo terminado. MRP también proporciona el tiempo programado especificando cuándo cada uno de esos materiales, partes y componentes que debieran ser ordenados o producidos.



El MRP original sólo planeaba materiales. Como sea, conforme fue creciendo el poder de la computadora en los últimos veinte o más años, sus aplicaciones aumentaron, también ocurrió lo mismo con el MRP. Pronto se consideró a los recursos tanto como a los materiales; actualmente el MRP es base de la planeación de los recursos de manufactura. Un MRP completo incluye veinte o más módulos controlando todo el sistema desde que entra la orden a través de un plan o programa, control del inventario, finanzas, estados contables, cuentas pagables, etc.. Hoy en día el MRP afecta a todo el sistema.

MRP

Las empresas manufactureras conservan un registro de la lista de materiales (BOM) la cual es simplemente la secuencia de todo lo que va en el producto final. Puede ser llamado un diagrama esquemático o de flujo, el cual muestra el orden de creación de un artículo. Algo que también se mantiene en todas las empresas es un registro del inventario. Esta base de datos contiene especificaciones acerca de cada artículo, dónde se compra o produce y cuánto tiempo se lleva. El MRP, entonces, es un programa computacional que determina cuánto se necesita de cada artículo y cuándo se necesita para poder completar un número específico de unidades en un tiempo determinado. El MRP logra esto entrando en la lista de materiales y el registro del inventario para crear un programa de tiempo y el número de unidades necesitadas en cada paso del proceso.



El MRP se basa en la demanda dependiente. La demanda dependiente es aquella demanda causada por la demanda de los artículos de nivel superior. Las llantas, ruedas y motores son artículos de demanda dependiente que dependen de la demanda de automóviles.

Determinar el número de artículos necesitados de demanda dependiente es básicamente un proceso de multiplicación directa. Si un artículo A requiere de cinco artículos de B, entonces cinco artículos de A requieren veinticinco de B. La principal diferencia entre demanda independiente y demanda dependiente, es la siguiente: Si el artículo A es vendido afuera de la empresa, el monto de los artículos de A que vendemos es incierto. Necesitamos crear un pronóstico usando datos del pasado o realizar un análisis de mercado.

MRP

El artículo A es un artículo independiente. Sin embargo, el artículo B es un artículo dependiente y su uso depende del artículo A. El número de artículos de B requeridos es simplemente el número de artículos de A requeridos multiplicados por cinco.

Como resultado de este tipo de multiplicación, los requerimientos de otros artículos de demanda dependiente tienden a ser cada vez más abultados conforme vayamos más lejos en la secuencia de la creación del producto. Este abultamiento significa que los requerimientos tienden a amontonarse en vez de tener un dispendio uniforme. Esto también es provocado debido a la manera como se lleva a cabo la manufactura. Por lo general se manufactura en lotes; los artículos necesitados para producir el lote son sacados del inventario en cantidades mayores de una a la vez.

El principal propósito de esta parte del trabajo es explicar el MRP de manera más completa y demostrar su utilidad a través de varias ilustraciones. También discutimos ejemplos de programas MRP existentes que se utilizan actualmente en la industria. Finalmente mostramos que los sistemas Justo a Tiempo (JIT) y MRP no necesariamente compiten sino que pueden trabajar juntos de una manera efectiva.

MRP

5.3.1 UN EJEMPLO SIMPLE DE MRP

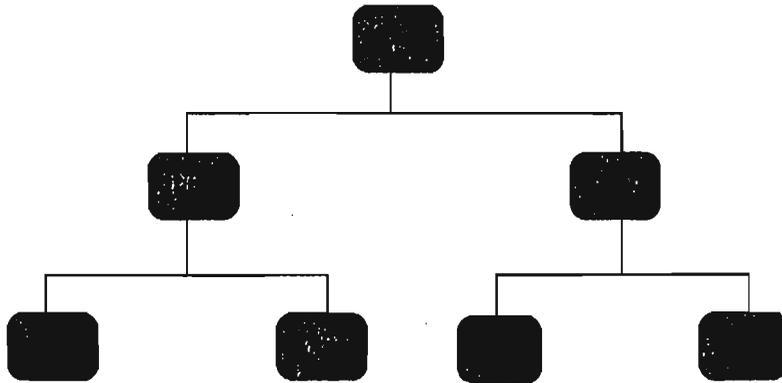
Antes de discutir los detalles de un sistema MRP, muy brevemente explicaremos cómo se calculan las cantidades, tiempos de entrega, órdenes liberadas y recibidas.

Suponga que estamos por producir el producto T, que está compuesto de dos partes de U y tres de V. La parte U, está compuesta de una parte de W y dos de X. La parte V está compuesta de dos partes de W y dos de Y. La figura en la página siguiente muestra la estructura de producto del producto T. Efectuando un cálculo sencillo, calculamos que si se requieren 100 unidades de T, necesitamos:

Artículo U:	$2 \times \text{número de T's} = 2 \times 100 =$	200	
Artículo V:	$3 \times \text{número de T's} = 3 \times 100 =$	300	
Artículo W:	$1 \times \text{número de U's} =$	1×200	
	$+ 2 \times \text{número de V's} =$	$+ 2 \times 300 =$	800
Artículo X:	$2 \times \text{número de U's} =$	$2 \times 200 =$	400
Artículo Y:	$2 \times \text{número de V's} =$	$2 \times 300 =$	600

MRP

Estructura de producto para el producto T



Ahora, considere el tiempo necesitado para obtener estos artículos, ya sea para producirlo internamente o bien para obtenerlo de un proveedor exterior. Asuma que T se tarda una semana en producirlo; U, 2 semanas; W, 3 semanas; X, 1 semana. Si sabemos para cuándo es requerido el artículo T, podemos crear un programa en el tiempo especificando cuándo deben ser ordenados y recibidos todos los materiales para cumplir con la demanda de T. La tabla siguiente muestra qué artículos y cuándo son necesitados. Así hemos creado el plan de requerimientos de material basado en la demanda para el producto T y del conocimiento de como se produce T y el tiempo necesitado para obtener cada parte.

MRI

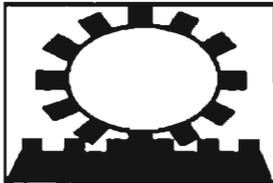
S e m a n a								
	1	2	3	4	5	6	7	
T	Fecha requerida						100	Tiempo de entrega = 1 semana
	Colocación de la orden					100		
U	Fecha requerida					200		Tiempo de entrega = 2 semanas
	Colocación de la orden			200				
V	Fecha requerida					300		Tiempo de entrega = 2 semanas
	Colocación de la orden			300				
W	Fecha requerida			800				Tiempo de entrega = 3 semanas
	Colocación de la orden	800						
X	Fecha requerida			400				Tiempo de entrega = 1 semana
	Colocación de la orden		400					
Y	Fecha requerida			600				Tiempo de entrega = 1 semana
	Colocación de la orden		600					

De esta pequeña ilustración, es aparente que el desarrollo de un plan de requerimientos de material manual para miles o inclusive cientos de artículos no sería práctico pues se necesita lidiar con un gran problema de cálculos, y una tremenda cantidad de datos que tienen que estar disponibles acerca del estatus del inventario (número de

MRP

unidades a la mano, ordenadas, y así sucesivamente) y acerca de la estructura del producto (cómo se hace el producto y cuántas unidades de cada material son requeridas). Ya que estamos obligados a utilizar una computadora, nuestro énfasis desde aquí es discutir los archivos necesitados para un programa computacional y el bosquejo general del sistema. Como sea, la lógica básica del programa es esencialmente la misma que nuestro pequeño ejemplo.

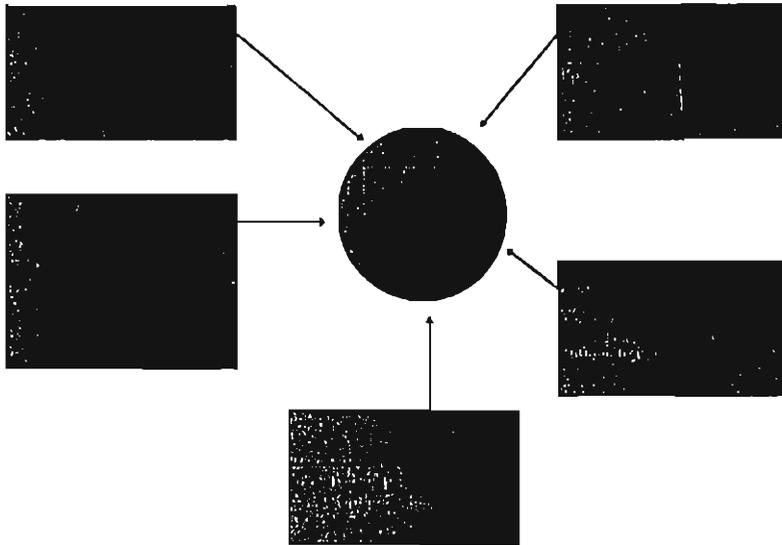
Generalmente, el plan maestro trabaja con artículos terminados. Si el artículo terminado es muy largo o caro, como sea, el plan maestro debe programar los mayores subensambles o componentes en su lugar.



Todos los sistemas de producción tienen capacidad y recursos limitados. Esto presenta un trabajo desafiante para el planeador maestro. La figura siguiente muestra el ambiente en el cual el planeador maestro trabaja. Mientras el plan agregado proporciona un rango general de operación, el planeador maestro deberá especificar exactamente qué será producido. Estas decisiones son efectuadas al mismo tiempo que se tiene que dar respuesta a presiones de varias áreas funcionales.

MRP

Impacto de la Gerencia sobre el Planeador Maestro de Producción



Para determinar un plan aceptable y factible para ser liberadas por el taller, el ensayo de los planes maestros de producción son llevados a cabo por medio del programa del MRP. Las órdenes liberadas planeadas resultantes (los planes de producción detallados) son verificados para asegurarse de que los recursos están disponibles y que los tiempos de terminación son razonables. Lo que aparenta ser un plan maestro factible puede tornarse a recursos excesivamente requeridos una vez que la explosión de producto ha tomado lugar y los materiales, partes y componentes de niveles inferiores son determinados. Si esto ocurre

MRP

(que suelo pasar), el plan maestro de producción es entonces modificado con estas limitaciones y el programa del MRP se corre de nuevo. Para asegurar una buena planeación maestra, el planificador maestro (el ser humano) deberá:

- Incluir todas las demandas de ventas de productos, rellenar el almacén, ahorros y requerimientos interplantas.
- Jamás perder de vista el plan agregado.
- Ser visible para todos los niveles de dirección.
- Negociar objetivamente los conflictos de manufactura, marketing e ingeniería.
- Identificar y comunicar todos los problemas.

La parte superior de la figura siguiente muestra un plan agregado para el número total de colchones planeados por mes, sin tomar en cuenta el tipo de colchón. La parte inferior muestra un plan maestro de producción especificando el tipo de colchón y la cantidad planeada para la producción por semana. El siguiente nivel de abajo (el cual no se muestra) debería ser el programa del MRP que desarrolla planes detallados mostrando cuando el algodón en hoja, los resortes, y la madera son necesitados para hacer colchones. Si lo llevamos más lejos, este ejemplo de colchones debería verse como a continuación se muestra indicando las partes y subensambles para medidores eléctricos.

MRP

Plan agregado de producción para colchones

Mes	1	2
Producción de colchones	900	950

Plan Maestro de Producción
para modelos de
colchones

	1	2	3	4	5	6	7	8
Modelo 327	200			400		200	100	
Modelo 538		100	100		150		100	
Modelo 749			100			200		200

MRP

5.3.2 PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN

El plan agregado de producción especifica grupos de producto. No especifica artículos exactos. El siguiente nivel hacia abajo en el proceso de planeación es el plan maestro de producción. El plan maestro de producción (MPS) es el plan en fases de tiempo que especifica cuántos y cuándo se debe construir cada artículo terminado según los planes de la compañía. Por ejemplo, el plan agregado para un compañía de muebles debe especificar el volumen total de colchones que planea producir en el siguiente mes o trimestre. El MPS va al paso anterior e identifica el tamaño exacto de colchones y sus cualidades y estilos. Todos los colchones vendidos por la compañía deberían ser especificados por el MPS. El MPS también establece período a período (por lo general semanalmente) cuánto y cuándo cada uno de esos tipos de colchones son necesitados.

Avanzando hacia abajo el proceso de disgregación es el programa del MRP, el cual calcula y planea todos los materiales y partes brutas, y los materiales de proveedores necesitados para hacer el colchón como lo especifica el MPS.

MRP

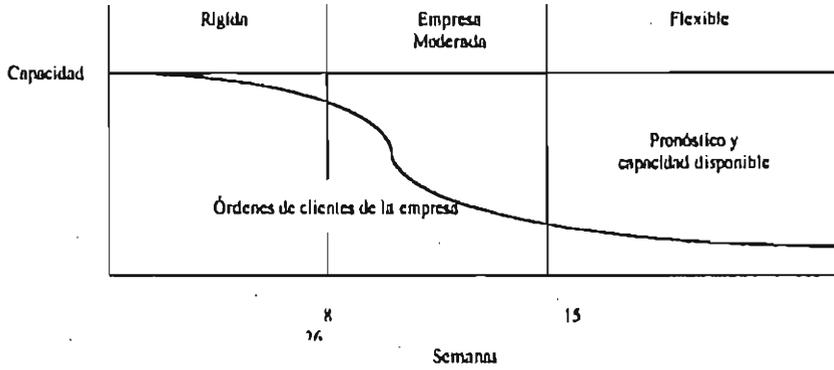
5.3.2.1 BARRERAS DE TIEMPO



El problema de flexibilidad contenido en un plan maestro de producción depende de muchos factores: tiempo de entrega de producción, compromiso de partes y componentes para un determinado artículo terminado, la relación entre cliente y vendedor, la acumulación de capacidad excesiva y la renuencia o la disposición de la gerencia para hacer cambios.

A continuación se muestra un ejemplo de una barrera de tiempo de un plan maestro de producción. La gerencia define las barreras de tiempo como períodos teniendo cierto nivel especificado de oportunidad para el cliente de hacer cambios. Note en la figura que por las siguientes ocho semanas esta plan maestro de producción está congelado. Cada empresa tiene sus propias barreras de tiempo y reglas de operación. Bajo estas reglas, el congelamiento podría estar definido como sea desde no tener ningún cambio en una empresa hasta sólo el menor de los cambios en otra. Una empresa moderada puede permitir cambios en productos específicos junto con un grupo de producto, mientras las partes estén disponibles. La flexible puede permitir casi cualquier variación en productos, con la previsión que la capacidad permanece prácticamente igual y que no hay largos tiempos de entrega involucrados.

MHI'



El propósito de las barreras de tiempo es mantener un flujo razonable y controlado a través del sistema de producción. A menos que algunas reglas de operación estén establecidas o adheridas al sistema, éste puede ser caótico y ser llenado con órdenes retrasadas y expedidas constantemente.

MRP

5.3.3 SISTEMAS DE LA PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIAL (MRP)

Basado en un plan maestro derivado de un plan de producción, un sistema de la planeación de requerimientos de material (MRP), crea planes identificando las partes específicas y materiales requeridos para producir artículos terminados, el número exacto necesitado y las fechas de en que deberán ser liberadas las órdenes para estos materiales y cuándo deberán ser recibidas o completadas junto con el ciclo de producción. Actualmente los sistemas MRP usan un programa computacional para llevar a cabo estas operaciones. La mayoría de las empresas han utilizado sistemas de inventarios computarizados por años, pero eran independientes del sistema de planeación; MRP los une.

La planeación de los requerimientos de material no es un nuevo concepto. La lógica nos dice que probablemente los romanos lo utilizaron en sus proyectos de construcción, los venecianos en sus construcción de barcos y los chinos en construir la Gran Muralla. Los contratistas de edificios siempre se han visto forzados a realizar una planeación para el material para que sea llevado cuando se necesite y no antes, por las limitaciones de espacio. Lo que es nuevo es una escala mayor y la mayor rapidez de cambios que se pueden hacer utilizando las computadoras. Actualmente las empresas que fabrican muchos productos incluyendo miles de partes y materiales pueden tomar ventajas del MRP

5.3.3.1 PROPÓSITOS, OBJETIVOS, Y FILOSOFÍA DEL MRP



Los principales propósitos del sistema básico del MRP están para controlar los niveles de inventarios, asignar prioridades de operación para los artículos y un plan de capacidad para cargar el

sistema de producción, sería como sigue:

Inventario

- Ordenar la parte correcta.
- Ordenar la cantidad correcta.
- Ordenar en el momento correcto.

Prioridades

- Ordenar con la fecha de entrega correcta.
- Mantener válida la fecha de entrega.

Capacidad

- Plan para una carga completa.
- Plan para una carga acotada.
- Plan para un tiempo adecuado para visualizar futuras cargas.

La finalidad del MRP es "llevar los materiales correctos al lugar correcto en el momento correcto."

MRP

Los objetivos del manejo de inventarios bajo un sistema MRP son para mejorar el servicio a cliente, minimizar la inversión de inventario y maximizar la eficiencia operativa de producción.

La filosofía de la planeación de requerimientos de material es que los materiales deben ser expedidos (apresurados) cuando su deficiencia retrasaría el plan de producción completo, y retrasado cuando el plan cae y pospone su necesidad. Tradicionalmente, y quizás sigue siendo cotidiano, cuando una orden está bajo plan, se gasta un gran esfuerzo tratando de ponerlo bajo el plan. Como sea, lo contrario no siempre es cierto, cuando una orden, por cualquier motivo, tiene su fecha de terminación retrasada, los ajustes apropiados no son reprogramadas por tardías. Aparte de quizás utilizar capacidad insuficiente, es preferible no tener materiales brutos y trabajar en el proceso antes de la necesidad actual desde que los inventarios detienen las finanzas, llenar desordenadamente los almacenes, cambios de diseño prohibidos, y prever la cancelación o retraso de órdenes.

MRP

5.3.3.2 VENTAJAS DE UN SISTEMA MRP

Las compañías manufactureras con más de 10 millones de dólares de ventas anuales han computarizado sistemas MRP. Un sistema computarizado es necesario por el volumen de los materiales, refacciones, y componentes que son parte de la expansión de las líneas de producto, y la velocidad que necesitan las empresas para reaccionar a los constantes cambios en el sistema. En años pasados, cuando las compañías cambiaron de sistemas manuales o computarizados a un sistema MRP, se dieron cuenta de muchas ventajas como:

Capacidad para tasar más competitivamente.

Reduce el precio de venta.

Reduce inventario.

Mejor servicio a cliente.

Mejor respuesta a las demandas del mercado.

Capacidad para cambiar el plan maestro.

Reducir costos de preparación y de desperdicio.

Reducir tiempo ocioso.

También el sistema MRP:

Da avisos adelantados de manera que los gerentes puedan ver el programa planeado antes de liberar órdenes.

Dice cuándo retrasar y cuándo apresurar.

MRP

Retrasa o cancela órdenes.

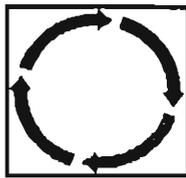
Adelanta o retrasa las fechas de entrega de las órdenes.

Ayuda a la planeación de capacidad.

Durante sus conversiones a los sistemas MRP muchas empresas notaron una reducción del 40% en la inversión del inventario.

MRP

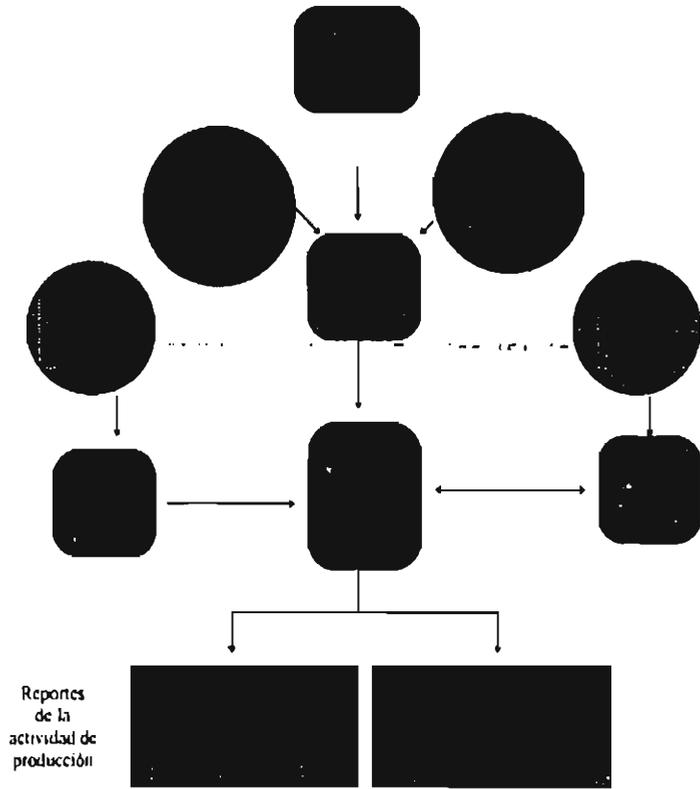
5.3.4 ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIAL.



La porción de la planeación de requerimientos de material de actividades manufactureras interactúan de cerca con el plan maestro, lista de materiales, registros del inventario, y reportes de salidn. Note que la capacidad no está considerada en la figura a continuación mostrada, tampoco existe ninguna retroalimentación hacia los niveles superiores. Discutimos estos elementos más tarde bajo el MRP II y la planeación de los requerimientos de capacidad.

MIRI'

Vista general de los datos de entrada a un programa de planeación de los requerimientos de material y los reportes generados por el mismo



MRP

Cada faceta de la figura anteriormente mostrada es explicada con más detalle en las siguientes secciones, pero esencialmente el sistema MRP trabaja de la manera siguiente: Los órdenes para productos son utilizados para crear el plan maestro de producción, el cual establece el número de artículos que se van a producir durante específicos periodos. Una lista de materiales identifica los materiales específicos utilizados para producir cada artículo y las cantidades correctas para cada uno. Los registros de inventario contienen datos como el número de unidades a la mano y las ordenadas. Estas tres partes - plan maestro de producción, lista de materiales y registros de inventario - se convierten en los datos para el programa de requerimientos de material, el cual expande el plan de producción a un detallado plan de programación de órdenes para toda la secuencia de producción.

MRI'

5.3.4.1 DEMANDA PARA PRODUCTOS



La demanda de producto para artículos terminados se basa primeramente en dos principales partes: La primera son clientes conocidos que han colocado órdenes específicas, tanto como aquellas generadas por el personal de ventas como por transacciones interdepartamentales. Estas órdenes normalmente acarrear las fechas prometidas de entrega. No existe ningún pronóstico involucrado con estas órdenes, simplemente se suman. La segunda parte es la demanda pronosticada. Estas son la órdenes de demanda independiente normales; los modelos de pronósticos pueden ser utilizados para predecir cantidades. La demanda para los clientes conocidos y la demanda pronosticada se combinan y forman los datos de entrada para el plan maestro de producción.

5.3.4.1.1 DEMANDA PARA REFACCIONES Y FALTANTES



A parte de la demanda para productos terminados, los clientes también ordenan partes específicas y componentes de reserva como también para servicio y reparación. Estas demandas para artículos menos complejos que el producto terminado no son usualmente parte del plan maestro de producción, en su lugar, son alimentadas directamente al programa de la planeación de requerimientos de materiales en los niveles correspondientes. Esto quiere decir, son añadidos como un requerimiento grande para esa parte o componente.

MRP

5.3.4.2 LISTA DE MATERIALES

La lista de materiales (BOM) contiene la descripción completa del producto, no sólo enlistando los materiales, partes y componentes sino también la secuencia como es creado el producto. Esta lista de materiales es uno de los tres principales datos de entrada para el programa MRP (los otros dos son el plan maestro y el registro del inventario).

La BOM es también llamada como archivo de la estructura de producto o árbol del producto porque muestra como es ensamblado un producto. Contiene la información para identificar cada artículo y qué cantidad se usa por unidad del artículo que forma parte. Para ilustrar esto, considere al producto A en la figura a continuación. El producto A está hecho de dos unidades de B y tres unidades de C. El artículo B está formado de una unidad de D y cuatro de E. La parte C está formada de dos unidades de F, cinco de G y cuatro de H.

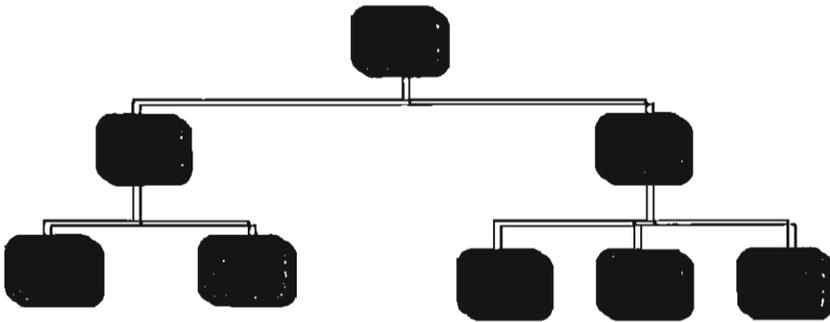


En el pasado, las listas de materiales con frecuencia enlistaban partes como un archivo indentado. Esta claridad identifica cada artículo y la forma como va a ser ensamblada porque cada indentación significa los componentes de cada artículo. Una comparación de las partes indentadas en la tabla posteriormente mostrada con la estructura de producto en la figura que a continuación se muestra indica cómo están relacionadas las dos. Desde un punto de

MRP

vista computacional, almacenar artículos en listas de partes indentadas resulta muy ineficiente.

Estructura de producto del producto A



Para computar el monto de cada artículo necesitado en niveles inferiores, cada artículo necesitaria ser explosionado y sumado. Un procedimiento más eficiente es almacenar datos de parte en una explosión de un sólo nivel. Esto es, que cada artículo y componente es enlistado mostrando su artículo padre en el número de unidades necesitadas por unidad de su artículo padre. Esto evita duplicaciones porque incluye cada ensamble sólo una vez. La tabla que se muestra a continuación indica las partes de un sólo nivel y las partes indentadas para el producto A.

MRP

Un elemento de información (llamado apuntador o localizador) también está contenido en cada archivo para identificar el artículo padre de cada parte y permite un repaso más profundo a través del proceso.

Una lista de materiales modular es un término para el artículo construible que es producido y almacenado como un subensamble. También un artículo estándar con ninguna opción dentro del módulo. Muchos artículos terminados que son grandes y caros están mejor programados y controlados como módulos (o subensambles). Es particularmente ventajoso programar módulos de subensamble cuando los mismos subensambles aparecen en artículos terminados diferentes. Por ejemplo, un constructor de grúas puede combinar aguilonas, transmisiones y motores en una variedad de formas para alcanzar las necesidades de los clientes. Utilizando una lista de materiales modular, se simplifica la planeación y el control, y también es más fácil pronosticar el uso de diferentes módulos. Otro beneficio en usar listas de materiales modulares es que si el mismo artículo es utilizado en un número de productos, entonces la inversión total del inventario puede ser minimizada.

MRP

Lista de partes en un formato indentado y en una lista de un sólo nivel

Lista de partes indentadas	Lista de partes de un sólo nivel
A	A
B(2)	B(2)
D(1)	C(3)
E(4)	B
C(3)	D(1)
F(2)	E(4)
G(5)	C
H(4)	F(2)
	G(5)
	H(4)

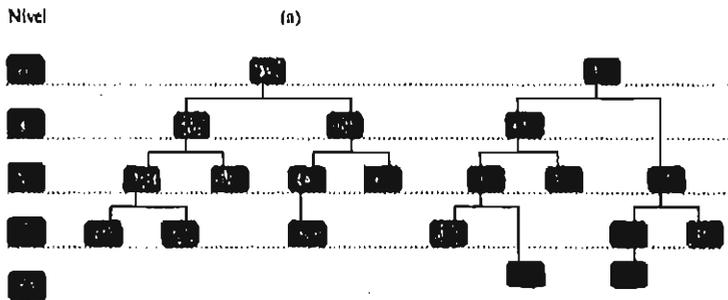
Una planeación de la lista de materiales incluye artículo con opciones fraccionales (Una lista planeada puede especificar, por ejemplo, 0.3 de una parte. Lo que quiere decir es que el 30% de las unidades producidas contienen esa parte y el 70% no la contiene).

MXP

5.3.4.2.1 CODIFICACIÓN DE BAJO NIVEL.

Si todas las partes idénticas ocurren en el mismo nivel para cada producto terminado, el número total de partes y materiales necesitados para un producto pueden ser computados fácilmente. Considerando el producto L mostrado en la figura siguiente(a). Note que el artículo N, por ejemplo, ocurre tanto como dato de entrada para L como para M, el artículo N por lo tanto debe ser bajado al nivel 2 (b) para traer todos los N's al mismo nivel. Si todos los artículos idénticos son colocados en el mismo nivel, se convierte en un problema simple para la computadora para leer a través de cada nivel y sumar el número de unidades de cada artículo requerido.

Jerarquía del producto L en (a) Expandido al nivel más bajo de cada artículo en (b)



5.3.4.3 REGISTROS DE INVENTARIO



Los registros de inventario bajo un sistema computarizado pueden ser muy extensos. Cada artículo en inventario es llevado como un registro separado y el rango de detalles acerca de un artículo casi no tiene límites. El programa MRP accesa el segmento de estatus del archivo de acuerdo con periodos específicos. Estos archivos son accedidos mientras son necesitados durante la corrida del programa.

El programa MRP realiza su análisis desde la parte superior de la estructura del producto hacia abajo, explotando los requerimientos nivel por nivel. Existen ocasiones en las que es deseable identificar el artículo padre que provoca el requerimiento de material. El programa del MRP permite la creación de un "peg record" separadamente o como parte de un registro de inventario. Fijando los requerimientos nos permite un repaso más profundo del requerimiento de material en la estructura de producto a través de cada nivel, identificando cada artículo padre que creó la demanda

MRI

5.3.4.3.1 ARCHIVO DE LAS TRANSACCIONES DEL INVENTARIO

El archivo estatus del inventario es conservado para asignar fechas colocando las transacciones del inventario como van ocurriendo. Estos cambios ocurren porque las recepciones y gastos de almacén, pérdidas por desperdicios, partes equivocadas, órdenes canceladas, etc..

5.3.4.4 PROGRAMA COMPUTACIONAL DEL MRP

El programa de la planeación de los requerimientos de material opera en el registro del inventario, el plan maestro y la lista de materiales. Trabaja de la siguiente manera: Una lista de artículos terminados requeridos por periodos es especificado por el plan maestro. Una descripción de los materiales y partes necesitados para fabricar cada artículo y material que se encuentre a la mano o en orden son contenidos por el registro del inventario. El programa del MRP trabaja en el archivo del inventario mientras continuamente toma referencias de la lista de materiales para computar las cantidades de cada artículo necesitado. El número de unidades de cada artículo requerido es entonces corregido por cantidades a la mano, y la red de requerimiento es colocada en el tiempo para permitir el tiempo de entrega necesitado para obtener el material.



Un obstáculo que muchos usuarios potenciales de un programa de MRP han encontrado es que su lista de materiales y registros de inventarios no están adecuados para proporcionar datos en el formato requerido por el programa. Por lo que deben modificar éstos antes de instalar un sistema MRP.

Si el programa del MRP utilizado no considera las restricciones de capacidad, el planeador maestro debe balancear manualmente la capacidad. A través de un proceso iterativo, el planeado maestro alimenta un plan maestro tentativo al sistema MRP (junto con

MRP

otros artículos que requieran los mismos recursos) y el dato de salida es examinado por la factibilidad de producción. El plan maestro es ajustado para intentar corregir donde esté desbalanceado, y el programa se vuelve a ejecutar. Este proceso se repite hasta que el dato de salida sea aceptable. A pesar de que pareciera ser un problema sencillo al tener la simulación por computadora de algunos programas que consideran las limitaciones de recursos, en realidad es un problema muy grande y que se lleva mucho tiempo para la computadora.

Para complicar más el problema actual, no hay sólo un planeador maestro: hay un cierto número de ellos. Muchas empresas dividen el trabajo de planeación asignando un planeador maestro para cada línea principal de producto. El resultado de esta competencia es el siguiente: cada planeador maestro compite para recursos limitados para su propia línea de producto. Sin embargo, como grupo, ellos están intentando balancear la utilización de recursos y fechas de entrega para el sistema de producción como un todo.

MRP

5.3.4.5 REPORTE DE SALIDA

Debido a que el programa del MRP tienen acceso a la lista de materiales, el plan maestro de producción, y los registros del inventario, los datos de salida pueden tomar en un casi ilimitado rango de formato y contenido. Estos reportes son normalmente clasificados como reportes primarios y secundarios (con la expansión de MRP a MRP II, muchos reportes adicionales están disponibles).

5.3.4.5.1 REPORTE PRIMARIOS

Los reportes primarios son aquellos utilizados para el inventario y el control de la producción. Estos reportes consisten en:

1. Órdenes planeadas que serán liberadas en un futuro.
2. Órdenes liberadas notificadas para ejecutar las órdenes planeadas.
3. Cambios en fechas de entrega de órdenes vencidas para ser reprogramadas.
4. Cancelaciones o suspensiones de órdenes abiertas vencidas para la cancelación o suspensión de órdenes en el plan maestro de producción.
5. Datos del estado del inventario.

MRP

5.3.4.5.2 REPORTES SECUNDARIOS

Reportes adicionales, que son opcionales bajo el sistema MRP, caen en las siguientes categorías:

1. Reportes de planificación que serán utilizados, por ejemplo, al pronosticar el inventario y al especificar los requerimientos sobre algún futuro horizonte de tiempo.
2. Reportes de ejecución para propósitos de detectar artículos inactivos y determinando la concordancia entre el actual y programado tiempo de entrega, cantidad de utilización y costos de los artículos.
3. Reportes de excepciones que detectan serias discrepancias, tales como errores, situaciones fuera de rango, órdenes tardías o retrasadas, desperdicio excesivo, o partes inexistentes.

MRP

5.3.4.6 SISTEMAS DE CAMBIO DE LA RED

Normalmente un sistema MRP es iniciado de un plan maestro cada semana o dos. Esto resulta en la completa explosión de artículos y la generación de reportes normales y de excepción. Algunos programas de MRP ofrecen la opción de generar planes intermedios, llamados planes de cambio de la red. Los sistemas de cambio de la red son actividades manejadas. Únicamente si la transacción es procesada contra algún artículo en particular, de tal forma que es artículo sea revisado en un sistema de cambio de la red. Como sea, los sistemas de cambio de la red pueden ser modificados para responder sólo para ocurrencias no planeadas o excepcionales. Más que ser enterradas en el papeleo que sale del sistema del MRP la gerencia debe elegir el no tener reportes de ocurrencias esperadas, sino sólo las desviaciones que deban ser notadas. Por ejemplo, si las órdenes se reciben a tiempo, no debe haber reportes. Por otro lado, si la cantidad entregada difiere significativamente de la orden, este artículo es incluido en el reporte de cambio de la red. Otras razones para incluir un artículo en una corrida de cambio de red debe ser para notar una pérdida de embarque, pérdidas por desperdicios, cambios en los tiempos de entrega, o un error de contabilidad en el inventario. Basados en estos cambios, se generan nuevos reportes.



En la superficie, parece que una corrida diaria del programa de cambio de la red sería altamente satisfactorio. A pesar de esto, en la práctica pocas compañías optan por utilizar la opción de cambio de la

MRP

red; en lugar de ésto la mayoría dependen de su corrida completa semanal o quincenal del plan del MRP. Parece ser que el hacer corridas más frecuentes de cambio de la red no provocan exageración o nerviosismo en el sistema. Sin embargo, esta tendencia errónea puede ser reducida significativamente controlando elementos tales como los que son incluidos en el cambio de la red, puliendo la actividad no planeada y minimizando conductas equivocadas.

5.3.5 ¿DONDE PUEDE UTILIZARSE EL MRP?



El MRP está siendo utilizado en una gran variedad de industrias con un ambiente de centros de trabajo. En la tabla que se muestra a continuación se incluyen procesos industriales, pero hay que notar que los procesos mencionados están confinados a corridas de trabajo que alternan el producto de salida y no incluyen procesos continuos como el del petróleo o el del acero.

Otro punto a resaltar es: MRP no trabaja bien en compañías que producen un pequeño número de unidades anualmente. Especialmente para compañías que producen productos caros y complejos que requieren de investigación y desarrollo avanzado, la experiencia ha mostrado que los tiempos de entrega tienden a ser muy largos e inciertos, y la configuración del producto demasiado compleja para manejarlo el MRP. Esas compañías necesitan de actividades de control que ofrecen las técnicas de programación, estarían mejor utilizando métodos de programación de proyectos.

Como se puede ver en la tabla de la hoja siguiente, el MRP es muy importante y de gran valor para compañías involucradas con operaciones de ensamble y de menos valor a aquellas en fabricación.

MRP

Tipo de Industria	Ejemplos	Beneficios Esperados
Ensamblar para almacenar	Combina múltiples partes convergentes en un producto final, el cual es almacenado para satisfacer la demanda del cliente. e.g. Relojes, herramientas, refacciones.	Altos
Fabricar para almacenar	Los artículos producidos por una máquina en lugar de ensamblar partes. Son artículos estándar en el almacén acarreados por anticipado a la demanda del cliente. e.g. Artículos de plástico, apagadores eléctricos.	Bajos
Ensamblar para orden	El ensamblado final se realiza con opciones estándar acogidas por el cliente. e.g. Camiones, generadores, máquinas.	Altos
Fabricar para orden	Artículos producidos por una máquina para la orden del cliente. Generalmente son órdenes industriales. e.g. Engranajes, cerrajes.	Bajos
Manufacturar para orden	Artículos fabricados o ensamblados completamente a especificación del cliente. e.g. Generadores de turbina, herramientas de maquinaria pesada.	Altos
Proceso	Industrias, tales como fundiciones, de plásticos, químicos, pinturas, medicinas, procesadores de alimentos.	Medianos

5.3.6 PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE CAPACIDAD

5.3.6.1 COMPUTANDO LA CARGA EN EL CENTRO DE TRABAJO



El lugar para comenzar a computar los requerimientos de capacidad es exactamente las hojas de rutas para los trabajos programados para ser procesados. La hoja de ruta especifica a dónde debe ser mandado un determinado trabajo, las operaciones particulares involucradas, y el tiempo estándar de preparación y de trabajo por pieza. Estos son los tipos de figuras utilizadas para computar el trabajo total en cada uno de los centros de trabajo.

Mientras que la hoja de ruta es una "visión de trabajo" que sigue a un trabajo en particular a través de las facilidades de producción, un archivo de centro de trabajo es visto desde el centro de trabajo. Las hojas de ruta para cada trabajo deben ser mandadas a centros de trabajo apropiados para un cierto tipo de procesamiento. Cada centro de trabajo generalmente es un centro definido funcionalmente de manera que los trabajos llevados a él requieran el mismo tipo de labor, y el mismo equipo.

Desde el punto de vista del centro de trabajo, si existe una capacidad adecuada, el problema se centra en las prioridades: qué trabajo realizar primero. Si la capacidad es insuficiente, en lugar de que sea una cuestión local en el centro de trabajo, el problema debe ser resuelto por el plan maestro.

MRI'

Semana	Nº Trabajo	Unidades	Tiempo de Preparación	Tiempo de trabajo/ U	Tiempo Total de trabajo	Total por semana
10	145	100	3.5	0.23	26.5	137.8
	167	160	2.4	0.26	44.0	
	158	70	1.2	0.13	10.3	
	193	300	6.0	0.17	57.0	
11	132	80	5.0	0.36	33.8	190.3
	126	150	3.0	0.22	36.0	
	180	180	2.5	0.30	56.5	
	178	120	4.0	0.50	64.0	
12	147	90	3.0	0.18	19.2	128.8
	156	200	3.5	0.14	31.5	
	198	250	1.5	0.16	41.5	
	172	100	2.0	0.12	14.0	
	139	120	2.2	0.17	22.6	

La capacidad disponible en horas estándar es de 161.5 horas por una semana de cinco días, calculada como: (2 máquinas)(2 turnos)(10 horas/turno)(85% utilización maquinaria)(95% eficiencia).

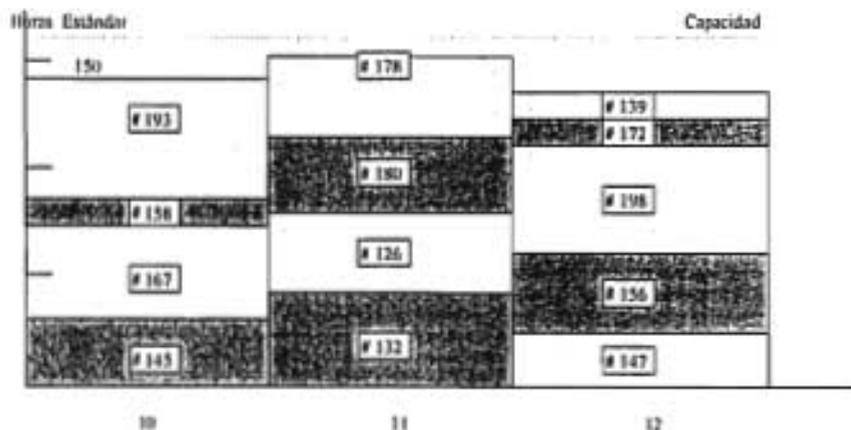
En la tabla arriba mostrada se observa un centro de trabajo al cual se le asignaron varios trabajos a realizar. Hay que observar que la capacidad por semana fue computada en

MIP

la parte inferior de la tabla en 161.5 horas. Los trabajos programados para las tres semanas dan como resultado 2 semanas en horas planeadas bajo la capacidad del centro de trabajo, y una semana por encima de la capacidad

Se utilizan términos como utilización y eficiencia. Ambos términos han sido definidos en una gran variedad de formas. En la tabla, la utilización se refiere al tiempo actual en que es utilizada la maquinaria. La eficiencia se refiere a que tan bien la maquinaria está trabajando durante su utilización. La eficiencia es usualmente definida como una comparación de un estándar definido de salida o a un grado de diseño ingenieril. Por ejemplo, una máquina utilizada durante 6 horas en un turno de 8 horas tiene una utilización del 75%. Si la salida estándar para esa máquina está definida en 200 partes por hora y un promedio indica que se produjeron 250 partes, entonces la eficiencia fue del 125%. Observemos que la eficiencia puede ser mayor al 100%, pero la utilización no.

A continuación se muestra la carga de un Centro de Trabajo para tres semanas.



MRP

Semanas

El trabajo programado excede la capacidad para la semana 11. Existen varias opciones disponibles:

- 1.- Trabajar tiempo extra.
- 2.- Seleccionar a un centro alterno que pueda realizar la tarea.
- 3.- Contratar a un taller ajeno a la compañía
- 4.- Tratar de programar parte del trabajo del Día 2 en el Día 1, y otra en el Día 3.
- 5.- Renegociar la fecha de entrega y reprogramar.

Un programa de MRP con un módulo de planeación de requerimientos de capacidad permite la reprogramación para tratar de nivelar la capacidad. Dos técnicas utilizadas son la programación hacia adelante y la programación hacia atrás -la cuarta opción de la lista arriba mostrada-. El objetivo para el programador maestro es tratar de dispersar la carga de forma más pareja para poder quedar con la capacidad disponible.

MRP

5.3.7 PLANEACIÓN DE RECURSOS DE MANUFACTURA (MRP II)



Anteriormente, nos limitamos a dos aspectos del MRP: Primero, nos concentramos en los requerimientos de material que resultaron de la explosión del plan maestro. No incluimos las necesidades para todos los demás tipos de recursos, como facilidades, herramientas o personal.

Segundo, mientras discutíamos la planeación de requerimientos capacidad, lo hicimos hasta cierto punto como externo al sistema de MRP. Ahora abordaremos al sistema cerrado de MRP y la lógica de versiones más avanzadas de MRP que incluyen un rango más amplio de recursos y salidas.

MRP

5.3.7.1 SISTEMA CERRADO MRP

Cuando el sistema de planeación de requerimientos de materiales (MRP) tiene información gracias a la retroalimentación de sus módulos de salida, se le denomina sistema cerrado MRP. La Sociedad de Producción Americana y de Control de Inventarios (APICS) define al sistema cerrado de MRP como:

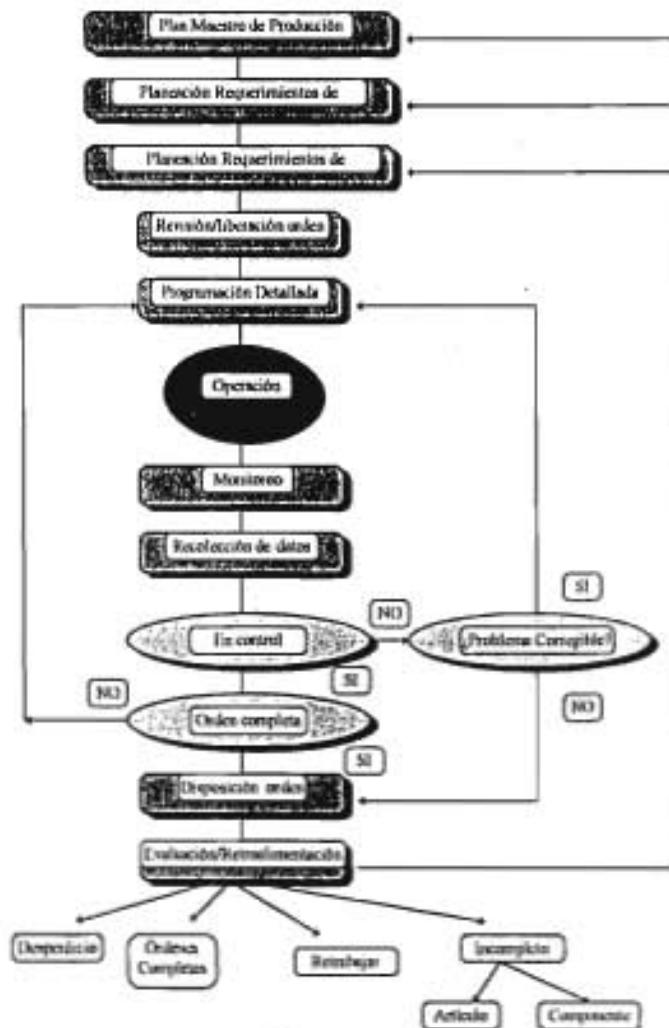


Un sistema construido alrededor de la planeación de requerimientos de materiales, Plan Maestro de Producción, y la Planeación de Requerimientos de Capacidad. Una vez que la fase de planeación es completada y los planes han sido aceptados como realistas y realizables, las funciones de ejecución salen a la luz. Estas incluyen funciones de control de piso de medición de Entradas-Salidas, programación detallada y expedición, además de reportes anticipados de demoras tanto de la planta como de los proveedores, seguimiento y control de compras, etc. El término "sistema cerrado" no sólo implica que cada uno de estos elementos se encuentra incluido en el sistema en general sino que también existe una retroalimentación de las funciones de ejecución de manera que la planeación pueda mantenerse válida en todo momento.⁴

⁴ APICS Dictionary (Falls Church, Va.: American Production and Inventory Control Society, 1984), p. 4.

MRP

A continuación se muestra el sistema cerrado de MRP.



MRP

Hay que notar que el sistema cerrado significa que las preguntas e información de salida son regresadas al sistema para verificar y, en caso de ser necesario, modificar. Hay que reconocer que la entrada al sistema de MRP es el plan maestro de producción. El MRP realiza una explosión de todas las partes, componentes y de otros recursos necesitados para cumplir el programa. El módulo de planeación de requerimientos de capacidad comprueba la salida del MRP para ver si existe la capacidad suficiente. Si no es así, la retroalimentación al módulo de MRP indica que el programa o plan necesita ser modificado. Continuando con el sistema MRP, las órdenes son liberadas al sistema de producción. De este punto en adelante, es una labor de monitoreo, recolección de información, completado de órdenes, y evaluación de resultados. MRP II no es un sistema totalmente automático. La intervención humana debe ocurrir para el control, así como para la toma de decisiones.

MRP

5.3.7.2 MRP II

Una expansión del programa de planeación de requerimientos de materiales para incluir otras partes del sistema productivo fue natural y esperado. Una de las primeras en ser incluida fue la función de compras. Al mismo tiempo, existía una inclusión más detallada del sistema de producción en sí -en piso, en entrega, y en un control detallado de programación-. El MRP ha incluido limitaciones de capacidad en los centros de trabajo, así que era obvio que el nombre de *planeación de requerimientos de materiales* ya no era adecuado para describir al sistema expandido. Así se introdujo el nombre de *planeación de los recursos de manufactura (MRP)* para reflejar la idea de que cada vez más partes de la compañía se estaban involucrando con el programa.



El intento inicial para el MRP II fue el planear y monitorear todos los recursos de una compañía de manufactura -manufactura, mercadotecnia, finanzas, e ingeniería- a través de un sistema cerrado el cual generara figuras financieras. El segundo intento importante para el concepto de MRP II fue el simular el sistema de manufactura. En la actualidad es concebido como un sistema que abarca la totalidad de la empresa (compras, mercadotecnia, producción, contabilidad) trabajando con el mismo plan de juego, utilizando los mismos números, y capaz de simular, planear y probar estrategias.

MRP

5.3.7.3 COSTO DE UN SISTEMA MRP II

Diversas compañías de software regularmente anuncian sistemas de MRP en periódicos orientados a la manufactura, así como en publicaciones ampliamente leídas como lo es *The Wall Street Journal*. Los precios van desde los 500 dólares hasta cerca de 300,000 dólares debido a que los sistemas de MRP pueden variar ampliamente en sus módulos y capacidades incluidas.

Los costos de una computadora (Hardware) también tienen un amplio rango. Un programa de MRP para una compañía pequeña puede ser corrido en una microcomputadora con discos duros. Sin embargo, la mayoría de los sistemas de MRP II son corridos en minicomputadoras o main frames debido al almacenamiento de grandes cantidades de información y el número de módulos involucrados en el programa. El costo de arrendar puede variar de 30,000 a 50,000 dólares al año; sin embargo, la tecnología está cambiando rápidamente, con una caída en el costo como consecuencia. En términos de personal adicional, la experiencia de la mayor parte de las compañías indica que el cambio neto de personal es muy cercano a cero. Las compañías simplemente intercambian personal de áreas existentes a los roles del sistema MRP.



El típico sistema de MRP II toma aproximadamente 18 meses en instalar. Aunque el tiempo puede variar dependiendo del tamaño de la aplicación, las condiciones de la base de datos existente y cuanto se tiene que revisar, la calidad de la lista de materiales, las hojas de ruta, los archivos de inventarios, y la cantidad de capacitación necesitada. Otro factor es si la compañía ha estado utilizando MRP y desea cambiar a MRP II. El rango completo de tiempo puede variar de algunos meses hasta tres años.

MRP

La recuperación de un sistema de MRP puede ser en corto tiempo. Cuando la grandes compañías instalaron por primera vez el sistema MRP hace algunos años, se dieron cuenta que el promedio anual de retorno de la inversión fue de 300 por ciento.³

Cuando pensamos en MRP II, solemos relacionarlo con grandes programas de computación con aplicaciones confinadas a negocios gigantes. De hecho, el MRP II es económicamente posible para compañías de manufactura con ventas anuales menores al millón de dólares. También, la mayor parte del software o programas actuales es amigable y fácil de operar.

Los precios y la calidad de los programas varían ampliamente y no necesariamente en una relación directa. El apoyo al cliente también es un factor muy importante. Debe tenerse mucho cuidado en la elección del programa debido a que es un compromiso a largo plazo.

A continuación vamos a detallar a dos sistemas de MRP II: MAPICS, de IBM, y MAX, de Micro-MRP, Inc.

³ Oliver Wight, *Executive's Guide to Successful MRP II* (1982), pp. 34-35.

MRI'

5.3.7.3.1 SISTEMA DE CONTROL DE MANUFACTURA CONTABILIDAD E INFORMACIÓN DE PRODUCCIÓN VERSIÓN 2 (MAPICS II)



Es MAPICS II, la última aplicación de IBM como paquete de software para manufactura y recolección de datos para la producción y procesos industriales. (La mayor diferencia entre las dos aplicaciones -manufactura y procesos- es que las aplicaciones de manufactura computan en unidades y las de procesos permiten fracciones. Por ejemplo, uno no puede producir 12.6 automóviles, pero sí puede producir 12.6 toneladas de químicos.)

MAPICS II es un paquete completamente revisado; el último de los 19 módulos interrelacionados fue liberado en 1987. Los 19 módulos cubren todas las actividades de la compañía:

- Cuentas por pagar.
- Cuentas por cobrar.
- Planeación de requerimientos de capacidad.
- Soporte de aplicaciones cruzadas.
- Soporte del sistema de recolección de datos.
- Análisis financiero.
- Pronósticos.
- Manejo de inventarios
- Manejo de inventarios para proceso.

MRI'

Locación / manejo de lotes.

Planeación maestra de la producción.

Planeación de requerimientos de materiales

Nóminas.

Manejo de información sobre el producto.

Control y costeo de la producción.

Compras.

Análisis de ventas.

Etc.



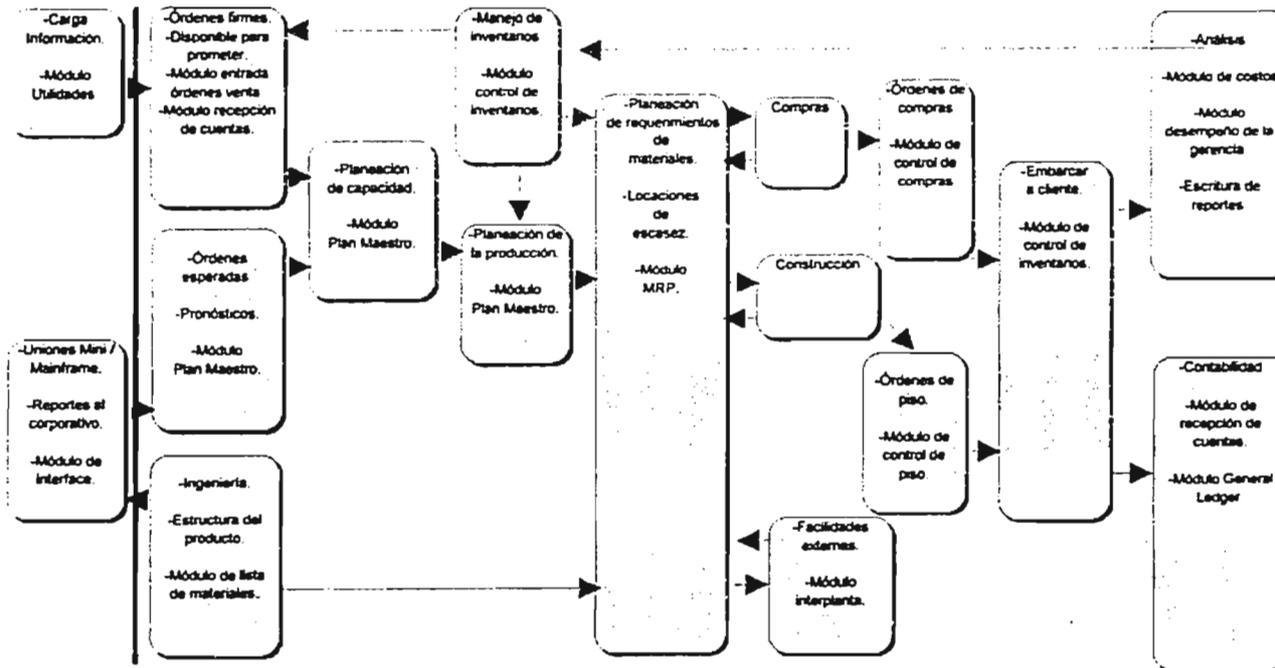
El programa de MAPICS original fue realizado estrictamente para un sistema IBM con arquitectura 36 y 38. Sin embargo, IBM ha creado nuevas tarjetas de emulación lo que le permite a MAPICS correr en arquitecturas estándar. Esta fue una estrategia de mercadotecnia importante; muchas compañías descosas de invertir 80,000 dólares aproximadamente en software se negaban a alquilar un sistema computacional con una sola función.

Una función ventajosa del sistema MAPICS es que los módulos pueden ser corridos de forma independiente. Cualquiera de los 19 módulos puede ser instalado como una aplicación única y separada de las demás.

Una gran variedad de información y opciones están disponibles en el sistema. Como un ejemplo, veamos la porción de planeación de requerimientos de materiales. Las órdenes son introducidas al sistema a través de pronósticos, órdenes planeadas en firme y órdenes

MRI'

abiertas. Existen varias opciones de tamaño de lotes (tales como lote por lote o de cantidad fija). Antes de que una orden sea liberada, se puede revisar para asegurar que las piezas solicitadas se encuentran disponibles. Otra revisión se puede hacer para asegurar que la capacidad existente está disponible. Existen reportes en los que se muestra a los artículos que generaron la necesidad o requerimiento de un artículo de un menor nivel, reportes de planeación de compras (muestran cantidades y planeaciones requeridas para artículos comprados), y muchas opciones de revisión de planes, los cuales comparan los pronósticos con las órdenes de sus clientes, revisiones sobre liberaciones de órdenes, entre otras cosas. También existen reportes de falta de órdenes, de falta de artículos, y detalles sobre la orden en acción, los cuales asisten a las acciones de liberación de órdenes. Este es un sistema bastante flexible; cuando está corriendo, cuando se accesa al centro de recolección de información y a otros módulos, otros reportes son también disponibles, incluyendo los reportes de recursos y de análisis de flujo de caja.



MRP

5.3.7.3.2 MICRO MRP



Discos duros de alta capacidad y rápido acceso han abierto el camino a las microcomputadoras para poder usar el MRP para compañías de menor tamaño y para departamentos o divisiones de grandes compañías. El programa más utilizado de MRP para microcomputadoras es el "MAX", un producto de Micro-MRP Inc.

El gráfico que se presentó con anterioridad muestra el posicionamiento y las aplicaciones de varios módulos de MAX. Presentamos algunas de las especificaciones, costos y equipo requerido para tener una mejor perspectiva de las áreas de aplicación y una breve descripción de algunos de los módulos.

Número de aplicaciones de MAX. Entró al mercado en 1983. Actualmente hay más de 3,400 instalaciones. MAX es el líder en MRP para microcomputadoras (el competidor más cercano tiene alrededor de 600 instalaciones).

Tamaño de compañías o divisiones. Ventas en el rango de 0.5 a 30 millones de dólares, además compañías más grandes están comenzando a utilizar el Micro-MRP de forma separada a su sistema principal.

Hardware. IBM/PC/AT/XT o compatible con 640K en RAM, 30 megabyte en disco duro, tarjeta de tiempo, y una impresora de 132 columnas. Un disco de 60 megas puede almacenar cerca de 10,000 números de parte.

MRP

Costo del software de MAX. Un promedio de 8,500 dólares para una empresa manufacturera de tamaño mediano con todos los módulos de manufactura y de contabilidad, pero requerimientos especiales pueden dar como resultado un amplio rango de costos, tan bajos como 495 dólares o tan altos como 30,000 dólares para un paquete multiusuario.

Software. MAX consiste de nueve módulos básicos y un módulo de utilidad.

- 1.- Lista de materiales
- 2.- Interfaces.
- 3.- Control de inventarios
- 4.- Plan Maestro de la Producción (MPS).
- 5.- Planeación de requerimientos de materiales.
- 6.- Control de compras.
- 7.- Control de piso.
- 8.- Desempeño del costo.
- 9.- Desempeño del manejo.

A continuación se presenta una breve descripción de algunos módulos:

Módulo del plan maestro de producción.- Acepta órdenes de clientes y de pronósticos. Computa lo disponible a promesa. Existe también una entrada de órdenes.

Módulo de control de compras.- Realiza órdenes de compra, da seguimiento a los costos y a las entregas, mantiene un historial del proveedor, y examina los requerimientos de efectivo.

MRP

Módulo de control de piso.- Prepara paquetes de trabajo, da seguimiento al progreso de las órdenes a través de todo el piso, comunica las decisiones del MRP al piso, y analiza escasez o falta de producto.

Módulo de desempeño del costo.- Da seguimiento a variaciones del costo entre lo planeado y los costos actuales. También genera información detallada y reportes con análisis de trabajo en proceso.

Módulo de desempeño de manejo.- Genera reportes como un análisis de exceso en inventarios, costo de inventario por locación y clase, actividad de la orden de compras, análisis del desempeño del proveedor, costos de requerimientos de materiales, actividad de la orden de trabajo, análisis del plan de producción, y análisis de escasez de partes.

Módulo de contabilidad Solomon III.- MAX utiliza el paquete de contabilidad integrado Solomon III, el cual consiste de 15 módulos interactivos incluyendo cuentas por pagar, cuentas por cobrar, nóminas, costeo del trabajo, análisis de ventas, entre otros.

5.3.8 PROBLEMAS EN LA INSTALACIÓN Y UTILIZACIÓN DE SISTEMAS MRP

El MRP está muy bien desarrollado técnicamente, y la implementación de un sistema MRP debe ser bastante simple. Pero aún así existen muchos problemas con los sistemas de MRP y hay muchos "fracasos" al tratar de instalarlo. ¿Por qué ocurren esos problemas cuando este es un sistema "probado"?

Una respuesta de factores organizacionales y de comportamiento sería parcial y no respondería correctamente a nuestra pregunta. Tres causas principales han sido identificadas: la falta de compromiso de la alta gerencia, el error de reconocer al MRP únicamente como un software que necesita ser utilizado correctamente, y la integración del MRP y del JIT.



Parte de la culpa para la falta de interés por parte de la alta gerencia puede ser la imagen del MRP. Suena como un sistema de manufactura más que un plan de negocios. A pesar de ello, el sistema MRP es utilizado para crear planes de recursos y desarrollo de programas. Un programa trabajando correctamente puede utilizar efectivamente los artículos de la empresa para dar como resultado un incremento en las ganancias. El MRP debe ser presentado a la alta gerencia como una herramienta de planeación con referencias específicas para dar resultados en las ganancias. Se requiere de una educación intensiva de los ejecutivos, recalcando la importancia del sistema cerrado de MRP, integrado, como una herramienta de planeación estratégica.

MRP



El segundo problema se refiere al MRP, el cual fue presentado y percibido como un sistema completo y autosuficiente para dirigir una empresa, más que una parte del sistema total. La tercer cuestión es como puede ser utilizado el MRP para funcionar con un JIT. JIT y MRP pueden coexistir pero existen algunas reglas de cómo deben ser integrados. El sistema consiste de las áreas funcionales de ingeniería, mercadotecnia, personal, y manufactura, como de las técnicas y conceptos de círculos de calidad, CAD/CAM, y robótica. El MRP necesita ser parte de un sistema, no el sistema en sí.

Actualmente, el MRP es un sistema formal que requiere adherencia estricta para poder funcionar apropiadamente. Con frecuencia los supervisores y los trabajadores desarrollan un sistema informal para realizar el trabajo. Su argumento es que este sistema informal surge debido a que el sistema formal es inadecuado para trabajar con inventarios reales programando problemas. Es por ello que todos los empleados de la empresa, desde el más bajo nivel hasta el presidente deben cambiar. A pesar de que el MRP trabaja en muchas instalaciones, sus bondades y limitaciones deben ser ampliamente estudiadas y comprendidas por todo el personal.

Otros problemas encontrados en la utilización del MRP incluyen:

1.- *La falacia del tiempo de entrega estático.* - El software de MRP trata al tiempo de entrega como un número fijo, mientras que en la realidad éste cambia por diversas razones, tales como una variación normal en el tiempo de proceso, espera de partes, retrasos en el proceso debido al adelanto de trabajos, descomposturas o mantenimiento normal de la maquinaria, etc.

MRP

2.- *La mala definición del tiempo de entrega.*- El tiempo de entrega en la producción consiste de:

- a) Tiempo de hacer a tiempo - escribir la orden, meterla, preparar el paquete de trabajo, liberar la orden, y destinar material.
- b) Tiempo Ocioso - tiempo en el centro de operación esperando a que la operación dé comienzo.
- c) Tiempo de preparación - preparar el equipo para la operación.
- d) Tiempo de corrida - realizar las operaciones (fabricación del producto).
- e) Tiempo de espera - tiempo de espera después de que la operación ha terminado.
- f) Tiempo de movimiento - mover físicamente entre operaciones.

3.- *Tiempo de entrega contra fabricación / cantidad de producción.*- El software de MRP debido a que considera el tiempo de entrega fijo, no toma en cuenta que el tiempo de corrida (parte del tiempo de entrega) varía dependiendo de la cantidad de unidades a producir.

4.- *Lista de materiales.*- Los programas de MRP utilizan la lista de materiales como una estructura de producto correcta representando la forma como la compañía fabrica sus productos. Para muchas empresas, sin embargo, especialmente aquellas produciendo en una línea de ensamble, los productos pueden ser fabricados en una secuencia completamente diferente a la mostrada en la lista de materiales.

5.- *Control de revisión de materiales.*- Muchos sistemas de MRP no fácilmente permiten cambios en el número de parte o la forma como el producto es fabricado.

MRP

6.- *Tiempo de entrega contra rutas.*- Debido a que muchos programas de MRP utilizan estructuras de listas de materiales para programar el control de piso, pueden dar como resultado programaciones pobres. Por ejemplo, pueden existir varios pasos en la ruta dentro del mismo nivel de la lista de materiales, los cuales requieran más tiempo del otorgado.

7.- *Falacia en la planeación de capacidad infinita.*- Pocos programas de MRP pueden reconocer un exceso o sobrecarga en el almacén y reprogramar.

8.- *La verdadera historia de la planeación de rough cut capacity.*- Mientras que la planeación de capacidades rough cut fue enseñada como la solución a centros de trabajo sobrecargados, en la realidad éste se encuentra en algún lugar entre lo difícil y lo imposible. En efecto, los programadores maestros deben realizar explosiones del MRP y del CRP en sus cabezas. Técnicamente, la única forma de realizar una planeación de capacidades rough cut es correr tanto el MRP como el CRP cada vez que se haga un cambio en el plan maestro. El tiempo requerido de computadora hace esto imposible.

9.- *Planeación de capacidades contra la lógica del MRP.*- Debido a que el MRP y el CRP no se corren en forma conjunta cuando los cambios son realizados en el plan maestro de producción, estos cambios crean "cuellos de botella flotantes". Los cuellos de botella aparecen y desaparecen, dependiendo del plan maestro de producción.

MRP

10.- *La lógica del MRP- confusión del usuario.* La lógica del MRP difiere de sistema a sistema. El usuario debe probar como reacciona el sistema a: aceleraciones, desaceleraciones, o cancelaciones de órdenes.⁶

5.3.8.1 CRITICAS AL CONCEPTO DE MRP



Además, a los problemas antes mencionados en la instalación y utilización de un sistema de MRP se añaden otras críticas. Muchas de estas críticas dicen que los programas y planes del MRP son imposibles de realizar o verdaderos sólo el día en que fueron creados. Se llevan al cabo muchos cambios en el sistema como para que el MRP pueda ajustarse a todos ellos.

⁶ Adaptado de Gus Berger. "Ten Ways MRP Can Defeat You". Conference Proceedings. American Production and Inventory Control Society, 1987, pp. 240-243.

MRP

5.3.8.1.1 EXACTITUD EN LOS REQUERIMIENTOS



Debido a que el MRP utiliza archivos detallados para programar o planear, el MRP no puede tolerar o aceptar inexactitud en la información que se maneja. De hecho, por muchos años desde que el MRP fue introducido, la compañías han sido clasificadas en diferentes clases debido a la exactitud de sus archivos. Compañías clase A, por ejemplo, tienen un 99 por ciento de exactitud. Los fracasos en el desempeño de la programación del MRP han sido adjudicados a archivos inexactos. Ahora reconocemos que la inexactitud no tuvo toda la culpa; la técnica para planear del MRP también falló.

MRP

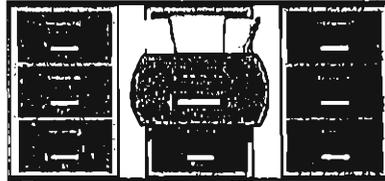
5.3.8.1.2 COMPROMISO DE LA ALTA GERENCIA



Esta no es una crítica para el MRP sino para alta gerencia. Como en el caso de muchos programas, el MRP necesita ser reforzado y apoyado continuamente por la alta gerencia. Un sistema de MRP está condenado al fracaso si la gerencia cree que su responsabilidad termina con la autorización de compra del paquete y dejando la responsabilidad de la corrida del sistema computacional al grupo de informática. Apoyo y soporte continuo es lo que se necesita; todos deben estar convencidos de que el sistema vale el tiempo y dinero invertido en él. También implica gastar dinero en entrenamiento y capacitación, y tal vez en cambios en medidas internas. Si esto no se hace, el personal de piso ignorará los programas de MRP y procederán a utilizar sus propias prioridades en la selección del trabajo y del tamaño de lotes durante el proceso.

MRP

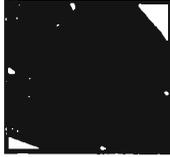
5.3.8.1.3 MRP COMO UNA BASE DE DATOS



A pesar de que el MRP ha sido criticado por su cuestionada exactitud al proveer los programas de trabajo, el MRP ha sido altamente complementado por su base detallada de datos. El MRP se extiende a lo largo de todas las facilidades de la empresa y se une a través de numerosos módulos. Inclusive si alguna empresa decide dejar de utilizar el MRP para programar sus facilidades, puede continuar manteniendo los archivos del MRP para su valoración de información.

MRP

5.3.8.1.4 ALMACÉN DE SEGURIDAD



Generalmente el añadir un almacenamiento de seguridad requiere de unidades que no son visualizadas por el sistema de MRP el cual se basa en demanda derivada. Sin embargo, existe un sentimiento de que cuando la disponibilidad de materiales o partes pueden sufrir de un largo e inflexible tiempo de entrega o si está sujeto a huelgas o cancelaciones, un almacenamiento de seguridad ofrece protección en contra de retrasos en la producción. Un almacenamiento de seguridad es en ocasiones creado intencionalmente por la planeación. Uno de los argumentos principales en contra de la utilización de un almacenamiento de seguridad es que el sistema MRP lo considera como una cantidad fija, y el almacenamiento de seguridad nunca es utilizado.

5.3.8.2 TAMAÑO DE LOTE EN SISTEMAS MRP



La determinación del tamaño de lote en el sistema MRP es un problema complicado y difícil. Los tamaños de lote son la parte cuantitativa indicada en la orden de recepción planeada y en la orden de liberación planeada de una programación de MRP. Para partes producidas en la empresa, el tamaño de lote son las cantidades de producción. Para partes compradas, son las cantidades ordenadas al proveedor. Los tamaños de lote generalmente necesitan requerimientos de partes para uno o más períodos.

La mayoría de las técnicas para obtener el tamaño de lote tratan de balancear los costos de ordenar o los costos de preparación y retener los costos asociados con la obtención de los requerimientos netos generados por el proceso de planeación del MRP. Muchos sistemas de MRP tienen opciones para computar el tamaño de los lotes basándose en algunas de las técnicas comúnmente utilizadas. Debe resultar obvio que la utilización de técnicas de obtención de tamaños de lote incrementa la complejidad en la generación del programa de MRP. Cuando se explota totalmente, el número de partes programadas puede ser enorme.

5.3.8.2.1 LOTE POR LOTE

De las diferentes técnicas de medición de lotes existentes, la de lote por lote (LAL) es la técnica más común:

- Pone las órdenes planeadas de tal forma que cumplan con los requerimientos netos de forma exacta.
- Produce exactamente lo que se necesita en cada periodo sin acarrear a periodos futuros.
- Minimiza el costo de acarrear.
- No toma en cuenta los costos de preparación o las limitaciones de capacidad.

En muchas ocasiones, fabricar suficiente producto para que dure varios periodos, incurriendo en costos de mantener, puede resultar más barato que producir en cada periodo e incurrir repetidamente en costos de preparación. En el caso de partes producidas dentro de la empresa, el costo de preparación representa tiempo en el que los recursos no están operando sino preparándose para la producción. Esto es pérdida de capacidad. No sólo los costos de preparación son mayores sino que el realizar preparaciones en cada periodo implica la reducción del tiempo disponible para fabricar otros productos.

MRP

5.3.8.2.2 CANTIDAD ECONÓMICA A ORDENAR

El modelo EOQ balancea explícitamente los costos de mantener y de preparación. En un modelo EOQ debe existir ya sea una demanda constante o un almacenamiento de seguridad para prevenir una variación en la demanda. El EOQ utiliza una estimación de la demanda total anual del costo de preparación o del costo de ordenar y del costo anual de mantener. El EOQ no fue diseñado para un sistema con periodos de tiempo discretos tal como el MRP. Las técnicas utilizadas por el MRP para determinar el tamaño de lote asumen que los requerimientos de partes están satisfechos al inicio del periodo. Los costos de mantener sólo se cargan al inventario final de cada periodo, no al promedio del inventario utilizado en el modelo EOQ. El EOQ asume que las partes son utilizadas en una base continua durante el periodo. El tamaño de lote generado por el EOQ no siempre cubre la totalidad de los periodos. Por ejemplo, el EOQ puede proveer de requerimientos para 4.6 periodos.

MRI'

5.3.8.2.3 COSTO TOTAL MENOR

El método de costo total (LTC) menor es una técnica dinámica que calcula la cantidad a ordenar mediante la comparación del costo de acarrear con el costo de preparación (o de ordenar) para varios tamaños de lote y entonces selecciona el lote en el que estos son más parecidos

MRI'

5.3.8.2.4 MENOR COSTO UNITARIO

El método de menor costo unitario (LUC) es una técnica dinámica de obtención de tamaños de lote que suma los costos de ordenar con los de acarrear para cada tamaño de lote y lo divide entre el número de unidades existentes en cada lote, escogiendo el lote con menor costo unitario.

MRI*

Lote por lote

Período	Requerimientos Netos	Producción	Inventario Final	Costo Mantener	Costo Preparación	Costo Total
1	50	50	0	\$ 0	\$ 47	\$ 47
2	60	60	0	0	47	94
3	70	70	0	0	47	141
4	60	60	0	0	47	188
5	95	95	0	0	47	235
6	75	75	0	0	47	282
7	60	60	0	0	47	329
8	55	55	0	0	47	376

En cada periodo el tamaño de lote es exactamente igual a los requerimientos. Un costo de preparación es asignado a cada periodo. La técnica del modelo de lote por lote, mientras minimiza el costo de mantener las órdenes suelen ser bastantes debido a que se crea una cada vez que un requerimiento neto ocurre.

MRP

Cantidad Económica a ordenar (EOQ)

Período	Requerimientos Netos	Producción	Inventario Final	Costo Mantener	Costo Preparación	Costo Total
1	50	351	0	\$ 15.05	\$ 47	\$ 62.05
2	60	0	241	12.05	0	74.10
3	70	0	171	8.55	0	82.65
4	60	0	111	5.55	0	88.20
5	95	0	16	0.80	0	89.00
6	75	351	292	14.60	47	150.60
7	60	0	232	11.60	0	162.20
8	55	0	177	8.85	0	171.05

EOQ Asume:

Requerimientos totales	525
Requerimientos promedio	65.6
Mantener Anual	\$2.60
Demanda Anual	3,412.5
EOQ	351.25

Teniendo en cuenta todo cuanto asume el EOQ, se requiere un estimado de la demanda anual y del costo anual de mantener. Debido a que el costo por periodo de mantener es de \$0.05 y que el programa de MRP es semanal, el costo de mantener unitario

MRI

anual es de \$2.60 (0.05×52 semanas). La demanda anual es computada mediante la multiplicación del promedio semanal de la demanda por ocho periodos por 52 semanas ($525/8 \times 52 = 3,412.5$). El EOQ resultante es de 351 unidades. El tamaño de lote del EOQ en el primer periodo es lo suficientemente grande como para cumplir con los requerimientos del periodo 1 al 5 y una porción del periodo 6. Entonces, en el periodo 6 se planea otro lote de EOQ para cumplir con los requerimientos de los periodos 6 al 8. Hay que observar que el EOQ deja algo de inventario para el final del periodo 8 para acarrearlo hasta el periodo 9.

MRI'

Costo total menor (LTC)

Periodo	Requerimientos	Producción	Inventario	Costo	Costo	Costo
	Netos		Final	Mantener	Preparación	Total
1	50	335	285	\$ 14.25	\$ 47	\$ 61.25
2	60	0	225	11.25	0	72.50
3	70	0	155	7.75	0	80.25
4	60	0	95	4.75	0	85
5	95	0	0	0	0	85
6	75	190	115	5.75	47	137.75
7	60	0	55	2.75	0	140.50
8	55	0	0	0	0	140.50

Periodo	Cantidad	Costo de	Costo	Costo	
	Ordenar	Acarrear	Ordenar	Total	
1	50	\$ 0	\$ 47	\$ 47	
1-2	110	3	47	50	
1-3	180	10	47	57	
1-4	240	19	47	66	
1-5	335	38	47	85	(LTC)
1-6	410	56.75	47	103.75	
1-7	470	74.75	47	121.75	
1-8	525	94	47	141	
6	75	0	47	47	
6-7	135	3	47	50	
6-8	190	8.50	47	55.50	(LTC)

MRP

El procedimiento para obtener el LTC es comparar los costos de ordenar y los costos de mantener para varios períodos. Por ejemplo, los costos son comparados para producir en el período 1 y cubrir los requerimientos de dicho período; producir en el período 1 para el período 1 y el 2; producir en el período 1 para el período 1, 2 y 3, etc. La selección correcta es el tamaño de lote en el que se encuentren los costos de ordenar muy similares a los costos de mantener. El mejor tamaño de lote es el de 335 debido a que el costo de ordenar y el de mantener son lo más cercanos posibles. Este tamaño de lote cubre requerimientos para los períodos del 1 al 5. A diferencia del EOQ, el tamaño de lote cubre únicamente períodos completos. Ahora nos localizamos en el período 6, y nuestro problema es determinar cuantos períodos futuros podemos proveer. En la tabla anterior se observa que el costo de mantener y el de acarrear son más cercanos en los períodos 6-8 y hay que observar que la diferencia entre ambos es bastante amplia, si nuestro período de planeación se extendiera a más períodos el tamaño de lote también cubriría más períodos, disminuyendo esta diferencia. Una de las limitantes de este modelo es la influencia que tiene sobre él el largo del horizonte de planeación.

MIP

Menor Costo Unitario (I.UC)

Período	Requerimientos Netos	Producción	Inventario Final	Costo Mantener	Costo Preparación	Costo Total
1	50	410	360	\$ 18	\$ 47	\$ 65
2	60	0	300	15	0	80
3	70	0	230	11.50	0	91.50
4	60	0	170	8.50	0	100
5	95	0	75	3.75	0	103.75
6	75	115	115	5.75	47	156.50
7	60	0	55	2.75	0	159.25
8	55	55	55	2.75	47	209.00

Período	Cantidad Ordenar	Costo de Acarrear	Costo Ordenar	Costo Total	Costo Unitario	
1	50	\$ 0	\$ 47	\$ 47	\$ 0.9400	
1-2	110	3	47	50	0.4545	
1-3	180	10	47	57	0.3167	
1-4	240	19	47	66	0.2750	
1-5	335	38	47	85	0.2537	
1-6	410	56.75	47	103.75	0.2530	(LUC)
1-7	470	74.75	47	121.75	0.2590	
1-8	525	94	47	141	0.2686	
7	60	0	47	47	0.7833	
7-8	115	2.75	47	49.75	0.4326	(LUC)

MRI'

En el LUC se busca el menor costo unitario. Como se observa en la tabla anterior este corresponde a los periodos del 1-6 y del 7-8. Al igual que el modelo LTC esta técnica se ve fuertemente influenciada por el largo del horizonte de planeación.

MRP

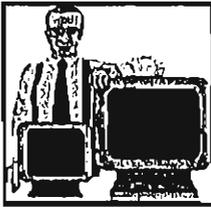
5.3.8.2.5 ¿QUÉ TAMAÑO DE LOTE ELEGIR?

Utilizando el método de lote por lote, el costo total para los ocho períodos es de \$376; el costo total del EOQ es de \$171.05. El método de menor costo total es de \$140.50; y el del menor costo unitario es de \$209. El menor costo fue obtenido mediante el método de menor costo total. Si existiesen más de ocho períodos, el costo menor podría cambiar.

La ventaja del método de menor costo unitario es que realiza un análisis más completo y tomaría en cuenta los costos de ordenar o de preparación, los cuales podrían cambiar con el tamaño del lote. Si los costos de ordenar o de preparación permanecen constantes, el método de menor costo total es el más atractivo debido a que es más simple y sencillo; aunque únicamente serviría mejor que cualquier otro bajo esta restricción.

MRP

5.3.9 INSTALANDO UN SISTEMA MRP



El tiempo promedio para que una compañía pueda realizar una instalación efectiva de un sistema MRP suele variar de 18 a 24 meses. No sólo por el software, sino también por la preparación y capacitación a la que se debe incurrir dentro de la empresa. Aunque podamos sonar un poco redundantes, repetiremos algunas precauciones que se deben tomar al momento de instalar un sistema de MRP.

MRP

5.3.9.1 PASOS DE PREPARACIÓN

5.3.9.1.1 LISTA DE MATERIALES



La BOM enlista todos los materiales requeridos para crear un producto de forma jerárquica, la cual suele ser la forma como se fabrica el producto. La BOM es muy importante en un sistema de MRP debido a que es el conductor principal del sistema. Inexactitudes no pueden ser toleradas. Sin un MRP o algún otro sistema computacional, la exactitud de la BOM puede no ser total. Uno de los primeros pasos para instalar un sistema MRP es revisar concienzudamente la lista de productos y asegurarse de que esté correcta.

MRP

5.3.9.1.2 HOJAS DE RUTA Y TIEMPOS DE PROCESO



De forma similar al BOM, muchas compañías no han tenido la necesidad de especificar qué tipo de maquinaria o proceso se debe utilizar, debido a que muchos ajustes pueden ser realizados en el piso. Lo mismo ocurre con el proceso; con los usuales tiempos mayores en el piso (opuesto a las instalaciones de MRP) existe la oportunidad para tener discrepancias (sin tomar en cuenta que la información para los procesos contables pueda tener un error).

MRP

5.3.9.1.3 INVENTARIO



Muchas compañías tienen errores en sus archivos de inventario. En muchas ocasiones es debido a que nadie quiere invertir el tiempo necesario para contar y verificar los archivos y el inventario físico. Otra razón es que usualmente el inventario es viejo y obsoleto; el actualizar los archivos puede significar un gran acarreo de inventario en los libros de la compañía. La reducción del inventario es fácilmente observada por la alta gerencia ya que impacta a las utilidades. El instalar un sistema de MRP significa que los errores deben ser removidos y el inventario acarreado debe de ser de calidad y utilizable.

MRP

5.3.9.1.4 PROCEDIMIENTOS



A demás de los archivos antes mencionados, deben instalarse procedimientos para mantener actualizados dichos archivos. Por ejemplo, el añadir al inventario cuando se recibe un pedido de los proveedores y realizar los cambios apropiados cuando se asigna material del inventario a producción. También, formas de manejo del tiempo de la lista de materiales, rutas o de procesos deben ser decididos.

5.3.9.1.5 ENTRENAMIENTO Y CAPACITACIÓN



Todos (desde la alta gerencia hasta compras, supervisores y los trabajadores de piso) deben de ser capacitados para realizar un efectivo uso del sistema MRP. La gente puede ser por naturaleza contraria al cambio. A través de la historia de 2 décadas del MRP , se ha culpado a la gente cuando no ha habido un buen desempeño del sistema MRP (falta de entendimiento, falta de apoyo de la alta gerencia, falta de disciplina, etc.)

Un sistema completo de MRP II que cubra todas las necesidades de una compañía requiere de varios años. Una vez que una compañía está comprometida con un sistema, tratar de cambiar por otro podría tomar años.

**ESTUDIO FINANCIERO DEL
M.R.P. II**

6.1 INVERSIÓN INICIAL Y FUENTES DE RECURSOS

Antes de comenzar, es importante mencionar que el proyecto será analizado en un período de 5 años, pues aunque la mayoría de los proyectos se hacen así, es bueno decir que el plástico a pesar de ser caro como materia prima, se recupera rápidamente si uno logra colocar muchos productos en el mercado

Comenzando como dijimos antes por las políticas financieras y los costos implicados en cada política son:

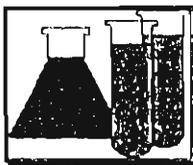


- Para el Activo Circulante

a) Se considerará respecto al manejo de los inventarios un mes de materia prima, esto es para poder mantener un Inventario de seguridad de 15 días y un Inventario de trabajo de otros 15 días. Al comienzo de la operación se solicitará a los siete días un nuevo pedido de materia prima para quince días, así llegará a nosotros aproximadamente a los siete días del pedido y podremos empezar otra quincena con los inventarios llenos. Este sistema seguirá durante toda la operación de la empresa en Materia Prima; la razón del mes inicial de inventarios de M.P. en la inversión inicial, es que el costo del plástico virgen es elevado y el tener inventarios mayores nos elevaría en mucho el costo de

ESTUDIO FINANCIERO DEL MRP

financiamiento inicial el cual no es necesario que sea tan fuerte, si con lo estipulado anteriormente nos basta para salir con la producción.



MATERIA PRIMA

El costo del plástico PET es de N\$ 6.70 / Kg (USD 1.09); haciendo una ponderación junto con la materia que se pueda reciclar, la producción será:

114,416 Piezas por máquina, por turno (quitando ya los desperdicios por calidad), trabajando 2 turnos al día, 5 días a la semana, 250 días al año.

4 Máquinas dedicadas al producto de 0.024 Kg (P1).

3 Máquinas dedicadas al producto de 0.042 Kg (P2).

Lo anterior nos arroja que la producción anual y los costos de M.P. serán de:

ESTUDIO FINANCIERO DEL MRP

PRODUCTO	CANTIDAD M.P. (Kg/Pieza)	COSTO M.P. (NS / Kg)	PRODUCCIÓN ANUAL	COSTO TOTAL M.P. (NS)
P1	0.024	6.70	114,416,000	18,398,092.80
P2	0.042	6.70	85,812,000	24,147,496.80
TOTAL			200,228,000	42,545,589.60

b) La mano de obra se considerará de igual forma para la inversión inicial puesto que es necesario pagarles a los trabajadores al término de las quincenas sin demora, ya que si existe un atraso en el pago por parte de los clientes habrá que usar el dinero de seguridad, sin tener que usar desde el primer mes el banco y la caja.

ESTUDIO FINANCIERO DEL MRP



MANO DE OBRA

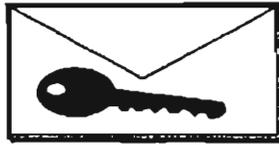
Empleados de salario mínimo: 37

Empleados con pago de sueldo mayor: 33

SALARIOS MÍNIMOS	NS/ DÍA (totales)	DÍAS	TOTAL (NS/ año)
S.M. FABRICACIÓN	470.53	375	176,449.20
S.M. ADMINISTRACIÓN	214.98	375	80,617.50
S.M. VENTAS	36.99	375	13,874.90
TOTAL	722.51		270,941.70
SUELDOS			
S FABRICACIÓN	1,585.00	375	594,375.00
S ADMINISTRACIÓN	1,635.00	375	613,125.00
S VENTAS	283.00	375	89,250.00
TOTAL	4,180.51	375	1,576,691.70
INFONAVIT (5%)			13,547.08
SAR (2%)			31,353.83

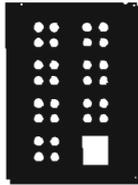
ESTUDIO FINANCIERO DEL MPT

c) La caja y los bancos se consideraron como: El 50% de la Materia Prima Inicial, este dato es simplemente por seguridad de las operaciones mensuales y ayuda al flujo de caja del año 1.



- Para los Activos Diferidos

a) Los Activos Diferidos como asistencia técnica, seguros y otros factores referentes a la maquinaria se incluirán en la cláusula de compra de las máquinas, cargando un 10% del precio de compra, para que durante seis años se le dé servicio y reparación, sin nosotros tener que preocuparnos por ello. Por otro lado los gastos de instalación fueron considerados como el 5% del costo de instalación.



- Para los Activos Fijos

a) En la compra de terreno se pensó en el lugar que el estudio técnico designó, usando unos 4,000 m² aproximadamente, a N\$350.00 / m², se tiene una inversión de N\$1,400,000.00.

ESTUDIO FINANCIERO DEL MRP

b) El edificio y las instalaciones se realizaron en base a comparaciones con obras similares, y el precio no se elevó tanto porque es una nave industrial con pocas oficinas y mucho espacio únicamente cubierto.

c) La maquinaria y equipo consta de inyectoras, molinos, termorreguladores y un refrigerador, además de considerar también una depreciación a diez años siendo cada año depreciado un 10%. Así como computadoras y software por la utilización del MRP los cuales se deprecian un 20% cada año. La tabla de costos sería la siguiente:

ARTÍCULO	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL	DEPRECIACIÓN AÑO
Inyectora	508,990.82	7	3,562,935.79	356,293.57
Molino	17,298.14	7	121,080.73	12,108.07
Termorregulador	17,041.29	7	119,289.02	11,928.90
Refrigerador	61,998.85	1	61,998.85	6,199.88
Computadoras	11,000.00	50	550,000.00	110,000.00
Software	187,600.00	1	187,600.00	37,520.00
TOTAL	803,929.10	73	4,602,280.64	460,228.06

ESTUDIO FINANCIERO DEL MRP

Por último, en el activo fijo se incluye el equipo de transporte, el cual consta de cuatro camionetas valuadas en N\$ 80,000.00 y dos montacargas valuados en N\$ 65,000.00, teniendo un total de N\$ 450,000.00.

Por otro lado, para poder financiarnos el Activo, debemos recurrir a un financiamiento con proveedores, bancos y accionistas.



• Para el Pasivo a Corto Plazo

a) Los proveedores no financiarían un mes de M.P. a un costo de N\$ 6.70 / Kg en bolsas de 25 Kg, por lo que tendremos mensualmente 23,636.43 bolsas de Materia Prima de PET. Este financiamiento con el paso de los años se va moviendo, de tal forma que ayude a financiar el activo, más que tenerlo como una cuenta fija.

ESTUDIO FINANCIERO DEL MIP



- Para el Pasivo a Largo Plazo

a) Un préstamo bancario de NS 4,785,092.32 (55.73% del financiamiento externo), a un interés del $CIP = 16.37\% + 6$ puntos, por lo que la tasa será de 22.37% a un período de 5 años con pagos anuales iguales de NS 1,684,221.74 pagaderos anualmente a final de período. Por último, el pago del saldo del año cuatro pasará a ser Pasivo a Corto Plazo para el quinto año, por lo que la cuenta de P.L.P. quedará en ceros.



- Para el Capital Social

a) Los socios aportarán NS 5,550,384.00, con acciones a NS10.00 / acción a nombre de PLAMEX S.A., con un total de 555,039 acciones. La aportación de los socios es de 40.00% del total financiado externamente.

ESTUDIO FINANCIERO DEL MRP

b) Por parte de los dividendos para los socios, éstos deberán abarcar el 30% de las utilidades después de impuestos y se empezará a pagar utilidades en la operación del segundo año, así hasta el quinto año en donde se cierra la operación.

Por último, la TREMA requerida para el negocio deberá satisfacer al banco y a los accionistas, así como a los proveedores (otros), ya que las aportaciones de éstos son:

APORTADORES	CAPITAL APORTADO	PORCENTAJE DE APORTACIÓN	TREMA
SOCIOS	N\$ 5,550,384.00	40.00	27
BANCO (NAFINSA)	N\$ 4,785,092.32	34.47	16
OTROS	N\$ 3,545,465.80	25.53	25
TOTAL	N\$ 13,880,942.12	100.00	22.71

6.2 DETERMINACIÓN DE COSTOS

Para empezar con los costos, tenemos que decir que en el estudio de mercado se averiguó que las compras en esta rama de la industria aumentan un 6% cada año en el último periodo, por ello nosotros determinamos que si actualmente manejáramos un total de producción que sature nuestro sistema, al comienzo del segundo año se perderá la participación en el mercado si no ampliamos la capacidad de la planta, por ello se ha determinado que en tres años el mercado crecerá un 16%, el cual hará que al cuarto año saturemos la capacidad de producción al poder comprar un equipo completo de inyección.

En el quinto año tendremos otra vez falta de maquinaria para seguir abarcando nuestro mercado, por lo que a fines del sexto año se tendría que introducir otra más (y seguir así hasta que ya no quede espacio disponible, o se cierre la fábrica), pero nuestro estudio a cinco años nos dice que no es necesaria más que la compra de la primera inyectora.

Para nuestro análisis (tres años constantes y los últimos a un 6% cada uno de los costos considerados variables), se determinaron costos de diversos tipos, antes de mostrar la tabla de costos durante los cinco años, mencionaremos algunos rubros que se manejan:

ESTUDIO FINANCIERO DEL MRP

Gastos de Fabricación:

Incluye todos los gastos que corresponden a la producción de las preformas del PET, entre otros están algunos mencionados en la inversión inicial, tales como: Materia Prima, Mano de Obra, Mantenimiento, etc.. Otros gastos no mencionados son:

Energía Eléctrica:

MAQUINAS	KW / HR	COSTO / HR	HR / AÑO	TOTAL (NS)
Inyectoras	174.30	0.305	4,000	212,616.00
Molinos	15.68	0.305	4,000	19,129.60
Termorreguladores	42.84	0.305	4,000	52,264.80
Refrigerador	3.57	0.305	4,000	4,355.40
TOTAL	236.39	0.305	4,000	288,395.80

Materiales Indirectos:

Para el producto 1 se requieren 595,976.67 cajas al año con un costo unitario de NS0.75, arrojando un total de NS466,937.50, para el producto 2 serán 446,937.50 cajas por año a NS1.00

ESTUDIO FINANCIERO DEL MRP

teniendo un costo igual al PI, teniendo un total de N\$905,875.00 al año, con N\$12,000.00 al año de extras.

Gastos de Administración:

Aquí se incluyen los gastos que tengan que ver con el área financiera de la empresa:

- ⇒ Pago a los funcionarios y empleados, acorde con la tabla de sueldos y salarios.
- ⇒ Depreciación del activo fijo.
- ⇒ SAR.
- ⇒ INFONAVIT.
- ⇒ Gastos Legales.
- ⇒ Gastos de publicidad y viajes (10% del total de gastos de administración y ventas).
- ⇒ Gastos de papelería (considerados fijos).
- ⇒ Gastos de capacitación.
- ⇒ Otros Gastos.

Es importante mencionar que los gastos administrativos, de venta y salarios y el mantenimiento de los gastos de fabricación se mantienen constantes, es importante fijar los gastos fijos y los variables ya que éstos determinarán el punto de equilibrio.

ESTUDIO FINANCIERO DEL MRP

Gastos de Venta:

Son los gastos que se relacionan con el departamento de ventas, aquí se incluyen:

- ⇒ Salarios de vendedores y de personal de ventas.
- ⇒ Gastos extras que se asemejen en proporción a los gastos financieros.

Gastos Financieros:

Se consideran año con año los intereses y el pago del principal, descontando los intereses en el Estado de Resultados, y el principal en el Balance

Por último, debemos mencionar que las depreciaciones del terreno, edificio y maquinaria y equipo, deben de ser depreciados a diez años, a su vez el equipo de transporte queda depreciado en cinco años, así como las computadoras y el software.

La tabla que se muestra a continuación indica las depreciaciones anuales a considerar en cada rubro del activo fijo:

ESTUDIO FINANCIERO DEL MRP

ACTIVO	COSTO INICIAL	%DEPRECIACIÓN POR AÑO	DEPRECIACIÓN ANUAL
Terreno	1,400,000.00	10	140,000.00
Edificio	98,143.93	10	9,814.393
Maquinaria y Equipo	4,602,280.64	10	460,228.06
Total a 3 años	6,100,430.57	10	610,043.06
Equipo de transporte	450,000.00	20	90,000.00

ESTUDIO FINANCIERO DEL NRP

INVERSION INICIAL Y FUENTE DE RECURSOS

ACTIVO		PASIVO	
<i>ACTIVO CIRCULANTE</i>		<i>PASIVO A CORTO PLAZO</i>	
1 MES DE M.P.	3545465.81	PROVEEDORES (1 MES)	3545465.81
1 MES DE M.O.	130640.97	IMPUESTOS POR PAGAR	0
RESERVA BANCOS Y CAJA	1838053.39	TOTAL	3545465.81
CUENTAS POR COBRAR	0		
TOTAL	5514160.17	<i>PASIVO A LARGO PLAZO</i>	
<i>ACTIVO DIFERIDO</i>		PRÉSTAMOS BANCARIOS	4785092.32
CONTRATOS Y SEGUROS	1020041.16	<i>CAPITAL CONTABLE</i>	
INSTALACIÓN	356293		
TOTAL	1376334.16	APORTACIÓN SOCIOS	5550384
<i>ACTIVO FIJO</i>		TOTAL PASIVO + CAPITAL	13880942.13
TERRENO	1400000		
EDIFICIO	398143.93		
INSTALACIÓN	140023.24		
MAQUINARIA Y EQUIPO	4602280.24		
EQUIPO DE TRANSPORTE	450000		
TOTAL	6990447.81		
TOTAL ACTIVO	13880942.14		

ESTUDIO FINANCIERO DEL MRP

GASTOS FINANCIEROS

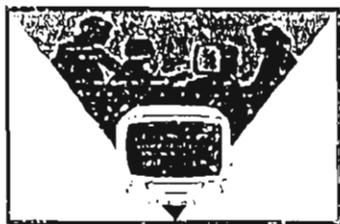
PAGO DE LOS INTERESES AL PRÉSTAMO DE NAFINA	
PRESTAMO	4,785,092.32
INTERÉS ANUAL	2,237,174.00
GINCO PAGOS ANUALES	1,684,221.74

ANO	SALDO INIC	PAGO	INTERÉS	PRINCIPAL	SALDO FINAL
1	4,785,092.32	1,684,221.74	1,070,425.15	613,709.69	4,171,295.73
2	4,171,295.73	1,684,221.74	933,116.85	761,102.69	3,420,192.84
3	3,420,192.84	1,684,221.74	765,097.14	919,124.60	2,501,068.24
4	2,501,068.24	1,684,221.74	566,488.07	1,124,732.77	1,376,355.47
5	1,376,355.47	1,684,221.74	308,666.24	1,376,355.47	0.03

GASTOS GENERALES	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
<i>GASTOS DE FABRICACIÓN</i>					
MATERIA PRIMA	42545589.60	42545589.60	42545589.60	45098324.98	47804224.47
REFACC. Y COMBUSTIBLE	1337.10	1337.10	1337.10	1337.10	1337.10
ENERGÍA	288395.80	288395.80	288395.80	328973.00	328973.00
MAT. INDIRECTOS	905875.00	905875.00	905875.00	960227.50	1017841.15
MANTENIMIENTO	59382.26	59382.26	59382.26	67865.44	67865.44
MANO DE OBRA (41)	770824.20	770824.20	770824.20	770824.20	770824.20
TOTAL	44571403.96	44571403.96	44571403.96	47227552.22	49991065.36
<i>GASTOS DE VENTA</i>					
SALARIO VENDEDORES (9)	103125.00	103125.00	103125.00	103125.00	103125.00
DEPRÉC. EQ. TRANSPORTE	90000.00	90000.00	90000.00	90000.00	90000.00
OTROS GASTOS	50000.00	50000.00	50000.00	50000.00	50000.00
TOTAL	243125.00	243125.00	243125.00	243125.00	243125.00
<i>GASTOS ADMINISTRATIVOS</i>					
SUELDO FUNCIONARIOS (5)	613125.00	613125.00	613125.00	613125.00	613125.00
SALARIOS (15)	118117.50	118117.50	118117.50	118117.50	118117.50
PAPELERÍA Y TEL	27500.00	27500.00	27500.00	27500.00	27500.00
VIAJES Y PUBLICIDAD	163555.09	163555.09	163555.09	163555.09	163555.09
GASTOS LEGALES	22500.00	22500.00	22500.00	22500.00	22500.00
GASTOS CAPACITACIÓN	670000.00	343040.00	0.00	0.00	0.00
SAR (2%)	31353.83	31353.83	31353.83	31353.83	31353.83
INFONAVIT (5%)	13547.08	13547.08	13547.08	13547.08	13547.08
DEPRECIACIÓN	640042.45	640042.45	640042.45	694366.47	694366.47
TOTAL	2299740.95	1972780.95	1629740.95	1684064.97	1684064.97
<i>GASTOS FINANCIEROS</i>					
INTERESES	1070425.15	933118.85	765097.14	559488.97	307886.24
COSTO TOTAL	48130695.06	47720428.76	47209367.05	49714231.16	52226141.57

ESTUDIO FINANCIERO DEL MRP

6.3 PUNTO DE EQUILIBRIO



Para la determinación del punto de equilibrio, fue necesario contemplar que la Materia Prima, los Materiales Indirectos se consideraran como variables, y los demás como fijos, dándonos

unos costos fijos de NS 4,679,230.46.

Precio unitario de venta: NS 0.30

Costo unitario de venta: sabemos que el costo lo determina la M.P. y los materiales indirectos, por lo que se presenta la siguiente ecuación:

$$Cu = 0.1608P1 + 0.2814P2 + 0.0039P1 + 0.0052P2$$

$$Cu = 0.1647P1 + 0.2866P2$$

Dado que la producción es de 57.14% de P1, y de 42.85% de P2, ponderando estos datos sobre la ecuación para obtener el costo unitario por el cual se multiplicará la producción, considerando esto como ventas:

$$Cu = NS 0.2169$$

ESTUDIO FINANCIERO DEL MRP

Para el punto de equilibrio, sólo se elaboró la fórmula:

$$P.E.1 = \frac{N\$ 4.679.230,46}{N\$ (0,3 - 0,2169)} = 56,308,429.12 \text{ piezas al año}$$

El dato anterior nos muestra el número necesario de piezas a producir, con el objeto de salir en cero. El total de ventas deberá ser de N\$ 16,892,528.74.

Será bueno hacer un análisis de sensibilidad para el primer año, variando el precio de venta, ya que ahora se encuentra ubicado a un 38.28% por encima del costo unitario, por lo que al variar este dato se considerarán menores utilidades marginales, teniendo un nuevo precio de venta de N\$ 0.25, donde se gana para P1 y se pierde para P2.

$$P.E.2 = \frac{N\$ 4.679.230,46}{N\$ (0,25 - 0,2169)} = 141,366,479.15 \text{ piezas al año}$$

Esta fórmula nos revela que en el primer año estamos 1.42 veces el punto de equilibrio, por lo que bajar el precio a una utilidad marginal de un 15.23% (la mitad) sobre el costo, nos baja mucho la utilidad, dudando sobre la rentabilidad del proyecto.

ESTUDIO FINANCIERO DEL MRP

Para las ventas consideradas a NS 0.30 en el caso de salir tablas no se considera el dejar ingresos, ni dividendos, por lo que las ventas deberán ser mayores. Para los siguientes años tenemos una tabla de Punto de Equilibrio, donde se muestran los cambios año con año:

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Punto Equilibrio	56,308,429.12	51,371,409.86	45,217,745.49	43,991,319.86	40,963,609.51
Vtas./P.E.	3.5559	3.8976	4.4281	4.8246	5.4921

La tabla anterior nos muestra el cambio en el año cuatro, cuando se compra la maquinaria nueva, ya que los costos se reducen constantemente hasta el año cuatro con los nuevos gastos, y luego continúa un movimiento descendiente en forma constante por otros tres años, siempre y cuando no exista un financiamiento en las operaciones del año.

Es importante ahora mencionar unos cálculos que serán de utilidad en el siguiente tema, y estos cálculos se refieren al valor del salvamento que debe existir en la maquinaria, los edificios y el equipo de transporte, ya que si la compañía se proyecta a cinco años, los rubros que se deprecien a más, generarán una entrada de capital en el último año.

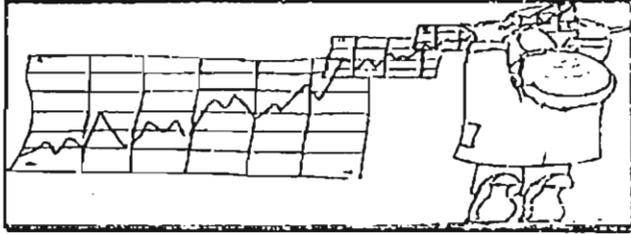
ESTUDIO FINANCIERO DEL MRP

Los datos a manejar son los siguientes:

ACTIVO	VALOR INICIAL	DEPRECIACIÓN ACUMULADA	VALOR SALVAMENTO
Terreno y edificio	N\$ 1,798,143.93	N\$ 899,071.96	N\$ 899,071.96
Maq. y equipo	N\$ 3,864,680.64	N\$ 1,932,340.32	N\$ 1,932,340.32
Computadoras	N\$ 550,000.00	N\$ 550,000.00	N\$ 0.00
Software	N\$ 187,600.00	N\$ 187,600.00	N\$ 0.00
Equipo Transporte	N\$ 450,000.00	N\$ 450,000.00	N\$ 0.00
TOTAL	N\$ 6,850,424.57	N\$ 3,281,412.28	N\$ 2,831,412.28

ESTUDIO FINANCIERO DEL MRP

6.4 ESTADOS FINANCIEROS PROFORMA



6.4.1 FLUJO DE CAJA.

Estamos ahora llegando a la parte más importante del estudio de inversión, y que los estados proforma y la TIR revelarán las ventajas de esta compañía.

Para empezar tenemos el flujo de caja, donde se conceptualizan las entradas y salidas de dinero en la compañía, considerando el resultado como la caja que se maneja en el banco.

Los Ingresos anuales considerados en el flujo de caja son:

Cobro de ventas.

Venta de activo (valor de salvamento al quinto año).

ESTUDIO FINANCIERO DEL MRP

En ventas de activo se considera que el primer año sólo hay 10 meses de pago porque el PPP de los clientes, se toma como 60 días o dos meses. La operación empieza sin cobrar hasta el final del segundo mes, por lo que se acumularán así los dos meses para los siguientes años, hasta finalizar la actividad al quinto año.

Considerando estos dos últimos meses con posibilidad de financiar y obtener un 80% (por medio de factoraje) del pago de estas ventas; aquí no se tomará en cuenta esta venta por políticas de la empresa.

Los Egresos anuales son:

- Materia Prima.
- Mano de Obra
- Material Indirecto
- Energía o Luz y Teléfonos
- Mantenimiento.
- Intereses y principal.
- Gastos de Capacitación.
- Gastos en general, sin la depreciación.

ESTUDIO FINANCIERO DEL MIRP



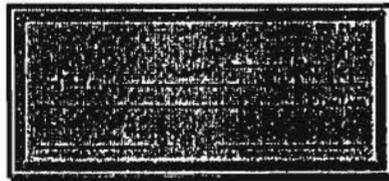
La diferencia de estos con los Ingresos, generará el flujo de efectivo, teniendo en cuenta la caja al iniciar las operaciones, y la caja generada en los períodos pasados al que estamos analizando.

ESTUDIO FINANCIERO DEL MRP

FLUJO DE CAJA					
INGRESOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
VENTAS	50057000.00	60068400.00	60068400.00	63672504.00	67492854.24
VENTA MAQ. Y EQ.	0.00	0.00	0.00	0.00	2831412.28
TOTAL	50057000.00	60068400.00	60068400.00	63672504.00	70324266.52
EGRESOS					
MATERIA PRIMA	42545589.60	42545589.60	42545589.60	45098324.98	47804224.47
M.O. Y SUELDOS	1567691.70	1567691.70	1567691.70	1567691.70	1567691.70
MAT. INDIRECTOS	905875.40	905875.40	905875.40	960227.50	1017609.77
ELECTRICIDAD	288395.80	288395.80	288395.80	328973.00	328973.00
MANTENIMIENTO	59382.26	59382.26	59382.26	67855.44	67865.44
INTERESES (DEUDA)	1070425.15	933118.85	765097.41	559488.97	507886.24
PRINCIPAL	613796.59	751102.89	919124.60	1124732.77	1376335.47
PAPELERÍA Y TEL.	60000.00	60000.00	60000.00	60000.00	60000.00
IMPUESTOS	5857039.94	6065959.77	6295937.42	6812996.67	7402138.03
COMPRA MAQUINARIA	0.00	0.00	0.00	543240.21	0.00
DIVIDENDOS	0.00	0.00	2224185.25	2308510.39	2498098.78
TOTAL	52968196.44	53177116.27	55631279.17	59432051.63	62431054.28
INGRESO - EGRESO	-2911196.44	6891283.73	4437120.83	4240452.37	7893212.24
CAJA INICIAL	1838053.40	-1073143.04	5818140.69	10255261.52	495713.89
CAJA FINAL	-1073143.04	5818140.69	10255261.52	14495713.89	22388926.13

ESTUDIO FINANCIERO DEL MRP

6.4.2 ESTADO DE RESULTADOS.



Para el Estado de Resultados, se consideran los siguientes gastos:

Ventas: que aumentarán a partir del tercer año un 6%, considerando que entraron todas las ventas, sin hacer caso a las cuentas por cobrar. Debido a esto más adelante se puede realizar también el análisis de la TIR sobre las utilidades, así como el Flujo de caja, pues se considera que ambos generan un resultado sobre la empresa, con perspectivas diferentes.

Costo de ventas: que involucra a la Materia Prima y a los Materiales Indirectos, también manteniéndolos fijos tres años y al cuarto elevarlos.

Gastos de Venta: se consideran los gastos establecidos en la tabla de los costos totales, en la que no se incluyen depreciaciones.

ESTUDIO FINANCIERO DEL MRP

Gastos de Administración: se maneja de manera similar a las ventas.

Intereses: están establecidos en la tabla del pago de la deuda, además de estar incluidos en los egresos del flujo de caja de cada año.

ISR: se ha tomado un 35 % de las utilidades UAT.

PTU: se ha tomado un 10 % de las utilidades de UAT.

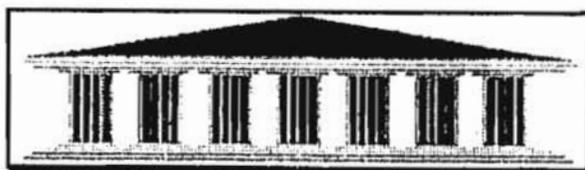
Dividendos: serán tomados como un treinta por ciento de las Utilidades después de impuestos (UDDI), para así tomar lo sobrante y mandarlo a la cuenta de Utilidad del ejercicio, en la que se encuentra el Capital Social. De nuevo mencionamos que las utilidades del primer año, no se van a separar en dividendos, para ayudar a la empresa a salir y crecer más rápido.

ESTADO DE RESULTADOS

	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANOS
VENTAS	60088400.00	60088400.00	60088400.00	63672504.00	67492854.24
COSTO DE VENTAS	43439464.59	43439464.59	43439464.59	46045832.47	46808582.41
UTILIDAD BRUTA	16628935.41	16628935.41	16628935.41	17626671.53	18684271.83
GASTOS DE VENTA	243125.00	243125.00	243125.00	243125.00	243125.00
GASTOS DE ADMON..	2299740.95	1972780.95	1629740.95	1684064.97	1684064.97
UAT	14086069.46	14413029.46	14756069.46	15699481.58	16757081.86
INTERESES	1070425.15	933118.85	765097.41	559488.97	307888.24
UAT	13015644.31	13479910.81	13990972.05	15139992.59	16449195.82
ISR (35%)	4555475.51	4717968.71	4896840.22	5298997.41	5757216.47
PTU (10%)	1301564.43	1347991.06	1399097.21	1513999.26	1644919.56
TOT. IMPUESTOS	5857039.94	6085959.77	6295937.42	6812996.67	7402138.03
UDDI	7158604.37	7413950.84	7895034.83	8328995.92	9047057.59
DIVIDENDOS	0.00	2147581.31	2224185.25	2308510.39	2498098.78
UTILIDAD EJERCICIO	7158604.37	6266369.53	6470849.38	6018485.54	6548958.81

ESTUDIO FINANCIERO DEL MRP

6.4.3 BALANCE GENERAL



Para el Balance General se tomaron las siguientes cuentas:

ACTIVO

- Activo Fijo

- Caja y Bancos

- Cuentas por Cobrar. (Se consideró, tal y como dijimos anteriormente, un plazo de 60 días de PPP, para obtener el saldo sobre esta cuenta.)

- Inventarios. (Incluyen un mes para laborar y de seguridad de materia prima, que puede variar de acuerdo al financiamiento.)

- Activo Diferido

- Gastos de Instalación.

- Gastos de Capacitación.

- Publicidad y propaganda.

- Papelería. (Fijo)

- Asistencia Técnica. (Fijo)

ESTUDIO FINANCIERO DEL MRP

- ◆ Activo Fijo

Terreno y Edificio. (Se deprecian por separado.)

Instalación.

Maquinaria y equipo. (Se deprecian.)

Equipo de transporte. (Se deprecia.)

PASIVO

- ◆ Pasivo a Corto Plazo

Proveedores. (Con un PPP de 60 días. Al igual que las cuentas por cobrar y la materia prima, esta cuenta variará para ajustarse a las inversiones.)

Préstamos a corto plazo. (Para pagar el principal del último año.)

Impuestos por pagar. (Para ajustar los remanentes del balance no ajustados con anterioridad.)

- ◆ Pasivo a Largo Plazo

Préstamos bancarios. (Pago de la deuda a más de un año.)

CAPITAL

Capital social. (Aportado por los socios.)

Utilidades del ejercicio y utilidades retenidas. (Salen del Estado de Resultados.)

ESTUDIO FINANCIERO DEL MRP

BALANCE GENERAL AL 31 DE DICIEMBRE DE CADA AÑO					
	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
ACTIVO					
ACTIVO CIRCULANTE					
CAJA Y BANCOS	-1073143.04	5818140.69	10255261.52	14495713.89	22388926.13
CUENTAS POR COBRAR	10619108.88	9246190.47	10090836.87	10721034.60	8562418.49
INVENTARIO	3656897.77	3496897.77	3496897.77	3706711.64	3929114.33
TOTAL	13042863.61	18561228.93	23842996.16	28923460.13	34880458.95
ACTIVO FIJO					
TERRENO	1400000.00	1260000.00	1120000.00	980000.00	840000.00
EDIFICIO	398143.93	358329.54	318515.15	278700.76	238886.37
INSTALACIÓN	140023.24	140023.24	140023.24	140023.24	140023.24
MAQUINARIA Y EQUIPO	4602280.64	4142052.58	3681824.52	3764926.71	3250365.62
EQUIPO DE TRANSPORTE	450000.00	360000.00	270000.00	180000.00	90000.00
TOTAL	6990447.81	6260405.36	5530362.91	5343650.71	4559275.23
ACTIVO DIFERIDO					
GASTOS DE INSTALACIÓN	9501.15	0.00	0.00	0.00	0.00
PUBLICIDAD Y PROPAGANDA	263555.08	0.00	0.00	0.00	0.00
PAPELERÍA	60000.00	60000.00	60000.00	60000.00	60000.00
ASISTENCIA TÉCNICA	59382.26	59382.26	59382.26	59382.26	59382.26
TOTAL	392438.49	119382.26	119382.26	119382.26	119382.26
TOTAL ACTIVO	20425749.91	24941016.55	29492741.33	34386493.10	39559116.44

ESTUDIO FINANCIERO DEL MRP

BALANCE GENERAL AL 31 DE DICIEMBRE DE CADA AÑO

	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5
PASIVO					
PASIVO CORTO PLAZO					
PROVEEDORES	3545465.81	3545465.81	3545465.81	3545465.81	3545465.81
PRESTAMOS BANCARIOS	0.00	0.00	0.00	1376335.47	0.00
TOTAL	3545465.81	3545465.81	3545465.81	4921801.28	3545465.81
PASIVO LARGO PLAZO					
PRESTAMOS BANCARIOS	4171295.73	3420192.84	2501068.24	0.00	0.00
TOTAL PASIVO	7716761.54	6965658.65	6046534.05	4921801.28	3545465.81
CAPITAL					
CAPITAL SOCIAL	5550384.00	5550384.00	5550384.00	5550384.00	5550384.00
UTILIDAD ACUMULADA	0.00	7158604.37	12424973.90	17895823.28	23914307.82
UTILIDAD NETA	7158604.37	5266369.93	5470849.38	6018484.54	6548958.81
TOTAL PASIVO + CAPITAL	20425749.91	24941016.55	29492741.33	34386493.10	39559116.44

6.5 EVALUACIÓN FINANCIERA



Este es uno de los temas más importantes a tratar para la aceptación del proyecto, ya que las razones financieras, el valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR), nos dirán cómo está el proyecto y saber si el proyecto es viable o no.

- Razones financieras:

⇒ Liquidez

Prueba del	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
ácido					
(AC-Inv)/PC.	2.69	4.25	5.74	5.12	8.73

ESTUDIO FINANCIERO DEL MRP

⇒ Número de veces intereses

Nº veces intereses	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
UAIT / Intereses	13.16	15.45	19.29	28.06	54.43

⇒ Razón de deuda

Razón de deuda	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
P totales/C.C	0.61	0.39	0.26	0.17	0.10

⇒ Razón de rentabilidad:

Razón de Rentabilidad	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
UNDI / Ventas	0.1792	0.1234	0.1281	0.1308	0.1340

ESTUDIO FINANCIERO DEL MRP

⇒ Razón de rotación de activos:

Rotación de Activos	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Totales					
Ventas/ A Totales	2.94	2.41	2.04	1.85	1.71

• Valor presente neto (VPN) y Tasa interna de retorno (TIR):

Para hallar la TIR con las utilidades tenemos:

FACTORES	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Utilidad Neta	7,158,604	7,413,950	7,695,034	8,326,995	9,047,057
Depreciación	730,042	730,042	730,042	784,366	784,166
Recursos Generados	7,888,646	8,143,993	8,425,077	9,111,362	9,831,424

ESTUDIO FINANCIERO DEL MRP



De este flujo de caja, el VPN descontado a TREMA de 22.71%, es positivo, con un valor de 10,068,023.61, por lo que el proyecto es favorable.

Para el flujo de caja se tiene una TIR de:

52.72%, mayor que la TREMA, por lo que se acepta el proyecto.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

El proyecto es factible ya que la Tasa Interna de Retorno del proyecto superó la Tasa Mínima Atractiva. Y que con la implantación de un MRP, esta diferencia entre las tasas aumenta considerablemente.

Este estudio muestra las grandes ventajas que tiene el implantar un sistema de control de inventario, y que es una inversión que vale la pena, ya que a la larga convierte a un proyecto de inversión en más viable, al minimizar desperdicios y todos los gastos relacionados con el mantenimiento y manejo del inventario. Lo cual aumenta la solidez de una empresa para soportar épocas de crisis económicas, en las cuales aumentan las tasas de interés, y por lo tanto la TREMA.

Se debe tomar en cuenta que la TREMA utilizada corresponde a una situación económica del País estable, en espera de que la situación económica actual del País mejore, tomando como base las políticas y proyecciones que proporciona el Gobierno. Por lo que el inventir va a depender de la confianza que exista en el mercado mexicano, y en la credibilidad que tenga el Gobierno conforme qué tanto se vaya cumpliendo o no lo prometido.

CONCLUSIONES

Debemos tomar en cuenta la importancia que tiene para el País el invertir en proyectos industriales, y dado que la Política Económica actual no beneficia ésto, se debe recurrir a la utilización de sistemas que hagan al proyecto viable.

Para los sectores del plástico existe la ventaja de obtener muchas ganancias, ya que con un pequeño cambio en el precio de venta cambia mucho las ventas y el punto de equilibrio, por ello hemos de considerar que la producción debe ser elevada sin asustarnos las cifras, pues este producto de preformas es muy solicitado, más ahora que la gente se concientiza de tomar agua limpia y las embotelladoras utilizan botellas de plástico debido al bajo costo que tienen y a la misma limpieza de sus componentes al ser Materia Prima de primera calidad.

Este estudio no sólo pretende decir si un proyecto es factible o no, sino también proporcionar un recurso de la Ingeniería Industrial para mejorarlo, como lo es el MRP II.

A lo largo del trabajo se realizaron estudios de diferente tipo; el Estudio de Mercado nos permitió ver cómo se comportaba el nicho de mercado al que queríamos incurrir, así como información relativa a los plásticos en general. En el mismo se analizaron el producto, la competencia, las barreras de entrada y de salida entre otros. Esto nos permitió el seguir con el Estudio Técnico.

CONCLUSIONES

En el Estudio Técnico, diseñamos el proceso, la planta y a la compañía en términos generales. Mediante este estudio se definen muchos estándares de producción, personal, procedimientos, etc.

Después de estos dos estudios se procedió a ver si todo cuanto hablamos realizado era viable o no, y mediante el Estudio Financiero se analizó al proyecto, dándonos finalmente una TIR superior a la TREMA solicitada, con lo que se probó que el proyecto era viable aunque con un margen relativamente pequeño entre la TIR y la TREMA.

A raíz de estos resultados, decidimos realizar una investigación del sistema MRP, a lo largo de esta sección se analiza cómo trabaja un sistema de este tipo, con sus pros y sus contras, costos y beneficios. Hay que recalcar el hecho de que no es nada sencillo el realizar una implementación de un sistema de esta magnitud si no existe un total compromiso por parte de la alta gerencia, y recordar que los cambios no se ven a un corto plazo sino a un mediano o largo plazo.

Para llevar a cabo esta implementación se necesita capacitación, tiempo, dinero y disposición dentro de toda la empresa.

Finalmente, procedimos a la evaluación financiera de esta propuesta con el fin de ser más gráficos y convincentes respecto a la importancia de una buena implementación de un sistema MRP.

CONCLUSIONES

En la Evaluación Financiera del MRP se realizaron una vez más todos los estudios financieros antes utilizados en el Estudio Financiero, incluyendo, claro está, los cambios necesarios. Al final de dicha evaluación se ratificó lo antes mencionado: la TIR resultó ser mucho mayor a la antes obtenida sin el MRP haciendo aún más viable el proyecto con mejores perspectivas a pesar de que la inversión inicial es mayor.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

APICS Dictionary. American Production and Inventory Society, Falls Church, Va.
E.E.U.U. 1984

Berger, Gus. "Ten Ways MRP Can Defeat You". Conference Proceedings, American
Production and Inventory Society, E.E.U.U., 1987

Características de la Industria de la Transformación en México. CGS, INEGI, 1988

Censo industrial XII y XIII. INEGI, DGE, 1989

Comisión Petroquímica Mexicana. "Petroquímica", SEMIP, 1993, 1994

Chase, Richard; Aquilano, Nicholas. "Production and Operations Management: A Life
Cycle Approach". Editorial Irwin, 6a edición, Boston, MA, E.E.U.U., 1992

Encuesta industrial mensual, INEGI, Febrero 1994

Erosa Martín, Victoria Eugenia. "Proyectos de Inversión en Ingeniería". Ed. Limusa,
México, 1991

BIBLIOGRAFIA

Estadísticas de comercio exterior de México. INEGI, DGE. Varios años

Industrial Statistics Yearbook. ONU, 1990

La Industria del Plástico en México. INEGI, 1993

La Industria Química en México. INEGI, 1993

La Industria Petrolera en México. INEGI, 1992

Meal, Harlan C., "Putting Production Decisions Where They Belong", *Harvard Business Review* 62, No. 2, E.E.U.U., 1984

Mellichamp, J. M.; Love, R. M., "Production Switching Heuristics for the Aggregate Planning Problem", *Management Science* 24, No. 12, E.E.U.U., 1978

Memoria de labores. PEMEX, Varios años

Nelson, M., "I read the book: The Master Scheduler Did It", *Conference Proceedings, 21st Annual American Production and Inventory Control Society*, E.E.U.U., 1978

BIBLIOGRAFIA

Sapag Chaín, Reinaldo; Sapag Chaín, Sassi, "Preparación y Evaluación de Proyectos", McGraw Hill, 2a ed., México, 1989

Sistema de cuentas nacionales de México, INEGI, DCE, 1987-1990 y 1988-1991

Wight, Oliver, "The Executive's Guide to Successful MRP II", Oliver Wight Limited Publications, Willington, Vt., E.E.U.U., 1982