

00661  
3  
2e)



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE CONTADORIA Y ADMINISTRACION  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO



ESTRUCTURACION DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO  
PARA LA TOMA DE DECISIONES SOBRE PLANEACION  
Y CONTROL, APLICADO A LA PEQUEÑA INDUSTRIA  
DEL VESTIDO EN MEXICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRA EN ADMINISTRACION DE ORGANIZACIONES

PRESENTA:

PETRA HERNANDEZ PEREZ

MEXICO, D.F.

1994

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



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

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

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

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

**A DIOS:**  
*Porque en su infinita  
bondad me ha permitido  
cumplir una meta más en  
mi vida*

**A MI MADRE:**  
*por su amor incondicional,  
su paciencia, su comprensión  
y apoyo*

**A MI PADRE:**  
*porque con su ejemplo  
me inculcó el amor al trabajo  
y el hábito de la perseverancia*

**A MIS HERMANOS:**  
*David, Ignacio, Guadalupe  
Inés y Ma. Luisa  
por brindarme su cariño  
desinteresado*

**A TODOS MIS FAMILIARES:**  
*Por sus demostraciones de  
afecto sincero.*

**A MIS AMIGOS:**  
*De quienes no proporciono  
nombres, sin embargo;  
ellos saben quienes son,  
porque han estado presentes  
en momentos buenos y en situaciones críticas  
porque, me alientan y aceptan  
como soy.*

*Agradezco de manera muy especial,  
a mi Director de Tesis, el  
Lic. Marco Antonio Trejo Trejo  
y a la  
Lic. Patricia Bolaños Rivera,  
por sus valiosos consejos y apoyo.*

*Asimismo, pongo de manifiesto  
mi más sincero, amplio y merecido reconocimiento*

*a:*

*Martha López Ortega*

*Libertad Reyes Vilchis*

*Beatriz Ramírez W.*

*Nely Martínez Cabrera*

*Cristina Cruz Estrada*

*Miguel A. Rodríguez B.*

*Juán José Rodríguez P. y*

*Gabriel Camargo Luna*

*Por su invaluable colaboración para la realización  
de este trabajo.*

## INDICE

INTRODUCCION.....	1
<b>CAPITULO I ANTECEDENTES DE LA INDUSTRIA DEL VESTIDO EN MEXICO.....</b>	<b>5</b>
1.1 Importancia en la Economía Nacional.....	7
1.1.1 Personal ocupado.....	7
1.1.2 Contribución al PIB .....	10
1.1.3 Distribución Geográfica.....	11
<b>CAPITULO II INVESTIGACION DE CAMPO.....</b>	<b>15</b>
2.1 Sondeo Preliminar.....	17
2.2 Delimitación del Area Geográfica y Rama de Actividad.....	18
2.3 Determinación de Fuentes de Información y Medios de Recolección.....	19
2.4 Determinación de la Muestra y Recolección de Información.....	19
<b>CAPITULO III ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL, EN EL AMBITO INDUSTRIAL DEL VESTIDO Y LA CONFECCION.....</b>	<b>21</b>
3.1 Diagnóstico Administrativo General.....	21
3.2 Definición de Problema y Establecimiento de Hipótesis.....	34
3.3 Consideraciones previas al desarrollo del Sistema.....	37
3.4 Descripción de la Configuración.....	70
<b>CAPITULO IV DESARROLLO DEL SISTEMA PROPUESTO COMO SOLUCION PARA LA TOMA DE DECISIONES.....</b>	<b>73</b>
4.1 Pronósticos.....	73
4.1.1 Qué es un Pronóstico.....	73
4.1.2 Objetivo del Subsistema de Pronóstico.....	74
4.1.3 Limitaciones de los Pronósticos.....	74
4.1.4 Considerandos.....	78
4.1.5 Terminología utilizada en los modelos de Pronósticos.....	80
4.1.6 Notación algebraica utilizada en los Pronósticos.....	85
4.1.7 Funcionamiento esquematizado del Subsistema Pronósticos.....	86
4.1.8 Configuración del Subsistema de Pronósticos (modelos incluidos).....	89

<b>4.2 SIMPLEX</b> .....	165
4.2.1 Qué es el Método Simplex.....	166
4.2.2 Objetivo del Subsistema Simplex.....	166
4.2.3 Limitaciones.....	166
4.2.4 Considerandos.....	167
4.2.5 Terminología utilizada.....	170
4.2.6 Funcionamiento esquematizado del Subsistema Simplex.....	173
4.2.7 Procedimiento.....	176
4.2.8 Configuración del Subsistema Simplex.....	180
4.2.9 Aplicaciones del Simplex a Ejemplos específicos.....	180
4.2.10 Variaciones del Método Simplex.....	195
<b>4.3 PUNTO DE EQUILIBRIO</b> .....	245
4.3.1 Qué es el Punto de Equilibrio.....	248
4.3.2 Objetivo del Subsistema Punto de Equilibrio.....	248
4.3.3 Limitaciones.....	249
4.3.4 Considerandos.....	250
4.3.5 Terminología utilizada en el Punto de Equilibrio.....	257
4.3.6 Método para determinar el Punto de Equilibrio.....	260
4.3.6.1 Formas de expresión de Resultados.....	260
4.3.6.2 Formas de Presentación de los datos para el Cálculo del Punto de Equilibrio.....	260
4.3.7 Notación matemática utilizada.....	262
4.3.8 Variables que intervienen en el Punto de Equilibrio.....	263
4.3.9 Formulario.....	264
4.3.10 Funcionamiento esquematizado del Subsistema Punto de Equilibrio.....	273
4.3.11 Apartado de Ejemplos.....	277
4.3.12 Punto de Equilibrio - Para varios productos.....	301
<b>4.4. CONTROL DE INVENTARIOS</b> .....	313
4.4.1 Qué es el Control de Inventarios.....	313
4.4.2 Objetivos del Subsistema control de inventarios.....	314
4.4.3 Limitaciones.....	314
4.4.4 Considerandos.....	314
4.4.5 Terminología utilizada.....	315
4.4.6 Funcionamiento esquematizado del Subsistema Control de Inventarios.....	320
4.4.7 Configuración del Subsistema de Control de Inventarios (Modelos de Control de Inventarios).....	320
<b>CONCLUSIONES</b> .....	381
<b>ANEXOS</b> .....	385
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	439

## INTRODUCCION

El aparato productivo mexicano, se constituye, en gran medida, de empresas cuya magnitud oscila entre: micro, pequeña y mediana; al respecto, se concibe con frecuencia la falsa idea de que, ello se debe a la sencillez con la que se puede hacer funcionar una empresa de este tipo. La realidad, nos presenta un panorama totalmente diferente, y muy poco optimista, ya que los graves problemas que enfrentan estas empresas, se reflejan en inestabilidad, que no les permite consolidarse, en consecuencia, del total anual de estas empresas registrado en CANACINTRA, el 50% desaparece apenas en el segundo año de vida. Actualmente, diversas dependencias como: NAFIN, SECOFI, CANACINTRA, CANACO y otras, participan con el gobierno federal, a fin de emprender acciones tendientes al apoyo de la micro, pequeña y mediana empresa.

En enero de 1988, se decretó la ley para el fomento de la micro, pequeña y mediana empresa, cuyo principal objetivo es promover la inversión en nuevas microindustrias y fortalecer las existentes a través de disposiciones que simplifican su creación, facilitando los trámites que deben realizarse ante dependencias oficiales, otorgándoles incentivos fiscales, financieros y asistenciales en aspectos administrativos, jurídicos y tecnológicos.

Pese a todos estos esfuerzos, una gran mayoría de micro, pequeñas y medianas empresas continúan enfrentando diversos problemas, en las áreas funcionales antes mencionadas, debido a causas como: el desconocimiento de la información, sobre los apoyos existentes, para ellas, o bien, porque un alto porcentaje de quienes inician un pequeña empresa, son personas con preparación técnica operativa pero escasa o nula preparación en el campo administrativo; esto implica que su funcionamiento sea conducido empíricamente impidiendo que la empresa se desarrolle en forma eficaz.

Con la entrada de México al Gatt y al Tratado de Libre Comercio, se han agudizado los problemas de las micro, pequeñas y medianas empresas, al enfrentar desventajosamente la apertura comercial, puesto que, los productos nacionales, en su gran mayoría, no son competitivos ni, en calidad ni, en precio, frente a los provenientes del extranjero debido, en parte, a la falta de capacitación del personal, no sólo en el terreno técnico operativo, sino en el administrativo.

Por otro lado, los empresarios no han puesto en práctica su habilidad para allegarse de asesoría administrativa y tecnológica, aunque debe mencionarse que, sus limitaciones financieras, les impiden la contratación de profesionales en estas áreas y por parte de los profesionales, no muestran el suficiente interés para brindarles apoyo, debido a que estas empresas no ofrecen sueldos atractivos, sin embargo, debe insistirse en que, existen organismos, como los mencionados al principio, e instituciones educativas o asociaciones profesionales, dispuestas a otorgar asistencia gratuita y que el micro pequeño y mediano empresario no ha sabido aprovechar.

No obstante la diversidad de campos administrativos sobre los que los organismos oficiales les ofrecen asesoría, la amplitud de la administración es ilimitada, de la misma forma que lo son, las particularidades de cada empresa y en consecuencia, es difícil dar un tratamiento específico en cada caso, de acuerdo con su naturaleza.

Por todo lo anteriormente expuesto, es necesario destacar que, el desarrollo de esta tesis obedece al deseo de colaborar como profesionista, con asesoría técnica administrativa que ayude a que las pequeñas y medianas empresas continúen funcionando como mecanismos para el bienestar social, pero en una forma competitiva y eficiente, proporcionándoles para ello una herramienta práctica y confiable en materia administrativa que coadyuve en la solución de sus problemas decisionales.

Por otra parte, se pretende contribuir en el enriquecimiento del acervo de alternativas de solución factibles para impulsar a la pequeña y mediana industria, ya que de ellas depende en gran parte el futuro económico del país.

En virtud de que las pequeñas y medianas empresas, constituyen una amplia gama de giros, después de manejar diferentes mecanismos de depuración, se decidió elegir a la industria del vestido, como objeto de este estudio, cuyo OBJETIVO GENERAL ES: **"DESARROLLAR UN SISTEMA PARA LA TOMA DE DECISIONES, QUE APOYE A LOS DIRIGENTES DE LAS PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS DEL VESTIDO, DE FORMA TAL QUE, CUENTEN CON BASES PARA DESEMPEÑAR SUS FUNCIONES DE PLANEACION Y CONTROL DE UNA MANERA FORMAL"**.

El presente trabajo de tesis, se encuentra dividido en cuatro capítulos.

El primer capítulo, describe aspectos generales sobre la industria del vestido, los cuales ponen de manifiesto su importancia en el ámbito nacional.

El capítulo dos, trata sobre la labor de definición del sector industrial, su elección y determinación geográfica, así como la determinación de la muestra y la labor de recolección de información.

En el capítulo tres, se lleva a cabo el análisis de la información recolectada, con fines de emitir un diagnóstico, mismo que orienta en la propuesta de solución.

El capítulo cuatro, resume el desarrollo y configuración del sistema, el cual se compone por los módulos de: pronósticos simplex, punto de equilibrio y control de inventarios; finalmente se incluyen las partes correspondientes a las conclusiones, los anexos y la bibliografía.

## CAPITULO I

### ANTECEDENTES DE LA INDUSTRIA DEL VESTIDO EN MEXICO

A partir de 1985, aproximadamente, se permitió la entrada, en forma indiscriminada, de todo tipo de ropa, de mala calidad e incluso usada, a muy bajo precio. Enfrentar esta competencia desleal, ha colocado a la industria del vestido en posiciones por demás críticas, al grado de que, muchas hacen esfuerzos sobrehumanos por mantenerse en el mercado, otras, están al borde de la quiebra o están decidiendo cerrar, y en el mejor de los casos, se están convirtiendo en maquiladoras. Por otra parte, la imposición de telas, hilos, cantidad, calidad, precio y tipo de servicios, que otorga la industria textil a la del vestido, había creado desde hace tiempo relaciones sumamente tensas entre ambas, mismas que han tendido a desaparecer al formar una especie de alianza en aras de contrarrestar la competencia externa que afecta tanto a una como a otra. En este sentido, después del terremoto de 1985, la industria del vestido aprovecha la coyuntura para obtener apoyo en recursos financieros y busca también, introducir alta tecnología a fin de hacer sus productos más competitivos frente a los extranjeros, asimismo, desarrollan una investigación para instaurar un centro de diseño, patronaje y corte, de acuerdo a las características físicas y de clima para México.

Fuente: Directorio de agremiados a la Cámara de la Industria del Vestido y la Confección.  
1992/México D.F.

### 1.1 IMPORTANCIA EN LA ECONOMIA NACIONAL

De acuerdo con información estadística consultada en INEGI, período de 1985-1991, la industria del vestido ha sido considerada un factor clave en el desarrollo económico de los países.

En México, dentro de las diferentes ramas de la industria manufacturera, la del vestido ocupa más del personal empleado, por lo que puede afirmarse que es una de las que genera el mayor número de empleos directos. (cuadro I.1) (gráfica I.1, I.2).

En comparación con el sector alimentario y el de la construcción, la industria del vestido, es la que tiene menores exigencias en materia de inversión en activo fijo, cualidad que la torna más flexible para la adaptación de nueva tecnología, reubicación e inclusive, en lo que se refiere a modificación de instalaciones, dados los mínimos requerimientos de espacios físicos (ver cuadro I.2).

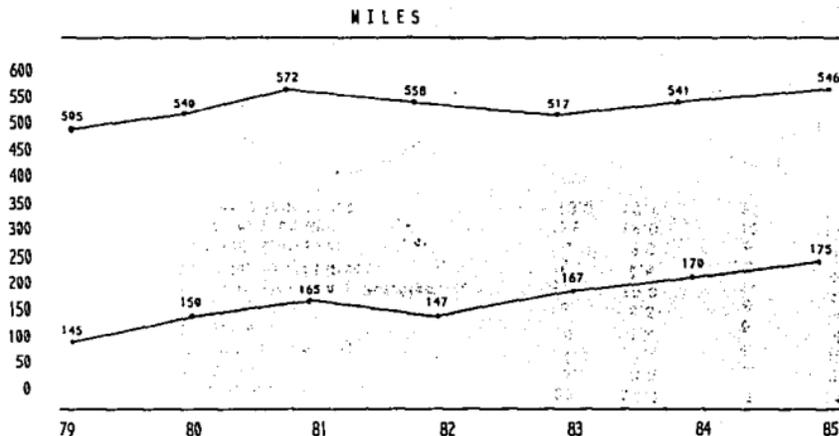
La industria del vestido, también se encuentra clasificada como industria no generadora de contaminación, es la industria con más alto índice de absorción de insumos nacionales que extranjeros; en relación con los de su tipo, ocupa el 3er. lugar de importancia por su contribución al PIB, ya que a pesar de sus altibajos, ha mantenido el 1%, aproximadamente (ver los cuadros I.2, I.3, I.4).

### 1.1.1 PERSONAL OCUPADO EN LA INDUSTRIA DEL VESTIDO

	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
1/	145,000	150,000	165,000	147,000	167,000	170,000	175,000
2/	505,000	540,000	572,000	558,000	517,000	541,000	545,000

Tasa media de Crecimiento Anual 1979-1985  
Industria del vestido

CUADRO I.1



1/ Datos oficialmente reconocidos IMSS

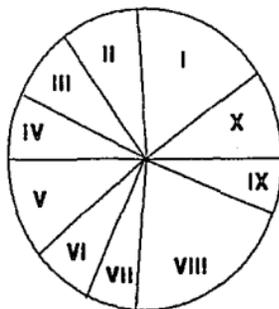
2/ Datos derivados de investigación de información no incluida en registros oficiales

Tomados del diagnóstico y perspectivas realizado por CNIV/FOREI/MULTIBANCO MERCANTIL DE MEXICO.

GRAFICA I.1

## PERSONAL OCUPADO EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA

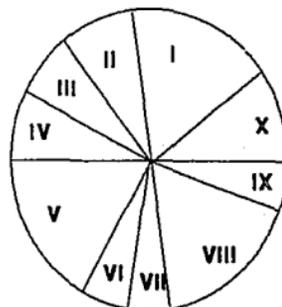
	1978		a)	b)
	a)	b)		
I. Alimenticia	25	22.7	27	24.7
II. Textil	3.6	3.3	3.6	3.3
III. Del Vestido	4.4	14.4	4.4	13.7
IV. Madera	6	5.4	6	4.6
V. Papel, Imp	6	4.5	6	4.6
VI. Sust. Química y Petróleo	12	10.9	14	12.8
VII. Min. no Metálicas	6	5.4	6	5.5
VIII. Ind. Metálicas	4	3.6	5	4.6
IX. Maq. y Equipo	21	19.0	18	16.4
X. Otras Industrias	13.0	10.7	11	10.1



1 9 7 9

a) Cifras de registros oficiales

b) Cifras de investigación



1 9 8 4

GRAFICA I.2

**CARACTERISTICAS GENERALES DE LA INDUSTRIA  
DEL VESTIDO**

CONCEPTO	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
NO. DE ESTABLECIMIENTOS	4033	9209	9568	9765	10719	11186	11674	12183	12714
TOTAL DE ACTIVOS (MILLONES DE PESOS)	38736	48389	69248	82215	130898	208567	379649	652803	1017125
VALOR DE LA PRODUCCION (MILLONES DE PESOS)	167943	190166	234183	288084	350189	548418	903565	1597407	2444033
PERSONAL OCUPADO (MILES DE PERSONAS)	440	493	505	540	572	538	547	541	546
SUELDOS (MILLONES DE PESOS)	27027	31873	40855	51988	704486	91948	170093	264025	386274

FUENTE: INVESTIGACION COMISION E.S.I.T. - D.I.D.F.M.

### 1.1.2 CONTRIBUCION DE LA INDUSTRIA DEL VESTIDO AL PIB

Evaluación del PIB, porcentaje de participación de la industria del vestido en el PIB nacional, PIB manufacturero, y PIB textil. (millones de pesos de 1970).

	NACIONAL	MANUFACTURERO	TEXTIL
1970	1.3	5.3	45.3
1975	1.2	4.8	43.6
1980	1.0	4.1	41.7
1981	1.0	4.0	41.1
1982	0.9	3.9	41.7
1983	1.1	4.6	44.8
1984	1.0	4.3	44.7

FUENTE: Sistema de cuentas nacionales S.P.P. (INEGI)  
(Cuadro I.3)

Crecimiento del PIB de la Industria del vestido

PERIODO	PIB	PRENDAS DE VESTIR
1975	5.6	0.8
1980	8.3	3.3
1981	7.9	4.3
1982	-0.5	-5.8
1983	5.3	8.0
1984	3.7	0.3

FUENTE: Sistema de cuentas nacionales S.P.P. (INEGI).  
(Cuadro I.4)

### 1.1.3 DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LA INDUSTRIA DEL VESTIDO EN MEXICO (1982-1983)

Por lo que se refiere a la distribución geográfica el 93% del total de establecimientos de la industria del vestido, se localiza en cinco estados de la república mexicana, aunque la concentración más significativa esta en el D. F. y área metropolitana (Cuadros 1.5 y 1.6; gráficas 1.3 y 1.4).

ESTADO	No. DE EMPRESAS	
D.F. (ZONA METROPOLITANA, EXCEPTO CD. NETZAHUALCOYOTL)	2,762	67.8
AGUASCALIENTES	299	7.3
CHIHUAHUA	3 *	
CD. NETZAHUALCOYOTL, EDO. DE MEX.	445	10.9
GUANAJUATO	24	0.6
GUERRERO	3 *	
HIDALGO	4	0.1
JALISCO	234	5.7
MORELOS	1 *	
NUEVO LEON	143	3.5
PUEBLA	45	1.1
QUERETARO	4	0.1
SAN LUIS POTOSI	2 *	
TLAXCALA	2 *	
VERACRUZ	1 *	
YUCATAN	101	2.5
ZACATECAS	1 *	
OTROS *		0.4
<b>TOTAL:</b>	<b>4,074</b>	

\* OTROS INCLUYE LOS ESTADOS CON ASTERISCOS

FUENTE: DIRECTORIO INDUSTRIAL, DE LA CONCAMIN 1982-1983.

CUADRO 1.5

## DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LA INDUSTRIA DEL VESTIDO

CNIV - 1982

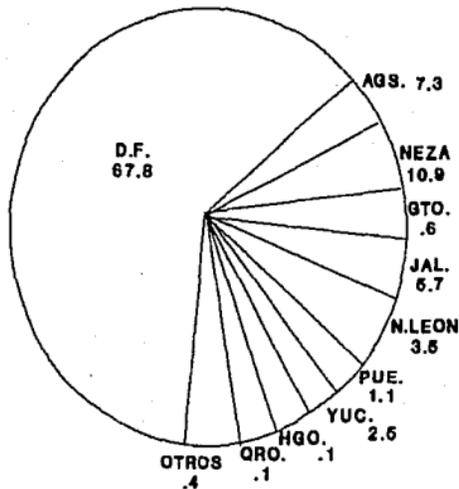
ESTADO	No. DE EMPRESAS	%
D.F.	2,762	68.9
AGUASCALIENTES	225	5.6
CHIHUAHUA	2 *	
DURANGO	2 *	
EDO. DE MEXICO	287	7.2
JALISCO	267	6.7
GUANAJUATO	46	1.0
HIDALGO	1 *	
YUCATAN	82	2.0
NUEVO LEON	191	4.8
PUEBLA	115	2.9
COAHUILA	22	0.5
SAN LUIS POTOSI	12	0.3
OTROS	-----	0.1
<b>TOTAL:</b>	<b>4,008</b>	

OTROS INCLUYE LOS ESTADOS CON ASTERISCOS

FUENTE: CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DEL VESTIDO 1982.

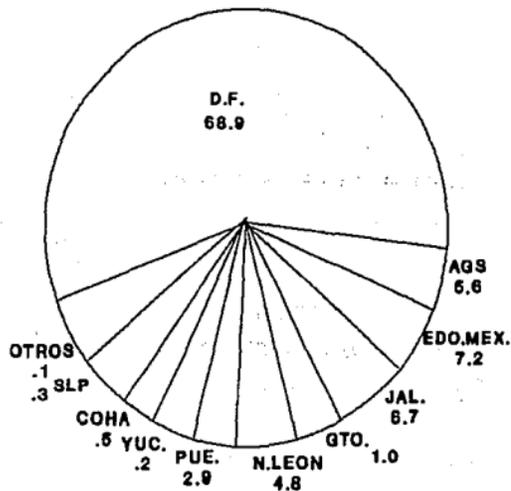
# DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LA INDUSTRIA DEL VESTIDO

GRAFICA I.3



Según CONCAMIN

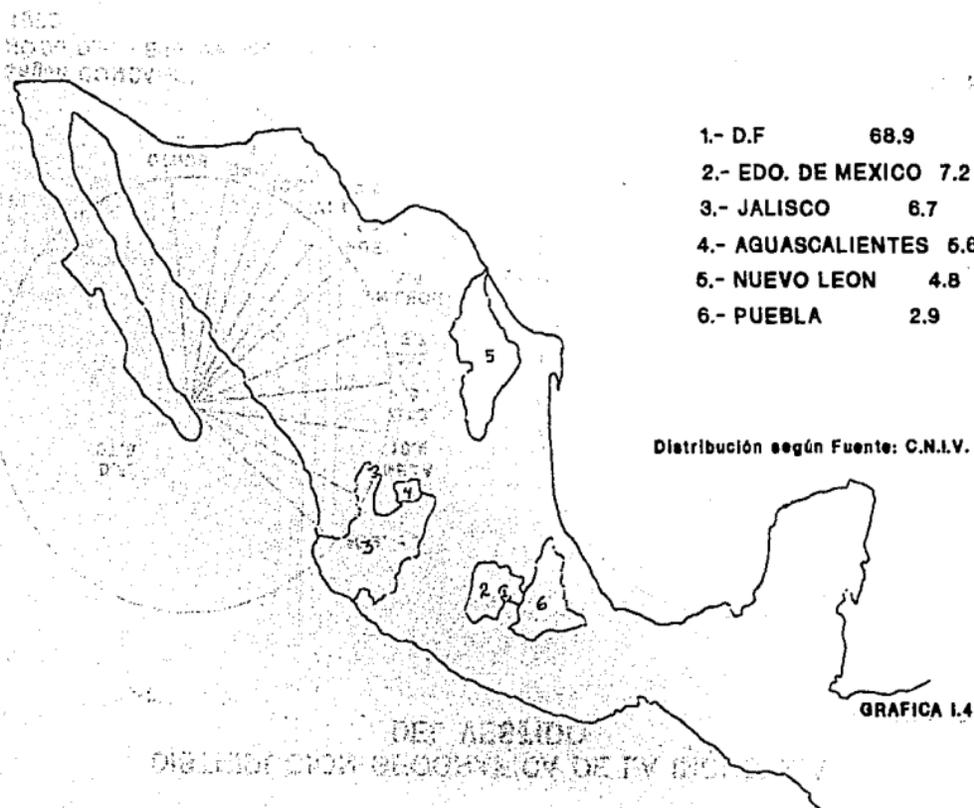
NOTA: D.F. + Edo. México sin Neza  
1982



Según CAMARA NAL. DE LA INDUSTRIA DEL VESTIDO

1982

## ESTADOS CON MAYOR NUMERO DE EMPRESAS (1982)



## **CAPITULO II**

### **INVESTIGACION DE CAMPO.**

La definición del campo de estudio, de este trabajo, en un principio, representó un gran obstáculo debido a que, originalmente se tuvo la intención de orientar la labor de esta investigación hacia el análisis de problemas administrativos, suscitados en empresas mexicanas de magnitud, micro, pequeña y mediana, tomando como parámetro de clasificación oficial, para este fin, el número de personal empleado y el monto anual de ventas (Cuadro II.1).

## LIMITES DE ESTRATIFICACION DE EMPRESAS

FECHA DE PUBLICACION EN EL DIARIO OFICIAL DEL 2 DE DICIEMBRE DE 1988	MICRO	PEQUEÑA	MEDIANA
NUMERO DE TRABAJADORES	HASTA 15	DE 16 HASTA 100	DE 101 HASTA 250
VENTAS ANUALES	NO REBASAR EL EQUIVALENTE A 110 VECES EL SALARIO MINIMO GENERAL ELEVADO AL AÑO Y AREA GEOGRAFICA "A"	NO REBASAR EL EQUIVALENTE A 1115 VECES EL SALARIO MINIMO GENERAL ELEVADO AL AÑO Y AREA GEOGRAFICA "A"	NO REBASAR EL EQUIVALENTE A 2010 VECES EL SALARIO MINIMO GENERAL ELEVADO AL AÑO Y AREA GEOGRAFICA "A"

16

FUENTE: DIARIO OFICIAL DEL 2 DE DICIEMBRE DE 1988 / GERENCIA DE PROMOCION Y COINVERSION DE LA PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA NACIONAL FINANCIERA.

NOTA: ESTOS PARAMETROS SE ADECUAN PERIODICAMENTE SEGUN LO ESTABLEZCA LA SECRETARIA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL. LAS CIFRAS DE PERSONAL Y VENTAS SERAN LAS CORRESPONDIENTES AL CIERRE DEL ULTIMO EJERCICIO DE LA EMPRESA. EN CASO DE EMPRESAS DE NUEVA CREACION LAS VENTAS SE ESTIMARAN EN RAZON DEL NUMERO DE TRABAJADORES Y DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCION.

## 2.1 SONDEO PRELIMINAR

En el primer sondeo, se encontró que, el universo manejado por NAFIN, SECOFI, CANACO y otros organismos oficiales, en relación a empresas de esta magnitud, concentran un total de 83873, distribuidas según se muestra en el cuadro (II.2).

CUADRO II.2

Escala económica	No. de establecimientos (1986)
Micro Industria	65,173 (a)
Pequeña Industria	16,080 (b)
Mediana Industria	2,620 (c)
Total *	83,873
Suma Subsector IMP	18,700 (d)
Industria Grande	1,882 (e)
Total Nacional	85,755
*INDUSTRIA MEDIANA Y PEQUEÑA	

La sumatoria de (b) y (c) o sea 18,700 (d) es el número de empresas entre pequeñas y medianas, quedando en el rubro de microindustria la mayoría con un total de 65,173 empresas.

Ante el gran número de empresas y considerando las limitaciones económicas y de tiempo, se decidió abarcar solamente los sectores de la empresa pequeña y mediana, circunscritas en el Distrito Federal y Area Metropolitana, de la Ciudad de México.

CUADRO II.2 Fuente: Revista Industria Mediana y Pequeña en México (Estadísticas Básicas/1982-1988, ejemplar 6, publicada por Dirección General de Industria Mediana y Pequeña (SECOFI).

## 2.2 DELIMITACION DEL AREA GEOGRAFICA Y RAMA DE ACTIVIDAD

Más, aun cuando se llevó a cabo la depuración, en cuanto al tamaño y ubicación geográfica, la gama de 20 diferentes ramas de actividad económica, en que los organismos oficiales dividen este tipo de empresas (ver cuadro II.3), seguía constituyendo un impedimento para la investigación por lo difícil y costoso que resultaría el levantamiento de información; por esta razón, se recurrió al mecanismo de delimitar, aun más, el campo de investigación, eligiendo empresas con las que se hubiese establecido mayor contacto; que, estuvieran clasificadas como prioritarias y que, sin embargo, se hubieran detectado como las más desprotegidas a pesar de que contribuyen considerablemente a la economía nacional y satisfacen necesidades como:

- La generación de empleos.
- La contribución significativa al PIB.
- No producir contaminación ambiental.

CUADRO II.3

### CLASIFICACION DE LAS RAMAS DE ACTIVIDAD ECONOMICA

1. Alimentos.
2. Bebidas.
3. Tabaco.
4. Textil.
5. Prendas de vestir.
6. Calzado y cuero.
7. Productos de madera y corcho.
8. Muebles y accesorios de madera.
9. Papel.
10. Editorial e imprenta.
11. Química.
12. Petroquímica.
13. Hule y plástico.
14. Minerales no metálicos.
15. Metálica - básica.
16. Productos metálicos.
17. Maquinaria y equipo no eléctrico.
18. Maquinaria y aparatos eléctricos.
19. Equipo de transporte.
20. Otras manufacturas.

Fuente: Revista Industria Mediana y Pequeña en México, No. 6, Dirección General de Industria Mediana y Pequeña. SECOFI.

NOTA: La información más reciente respecto a la clasificación de las ramas industriales, la magnitud así como a la distribución geográfica datan de 1990.

Por otra parte se buscó que la rama de empresa a estudiar, reuniera características de:

- Máxima concentración en el Distrito Federal.
- Que su funcionamiento no requiriera de inversiones cuantiosas y su labor productiva la efectuara con insumos nacionales en un alto porcentaje.

Bajo estos indicadores se inició una nueva depuración seleccionando de esta forma a la Industria del Vestido.

### **2.3 DETERMINACION DE FUENTES DE INFORMACION Y MEDIOS DE RECOLECCION**

Para la labor de recolección de información específicamente sobre la industria del vestido.

Se procedió de la siguiente forma:

- Se determinaron las fuentes de información entre las que se pueden mencionar:

- 1) Instituto Mexicano del Seguro Social.
- 2) Confederación Nacional de Cámaras de la Industria.
- 3) Banco de México.
- 4) Se consultó información hemerográfica y revistas especializadas.
- 5) Cámara de la industria del vestido. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (Dirección General de la Industria Mediana y Pequeña).

- Se definieron los medios de recolección de la información, utilizando los siguientes:

- Observación directa: entrevistas, cuestionarios, investigación documental y hemerográfica, estancias en empresas del vestido, así como, asistencia a conferencias y exposiciones.

### **2.4 DETERMINACION DE LA MUESTRA Y RECOLECCION DE INFORMACION**

Se acudió a la Cámara de la Industria del Vestido y la Confección (CIVC), con el propósito de revisar el directorio de agremiados que se localizaron en el Distrito Federal y el área Metropolitana; La cámara tenía registradas, hasta 1992, un total de 3060 empresas con mercado nacional y 100, que atienden mercado internacional.

Esta fuente de información, al igual que la mayoría de las consultadas clasifica a las empresas en función del tipo de ropa que producen y no por su magnitud, lo que se convirtió momentáneamente en una limitación, para efectos de este estudio puesto que va dirigido a las pequeñas y medianas empresas.

Con el fin de subsanar la limitación mencionada, se procedió a aplicar un primer cuestionario configurado por ocho preguntas abiertas y cerradas (anexo 1) que ayudaron a identificar su magnitud; de esta forma, se levantó una encuesta a una muestra de 300 empresas, correspondientes al 10% del universo (3060) ya que teóricamente este porcentaje está considerado como representativo.

Los resultados de este primer acercamiento fueron muy enriquecedores, puesto que, a través de la información obtenida, se constataron conceptos de magnitud, además de las características de distribución de las plantas, tipo de maquinaria y equipo, condiciones y división del trabajo, así como tipo de prendas que fabrican, se pudo también familiarizar con tecnicismos propios del ramo.

Es importante destacar que de las 300 empresas encuestadas sólo 95 cayeron dentro de la clasificación de pequeñas y medianas, siendo éstas donde se centró la atención para efectuar un nuevo sondeo, aplicando un cuestionario integrado por 67 preguntas relacionadas con: aspectos generales, producción, almacén, ventas y recursos humanos (Anexo 2), a fin de llevar a cabo un análisis confiable que mostrara en forma objetiva el panorama general de esta industria y detectar sus principales problemas administrativos.

## CAPITULO III

### ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL, EN EL AMBITO INDUSTRIAL DEL VESTIDO Y LA CONFECCION.

#### 3.1 DIAGNOSTICO ADMINISTRATIVO GENERAL

Una vez que la información fue recabada, depurada y procesada, se definieron algunas situaciones y problemas de tipo administrativo que se repiten con frecuencia y denotan características generalizadas tanto en su administración como en su estructura organizativa, los detalles se mencionan a continuación.

El sondeo de las empresas permitió establecer un análisis en el que se identificó una fuerte vinculación entre empresas de diferentes magnitudes; en una primera instancia se relacionan las micro, pequeñas, medianas y grandes empresas o viceversa, esta vinculación se lleva a cabo con base en "redes informales de trabajo"; es decir, que algunas industrias por su número de personal, que va de 1 a 15, son consideradas como micro, sin embargo, en la práctica desarrollan una actividad productiva comparable a una mediana o a una grande, esto es, que los trabajos de procesos de transformación en sus primeras y últimas etapas son desarrollados en éstas, aparentemente, microindustrias y para las tareas del proceso intermedio de fabricación, las prendas se envían a empresas afines, por ejemplo, el diseño de la prenda, así como el corte de las telas, se lleva al cabo en el taller "A", éste lo distribuye a su vez en uno o varios talleres "B" de tal forma que al terminar el proceso de confección de las prendas, estas son regresadas al taller "A" en donde se hace la revisión del terminado para el control de calidad y etiquetado, aunque en ocasiones éste también se realiza en los talleres "B", quedando listos para su distribución en el mercado.

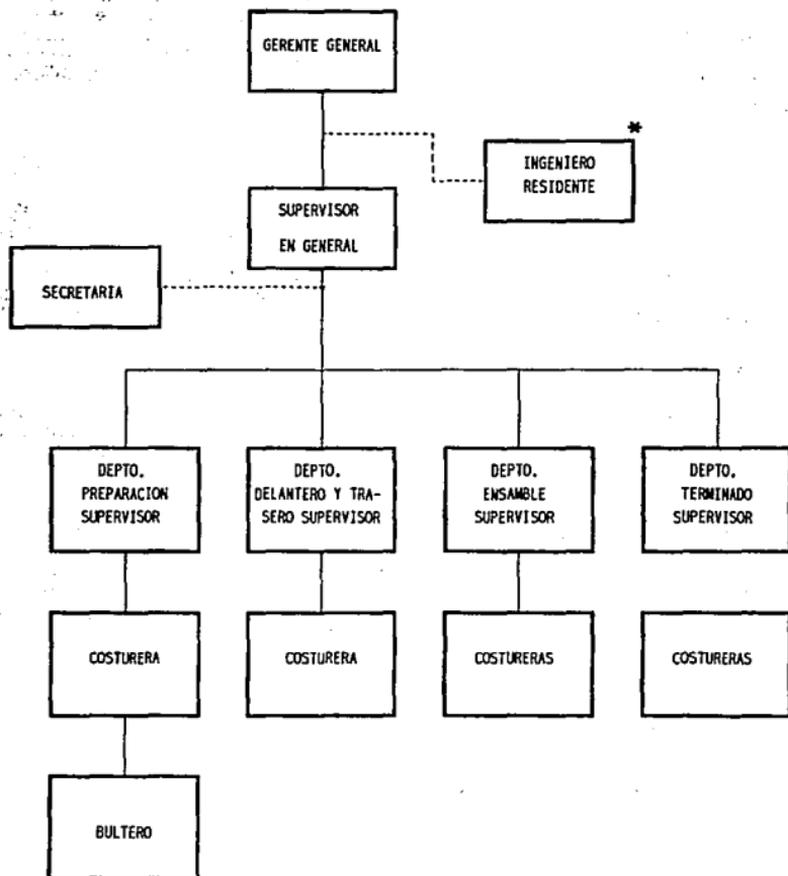
Por otra parte, la información recabada en este levantamiento ayudó a detectar las intenciones de expansión de gran parte de empresas encuestadas, asimismo, se logró identificarlas por la especialidad en cuanto al tipo de prendas que fabrican y que se listan a continuación:

- Sastrerías civiles y militares, sobre medida, para dama y caballero.
- Sastrerías fabriles (fabricantes de trajes civiles o militares, trajes sastres para dama, gabardinas, abrigos, etc. para damas, caballeros y niños.
- Talleres o fábricas de alta costura, modas y sombreros para dama.
- Ropa con tela de punto -cuando es cosida exclusivamente-.
- Camisetas y ropa interior para caballero y juvenil.
- Abrigos, capas y ruanas.
- Uniformes y ropa de trabajo en general.
- Pijamas para damas, caballeros, jóvenes y niños.
- Ropa sanitaria y blancos.
- Blusas.
- Vestidos para dama en serie.
- Vestidos de gala (quince años, boda, primera comunión, presentación y bautizo).
- Ropa para niñas y niños.
- Trajes de baño, ropa de playa y ropa de deportes.
- Pantalones en general.
- Corbatas, pañuelos, mascadas y pañoletas.
- Chamarras y ropa sport para caballeros.

Por lo que se refiere a la antigüedad, de las empresas encuestadas, el mayor número de ellas tiene entre uno y seis años de establecidas y solamente el 0.08% tienen entre 35 y 50 años de establecidas; lo anterior viene a constatar que un considerable número de empresas desaparecen durante sus primeros años de vida y una mínima parte de ellas subsisten a largo plazo, asimismo, se deduce que, pese a su antigüedad, las empresas que de alguna manera reflejan la experiencia de los empresarios, difícilmente han podido contrarrestar los embates de la inflación económica y la competencia desleal venida del exterior, además de las irregularidades de las que adolecen al interior, en su funcionamiento.

Con relación a su organización, el 100% de empresas encuestadas describen una estructura lineal con centralización de autoridad, en muchos casos, son empresas de tipo familiar, para las cuales una organización de las características mencionadas puede resultar adecuada, mientras permanezcan dentro de los parámetros de magnitud, entre pequeña y mediana, pero si tienen tendencia a crecer, este tipo de organización resultaría inapropiada ya que los dirigentes se saturan de actividades y responsabilidades que no les permitiría ejercer un control efectivo sobre el desempeño del trabajo. El esquema III.1 muestra un organigrama que ilustra un modelo de estructura en empresas del vestido pequeñas y medianas.

**ESTRUCTURA ORGANIZATIVA, QUE COMUNMENTE MUESTRA  
LA PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA DEL VESTIDO**



\* ALGUNAS EMPRESAS HAN INCORPORADO A SU ORGANIZACION, EL PUESTO DE INGENIERO RESIDENTE QUE DESEMPEÑA LA FUNCION DE ASESOR.

### **3.1.1 FUNCIONES QUE COMUNMENTE DESEMPEÑA EL PERSONAL DE ESTE TIPO DE EMPRESAS.**

**-Gerente General.** Controla la producción en general, es decir, dicta los lineamientos de trabajo, organiza los bultos, describe el proceso productivo, se encarga de las relaciones del exterior y en general, de supervisar el funcionamiento diario de la empresa; también realiza actividades de trato con el personal y con el sindicato habitualmente, este puesto tiene toda la autoridad que puede haber en la organización, pues casi siempre, es desempeñado por el dueño o un familiar de este.

**-Ingeniero Residente:** Controla el proceso productivo, dicta los lineamientos de trabajo, se encarga de las relaciones con el exterior y, en general, de la supervisión del funcionamiento diario de la empresa. Además, toma los tiempos para la evaluación del desempeño, de los trabajadores (necesario para el pago de incentivos), llevando a cabo los controles respectivos, por medio del control de bultos y la "prenómina". Por último, reporta al dueño, sobre las actividades y el desarrollo de las mismas en la empresa.

**-Supervisor General:** Auxiliar en su labor a los supervisores de departamento. Al conocer perfectamente el proceso productivo y por su experiencia en costura, es consultado frecuentemente, para la resolución de problemas que surgen durante la producción.

**-Supervisora de Departamento:** Cada una de ellas controla la labor de las personas a su cargo y son responsables de la producción del vestido, mientras se encuentran en su sección. Proveen de bultos a las trabajadoras y lleva el control de la producción diaria de su departamento, la cual dosifican según las necesidades de la empresa.

**-Obreras:** Dependiendo del departamento, dentro del cual laboren, efectúan las actividades que les son asignadas.

**Equipo y Maquinaria:** Normalmente, la que poseen se compone de:

**-Maquinaria de costura recta.**

- Overlock de 3 y 5 hilos.
- Hojaladoras.
- Pegabotón.
- Bastilladoras.
- Doble pespunte.
- Plancha prensa.
- Tijeras.
- Cizallas para tela.
- Guillotinas.
- Auxiliares para voltear cuellos.
- Pies para costura 1/4.
- Pies para costura al filo.

Con este equipo y maquinaria se puede producir casi toda clase de prendas de vestir, sin embargo, existen temporadas en que, tanto recursos técnicos, como materiales, humanos y financieros resultan insuficientes, originando problemas por desconocer la forma de optimizar estos recursos escasos, de modo que se obtengan mejores beneficios.

#### Control de Calidad.

Las especificaciones de calidad varían de empresa a empresa, sin embargo, existe coincidencia en cuanto a las operaciones sujetas a control de calidad, las más comunes son:

- Bultos (tallas, cantidad, color).
- Puntadas por pulgada.
- Formación de puntada.
- Tensión arriba/abajo.
- Partes descosidas.
- Uniformidad de costura.
- Distorsión de costura.
- Costura fruncida.
- Costura abierta o floja.
- Ancho de costura.
- Casar piquetes o igualar largos.
- Tela estirada o floja.
- Manchas o tela defectuosa.
- Alimentación de la máquina limpia.
- Area de trabajo, limpia y ordenada.
- Prendas rasgadas.

### 3.1.2 FORMA DE CONTROLAR LA PRODUCCION

La forma de controlar la producción también varía de empresa a empresa, no obstante, el método que más empresas, de las encuestadas, manejan es el de:

**-Sistemas de Bultos.** Resulta muy conveniente para conseguir un flujo ordenado de las prendas en la línea de producción y la coordinación de la producción de los diversos estilos, logrando alta eficiencia en el proceso productivo y facilidad para ejercer un adecuado control.- Este sistema se divide en tres fases:

**-Fase de Preparación.** Se agrupan en bultos las piezas provenientes del departamento de corte, cabe señalar que en algunas empresas, los cortes llegan del exterior, y sólo los ensamblan. La cantidad de piezas por bulto, se determina en base a:

- a) Tipo de prenda que va a confeccionarse (Depende del modelo a fabricar.
- b) Volumen de la prenda.
- c) Velocidad del proceso.

Se hacen tantos bultos como piezas de las prendas se requiera procesar separadamente. Cada bulto lleva una etiqueta que contiene la siguiente información: Número de bulto, estilo, talla, cantidad, valor (en minutos, puntos, dinero o como lo establezcan en la empresa).

**-Fase de Instalación en Línea.** Terminado su trabajo con el bulto en cuestión, el operario lo vuelve a amarrar, copia en su hoja de control individual los datos del bulto (si lleva su propio control); luego, el supervisor recoge el bulto y lo pasa a la siguiente operación del proceso, anotando el número de operaciones, el día en que se elaboran e incluso el nombre de la operaria que realizó la labor.

La cantidad de unidades por bulto es calculada con la fórmula:  $QU=Ie/i$

En donde:

QU = Cantidad de unidades por bulto.

Ie = Inventario por estación de trabajo.

i = Constante que varía de acuerdo a los factores mencionados.

**-Fase de Control de Bultos.** Se estiman plazos de entrega a almacén de productos terminados, de los diferentes modelos en proceso, conociendo su avance en línea.

-Si se utilizan colores diferentes para la identificación, se puede conocer la producción diaria, semanal y mensual de cada operario; la eficiencia, los salarios a percibir, las desviaciones en la operación (con respecto a los planes), la disposición al trabajo de cada trabajador, etc.

Asimismo, el bulto sirve para determinar el inventario por estación de trabajo, el cual está en función de:

- Tiempo de inventario por estación de trabajo.
- Tiempo de operación promedio.

En vista de que la cantidad de piezas es variable, se necesita fijar una unidad, para facilitar el transporte y el control de la producción, que puede formarse por la totalidad o parte de ellas, esto es el BULTO.

La producción también es controlada individualmente.

Para control de la producción individual de las operarias, se lleva un reporte de calidad semanal, donde se establece un estandar y una calificación, que va de: buena = 3% abajo del estandar; regular = al estandar y, mala = 5% arriba del estandar.

La hoja en que se lleva el reporte contiene los siguientes datos:

Procesos - Estilo - Bultos - Cantidad - Paros de A - Causa -  
Minutos ganados -

**Formas de determinar Tiempos Estandar en los Proceso de Producción.**

Respecto a esta pregunta las respuestas fueron:

-El 40% lo saben aproximadamente, y no de manera formal.

-En el 60% de las empresas desarrollan estudios de tiempos y movimientos ya que ellos les permite detectar la potencialidad de cada operario y a la vez de la fábrica en los siguientes aspectos:

- Eliminar detalles innecesarios.
- Combinar movimientos, cuando esto resulte práctico.
- Simplificar estaciones de trabajo.
- Hacer que ambas manos de la operaria realicen trabajo útil.
- Usar mobiliario adecuado.

**3.1.3 LAS FORMAS DE TOMAR TIEMPOS EN LA MAYORIA DE LAS EMPRESAS ES:**

- De manera continua.- Se pone en marcha el cronómetro y no se detiene hasta el final de una labor.
- De manera intermitente.- Se detiene el cronómetro y regresa a ceros al final de cada operación.

-Combinando las dos.- Se mide continua una operación y se regresa al cronómetro para la siguiente. Las pérdidas de tiempo más frecuentes pueden ser por los siguientes factores:

1.- Hilo roto	3%
2.- Tiempo de instrucciones	3%
3.- Tiempo personal	5%
4.- Descompostura de máquina	—
5.- Cambio de bobina	3%
6.- Cambio de hilo	3%
7.- Descansos	5%
8.- Preparar bultos	3%
9.- Esperar trabajo	—
10.- Reparar descomposturas	—

TOTAL	25%
-------	-----

A partir de los porcentajes anteriores, se determinan las tolerancias que varían según:

- .El tipo de maquinaria.
- La variación del estilo.
- .Los cambios de operación.
- .Los cambios de color de la prenda.
- .Dimensión y peso de la prenda.

Tanto la pérdida del tiempo como el tiempo por pieza se calculan con las fórmulas que se mencionan:

$\text{Pérdida de Tiempo} = \text{Inicio de la operación} - \text{Paro de operación} \%$   
 $\text{\% del total} = \text{Tiempo de piezas (total)} / \text{Duración del proceso.}$

$\text{Tiempo de piezas} = \text{Tiempo de paro} - \text{Tiempo de inicio.}$

$\text{Tiempo por pieza} = \text{Tiempo de piezas} / \text{Piezas totales.}$

Parte muy importante para la eficiencia, es el entrenamiento de las operarias, que debe ser basado en:

-Ritmo.

-Pasos.

-Constancia.

Los tiempos y movimientos, se toman en base a los diferentes tipos de prenda y a cada trabajadora: resulta difícil incluir la relación de todos y cada una de las operaciones sujetas a cuantificación de cada modelo, por lo que sólo a manera de ejemplo, describen las operaciones de un modelo de vestido:

1. Preparar etiqueta.
2. Deshebrar etiqueta.
3. Cerrar trabas moño.
4. Fijar tul moño.
5. Voltear moño.
6. Planchar moño.
7. Cerrar moño.
8. Planchar traba.
9. Coser trabas moño.
10. Fijar tul moño y cerrar manga.
11. Planchar moño manga.
12. Over moño manga.
13. Fijar moño manga.
14. Over manga.
15. Envolver elástico manga.
16. Pegar moño manga.
17. Cerrar manga.
18. Doblamiento manga.
19. Armar forro talle.
20. Pegar estraforro forro talle.
21. Doblamiento del purito, cierre falda trasero.
22. Pegar cierre forro talle.
23. Pegar etiqueta.
24. Plisar trasero talle.
25. Plisar delantero pieza grande.

26. Plisar delantero pieza chica.
27. Armar forro pieza chica.
28. Armar forro pieza grande.
29. Pegar pellón pieza grande delantero.
30. Coser olán.
31. Dobladillo olán.
32. Coser falda.
33. Over trasero falda.
34. Over ruedo falda.

Estas son las operaciones que se realizan en el área de máquinas.

#### **Tiempo Promedio de Fabricación.**

En virtud de que las empresas encuestadas representan un considerable número, además de que cada una es catalogada como fábrica multiestilos, no puede especificarse un tiempo promedio de fabricación; se ha observado en un punto anterior que el tiempo y las operaciones a realizar para la fabricación de cada prenda varía enormemente. Esta variación depende de una serie de factores entre ellos: el tipo de tela, ya que la textura de esta, hace que su manejo sea diferente y en consecuencia, el tiempo de una misma operación, e incluso el tiempo total de fabricación, de un mismo modelo difiere a pesar de lo descrito anteriormente y en base a que la ejecución y los procesos de fabricación son similares se menciona a manera de ejemplo que el tiempo promedio de elaboración de un vestido es de 150 minutos.

#### **3.1.4 EVALUACION DE ASPECTOS GENERALES**

A pesar de tratarse de empresas pequeñas y medianas se detecta el interés por llegar a ser competitivas, ya que llevan un minucioso control de calidad y de la producción, realizan estudios de tiempos y movimientos para estandarizar los tiempos de fabricación de cada prenda; cabe mencionar que la mayoría de prendas son elaboradas bajo especificaciones de calidad que pueden competir en cualquier mercado internacional.

Junto a estos aspectos, que dan cierta fortaleza a las empresas, subyacen otros que, impiden mejorar su funcionamiento, como los generados en el área productiva, en donde la producción la llevan a cabo sin tomar en cuenta la contribución, de cada tipo de prenda, a las utilidades,

además de no establecer lineamientos que orientan su actividad de una manera más formal, como la fijación de: objetivos, políticas, programas, presupuestos y procedimientos. El no establecer estos elementos, propicia que los volúmenes de producción sean definidos en base a la experiencia, o a factores que no son indicadores de los requerimientos verdaderos, es decir, que no están basados en hechos objetivos, sobre cuánto deben producir, para cubrir determinados porcentajes de mercado; esta situación origina pérdida de oportunidades y limitaciones para elaborar planes a corto y mediano plazo.

Al mismo tiempo, desconocen el nivel mínimo de producción que deben elaborar para cubrir al menos sus gastos así como el nivel que les permita obtener la utilidad óptima.

La carencia de programas de producción impide el otorgamiento de un buen servicio a los clientes o en ocasiones adquieren compromisos para cubrir una demanda difícil de alcanzar y otras tantas la capacidad de producción está subempleada, esto propicia la elevación de costos y pérdida de utilidades.

En lo referente a inventarios se observa que dedican instalaciones de una regular extensión que, podrían reducirse y así disminuir costo, no ejercen un proceso de control eficiente con el que sepan inmediatamente los faltantes o las existencias, el momento en el que es oportuno ordenan un nuevo pedido, la cantidad que debe ordenarse y cada cuánto tiempo, los costos por concepto de conservar un inventario en almacén o por ordenar un pedido.

-Con frecuencia invierten sumas considerables en inventarios de materia prima cuya rotación es lenta y en consecuencia la inversión no se recupera rápidamente ni se obtienen utilidades como producto de ese capital de trabajo "ocioso".

Si a veces se peca de excesos de materiales en almacén otras tantas se llega al agotamiento que desemboca en altos costos o pérdidas de clientes y consecuentemente de utilidades.

También es frecuente no frenar la escasez, las alzas de precios o los retardos, en la entrega de materiales por parte de los proveedores, no definen los niveles máximos o mínimos, de materiales y productos terminados que sea adecuado conservar en almacén, ya que, los intentos por llevar un control se ven limitados debido a que son desarrollados empíricamente.

-El inventario de Productos en Proceso, lo llevan a cabo basándose en el inventario por Estación de Trabajo.

Inventario en proceso, es la cantidad de prendas que debe haber en la línea para permitir el flujo continuo de la producción sin interrupciones, por tanto deberá:

.Correlacionar los tiempos de operación para aprovechar mejor los tiempos de producción.

.Prever factores aleatorios que afecten la continuidad del proceso.

.Facilitar el balanceo de la línea, o sea que, se produzca lo adecuado en el momento preciso.

Para hacer el cálculo se evalúan los TIEMPOS DE OPERACION y los FACTORES QUE AFECTEN la PROGRAMACION.

Los factores que INTERVIENEN EN EL PROCESO, independientemente de las operaciones de manufactura, se refieren a la organización y son:

1. Máquinas auxiliares.
2. Refacciones.
3. Servicios mecánicos.
4. Operarios "comodines".
5. Estilos sustitativos.

Los tiempos necesarios para resolver problemas que se presentan en la línea, serán variables mayores mientras más escasos e ineficientes y es necesario conocer sus abreviaturas:

Tiempo de inventario por estación de trabajo representado simbólicamente por:  $T_e$ .- Tiempo necesario para solucionar problemas eventuales de producción; es la base del cálculo del inventario en procesos.

La operación puede realizarse en más de una estación de trabajo (Secciones de la fábrica), entonces, se calcula el tiempo de inventario de operación representado simbólicamente por  $T_{op}$

$$T_{op} = T_e(e)$$

en donde e = cantidad de estación de trabajo.

Tenemos también el tiempo de operación promedio = (t), que se basa en:

- Duración de la jornada de trabajo = (ts) dado en minutos.
- Cantidad de estaciones de trabajo = (et) dado en unidades.
- Prendas producidas diariamente = (p) dada en unidades.
- Operaciones del proceso = (op) dado en unidades.

$t = ts (et) / p (op) = \text{minutos de operaciones.}$

Por otro lado está el inventario por estación de trabajo = (Ie), o cantidad de piezas a producirse.

$Ie = te / t$

Inventario por operación = (Iop).

$Iop = Ie (e) = \text{Inv. por estación de trabajo, multiplicado por la cantidad de estaciones de trabajo, que hacen una misma operación.}$

Inventario en proceso =  $Ie(\text{cantidad de estaciones de trabajo})/Iop (\text{cantidad de operaciones}).$

Este inventario en proceso es el distribuido en la línea de producción: los cortes stock al principio de la línea y los terminados por entregar a la bodega no están considerados.

La falta de planeación no permite prever las mejores condiciones con las que deberían seleccionar a sus proveedores, a fin de aprovechar compras ventajosas.

En lo relacionado a ventas, es necesario mencionar que es un área un tanto descuidada, no establecen metas a lograr, ni, determinan pronósticos sobre las futuras ventas, además de que en ocasiones no satisfacen la demanda, como consecuencia de la falta de materiales, sus precios no son calculados con base en las propias necesidades de cada empresa, sino en los precios que corren en el mercado, lo que equivale a que, se puede estar muchas veces por arriba de su propio costo de producción y viceversa: esta situación propicia que no sean competitivas en cuanto a precios ni en el extranjero ni con las empresas grandes nacionales.

No aprovechan oportunidades de participar en mercados internacionales, por carecer de conocimientos respecto a las acciones o trámites que se requieren para este efecto, aun cuando tienen la oportunidad de ser asesorados por la CIVC, tropiezan con las trabas de las disposiciones gubernamentales.

En el aspecto financiero se puede comentar lo siguiente:

La inversión para ampliaciones futuras, no es contemplada, ni se establecen políticas al respecto, debido a que el capital que manejan es limitado y desconocen los apoyos financieros que pueden obtener de instituciones de crédito.

Su registro de costos es un tanto informal, lo cual no permite emprender acciones para optimizarlos.

Los presupuestos, en las empresas que los manejan, resultan insuficientes, como resultado de no considerar factores económicos cuya variación incide en ellos.

La falta de estándares de control, conducen a la empresa a gastar más de lo previsto, en cuestiones no consideradas. Por el lado de recursos humanos, se detectó que el 90% de las empresas no cuentan con departamento o sección de Recursos Humanos, la selección se realiza empíricamente, la capacitación y motivación, son casi nulas, lo cual, es una de las causas de grandes índices de ausentismo, que repercute en el atraso del trabajo, incumpliendo con los clientes y en algunos casos los productos no reúnen los requerimientos de calidad preestablecidos por la compañía.

En cuanto al funcionamiento general de la empresa, se encontró que los empresarios no se mantienen informados de los cambios que día a día experimenta el medio social y económico, tampoco aprovechan las oportunidades de asesoría, que les pueden proporcionar las instituciones públicas o privadas, debe aclararse que, las pocas empresas que solicitan asesoría a los diferentes organismos, lo hacen esporádicamente.

El estar afiliado a la cámara de la industria del vestido, según su percepción particular, lo ven como un requisito gubernamental más, que no les deja beneficio alguno.

### **3.2 DEFINICION DE PROBLEMAS Y ESTABLECIMIENTO DE HIPOTESIS.**

Con el fin de explicitar mas las situaciones desventajosas que aquejan a estas empresas, se describen los problemas más relevantes.

-El personal que labora y maneja este tipo de empresas, carece de capacitación, siendo esto un impedimento en la realización eficiente de sus actividades.

-No cuentan con la especificación previa de estándares de calidad para el control efectivo.

-No se anticipan a los sucesos futuros, sólo se enfocan a desarrollar actividades en forma rutinaria, sin darse oportunidad para, aprovechar oportunidades, disminuir riesgos, o fijar objetivos viables y precisos.

-Los índices de ausentismo son altos a consecuencia de la falta de métodos de motivación que muevan el interés de los trabajadores a comprometerse en el cumplimiento de las metas de la empresa.

-Inversiones ociosas en inventarios de materiales de lenta rotación, lo que ocasiona que, la recuperación de la inversión y la obtención de utilidades no sea ágil y como consecuencia las empresas carezcan de solvencia económica; además de elevarse los costos y obviamente los precios no pueden ser competitivos.

Los volúmenes de ventas futuras no son estimados anticipadamente obstruyéndose la labor de producción, ya que tiene períodos de receso prolongado y otros de intensa actividad.

-Carecen de conocimientos para calcular los volúmenes de producción mínima que les permita al menos recuperar los costos en que incurren para evitar las pérdidas.

-No hay un aprovechamiento óptimo de los recursos escasos como:

- \*Equipo y maquinaria.
- \*Horas-hombre.
- \*Tiempo.
- \*Recursos financieros.
- \*Recursos materiales.

Las repercusiones inciden directamente en la elevación de precios, costos de producción y en la obtención de menos utilidades, o en su caso, pérdidas.

-No consideran factores de cambio, en el cálculo de costos o presupuestos a mediano o largo plazo.

-Falta de control sobre gastos.

-Limitación de capital que, no les permite reinvertir para cumplir sus intenciones de expansión futura.

-Desconocimiento generalizado sobre oportunidades de participación en nuevos mercados, y sobre exportación.

-En la mayoría de los casos no tienen una cultura, ni una tradición por la investigación, por lo que están sujetos a la influencia extranjera en materia de moda.

-La maquinaria y equipo son obsoletos, en muchos casos, y no ponen en práctica su habilidad creativa para generar su propia tecnología o innovar la existente.

Aun cuando estos problemas han sido detectados en las industrias pequeñas y medianas del vestido, es evidente que, no son privativos de ellas, ya que, los enfrentan la mayoría de las empresas de la misma magnitud y de diferentes giros; debe destacarse, al respecto, que aunque los dirigentes de estas empresas son responsables de la eficiencia o deficiencia del funcionamiento interno, existen factores no controlables por ellos cuya incidencia puede ser definitiva en resultados como: bajos niveles de productividad y competitividad, entre estos factores se pueden mencionar:

\*La reglamentación gubernamental, que al ser delegada para su ejecución, a diversos organismos, se hace cada vez más lenta entorpeciendo la actividad empresarial.

\*La política monetaria y financiera.

\*La estructura fiscal.

\*Las limitaciones de penetración en mercados internacionales

\*Carencia de estándares oficiales que normen la calidad de los productos..

Con relación a estos planteamientos se está en condiciones de establecer la siguiente hipótesis.

#### **HIPOTESIS:**

LA DEFICIENCIA, EN EL FUNCIONAMIENTO DE LAS MICRO, MEDIANAS Y PEQUEÑAS EMPRESAS, SE DEBE AL GRADO DE EMPIRISMO CON EL QUE SUS DIRIGENTES DESARROLLAN SUS FUNCIONES ADMINISTRATIVAS, ASI COMO AL DESCONOCIMIENTO SOBRE LA APLICACION DE TECNICAS QUE OPTIMICEN SUS RECURSOS.

### **3.3 CONSIDERACIONES PREVIAS AL DESARROLLO DEL SISTEMA**

Para llevar a cabo el diseño del Sistema, previamente se efectuó, una etapa de factibilidad, en la que se consideraron las características más generalizadas de las personas que administran pequeñas y medianas empresas, sus problemas más relevantes, su organización, así como los procesos de producción y distribución de planta más comunes.

Para efectos de este estudio, sólo se abordarán propuestas de solución, para algunos problemas, de las áreas de producción, contabilidad, ventas, almacén y compras. Al área de personal, no se le dará atención en este trabajo, ya que, por su amplitud implicaría un análisis más profundo, para dar soluciones viables que, bien podían ser objeto de estudios posteriores e independientes.

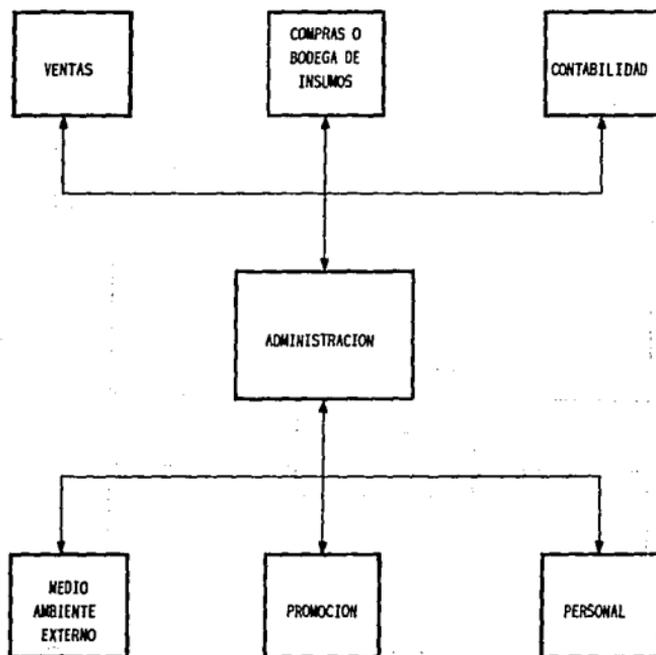
#### **3.3.1 DIAGNOSTICO OPERACIONAL.**

Es otra de las etapas efectuadas en el diseño del sistema, que consistió en analizar e identificar el origen y requerimientos de información entre las áreas de responsabilidad.

La mejor forma de visualizar el sistema empresarial, fue describir la información y procesos que, cada área organizativa genera, e investigar segmento a segmento las relaciones y contribuciones, de cada parte con el todo. A continuación se muestran los esquemas III.2 al III.8 y subíndices, denominados "Lo que necesita saber de ---" que concentran la información mínima necesaria que requieren conocer entre áreas para lograr la coordinación que debe haber entre ellas; se efectuó también un cruce de información entre las áreas organizativas correspondientes y de las premisas externas.

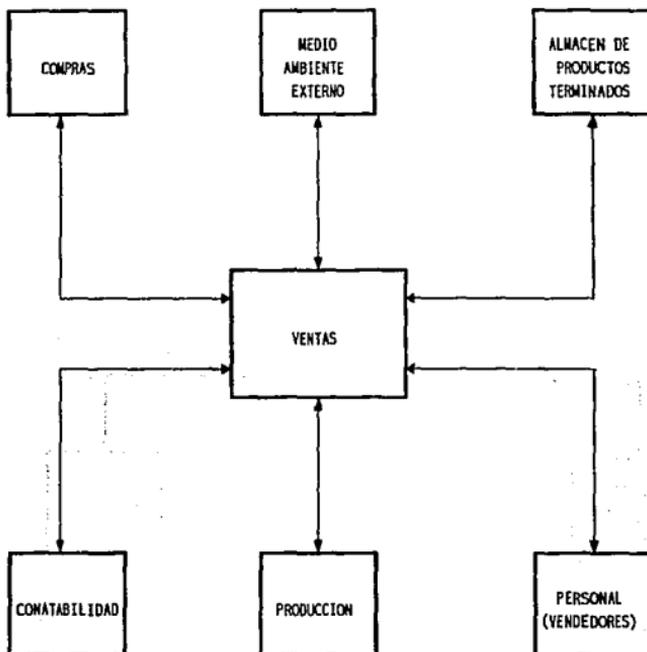
**ESQUEMAS DE INTERRELACION DE INFORMACION  
ENTRE LAS AREAS DE RESPONSABILIDAD**

## INTERRELACION Y FLUJO DE INFORMACION DEL AREA DE ADMINISTRACION CON LAS DEMAS



**ADMINISTRACION GENERAL:** Necesita en primer lugar mantenerse informada sobre factores del medio ambiente que afecten a la empresa hacia el interior de la misma, se necesita saber qué hace cada área, para qué lo hace, cómo, cuándo y dónde; además la administración a su vez, debe establecer lineamientos generales respecto a objetivos, estrategias, políticas, presupuestos, programas y procedimientos estandarizados.

### INTERRELACION Y FLUJO DE INFORMACION ENTRE EL AREA DE VENTAS CON LAS DEMAS



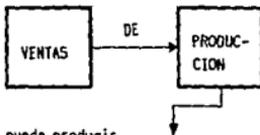
## INFORMACION MINIMA QUE DEBE CONOCER EL AREA DE VENTAS

### VENTAS DE SI MISMA.

- Tipo de prendas y estilos que vendo.
- ¿ Quiénes me los compran ?
- ¿ A Cuántos les puedo vender, además de los que le vendo ?
- ¿ Cómo les doy a conocer el producto ?
- ¿ Quiénes más venden este producto ?
- ¿ Cada cuanto tiempo lo compran ?
- ¿ Con qué características los compran ?
- ¿ Cuánto mas, están dispuestos a pagar por el producto ?
- Lugar de ubicación de la clientela cautiva y potencial.
- Tipo de clientes:
  - . Sexo
  - . Ingresos
  - . Edad.

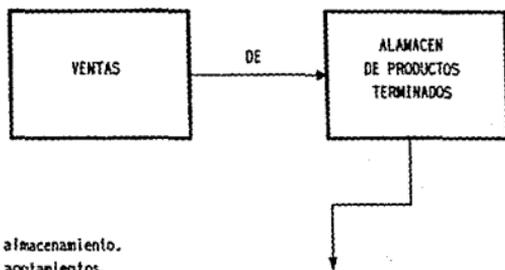
ESQUEMA III.3.1

## INFORMACION QUE DEBE CONOCER VENTAS DE PRODUCCION



- Estilo de prendas y tallas que puede producir.
- Volumen o cantidad que pueden producir, de cada prenda y cada cuanto tiempo.
- Maquinaria con la que se cuenta y su capacidad productiva.
- Características: de calidad y diseño que tienen las prendas.
- Tipos de tela.
  - Acabados de costura
  - Diseños exclusivos
  - Diseños en serie
- Período de vida del producto.
- Accesorios que llevan las prendas.
- Espacio o área física que tienen para almacenar las prendas terminadas.
- Períodos de tiempo, durante los cuales pueden permanecer almacenadas las prendas, sin causar problemas.

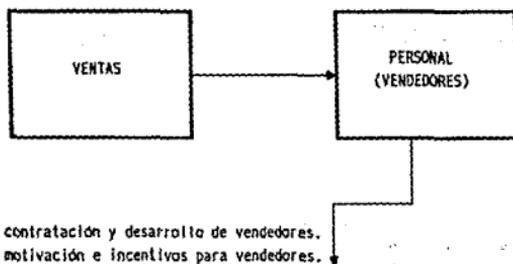
## INFORMACION QUE REQUIERE CONOCER VENTAS DEL ALMACEN DE PRODUCTOS TERMINADOS



- Capacidad de almacenamiento.
- Existencia o agotamientos.
- Volumen de mercancía almacenada.
- Políticas de entrega de mercancía.
- Tipo de prendas almacenadas.

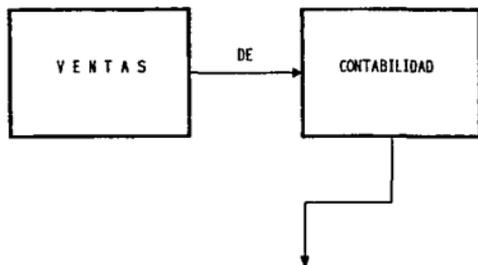
ESQUEMA III.3.3

## INFORMACION QUE DEBE CONOCER VENTAS DEL DEPARTAMENTO DE PERSONAL



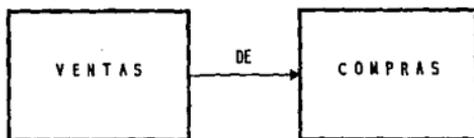
- Políticas de contratación y desarrollo de vendedores.
- Políticas de motivación e incentivos para vendedores.
- Condiciones de trabajo y prestaciones.
  - Horario
  - Comisiones
  - Viáticos
  - Transporte
  - Vacaciones
  - Servicio médico
  - Seguro de vida
  - Sanciones
- Oportunidades de capacitación.

## LA INFORMACION QUE NECESITA CONOCER VENTAS DEL DEPARTAMENTO DE CONTABILIDAD



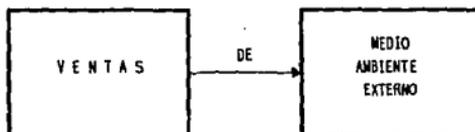
- Presupuesto disponible para:
  - Publicidad
  - Pago de vendedores
  - Promoción
  - Transporte
- Prendas que reportan mayor calidad.
- Precio normal de venta de cada prenda.
- Precio máximo y mínimo de venta.
- Monto de crédito que se puede otorgar.
- Tiempo mínimo y máximo de extensión de crédito.
- Tiempo óptimo de rotación de inventario de productos terminados.
- Porcentaje máximo y mínimo a ofrecer a los clientes.
- Políticas a seguir en el otorgamiento de crédito.
- Políticas a seguir en los descuentos.

### INFORMACION QUE DEBE CONOCER VENTAS DEL DEPARTAMENTO DE COMPRAS



- Calidad de material.
- Procedencia del material.
- Características de material.
- Cantidad de material en almacén.
- Periodos óptimos de duración de materiales.
- Si el almacén trabaja con agotamiento.
- Tiempo de reabastecimiento.
- Proveedores nacionales o extranjeros.

### INFORMACION QUE DEBE CONOCER VENTAS DEL MEDIO AMBIENTE EXTERNO



#### FACTOR DEMOGRAFICO

- Ubicación y densidad demográfica.
- Edades.
- Sexo.
- Escolaridad.
- Ingresos.

#### FACTOR ECONOMICO

- Demanda.
- Ingreso per cápita.
- Poder adquisitivo.
- Inflación.
- Apertura comercial (exportaciones).

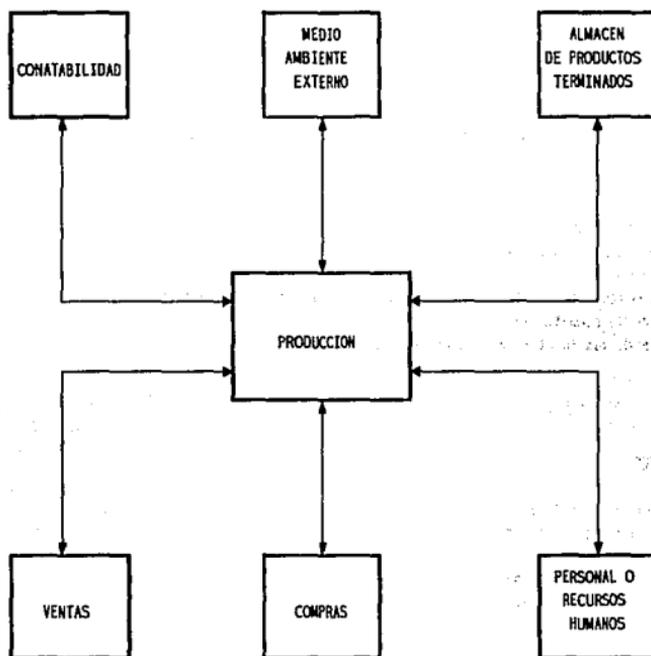
#### FACTOR COMPETENCIA

- Mercado que abarca la competencia.
  - Porcentaje que abarca la competencia
  - Porcentaje del total del mercado
  - Estrato social
  - Edad, sexo, escolaridad
  - Ingresos
  - Hábitos de consumo
- Calidad de las prendas de la competencia.
- Mercado que no cubre.
- Precio que ofrece la competencia en prendas de la misma calidad y estilo.
- Ubicación de la competencia.
- Procedencia de sus fuentes de abastecimiento.

#### OTROS FACTORES

- Hábitos de consumo del cliente.
  - Lugares de adquisición de la mercancía.
  - Formas de pago.
- Temporada o estación del año.
- Moda prevalente y potencial.
- Telas de moda.

### AREAS QUE REQUIEREN Y OTORGAN INFORMACION A PRODUCCION



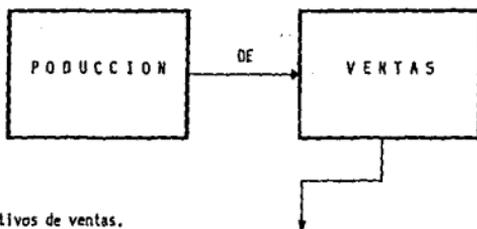
## INFORMACION MINIMA NECESARIA QUE DEBE MANEJAR EL ENCARGADO DE LA PRODUCCION

### PRODUCCION DE SI MISMA

- Capacidad de producción y producción actual
- ¿ Cuánto solicita de producto el departamento de venta ?
- ¿ Cada cuánto lo solicita ?
- ¿ En qué tiempo se producen los volúmenes ?
- ¿ Cuántos empleados lo producen ?
- ¿ Qué cantidad de materiales se ocupan en su producción ?
- ¿ Cada cuánto lo necesitamos ?
- ¿ Con qué características de calidad lo solicitan ?
- La calidad que se requiere.
- Estándares de producción.

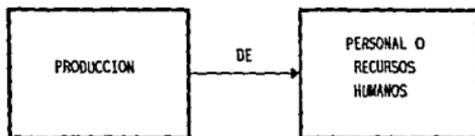
ESQUEMA III.4.1

## INFORMACION QUE NECESITA CONOCER PRODUCCION DEL AREA DE VENTAS



- Objetivos de ventas.
- Plazos de ventas.
- Tipos de clientes (mayoristas, detallistas, eventuales, casuales y contractuales).
- Características del producto.
  - Tallas
  - Calidad de la tela
  - Diseño
- Clima y estación.
- Volúmenes de venta mensual por cada prenda.
- Prendas de mayor demanda.

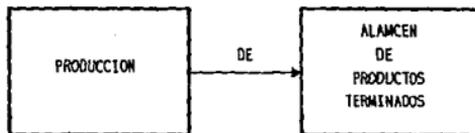
## INFORMACION QUE REQUIERE SABER PRODUCCION DEL DEPARTAMENTO DE PERSONAL



- Políticas de contratación de personal.
- Sueldo que perciben.
- Condiciones de trabajo y prestaciones.
  - Estímulos
  - Horarios
  - Vacaciones
  - Sanciones
- Si contratan personal calificado.
- Si escasea el personal.
- Si al personal se le debe entrenar o capacitar en la marcha.

ESQUEMA III.4.3

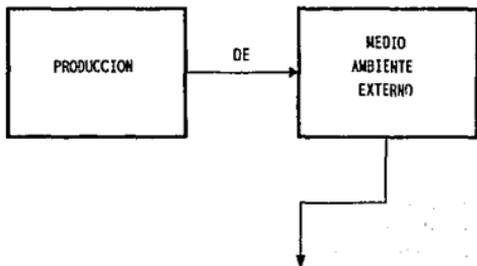
## INFORMACION QUE DEBE CONOCER PRODUCCION DEL ALMACEN DE PRODUCTOS TERMINADOS



- Capacidad de almacenaje.
- Volúmenes máximos que debe conservar.
- Políticas de recepción de productos terminados.
- Períodos de saturación en ocupación parcial del almacén.
- Frecuencia de entrega.

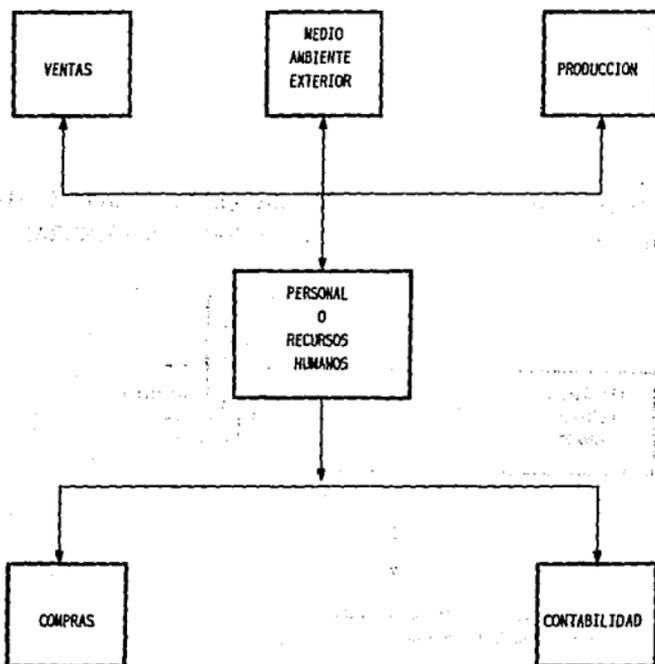


## INFORMACION QUE REQUIERE SABER PRODUCCION DEL MEDIO AMBIENTE EXTERNO



- Innovación de la tecnología en la industria del vestido.
- Nuevos métodos de trabajo.
- Nuevos sistemas y procesos de producción.
- Posibilidades de implantación en su área.
- Sus ventajas y limitaciones de adquisición e implantación en su empresa.

**AREAS QUE REQUIEREN Y OTORGAN  
INFORMACION AL DEPARTAMENTO  
DE PERSONAL**

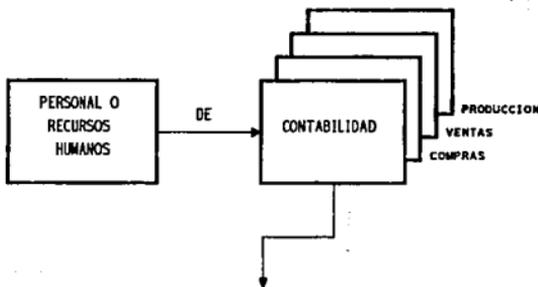


## INFORMACION MINIMA QUE DEBE MANEJAR EL RESPONSABLE DE ESTA AREA PERSONAL DE SI MISMA.

- ¿Cuánto personal se requiere?
- ¿En qué período se requiere más y en qué menos?
- ¿Con qué especialidades?
- ¿Qué índice de rotación existe?
- ¿Qué tipo de capacitación se les da?
- ¿A quiénes se les da capacitación?
- ¿Cuánto cuesta capacitarlos y que ventajas se tienen al capacitarlos?
- Recursos con los que se cuenta para capacitarlos.
- Monto de sueldos y salarios.
- Métodos de motivación.
- Sistemas de incentivos.

ESQUEMA III.5.1

## INFORMACION GENERAL QUE REQUIERE EL DEPARTAMENTO DE RECURSOS HUMANOS, DE LAS AREAS EN GENERAL

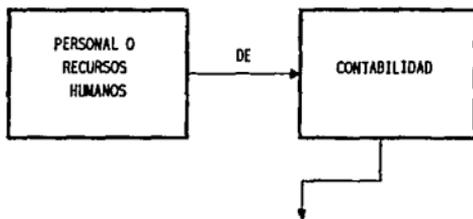


- Tipo de personal necesario en determinado período.
- Frecuencia de la rotación de personal.
- Motivos de rotación.
- Rendimiento o productividad del personal.

- Volumen del personal que labora en el área.
- Si requieren de contratación de personal calificado o no.
- Tipo de entrenamiento y desarrollo del personal.
- Areas sobre las que se debe capacitar a las personas.
- Períodos en los que se requiere la capacitación.
- Tipos de trabajo que desempeñan.
- Lugar en donde lo desempeñan.
- Riesgos de trabajo.
- Cuántas horas efectivas trabajan.
- Índices de accidentes.
- Índices de ausentismo.
- Responsabilidad de cada trabajador o grupo.
- Sueldo que perciben, de acuerdo al tipo de trabajo.

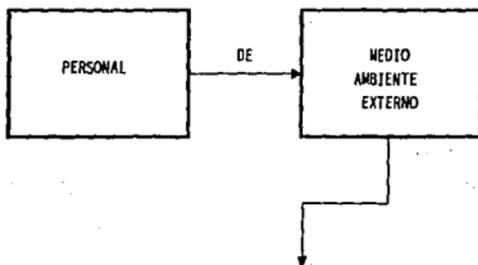
ESQUEMA III.5.2

### INFORMACION QUE REQUIERE, EL DEPARTAMENTO DE RECURSOS HUMANOS, ESPECIFICAMENTE DE CONTABILIDAD



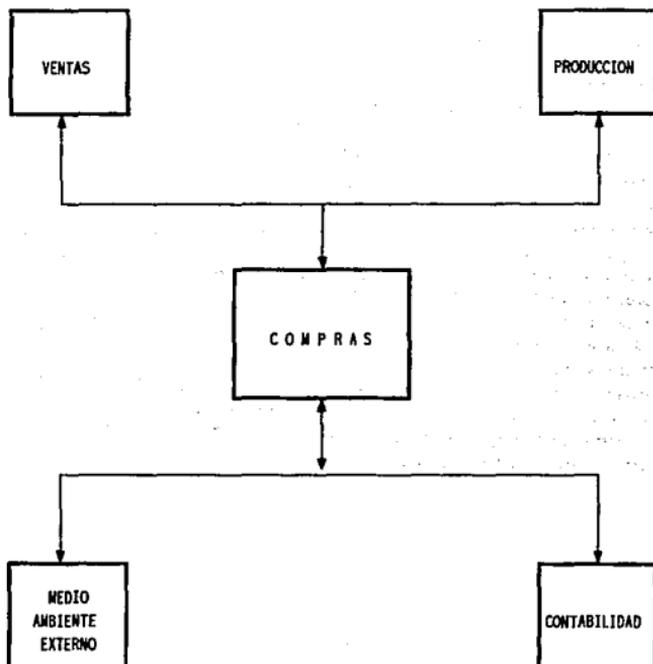
- Monto de recursos de los que puede disponer el departamento para:
  - Capacitación
  - Contratación
  - Sueldos y salarios
  - Personal que requiere
- Tipo de trabajo que desempeñan.
- Especialidades.
- Frecuencia y motivos de rotación.
- Volumen de personal.

## INFORMACION QUE REQUIERE SABER PERSONAL DEL MEDIO AMBIENTE EXTERNO



- Nuevos métodos y sistemas de capacitación.
- Políticas gubernamentales sobre salarios mínimos.
- Políticas gubernamentales sobre sueldos.
- Políticas gubernamentales sobre impuestos de productos del trabajo.
- Disposiciones sobre Ley Federal del Trabajo.
- Prestaciones que otorga la competencia.
- Servicios a que tienen derecho los empleados.

AREAS QUE REQUIEREN Y OTORGAN  
INFORMACION AL DEPARTAMENTO  
DE COMPRAS

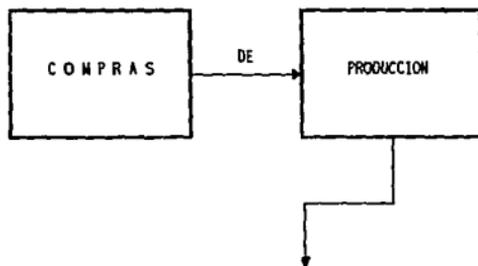


## INFORMACION MINIMA QUE DEBE MANEJAR EL ENCARGADO DEL AREA DE COMPRAS

### COMPRAS DE SI MISMA

- ¿Cuánto material se debe comprar?
- ¿Con qué características de calidad?
- Costos de materiales.
- Registros de entrada y salida.
- ¿Es escasa o abundante la oferta de ese material?
- Conocer existencias o faltantes.
- ¿De donde son los proveedores que surten el material?
  - Nacionales
  - Locales
  - Internacionales
- Volúmenes y periodos de consumo.
- Si la entrega es en la empresa o se debe recoger con proveedores.
- ¿Cuántos proveedores del mismo material se tiene?
- ¿Cómo se seleccionan?
- ¿Existe crédito o se tiene que pagar de contado?
- Cartera de proveedores.
- Si dan crédito ¿cuánto tiempo dan para pagar y cuánto cobran de intereses?
- ¿Cuánto se tiene que conservar en almacén y que período mínimo o máximo?
- ¿Con cuánto tiempo de anticipación se tiene que pedir o solicitar el material?
- ¿Cuánto tiempo tarda en surtir el proveedor?

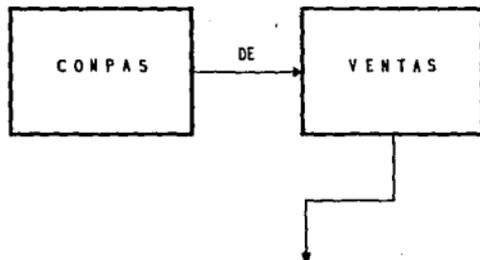
### INFORMACION QUE NECESITA SABER COMPRAS DEL DEPARTAMENTO DE PRODUCCION



- Tipos de materiales que requieren.
- Volúmenes necesarios.
- Períodos o frecuencias con que se requieren.
- Calidad, textura, color y otras especificaciones.
- Cantidad de producción mensual, semanal o diario.

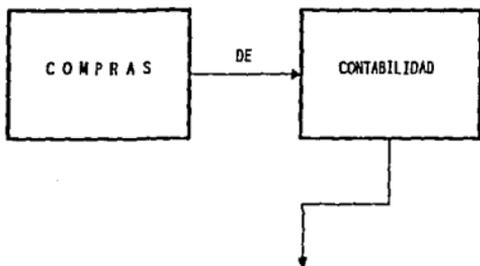
ESQUEMA III.6.2

### INFROMACION QUE NECESITA SABER COMPRAS DEL AREA DE VENTAS



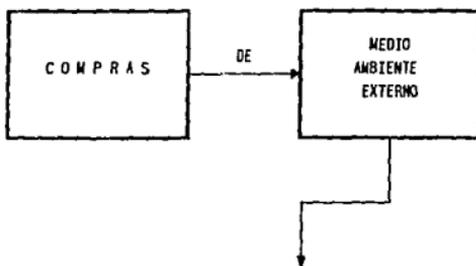
- Cantidad aproximada de ventas.
- Tipo de clientes.
- Especificaciones del material que requieren los clientes.
- Períodos de entrega de mercancía.
- Proyecciones de ventas futuras.

### INFORMACION QUE NECESITA SABER COMPRAS DEL AREA DE CONTABILIDAD



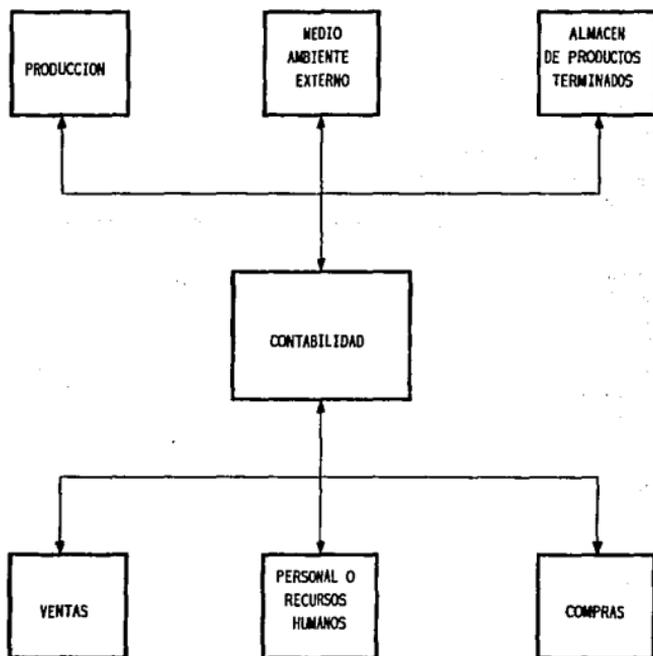
- Presupuesto destinado a compras.
- Si la empresa requiere crédito en la compra, hasta qué interés puede pagar.
- Niveles de inventario que debe conservar para un costo mínimo.
- Números de pedidos que deben efectuarse al año.
- Controles adecuados que deben impalantarse para los inventarios.
- Método de valuación de mercancías.

### INFORMACION QUE NECESITA SABER COMPRAS DEL MEDIO AMBIENTE EXTERNO



- Ubicación de las fuentes de aprovisionamiento.
- Precios de material de acuerdo con los diferentes proveedores.
- Condiciones de compra de diferentes proveedores como:
  - Crédito
  - Calidad
  - Tiempo de entrega
  - Descuentos
  - Transportación
  - Escasez o abundancia de materiales.

### AREAS QUE REQUIEREN Y OTORGAN INFORMACION AL DEPARTAMENTO DE CONTABILIDAD

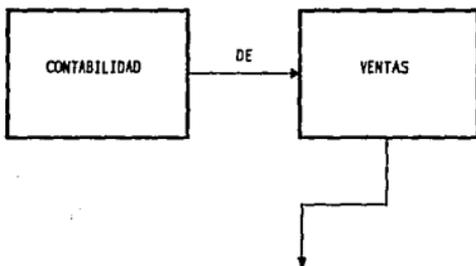


## INFORMACION MINIMA NECESARIA QUE DEBE MANEJAR EL ENCARGADO DEL AREA DE CONTABILIDAD

### CONTABILIDAD DE SI MISMA

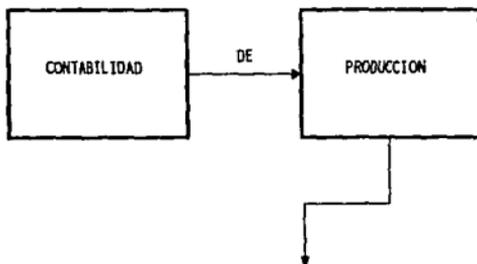
- ¿Qué presupuesto se tiene para cubrir las necesidades de cada departamento?
- Impuestos a pagar.
- Si la empresa cuenta con esas cantidades.
- ¿Cada qué periodo se necesita esa cantidad?
- ¿Cuál es su solvencia y liquidez?
- Disposiciones fiscales que se afectan.
- Instituciones de crédito que pueden beneficiar a la empresa.
- Cuánto se tiene de utilidad por producto.
- Cuánto se debe producir y vender para tener utilidad sin llegar a tener pérdidas.
- Al precio que está dispuesto a pagar el cliente.
- Cuál es la cantidad que se puede gastar en su fabricación, considerando todos los gastos en que se incurre.
  - Gasto de almacén
  - Gasto de materia prima
  - Sueldos
  - Impuestos
  - Intereses
  - Gastos de administración
  - Luz, teléfono, agua
  - Papelería, depreciación
  - Mobiliario
  - Amortización
  - Transporte
  - Desperdicios
  - Devaluaciones
  - Publicidad y promoción

## INFORMACION QUE DEBE CONOCER CONTABILIDAD DEL DEPARTAMENTO DE VENTAS



- Alcance de mercado (nacional, internacional, local).
- Volúmenes de ventas (mensual, anual, trimestral).
- Número de vendedores.
- Zonas geográficas de mayor venta.
- Volúmenes de clientes.
- Volúmenes de clientes y porcentaje de crédito que se le da a cada quién.
- Período de recuperación del crédito.
- Tipos de prendas que venden más.
- Porcentaje de clientes que reciben descuento.
- Tipo de cliente.
  - Escolaridad
  - Sexo
  - Edad
  - Ingresos
- Rotación de inventarios de productos terminados.
- Presupuesto que requiere el área de ventas.
- Planes de venta y plazos.
  - Volúmenes que se pretenden vender
  - Medios que utilizan para las ventas
  - Ventas directas
  - Publicidad
  - Catálogos
  - Revistas
  - Folletos
  - Volantes
- Trabaja sobre pedido, o son ventas casuales.

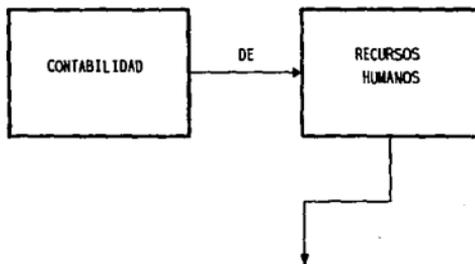
## INFORMACION QUE DEBE CONOCER CONTABILIDAD DEL PRODUCCION



- Monto del presupuesto requerido.
- Cómo lo va a distribuir.
- Capacidad de producción y capacidad total utilizada.
- Tipos de prendas que se pueden fabricar.
- Cantidad de material de cada prenda para calcular sus costos.
- Precio del material utilizado.

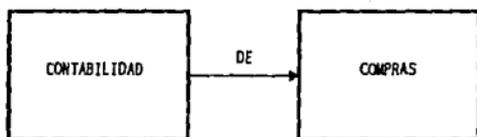
ESQUEMA III.7.3

## INFORMACION QUE DEBE CONOCER CONTABILIDAD DEL AREA DE RECURSOS HUMANOS



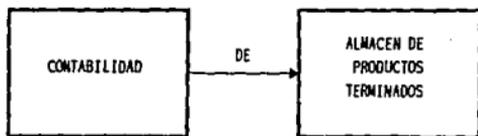
- Políticas de contratación.
- Cantidad de personal necesario que contrata.
- Períodos de contratación.
- Programas de capacitación.
- Presupuesto requerido para contratación, capacitación y estímulos.
- Condiciones bajo las que se contrata.
- Si el personal es eventual o de base.
- Especialidades de los trabajadores.

### INFORMACION QUE DEBE CONOCER CONTABILIDAD DEL AREA DE COMPRAS



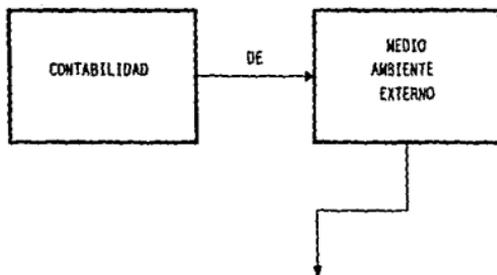
- Volúmenes de materiales que compra.
- Períodos de compra.
- Rotación de inventarios.
- Volúmenes de existencia de seguridad.
- Costo del material.
- Métodos de control de inventarios.
- Número de pedidos al año.
- Si el material lo entregan a pie de planta o se tiene que recoger con el proveedor.

### INFORMACION QUE DEBE CONOCER CONTABILIDAD DEL ALMACEN DE PRODUCTOS TERMINADOS



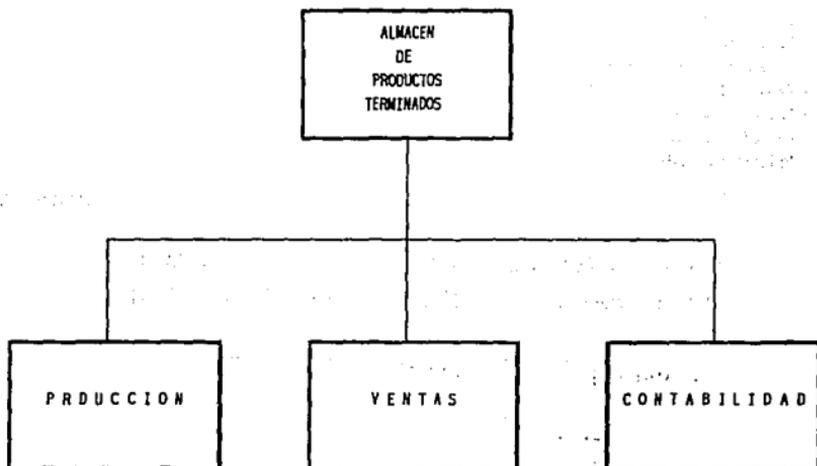
- Índice de pedidos de productos.
- Tipos de registro que se llevan
- Capacidad total de almacenamiento.
- Capacidad que normalmente se ocupa.
- Frecuencia de rotación de inventarios.
- Productos que se rotan más lentamente.
- Obsolescencia de los productos.
- Índice de deterioro del producto.

## INFORMACION QUE NECESITA CONOCER CONTABILIDAD DEL MEDIO AMBIENTE EXTERNO



- Tendencias sobre devaluaciones.
- Incentivos fiscales.
- Exenciones fiscales.
- Tendencias sobre impuestos.
- Inversiones.
- Fuentes de financiamientos.
- Proveedores de capital.
- Instituciones de crédito.
- Indices de inflación.
- Indices de devaluación.

**AREAS QUE REQUIEREN Y OTORGAN INFORMACION  
AL AREA DE ALMACEN DE PRODUCTOS TERMINADOS**



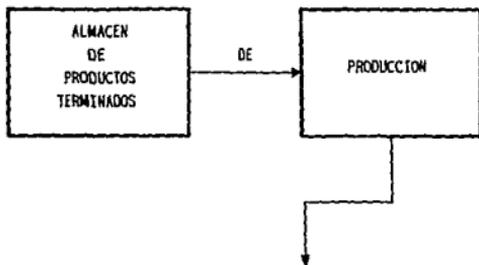
## INFORMACION MINIMA NECESARIA QUE DEBE MANEJAR EL ENCARGADO DEL AREA DE ALMACEN DE PRODUCTOS TERMINADOS

### ALMACEN DE PRODUCTOS TERMINADOS, DE SI MISMO

- Entradas y salidas de mercancía.
- Existencias y agotamientos.
- Volúmenes mínimos que deben conservar de productos terminados.
- Capacidad de almacenamiento total.
- Capacidad ocupada.
- Períodos más frecuentes de demanda.
- Políticas de entrega de mercancía.

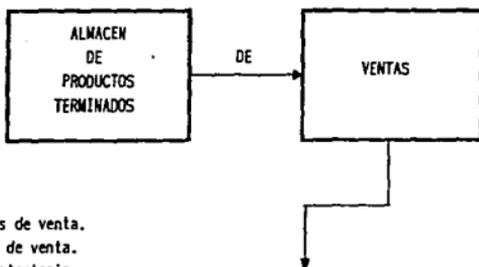
ESQUEMA III.8.1

## INFORMACION QUE DEBE CONOCER EL ALMACEN DE PRODUCTOS TERMINADOS DE PRODUCCION



- Capacidad de producción total.
- Volúmenes de producción periódicos.
- Períodos de mayor o menor producción.
- Cuidados que requiere cada prenda.

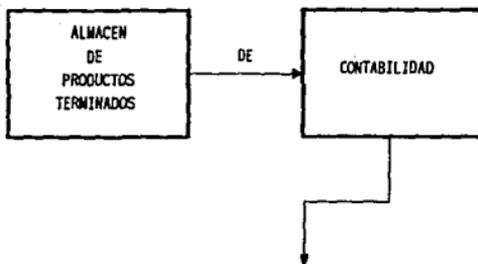
### INFORMACION QUE REQUIERE SABER ALMACEN DE PRODUCTOS TERMINADOS, DE VENTAS



- Volúmenes de venta.
- Periodos de venta.
- Demanda aleatoria.
- Tipo de cliente.
  - Mayorista.
  - Minorista.
- Temporadas de mayor venta y volúmenes requeridos

ESQUEMA III.8.3

### INFORMACION QUE REQUIERE SABER ALMACEN DE CONTABILIDAD



- Volúmenes máximos de productos a conservar.
- Costos de los productos.
- Métodos de control de inventarios, más adecuados.
- Tipos de registros que deben llevar.

### **3.3.2 OTROS DE LOS REQUERIMIENTOS PARA LA ESTRUCTURACION DEL SISTEMA FUERON:**

- a) Generar el programa de producción mensual.
- b) Programa de adquisiciones de cada tipo de materiales.
- c) Registro de las ventas diarias, mensuales o ambas.
- d) Registro de costos directos.
- e) Registro de precios de venta de cada tipo de prenda.
- f) Margen de utilidad de cada prenda.
- g) Registro de estándares de consumo de insumos mensuales y costos actualizados.

### **3.4 DESCRIPCION DE LA CONFIGURACION**

La exploración más profunda, de cada uno de los elementos descritos, sirvió de base para idear un sistema de toma de decisiones sencillo, manejado por computadora, e integrado por cuatro modelos cuantitativos que son a la vez, tanto descriptivos como prescriptivos y determinísticos.

Para el hombre de negocios el uso de modelos cuantitativos representa una necesidad y brinda además, la oportunidad de expresar, en forma concisa, situaciones decisionales difíciles mediante símbolos; una de las ventajas que proporciona el uso de modelos cuantitativos auxiliados con computadora es que mediante ellos puede representarse la realidad a escala, permitiendo experimentar en forma práctica, sencilla, menos riesgosa y costosa.

Tomar decisiones bajo certidumbre o incertidumbre, siempre reviste un riesgo, que se minimiza al experimentar con modelos, y existe la posibilidad de explorar diversos escenarios del mundo real y evaluar los resultados, facilita la proyección de hechos futuros y destacan las posibles reacciones ante acontecimientos fortuitos del sistema real, se destacan los efectos que pueden provocar los movimientos de variables clave, en una situación real, disminuye el riesgo de tomar una decisión bajo incertidumbre, ya que, se puede prescribir la elección de la mejor opción.

Entre las personas que dirigen negocios podemos distinguir dos tipos:

Las que con base en una gran experiencia, creatividad e intuición, casi siempre toman decisiones acertadas, y las que, aun con experiencia e intuición, desean asegurar que las decisiones tomadas, sean confiables, racionales, lógicas y objetivas, y se auxilian de técnicas cuantitativas y de los lineamientos que sugiere una metodología formal.

Es cierto que, muchas decisiones en la práctica, se toman sin considerar un método formal, o sin el auxilio de modelos cuantitativos, sin embargo, además de lo anterior, efectuar un análisis cuidadoso, de variables, que influyen en determinados problemas, utilizando herramientas cuantitativas que auxilian en la selección de la mejor alternativa de solución, es una medida sana y ventajosa para todos, es necesario aclarar que, aun cuando, las herramientas cuantitativas son auxiliares útiles e importantes, también tienen sus limitaciones, sobretodo cuando se está frente a problemas causados por variables incontrolables en los que influyen factores del medio ambiente como: las variaciones climáticas, los deterioros en el poder adquisitivo, causados por los fenómenos económicos, el crecimiento demográfico o los siniestros naturales en los que, las soluciones resultan imposibles, por más que se utilicen los métodos sofisticados, en consecuencia, debe advertirse que, los resultados obtenidos mediante un modelo matemático, son tan sólo una sugerencia, a los que habrá de agregárseles el juicio de la mente humana, que no puede ser sustituido por ninguno de estos métodos, así como la experiencia de quien toma una decisión, en conclusión: cualquier modelo matemático, debe ser considerado una ayuda, una guía, y una forma de automatizar la toma de decisiones, sobretodo si los problemas son programados, es decir, que las condiciones no varían por los que se pueden aplicar fórmulas permanentes que son válidas para decisiones rutinarias.

En nuestro caso, el sistema diseñado y propuesto está formado por los modelos de:

- 1) PRONOSTICOS
- 2) SIMPLEX
- 3) PUNTO DE EQUILIBRIO
- 4) CONTROL DE INVENTARIOS

**EL OBJETIVO PRINCIPAL DEL SISTEMA**, es hacer fácil, rápida, eficaz, confiable y racional la toma de decisiones, de tal forma que, proporcione bases sólidas para la planeación y se fomenta la aplicación de la misma en estas empresas, a la vez, se pretende evitar, en todo este proceso, el desarrollo de una tarea, que manualmente puede resultar compleja, lenta y costosa.

El manejo del sistema se mantiene a un nivel, en el que el usuario no requiere de un amplio dominio de conocimientos en el campo de las matemáticas; de sistemas de informática o de programación de computadoras.

En cada modelo, se han incorporado varias opciones de aplicación ejemplificadas, para una mayor comprensión, y es necesario señalar que, aún cuando, en la descripción del funcionamiento de cada modelo, se detalla el procedimiento matemático, el usuario del sistema, no lo desarrollará manualmente, puesto que es parte del proceso interno del programa que ejecutará la computadora, para lo cual se adjuntará un manual, que orientará al usuario sobre su operación.

## CAPITULO IV

### DESARROLLO DEL SISTEMA, PROPUESTO COMO SOLUCION, PARA LA TOMA DE DECISIONES

#### 4.1 PRONOSTICOS

Desde épocas remotas, el hombre ha vivido interesado en conocer, anticipadamente, los acontecimientos futuros y sobretodo, aquellos que le pueden afectar directamente. Su deseo de acercarse a la realidad, lo ha conducido a recurrir a la práctica de acciones tan subjetivas como la clarividencia, la interpretación de los sueños o de fenómenos físicos como, los eclipses o las manchas de la luna.

En el mundo de los negocios, el deseo de anticiparse a los hechos, alcanza dimensiones, todavía, más importantes ya que de ello depende, en gran medida, su éxito o fracaso. Sin embargo, en la actualidad los rápidos cambios, en el medio ambiente, social, económico y político, que circundan a las grandes, medianas, pequeñas o microempresas, no aceptarían tan ingenuos métodos de predicción, puesto que, pondrían en peligro el patrimonio de la empresa, tales circunstancias, exigen técnicas administrativas cuantificables que garanticen un mínimo grado de error, a fin de prever las medidas que minimicen los severos efectos de las contingencias. Con este afán, el hombre ha ideado técnicas matemáticas llamadas PRONOSTICOS, las que hoy en día, se han constituido en elementos básicos para la planeación y la toma de decisiones, en áreas funcionales como: producción, comercialización, contabilidad o recursos humanos. Hacia el interior de estas áreas, la aplicación de los pronósticos también abarcan un amplio radio de modalidades como: ventas, producción, utilidades, contratación, ausentismo, alza o disminución de precios de compra, demandas futuras, etc.

##### 4.1.1 ¿QUE ES UN PRONOSTICO?

Es un cálculo o estimación cuantitativa, respecto a la tendencia futura de un Evento.

En otras palabras, podría decirse que, un pronóstico es la predicción, de sucesos futuros, orientada a reducir la incertidumbre inherente a ellos. No existe un método universal para calcular cualquier tipo de pronóstico, ni

puede sugerirse alguno, en particular, como el más eficaz, cada empresa deberá elegir el método que mejor se adapte a las necesidades y naturaleza de sus operaciones, tomando en cuenta: la disponibilidad de información registrada, las decisiones que se van a tomar, el tiempo y los recursos. No obstante, para el caso concreto de la pequeña y mediana industria del vestido, objeto de este estudio, se ha propuesto la utilización de la técnica de Series de Tiempo, que es sencilla y de fácil interpretación.

Este método consiste en generar pronósticos, empleando los datos históricos de la variable que se desee pronosticar; esta técnica, supone que la información sobre el comportamiento, anterior, de la variable, es útil para determinar un pronóstico ya que, es probable que lo sucedido en el pasado continúe ocurriendo en el futuro.

En la industria del vestido su producción y ventas, están condicionadas por: el clima, la moda, las estaciones del año, los hábitos de consumo, la competencia, el poder adquisitivo de los consumidores, etc.

Por otra parte, la mayoría de estas empresas, se enfrentan al problema de desconocer indicadores de la demanda potencial, incurriendo en la insatisfacción, y a veces en la pérdida del cliente, sobre todo, cuando en algunas épocas del año, se presentan aumentos súbitos, sin un aparente patrón de referencia.

#### **4.1.2 OBJETIVO DEL SUBSISTEMA DE PRONOSTICOS?**

Constituirse en una herramienta que auxilie al pequeño y mediano empresario a calcular anticipadamente los volúmenes de demanda de prendas, por temporada; posibles montos de utilidades; de producción y otros rubros que encierren incertidumbre.

#### **4.1.3 LIMITACIONES DE LOS PRONOSTICOS**

Sabemos que las acciones que se determinaron con base en el futuro, llevan consigo cierto grado de incertidumbre, por lo tanto debe asumirse que, aún utilizando métodos cuantitativos, los resultados no garantizan que lo pronosticado, se efectuará exactamente al pie de la letra; quien utilice un pronóstico, deberá estar consciente de estas limitaciones.

- Los pronósticos no son exactos; más bien, son aproximaciones de la realidad, sus resultados deben ser combinados con la habilidad, la experiencia y buen juicio del tomador de decisiones.
- Su utilidad, será mayor, cuando en su estimación se incluya un índice de error.
- Su exactitud, es mayor, cuando se pronostica para grupos de productos más grandes, que para productos pequeños.

Los pronósticos basados en series de tiempo, tienen además otras limitaciones, como en los Promedios Móviles, a menos que  $N$  sea = 1, no se tendrá un valor suavizado, correspondiente a cada valor de la serie original; por ejemplo, si se desean calcular los promedios móviles sobre cada  $N=7$ , período consecutivo de una serie de tiempo, no se tendrá un valor suavizado, para los 2 primeros y los 2 últimos valores; esta limitante, puede representar una consideración seria, si el número de observaciones es pequeño, no así, si se cuenta con un número grande.

- Los patrones de estacionalidad, tendencia y ciclos no suelen permanecer por períodos muy largos.

Los modelos de series de tiempo, sólo son empleados para pronosticar a corto y mediano plazo.

- No es aplicable, para pronosticar series de tiempo, que se mueven, siguiendo una tendencia significativa, dado que, se obtienen infralimitaciones con tendencias ascendentes y viceversa.
- Se requieren almacenar grandes cantidades de datos.
- Es fácil, cambiar a una menor cantidad de períodos y mucho más difícil, aumentar a una cantidad mayor, puesto que, tienen que encontrarse y cargarse cifras históricas.
- Esta técnica, no tiene aplicación con los patrones de tendencia o estacional, debido a que proyectará, la misma cantidad en todos los períodos futuros.
- Es aplicable a corto plazo (hasta 3 meses).
- En caso de ser utilizada para identificar el tipo de cambio en el control de inventarios, sólo servirá para volúmenes bajos.

- Un promedio móvil, siempre tiene un retraso, respecto a la tendencia, la magnitud del retraso, depende de la fuerza de la tendencia y el número de términos, considerado, en el promedio móvil.
- Si la tendencia es fuerte, el retraso será mayor.
- Al utilizar más términos para calcular el promedio, el retraso será mayor.
- Un promedio móvil, también tendrá un retraso, respecto de cualquier patrón cíclico y fracasará en tomar en cuenta una variación estacional.
- Cuanto más pequeño es el número de términos, incluidos en la determinación, mayor será la sensibilidad del promedio a los cambios.
- Mientras mayor sea el número de períodos, tomados como base para determinar el pronóstico, éste, será más estable, aunque menos sensitivo a los cambios.
- En una serie de tiempo, si el número de períodos es  $N=1$ , se tendrá la posibilidad de suavizar, de lo contrario, no se tendrá un valor suavizado, correspondiente a cada valor suavizado para los primeros dos y los últimos dos valores.
- En el método de desestacionalización, por promedios móviles, se pierden  $N/2$ , períodos al principio, y  $N/2$ , períodos al final de la serie.

Otras limitaciones que requieren de especial atención son las del **SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL**.

- Este método, es más eficiente para pronosticar, cuando el tiempo, en el futuro, es  $T=1$ , o sea, un período adelante, mas, debe procederse con cautela, cuando se desee utilizarlo para pronosticar más allá de un período de tiempo en el futuro, es decir,  $T>1$ , ya que, eventos imprevistos, pueden ocasionar que, la serie tenga un comportamiento diferente al que ha presentado en el pasado, sin importar el número de observaciones anteriores, consideradas y en consecuencia, es probable que, la predicción, no tenga la suficiente precisión.
- En el método de suavizamiento exponencial, se deben calcular los promedios suavizados, con base en todos los valores pasados.

- No se descartan las observaciones remotas, como en el promedio móvil, ya que, la influencia de éstas, en el valor suavizado,  $S_t$  va disminuyendo en cada período sucesivo.
- La velocidad, a la que las observaciones remotas se amortiguan (suavizan), está determinada por la constante de suavizamiento elegida.
- Si se selecciona como constante de suavizamiento  $\infty$ , valores cercanos a 1, las observaciones remotas se suavizan o amortiguan rápidamente.
- Si se selecciona como constante de suavizamiento ( $\infty$ ), un valor cercano a cero, las observaciones remotas, son amortiguadas lentamente.
- Cuando se tienen observaciones muy "volátiles", es decir, cuando la magnitud de la variación aleatoria es grande; se desearán eliminar los efectos de esa variación aleatoria, de una manera rápida; entonces, se deberá seleccionar una constante de suavizamiento pequeña, de modo que el valor suavizado, refleje en mayor grado, el suavizamiento en los primeros períodos promediados.
- Para un proceso moderadamente estable, se seleccionará una constante de suavizamiento grande.
- Se requieren como mínimo, datos históricos de 3 estaciones completas.

Por último, en relación a los Promedios Móviles Ponderados, las limitaciones son:

- Se requiere almacenar grandes cantidades de datos, que se utilizan como períodos de "calentamiento", antes de determinar cualquier predicción, para calcular S, R y 12 valores iniciales de F.
- Este modelo resulta apropiado, sólo, si el patrón estacional es pronunciado, regular y predecible, caso contrario, arrojará una predicción errática y posiblemente errónea, debido a que, se ha incluido en este modelo, un factor estacional, como término multiplicativo.

#### 4.1.4 CONSIDERANDOS

- Todas las series de tiempo contienen variación aleatoria.
- Una serie de tiempo puede contener todos o ninguno de los siguientes componentes.
  - a) Tendencia a largo plazo.
  - b) Efecto cíclico.
  - c) Efecto estacional.
- Si la magnitud de la varianza es pequeña, en la variación aleatoria, será posible una estimación más precisa de los valores futuros.
- Si  $N$ , es un número par, los promedios móviles ocurrirán entre los puntos de tiempo, en lugar, de en los puntos del tiempo, por lo que, es recomendable calcular los promedios móviles, sobre un número impar de períodos.
- Mientras mayor sea el número de términos, incluidos para calcular el promedio móvil, mayor será la "nivelación" o suavizamiento que, proporciona, pero la respuesta a los cambios será más lenta.
- Los promedios móviles, se retrasan respecto a los cambios ocurridos en los datos originales, por lo tanto, mientras mayor sea el número de términos incluidos, para calcular el promedio móvil, éste, responderá más lento a los cambios ocurridos en los datos originales; por consiguiente, la elección del número de términos de un promedio móvil, depende de lo que se desee, entre, obtener un grado de mayor nivelación, o un mayor grado de sensibilidad, si es el primer caso, se elegirán intervalos grandes, pero si es el segundo caso, los intervalos deberán ser pequeños.

En relación con el modelo de PROMEDIO MOVIL PONDERADO, es necesario considerar que:

- Un promedio móvil, responderá con mayor rapidez a los cambios, asignando una ponderación mayor a las observaciones más recientes.
- La constante de ponderación ( $W$ ) que se asigna a un promedio de  $X$  número de términos, es también un tanto arbitraria, siempre y cuando, la suma de todo sea igual a 1, y asignando el mayor peso a la observación más reciente y pesos progresivamente más bajos, a las observaciones más antiguas del promedio.

- Es recomendable, llevar un registro histórico, de los cálculos de diferentes períodos de promedios móviles ponderados, ya que, difícilmente cambiarán.
- Cuando la última dirección observada, se considera un mejor indicador del movimiento futuro, es más apropiado, aplicar un promedio móvil ponderado, a las diferencias observadas.
- La dirección en que se mueven las variables, se mide por las diferencias, entre los valores observados de una serie de tiempo.

En el **SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL** también requiere de tomar en cuenta:

- En este tipo de suavizamiento, no se descartan las observaciones remotas, como en el caso de los promedios móviles.
- La velocidad, a la cual, las observaciones remotas se amortiguan (suavizan), está determinada por la elección de la constante de suavizamiento ( $\alpha$ ).
- Si el valor de la constante de suavizamiento es cercana a 1, las observaciones remotas, son amortiguadas rápidamente.
- Si el valor de las constantes de suavizamiento, es cercano a cero, las observaciones remotas son amortiguadas lentamente.
- Si una serie aparenta un comportamiento constante en el tiempo, se utiliza un modelo de predicción, de suavizamiento exponencial de primer orden.
- Si el comportamiento de una serie de tiempo, es lineal en el tiempo, se utiliza un modelo de predicción de suavizamiento exponencial de segundo orden.
- Si el comportamiento de la serie, no aparenta ser constante ni lineal en el tiempo, el modelo de predicción que debe utilizarse es el de suavizamiento exponencial de tercer orden.
- El valor de la constante de suavizamiento se elige arbitrariamente y por lo general este valor varía entre cero y 1.

Las consideraciones respecto al modelo de **PROMEDIOS MOVILES EXPONENCIALES PONDERADOS**, se resume en que:

- La tasa a la cual los valores iniciales son amortiguados depende de la selección de las constantes de suavizamiento  $(\infty)$ ,  $(\beta)$ ,  $(r)$ , como regla general  $(\infty)$ ,  $(\beta)$  son pequeñas cercanas a 0.1; la constante de suavizamiento para  $(r)$ , usualmente se fija cerca de 0.4.
- A pesar de que, los valores, de las constantes de suavizamiento, son elegidos arbitrariamente, es importante que se prueben varias combinaciones de  $(\infty)$ ,  $(\beta)$ ,  $(r)$  hasta encontrar la que genera predicciones suficientemente precisas.
- Una vez que las constantes de suavizamiento, se han determinado, para un caso específico, y se aplican continuamente en el tiempo, no es normal cambiarlas; sin embargo, pueden surgir situaciones imprevistas, como una huelga, un siniestro, cambios en el clima o cualquier otro evento que modifique temporalmente el nivel de la serie de tiempo, en estos casos es admisible aumentar el valor de las constantes  $(\infty)$ ,  $(\beta)$ , también temporalmente, devolviéndolas a su valor original, cuando desaparezca la situación atípica.
- Si el efecto estacional se ve incrementado o suavizado en su amplitud, por causas externas, es necesario incrementar temporalmente la constante de suavizamiento.  $(r)$ .

#### **4.1.5 TERMINOLOGIA UTILIZADA EN LOS MODELOS DE PRONOSTICOS.**

- **SERIE DE TIEMPO.**- Es una sucesión de observaciones de un fenómeno que es variable con respecto al tiempo; la serie de tiempo se compone de cuatro elementos importantes.
  - .Tendencia a Largo Plazo.
  - .Efecto Cíclico.
  - .Efecto Estacional.
  - .Variación Aleatoria.

Estos 4 elementos unidos determinan el comportamiento de la serie proyectada hacia el futuro.

- **TENDENCIA A LARGO PLAZO.**- Es el comportamiento que refleja un movimiento básico constante y direccional, que a largo plazo puede resultar curvo o recto, hacia arriba o hacia abajo, el cual, se presenta a causa del crecimiento

constante de la población, del Producto Nacional Bruto, el efecto de la competencia u otros factores que no llegan a producir cambios violentos en la variable observada, el cambio que representa es gradual y estable en función del tiempo.

(Ver gráfica IV.1)

- **COMPONENTE CICLICA.**-Es la existencia de un patrón de cambio impredecible en puntos fijos, en el tiempo, con duración mayor a un año, se reconocerá como una oscilación a manera de ondas que suben y bajan suavemente. Su comportamiento, es relativamente uniforme en torno a la tendencia, indica patrones de movimiento a largo plazo, porque abarcan varios años. Los efectos cíclicos pueden ser causados, por ejemplo, por cambios en la demanda de un producto, acumulación de bienes y particularmente incapacidad de la oferta para satisfacer las necesidades del usuario.

(Ver gráfica IV.2)

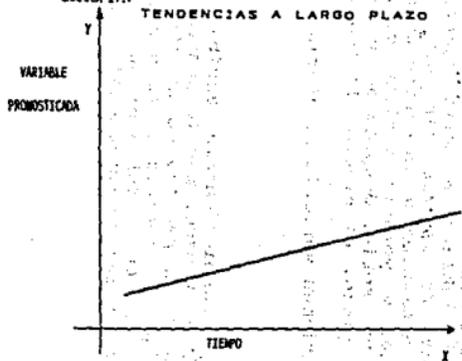
- **VARIABLE ALEATORIA O VARIACION ALEATORIA.**-Como su nombre lo indica, es un movimiento variable y a corto plazo, cambios o variaciones al azar, de la variable que se observa. A la variable aleatoria también se le conoce como movimiento irregular o al azar y podría decirse que, representa los movimientos de una serie, después de haber ajustado la tendencia a largo plazo, el efecto cíclico y el estacional.

Todas las series de tiempo contienen variable aleatoria.

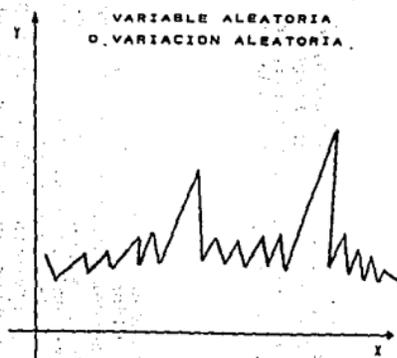
(Ver gráfica IV.3)

- **COMPONENTE ESTACIONAL.**-Refleja cambios hacia arriba o hacia abajo en puntos fijos en el tiempo, por lo general, este componente ocurre dentro de un período de un año o menos y se conoce como movimiento de temporada, es decir, que exhiben un patrón basado en la época del año; en este caso, la demanda de ropa, sigue un patrón estacional de 12 meses.

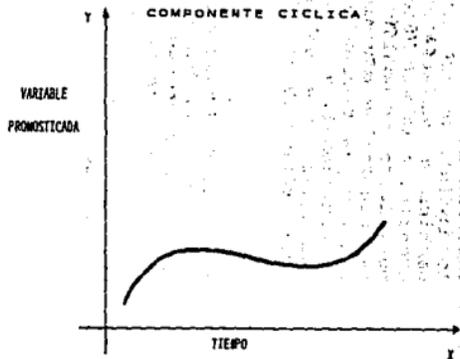
GRAFICA IV.1



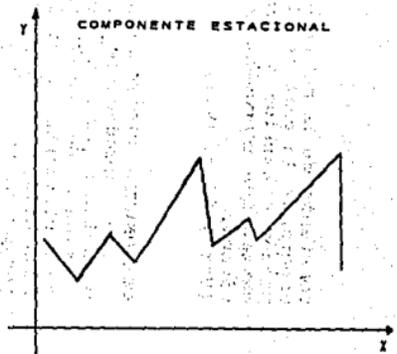
GRAFICA IV.3



GRAFICA IV.2



GRAFICA IV.4



La diferencia, entre los movimientos estacionales y los cíclicos, es que los primeros pueden predecirse y ocurren a un intervalo de tiempo fijo de la última ocurrencia y los movimientos cíclicos son impredecibles. (ver gráfica IV.4)

**Períodos de: LARGO PLAZO.** Se considera un espacio de tiempo, de Dos Años o más, hacia el futuro, se usa como base en la planeación para la toma de decisiones, respecto a líneas de productos o inversiones de capital.

**MEDIANO PLAZO.-** Período, considerado entre Seis meses y Dos Años.

**CORTO PLAZO.-** Se refiere a un período, menor de un año o en ocasiones, menor a seis meses, normalmente tienen que ver con pronósticos de venta, cambios de precio y demanda de algún producto.

**MODELO RECURSIVO.** Es el modelo, que calcula en forma sucesiva, a partir de valores determinados en períodos anteriores.

**MÉTODOS DE SUAVIZAMIENTO.** Son métodos tradicionales adicionales, utilizados en las series de tiempo, su principal objetivo, es eliminar o reducir el efecto de la variación aleatoria, obteniendo series, menos sujetas a oscilaciones rápidas y más susceptibles de revelar las tendencias o ciclos subyacentes, en el patrón de un fenómeno en el tiempo. El suavizamiento, se puede lograr mediante los promedios móviles.

**PROMEDIO MOVIL.** Es el promedio de un número de términos, seleccionado de una serie de tiempo, y representa siempre los términos más recientes de la serie, el promedio móvil, es el elemento clave, usado en el método de pronóstico de promedios móviles.

**ESTACIONALIDAD.-** Es un efecto común en problemas de pronósticos en las empresas, especialmente como componente en el patrón de ventas, que sigue el clima o estaciones del año, es decir, son negocios que presentan un patrón estacional.

**CONSTANTE DE PONDERACION.** Es el valor o peso, asignado a una o diferentes variables, cuya suma no debe ser mayor que 1, este valor, denota de alguna manera, la importancia que la misma tiene, para el resultado de un PRONOSTICO; la constante de ponderación, es utilizada cuando los datos de una serie de tiempo, de una variable, muestran una irregularidad debida a sucesos aleatorios y se designa con la letra W.

**ALEATORIEDAD.** Es la acción que recae en forma imprevista o accidental, sobre una variable o suceso, por ejemplo, si se habla del comportamiento aleatorio de la variable ventas, significa que, su crecimiento o disminución, se puede deber a causas no comunes, como: cambios de clima imprevistos, movimientos poblacionales, nuevos descubrimientos, etc.

**CONSTANTE DE SUAVIZAMIENTO.** Son cantidades o valores que, se asignan, cuando en una serie de tiempo, se tienen observaciones en las que, la magnitud de la variación aleatoria es grande, y se desea eliminar rápidamente sus efectos en el pronóstico.

Las constantes de suavizamiento son cantidades que oscilan entre cero y uno. Su notación simbólica es mediante letras del alfabeto griego, aunque, esto no es determinante, podrían indicarse con otras letras. En estadística, se representan así: ( $0 \leq \alpha \leq 1$ ;  $0 \leq \beta \leq 1$ ;  $0 \leq \gamma \leq 1$ ). A veces, los valores entre estos intervalos pueden ser arbitrarios, o subjetivos, sin embargo, su selección depende de la rapidez o moderación, con que se desea eliminar el efecto de la variación aleatoria. Para una eliminación rápida, es conveniente elegir una constante de suavizamiento pequeña; para un proceso moderado, se elegirá una constante de suavizamiento grande, dentro del intervalo 0 a 1, que podrá ser por ejemplo 0.4, 0.5, 0.6, etc.

- **TENDENCIA AJUSTADA.**- Es el ajuste matemático de una curva a un conjunto de datos.
- **ERROR DE PREDICCIÓN.** Es la diferencia entre la cantidad pronosticada y el resultado real.

#### 4.1.6 NOTACION ALGEBRAICA, UTILIZADA EN LOS PRONOSTICOS.

- $N$  = Número de periodos (días, semanas, meses o años).
- $t$  = Período de tiempo, en el que las variables adoptan un valor específico, por ejemplo Enero de 1980 = \$20,000 de Ventas, o Febrero 1990 = 10000 piezas producidas.
- $\left. \begin{matrix} \alpha \\ \beta \\ r \end{matrix} \right\}$  Constantes de suavizamiento.
- $X_t$  = Último valor de una variable en una serie de tiempo.
- $\hat{X}_{t+1}$  = Pronóstico para el siguiente período.
- $X_{t-1}$  = Valor de la variable  $X$  en el período anterior al de  $X_t$ .
- $X$  = Variable en estudio que puede referirse a valores de: ventas, producción, contratación, ausentismo, utilidades, etc.
- $t+1$  = El tiempo del último evento + 1, ejemplo, Enero +1 = Febrero o 1981 + 1 = 1982.
- $X_{t+1}$  = Resultado real, comparado con lo pronosticado.
- $K$  = Constante de cambio.
- $EP$  = Error porcentual.
- $S_t$  = Observación suavizada exponencialmente en el tiempo  $t$ .
- $\bar{X}_t$  = Promedio de  $X$  en el tiempo  $t$ .
- $W$  = Constante de ponderación.
- $P_t$  = Tasa de cambio observada en el período  $t$ .
- $\bar{P}_t$  = Promedio móvil ponderado de los cambios o diferencias.
- $\bar{S}_t$  = Promedio suavizado al tiempo  $t$ .
- $F_t$  = Factor estacional.

L = Período estacional.

$R_{t-1}$  = Tendencia ajustada, estimada en el tiempo (t-1).

$S_0$  = Promedio suavizado inicial.

$R_0$  = Tendencia ajustada inicial.

$\sum_{i=1}^t$  = Sumatoria de todas las variables  $i$  desde la primera (1) hasta el número del que se disponga en la serie (n).

#### 4.1.7 FUNCIONAMIENTO ESQUEMATIZADO

El funcionamiento del Subsistema de Pronósticos, que se propone aquí, se muestra a continuación describiendo los elementos de Entrada, Proceso y Salida, así como los tipos de decisión que pueden tomarse, considerando esta información como base (ESQUEMA IV.1)

## FUNCIONAMIENTO DEL SUBSISTEMA DE PRONOSTICOS

ESQUEMA IV.1

ENTRADAS	PROCESO	SALIDA	DECISIONES	PLANEACION Y CONTROL	PREVISION
<ul style="list-style-type: none"> <li>- DATOS REGISTRADOS POR PERIODO DE DIAS, SEMANAS MESES O AÑOS, RESPECTO A:</li> <li>• VENTAS</li> <li>• UTILIDADES</li> <li>• PERIDOS</li> <li>• AUSENTISMO</li> <li>• DEMANDA</li> <li>• PRODUCCION</li> <li>• GASTOS, ETC.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CALCULA PROMEDIOS DE DIFERENTES PERIODOS</li> <li>- EFECTUA SUMAS, RESTAS, MULTIPLICACIONES Y SEMISUMAS</li> <li>- CALCULA LOS RESULTADOS DE CANTIDADES ELEVADAS A DIFERENTES POTENCIAS</li> <li>- TANTO PORCIENTO</li> <li>- PROCESAMIENTO DE INFORMACION PARA MODELOS:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• ADITIVO</li> <li>• SIMPLE</li> <li>• PROMEDIOS MOVILES DE LOS CAMBIOS</li> <li>• MODELO MULTIPLICATIVO Y MULTIPLICATIVO CON PROMEDIO DE CAMBIOS PROPORCIONALES</li> <li>• PROMEDIOS MOVILES ORDINARIOS</li> <li>• PROMEDIO DE LAS DIFERENCIAS O CAMBIOS POR-CENTUALES</li> <li>• PROMEDIOS MOVILES EXPONENCIALMENTE PONDERADOS</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PRONOSTICO DE VOLUMENES DE:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• DEMANDA POTENCIAL</li> <li>• VENTAS</li> <li>• PRODUCCION</li> <li>• COMPRAS</li> </ul> </li> <li>- PRONOSTICO DE MONTOS DE UTILIDAD</li> <li>- PRONOSTICOS DE AUSENTISMO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- DE COMPRA DE MAQUINARIA Y EQUIPO</li> <li>- CONTRATACION DE PERSONAL</li> <li>- ADQUISICION DE TERRENOS PARA EXPANSION</li> <li>- CONSTRUCCION DE INSTALACIONES NUEVAS O CONSERVACION DE LAS ACTUALES</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- OBJETIVOS DE:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• PRODUCCION</li> <li>• VENTAS</li> <li>• UTILIDADES</li> <li>• INVENTARIOS</li> </ul> </li> <li>- ESTRATEGIAS DE CRECIMIENTO DE VENTAS, DE LOGRO DE UTILIDADES, DE PUBLICIDAD.</li> <li>- POLITICAS DE GASTOS, DE CALIDAD, DE CREDITO DE INVERSION, DE VENTAS.</li> <li>- PROCEDIMIENTO DE VENTA, DE PRODUCCION, DE ORGANIZAMIENTO DE CREDITO, DE PUBLICIDAD.</li> <li>- PROGRAMAS DE PRODUCCION, DE PUBLICIDAD, DE VENTAS, DE APROVISIONAMIENTOS.</li> <li>- PRESUPUESTOS DE SUELDOS, DE GASTOS DE MATERIALES, DE PUBLICIDAD, DE DISTRIBUCION.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PREVER LOS MATERIALES NECESARIOS.</li> <li>- LOS ESTILOS QUE TENDRAN MAYOR EXITO.</li> <li>- ANTICIPAR NECESIDADES DE MANO DE OBRA.</li> <li>- ANALISIS DE CAPACIDAD PRODUCTIVA DISPONIBLE.</li> <li>- SE DEFINE CUANDO Y CUANTO COMPRAR, REORDENAR O MANTENER EN ALMACEN DE MATERIALES.</li> <li>- CRECIMIENTO DE INSTALACIONES.</li> </ul>

#### 4.1.8 CONFIGURACION DEL SUBSISTEMA DE PRONOSTICOS

El presente sistema de pronósticos es útil para calcularlos a corto y mediano plazo, los modelos que lo integran son:

- A). Modelo simple.
- B). Modelo aditivo.
- C). Modelo aditivo con el promedio de los cambios.
- D). Modelo multiplicativo.
- E). Modelo multiplicativo con promedio de los cambios proporcionales
- F). Promedios móviles ordinarios.
- G). Promedios móviles de las diferencias.
- H). Promedios móviles ponderados ordinarios.
- I). Promedios móviles ponderados de las diferencias.
- J). Promedios móviles ponderados de las diferencias o cambios porcentuales.
- K). Promedios móviles exponencialmente ponderados o suavizamiento exponencial (PMEP).

#### 4.1.8.1 MODELOS DE PRONOSTICOS

Como ya se ha mencionado, este subsistema de pronósticos, de Series de Tiempo, se configura por modelos, que van de lo más sencillo, (como es el caso del Modelo Simple que dada su simpleza de cálculo no requiere del uso sofisticado de una computadora, sin embargo, se incluye, con el propósito de mostrar que, sirve de base, para iniciar el cálculo del Pronóstico, con el modelo aditivo) a lo complejo como el modelo de promedios móviles exponencialmente ponderados.

- A) **MODELO SIMPLE.**- También llamado "ingenuo", debido a que, de una serie de tiempo, toma el último valor, o sea el más reciente, y lo predice como resultado de la ocurrencia de un evento futuro.

**SUPUESTOS.** El modelo simple supone que las situaciones permanecen constantes, es decir, no ocurren cambios que generen situaciones adversas; supone también, que las tendencias pasadas seguirán el mismo curso.

Simbólicamente se representa así:  $\hat{X}_{t+1} = X_t$

En donde:

$\hat{X}_{t+1}$  = Pronóstico para el siguiente período.

$X_t$  = Último valor de la variable en una serie de tiempo.

$X$  = Variable en estudio que puede referirse a valores de ventas, producción, contratación, ausentismo, utilidades, etc.

$t$  = Es el tiempo en el que las variables adoptan un valor específico, por ejemplo: enero, febrero, marzo, 1980, 1990, etc.

$t+1$  = El tiempo del último evento más uno).  
Ejemplo: enero + 1 = febrero.  
1981 + 1 = 1982.

#### **FUNCIONAMIENTO:**

1o) Se analiza una serie de tiempo con datos históricos, al menos de las últimas 5 semanas, meses o años o en este caso concreto de los dos últimos períodos.

2o) Se toma la última cantidad, ya sea de ventas, compras, utilidades o lo que se vaya a pronosticar, y se toma esto como un indicador del volumen futuro, a comprar, vender, u obtener utilidades.

**EJEMPLO 1 (MODELO SIMPLE).**

La empresa de confecciones "Diana" desea conocer el volumen de ventas aproximado para el siguiente mes.

Para el "cálculo" del pronóstico se procede a revisar los montos de ventas de los últimos 4, 5, o 6 meses:

Sean los siguientes datos registrados durante el período de 5 meses: (TABLA IV.1)

**TABLA IV.1**

t	%
<b>MES</b>	<b>MONTO DE VENTAS</b>
ENERO	100
FEBRERO	170
MARZO	200
ABRIL	180
MAYO	150
JUNIO	150
	PRONOSTICO

De acuerdo con el modelo simple, si se desea calcular el pronóstico para el mes de junio, se tomará el último valor observado en la serie o sea 150 prendas, registradas en el mes de mayo.

Es preciso señalar, que una de las grandes limitaciones de este modelo es que, lleva consigo un margen de error que, se conocerá hasta el momento de tener la cifra de ventas reales, durante el mes de Junio, es decir, el valor pronosticado para junio, fue de 150 prendas y las que en realidad se vendieron en esa fecha, fueron 118, por lo tanto:  $150 - 118 = 32$ .

**INTERPRETACION:**

El error de predicción es de 32, que equivale al 27%. Esto significa, de acuerdo con el modelo simple, que la demanda fue menor y en consecuencia, la empresa tuvo un sobrante de 32 piezas no vendidas que, en un momento dado, pueden representar cierto porcentaje de pérdida si no logran venderlas más tarde al mismo precio y deban rematarlas al mismo costo o a menos del costo.

**B) MODELO ADITIVO.** Consiste en hacer las predicciones futuras, tomando como base los datos del Método Simple y sumando o disminuyendo la diferencia entre las 2 últimas cifras registradas en el pasado más reciente, o sea el margen de error, llamado también variable o Constante de Cambio y que se representa con la letra K.

**SUPUESTOS.** Este modelo ya no se muestra tan ingenuo como el anterior ya, que, aquí se supone un cambio en la demanda relacionada con la última cifra, de ventas, registrada (en caso de estar calculando ventas), debido al crecimiento del mercado.

La fórmula para calcular un pronóstico del modelo aditivo es:

$$\hat{X}_{t+1} = X_t + K$$

$$K = X_t - X_{t-1}$$

por lo tanto  $\hat{X}_{t+1} = X_t + (X_t - X_{t-1})$

Donde:

K = Constante de Cambio.

$X_{t-1}$  = Valor de la variable X en el período anterior al de  $X_t$ .

**FUNCIONAMIENTO:**

- 1o) Se analiza una serie de tiempo, es decir, las cifras de ventas, semanarias, mensuales o anuales, de los últimos cinco períodos, o en este caso específico, de los dos últimos.
- 2o) Se obtiene la diferencia, entre los dos últimos datos, sobre el registro de ventas, o del rubro que se desee pronosticar.
- 3o) Si la diferencia es positiva, se suma a la última cantidad del último período registrado.
  - Si la cantidad es negativa, se restará de la última cantidad registrada, en el último período.
- 4o) El resultado de sumar o restar las diferencias, a la cifra del último período registrado, será considerado como el pronóstico para el próximo período.

**EJEMPLO 2A (Modelo Aditivo)**

Tomando como base los datos anteriores de "Confecciones Diana" (TABLA IV.2), ahora se necesita calcular el Pronóstico para el mes de Julio, sólo que la empresa, espera un cambio en la demanda, debido al movimiento poblacional.

TABLA IV.2

SERIE DE TIEMPO (REGISTRO DE VENTAS MENSUALES)	MONTO DE VENTAS
MES	
ENERO	100
FEBRERO	170
MARZO	200
ABRIL	180
MAYO	150
JUNIO	118*

\* Recuérdese que la cantidad en el Modelo Simple, fue en principio, de 150, y se modifica al conocer las ventas que se realizaron en forma efectiva durante el mes de junio, teniendo un margen de error o variable de cambio de 32, según se muestra en el cuadro anexo.

MES	VENTAS EN UNIDADES	CAMBIO DURANTE EL MES ANTERIOR	PRONOSTICO PARA JULIO
MAYO	150		
JUNIO	118	(-) 32	86

**EJEMPLO 2B**

Las ventas de "Camisetas Varón", en los dos últimos años fueron las que se muestran en la tabla IV.3. Se desea calcular el pronóstico para el año siguiente (1992), considerando que la empresa espera un cambio en la demanda debido a un crecimiento poblacional.

**TABLA IV.3**

AÑO	VENTAS EN UNIDADES	CAMBIO DURANTE EL AÑO ANTERIOR	PRONOSTICO 1991
1990	10000		
1991	10500	+500	
1992			11000

Cálculo:

$(10500 - 10000) = +500$   
 $10500 + 500 = 11000$  Pronóstico para el año 1991.

**INTERPRETACION:** Si en las ventas hubo una variación de 500 piezas o sea que en vez de 10000, se vendieron 10500 camisetas, se considera que el comportamiento de la demanda, seguirá igual en el futuro y en consecuencia, se aumentó la diferencia entre las dos últimas cantidades, lo que implica que la empresa debe aumentar su producción en la misma cantidad.

**C) MODELO ADITIVO CON PROMEDIO DE LOS CAMBIOS.**

Este método, consiste en sumar el promedio de los cambios ocurridos en más de dos periodos, a la última cantidad registrada de un conjunto de periodos.

**Supuestos.** Esta opción, supone que los cambios entre las cifras de período a período, implican una fluctuación importante que no tiene características de uniformidad, de tal forma que, el cambio de un período cualquiera podría no ser confiable como constante de adición.

Simbólicamente su cálculo se representa así:

$$\hat{X}_{t+1} = \frac{X_t + (X_t - X_{t-1}) + (X_{t-1} - X_{t-2}) + \dots + (X_{t-n+1} - X_{t-n})}{N}$$

En donde:  $X_{t-n}$  = Valores de X en períodos anteriores.

N = Número de períodos que se hayan considerado para hacer el cálculo.

#### FUNCIONAMIENTO:

- 1o) Se toman como referencia, los datos sobre ventas, de los últimos 5 años, meses o semanas, según el plazo al que se quiera pronosticar (mientras mayor sea el No. de períodos, el resultado será más confiable).
- 2o) Se determina la diferencia entre períodos, comenzando de abajo hacia arriba, es decir.
  - a) Se toma la última cifra registrada en el último período.
  - b) Se le resta la penúltima cifra.
  - c) A la penúltima cifra se le resta la antepenúltima cifra.
  - d) A la antepenúltima cifra se le resta, a su vez, la ante-antepenúltima y así sucesivamente.
  - e) Se efectúa la suma de todas las diferencias y se divide entre el número de estas diferencias.
  - f) Al resultado de esta semisuma, se adiciona la última cantidad registrada en el último período y de esta forma, se obtiene el cálculo del pronóstico para el próximo período.

**EJEMPLO 3 (Modelo Aditivo con Promedios de los Cambios)**

A la empresa de "Camisetas Varón" le interesa conocer el pronóstico para 1991, de sus ventas, expresadas en unidades, sin embargo, ha detectado que existe una fluctuación importante entre las demandas de período a período (vease Tabla IV.4).

**TABLA IV.4**

t AÑO	X VTAS. EN UNIDADES	K CTE. DE CAMBIO	PRONOSTICO PARA 1991
1) 1987	8700 (Xt-3)		
2) 1988	9100 (Xt-2)	400	
3) 1989	10000 (Xt-1)	900	
4) 1990	10500 (Xt)	500	
1991			11100

\* En este caso N=3, porque el número de diferencia de los 4 periodos registrados es 3.

$$X_t + (X_t - X_{t-1}) + (X_{t-1} - X_{t-2}) + (X_{t-n+1} - X_{t-n})$$

$$X_4 + (X_4 - X_{4-1}) + (X_{4-1} - X_{4-2}) + (X_{4-3+1} - X_{4-3})$$

$$X_4 + (X_4 - X_3) + (X_3 - X_2) + (X_2 + X_1)$$

Cálculo:

$$\hat{X}_{t+1} = \frac{(10500 - 10000) + (10000 - 9100) + (9100 - 8700)}{3}$$

$$\hat{X}_{t+1} = \frac{500 + 900 + 400}{3}$$

$$\hat{X}_{t+1} = \frac{1800}{3}$$

$$\hat{X}_{t+1} = 600$$

$$\hat{X}_{t+1} = 10500 + 600$$

$$\hat{X}_{t+1} = 11100$$

Pronóstico para 1991 11100 prendas.

**D) MODELO MULTIPLICATIVO.** Consiste en predecir los volúmenes futuros de ventas, compras, utilidades, etc. teniendo en cuenta el crecimiento geométrico entre los datos históricos registrados.

**Supuestos:** Cada cantidad registrada, crece de período a período en una proporción geométrica, es decir, si produzco y vendo 2 piezas en un período, la demanda siguiente aumentará a 4 porque  $2 \times 2 = 4$ . Si produzco y vendo 4 la demanda siguiente aumentará a 16 porque  $4 \times 4 = 16$  y así se va presentando un aumento igual a la proporción del número de demandantes.

Simbólicamente se representa así:  $\hat{X}_{t+1} = KX_t$ , en donde K es una Constante multiplicativa, esta constante, puede ser elegida como el último cambio proporcional en los datos observados, es decir:  $\hat{X}_{t+1} = \left( \frac{X_t}{X_{t-1}} \right) X_t$

#### **FUNCIONAMIENTO:**

- 1o) Se toma el último período de datos registrados en los últimos 4 ó 5 años.
- 2o) Se determina la cantidad, en porcentaje, del aumento haciendo las siguientes operaciones:
  - a) Se calcula el porcentaje considerando las dos últimas cantidades dividiendo la última cantidad entre la penúltima.
  - b) El resultado obtenido, a su vez, se multiplica por la cantidad registrada como último dato del período, obteniendo así, el pronóstico para el siguiente año, mes, semana, etc.

**EJEMPLO 4 (MODELO MULTIPLICATIVO).**

Tomando como ejemplo los datos de ventas registradas por la empresa de "Camisetas Varón", supóngase que los dueños han analizado que las cantidades demandadas entre período y período muestran un crecimiento equivalente al número de demandantes y desean calcular su pronóstico para 1991 (Tabla IV.5).

TABLA IV.5

AÑO	VENTAS EN UNIDADES	CAMBIO PROPORCIONAL	PRONOSTICO PARA 1991
t	X	K	
1987	8700		
1988	9100		
1989	10000		
1990	10500	1.05 (10500)	11,025
1991			

$$\hat{X}_{t+1} = \frac{10500}{10000} = 1.05(10500) = 11025$$

La empresa deberá producir y vender 11025 prendas.

**E) MODELO MULTIPLICATIVO CON PROMEDIO DE CAMBIOS PROPORCIONALES.**

Este modelo, consiste en calcular el pronóstico con base en el promedio de los cambios en las cantidades demandadas en periodos anteriores.

**SUPONE:** Las cantidades de demanda varían considerablemente de período a período, y no es confiable tomar únicamente el porcentaje, obtenido de dividir las dos últimas cantidades.

Simbólicamente se representa así:

$$\hat{X}_{t+1} = \frac{X_t + X_{t-1} + \dots + X_{t-n+1}}{N} (X_t)$$

**FUNCIONAMIENTO:**

- 1o) Se toman como referencia, los datos de ventas registradas durante 4 ó 5 periodos, específicamente de los últimos.
- 2o) Se determinan los porcentajes de cambio entre los diferentes periodos, comenzando de abajo hacia arriba, es decir, la última cantidad se divide entre la penúltima, la penúltima se divide entre la antepenúltima y a su vez la antepenúltima se divide entre la ante-antepenúltima y así sucesivamente.
- 3o) Se suman los porcentajes obtenidos y el resultados se divide entre el número de porcentajes de diferencia.

**EJEMPLO 5 (MODELO MULTIPLICATIVO CON PROMEDIOS DE LOS CAMBIOS PROPORCIONALES).**

Tomando, nuevamente, los datos de la empresa "Camisetas Varón" se calculará el pronóstico para el año 1991 (Tabla IV.6).

TABLA IV.6

t AÑO	X VTAS EN UNIDADES	K CAMBIO PROPORCIONAL	PRONOSTICO PARA 1991
1) 1987	8700		
2) 1988	9100	1.05%	
3) 1989	10000	1.10%	
4) 1990	10500	1.05%	
5) 1991			11,199

$$\hat{x}_{t+1} = \frac{10800 + 10000 + 9100}{3} (10500)$$

$$\hat{x}_{t+1} = \frac{1.05\% + 1.10\% + 1.05\%}{3} (10500)$$

$$\hat{x}_{t+1} = \frac{2.7}{3}(10500)$$

$$\hat{x}_{t+1} = 1.066(10500)=11,199$$

\*Se aproximaron los valores a la cifra inmediata superior.

El pronóstico de Ventas para el próximo año de 1991, es de 11,199 prendas, que la empresa debe producir y vender.

#### F) PROMEDIOS MOVILES ORDINARIOS.

Consiste en calcular el pronóstico de acontecimientos futuros, nivelando los movimientos pronunciados, ya sea de altas o bajas, de utilidades, de ventas, de producción, de accidentes, etc; a fin de evitar, que el comportamiento de los cambios afecte en forma drástica el pronóstico, por ejemplo, producir en exceso o a un nivel mínimo que no permita cumplir con la demanda de clientes; su principal ventaja es que se adapta mejor a situaciones variables de período a período.

El pronóstico obtenido con este modelo es igual al valor del último promedio móvil calculado.

**Supuestos:** Las cantidades registradas por año, describen variaciones muy marcadas, este modelo, permite mantener actualizados los promedios, por lo tanto se adapta a situaciones variables de período a período y se conserva un número fijo de datos para el cálculo del pronóstico.

**Representación Simbólica:**

$$\bar{X}_t = \frac{X_t + X_{t-1} + X_{t-2} + \dots + X_{t-n+1}}{N}$$

**FUNCIONAMIENTO:**

- 1o.) Se analizan los datos históricos o registro de los años anteriores, más recientes, del rubro que se desee pronosticar, por ejemplo, utilidades, ventas, índice de ausentismo, etc.
- 2o.) Se toman grupos iguales de datos, para sacar un promedio; dependiendo de los cambios en las diferencias, entre período y período, se habrán de elegir grupos de (N) 3,5,7, etc. términos, es decir, si el cambio no es tan drástico, se pueden tomar períodos de 3 términos, si los cambios pasan de altas a bajas en forma precipitada, es conveniente tomar período de 5 ó 7 términos, a fin de equilibrar más los promedios y el cálculo del pronóstico tenga menos margen de error.
- 3o.) Los promedios se comienzan a calcular de abajo hacia arriba, procurando que la mecánica del cálculo permita mantener actualizado el promedio, agregando cada vez el nuevo resultado y desechando el dato más antiguo del número de términos que se este considerando para el promedio.
- 4o.) El último valor del promedio calculado equivaldrá al pronóstico para el período siguiente o sea  $\hat{X}_{t+1} = \bar{X}_t$ , en donde:  $\hat{X}_{t+1}$  = Pronóstico en un período.  
 $\bar{X}_t$  = Promedio calculado al tiempo  $t$ .

**EJEMPLO 6A (MODELO DE PROMEDIOS MOVILES ORDINARIOS)**

La empresa de confecciones "Diana", desea calcular su pronóstico de utilidades para el mes de enero de 1992, para ello, muestra sus datos sobre los registros de utilidades durante los meses de enero a diciembre de 1991 (Tabla IV.7).

## REGISTRO DE UTILIDADES DE LA CIA. DIANA

TABLA IV.7

PERIODO	UTILIDADES* ACUMULADAS	PROMEDIO DE TRES TERMINOS	PROMEDIO DE SIETE TERMINOS
t	X	X <sub>3</sub>	X <sub>7</sub>
ENE	5		
FEB	8		
MAR	6	6.3	
ABR	11	8.3	
MAY	8	8.3	
JUN	10	9.7	
JUL	7	8.3	7.9
AGO	9	8.7	8.4
SEP	8	8.0	8.4
OCT	5	7.3	8.3
NOV	6	6.3	7.6
DIC	7	6.5	7.4

\*Las utilidades están abreviadas y corresponden a millones .  
La fórmula para efectuar los cálculos se deriva de la  
fórmula general  $\bar{X}_t = \frac{X_t + X_{t-1} + X_{t-2} + \dots + X_{t-n+1}}{N}$

Fórmula para promedios de tres términos:

$$\bar{X}_t = \frac{X_t + X_{t-1} + X_{t-n+1}}{N}$$

para promedio de X<sub>3</sub>, o sea X<sub>3</sub>, N será = 3

$$\bar{X}_t = X_3$$

X<sub>t</sub> = Valor de la X en el tiempo t, que en este caso, para el promedio de tres términos, sería el que corresponde al mes de marzo, o sea, seis X<sub>t-1</sub> = al valor de la observación 3, menos (-) 1, es decir, sería la observación 2, porque X<sub>3-1</sub> = X<sub>2</sub> y así sucesivamente hasta llegar al último término que en este problema y para el período de 3, sería Enero, o sea t=1. Por lo tanto, quedaría expresado X<sub>t-n+1</sub>, que equivale a X<sub>3-3+1</sub> = X<sub>1</sub>. En forma completa quedaría expresado:

SIMBOLICAMENTE

NUMERICAMENTE

$$\bar{X}_3 = \frac{X_3 + X_{3-1} + X_{3-2} + 1}{3}$$

$$\bar{X}_3 = \frac{6 + 8 + 5}{3} = 6.3$$

$$\bar{X}_3 = \frac{X_3 + X_2 + X_1}{3}$$

Para el siguiente período de tres, o sea el mes 4 (abril):

$$\bar{X}_4 = \frac{X_4 + X_{4-1} + X_{4-2} + 1}{3}$$

$$\bar{X}_4 = \frac{11 + 6 + 8}{3} = 8.3$$

$$\bar{X}_4 = \frac{X_4 + X_3 + X_2}{3}$$

---

$$\bar{X}_5 = \frac{X_5 + X_{5-1} + X_{5-2} + 1}{3}$$

$$\bar{X}_5 = \frac{8 + 11 + 6}{3} = 8.3$$

$$\bar{X}_5 = \frac{X_5 + X_4 + X_3}{3}$$

---

$$\bar{X}_6 = \frac{X_6 + X_{6-1} + X_{6-2} + 1}{3}$$

$$\bar{X}_6 = \frac{10 + 8 + 11}{3} = 9.7$$

$$\bar{X}_6 = \frac{X_6 + X_5 + X_4}{3}$$

---

$$\bar{X}_7 = \frac{X_7 + X_{7-1} + X_{7-3+1}}{3}$$

$$\bar{X}_7 = \frac{7 + 10 + 8}{3} = 8.3$$

$$\bar{X}_7 = \frac{X_7 + X_6 + X_5}{3}$$

---

$$\bar{X}_8 = \frac{X_8 + X_{8-1} + X_{8-3+1}}{3}$$

$$\bar{X}_8 = \frac{9 + 7 + 10}{3} = 8.7$$

$$\bar{X}_8 = \frac{X_8 + X_7 + X_6}{3}$$

---

$$\bar{X}_9 = \frac{X_9 + X_{9-1} + X_{9-3+1}}{3}$$

$$\bar{X}_9 = \frac{8 + 9 + 7}{3} = 8.0$$

$$\bar{X}_9 = \frac{X_9 + X_8 + X_7}{3}$$

---

$$\bar{X}_{10} = \frac{X_{10} + X_{10-1} + X_{10-3+1}}{3}$$

$$\bar{X}_{10} = \frac{5 + 8 + 9}{3} = 7.3$$

$$\bar{X}_{10} = \frac{X_{10} + X_9 + X_8}{3}$$

---

$$\bar{X}_{11} = \frac{X_{11} + X_{11-1} + X_{11-3+1}}{3}$$

$$\bar{X}_{11} = \frac{6 + 5 + 8}{3} = 6.3$$

$$X_{11} = \frac{X_{11} + X_{10} + X_9}{3}$$

---

$$\bar{X}_{12} = \frac{X_{12} + X_{12-1} + X_{12-3+1}}{3}$$

$$\bar{X}_{12} = \frac{7 + 6 + 5}{3} = 6.0$$

$$X_{12} = \frac{X_{12} + X_{11} + X_{10}}{3}$$

---

Fórmula para calcular promedio de siete términos.

$$X_t = \frac{X_t + X_{t-1} + X_{t-2} + X_{t-3} + X_{t-4} + X_{t-5} + X_{t-n+1}}{N}$$

$$\bar{X}_t = X_7$$

$X_7$  es el promedio en el término número 7, es decir, Julio.  
Su fórmula de cálculo quedará expresada:

**SIMBOLICAMENTE**

**NUMERICAMENTE**

$$\bar{X}_7 = \frac{X_7 + X_{7-1} + X_{7-2} + X_{7-3} + X_{7-4} + X_{7-5} + X_{7-7+1}}{7}$$

$$\bar{X}_7 = \frac{7+10+8+11+6+8+5}{7} = 7.9$$

$$X_7 = \frac{X_7 + X_6 + X_5 + X_4 + X_3 + X_2 + X_1}{7}$$

---

$$\bar{X}_8 = \frac{X_8 + X_{8-1} + X_{8-2} + X_{8-3} + X_{8-4} + X_{8-5} + X_{8-7} + 1}{7}$$

$$\bar{X}_8 = \frac{9+7+10+8+11+6+8}{7} = 8.4$$

$$\bar{X}_8 = \frac{X_8 + X_7 + X_6 + X_5 + X_4 + X_3 + X_2}{7}$$

---

$$\bar{X}_9 = \frac{X_9 + X_{9-1} + X_{9-2} + X_{9-3} + X_{9-4} + X_{9-5} + X_{9-7} + 1}{7}$$

$$\bar{X}_9 = \frac{8+9+7+10+11+6}{7} = 8.4$$

$$\bar{X}_9 = \frac{X_9 + X_8 + X_7 + X_6 + X_5 + X_4 + X_3}{7}$$

---

$$\bar{X}_{10} = \frac{X_{10} + X_{10-1} + X_{10-2} + X_{10-3} + X_{10-4} + X_{10-5} + X_{10-7} + 1}{7}$$

$$\bar{X}_{10} = \frac{5+8+9+7+10+8+11}{7} = 8.3$$

$$\bar{X}_{10} = \frac{X_{10} + X_9 + X_8 + X_7 + X_6 + X_5 + X_4}{7}$$

---

$$\bar{X}_{11} = \frac{X_{11} + X_{11-1} + X_{11-2} + X_{11-3} + X_{11-4} + X_{11-5} + X_{11-7} + 1}{7}$$

$$\bar{X}_{11} = \frac{6 + 5 + 8 + 9 + 7 + 10 + 8}{7} = 7.6$$

$$\bar{X}_{11} = \frac{X_{11} + X_{10} + X_9 + X_8 + X_7 + X_6 + X_5}{7}$$

---

$$\bar{X}_{12} = \frac{X_{12} + X_{12-1} + X_{12-2} + X_{12-3} + X_{12-4} + X_{12-5} + X_{12-7+1}}{7}$$

$$\bar{X}_{12} = \frac{7+6+5+8+9+7+10}{7} = 7.4$$

$$\bar{X}_{12} = \frac{X_{12} + X_{11} + X_{10} + X_9 + X_8 + X_7 + X_6}{7}$$

A continuación se grafican los datos originales; los promedios de tres términos y los promedios de siete términos a fin de mostrar de manera comparativa, los efectos de suavizar los datos originales con los promedios, para lograr una nivelación, puede observarse que, los datos originales denotan un aspecto irregular, de valles y crestas muy pronunciadas, el cual, queda muy disminuido por el promedio móvil de tres términos y aun más por el de siete términos.

(Ver gráfica IV.5 y tabla IV.8)

Fórmula:  $\hat{X}_{t+1} = X_t$

#### SECUENCIA DE CALCULOS DE LOS PRONOSTICOS.

- 1) Se calcula el pronóstico tomando 3 términos para el promedio móvil.

Por lo tanto:

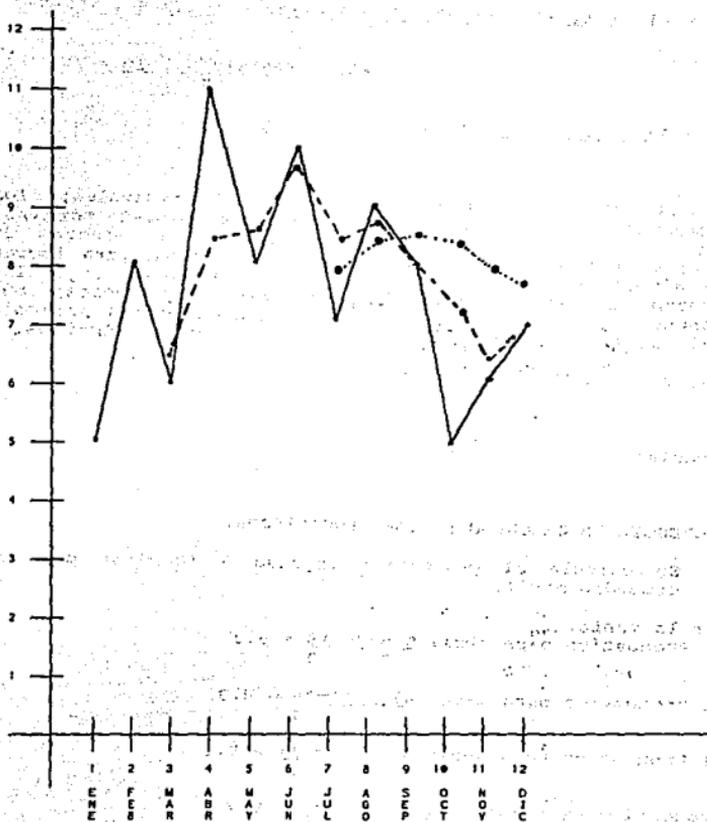
el Pronóstico para abril  $\frac{5+8+6}{3} = \frac{19}{3} = 6.3$

el Pronóstico para mayo  $\frac{8+6+11}{3} = \frac{25}{3} = 8.3$

el Pronóstico para junio  $\frac{6+11+8}{3} = \frac{25}{3} = 8.3$

Pronóstico para julio  $\frac{11+8+10}{3} = \frac{29}{3} = 9.7$

GRAFICA IV.5



REPRESENTACION GRAFICA DE NIVELACION CON PROMEDIOS MOVILES

- DATOS ORIGINALES
- - - - - SUAVIZAMIENTO CON 3 TERMINOS
- SUAVIZAMIENTO CON 7 TERMINOS

## SUAVIZAMIENTO CON PROMEDIOS MOVILES DE 3 Y 7 TERMINOS

TABLA IV.8

t	$\bar{X}$	X	$X_{t+1}$	$\bar{X}$	$X_{t-1}$
MES	UTILIDADES ACUMULADAS	PROMEDIO DE 3 TERMINOS	PROMOSTICOS EN BASE A 3 TERMINOS	PROMEDIO DE 7 TERMINOS	PROMOSTICO EN BASE A 7 TERMINOS
1) ENE	5				
2) FEB	8				
3) MAR	6	6.3	6.3		
4) ABR	11	6.3	6.3		
5) MAY	8	6.3	6.3		
6) JUN	10	9.7	9.7		
7) JUL	7	6.3	6.3	7.9	7.9
8) ADO	9	6.7	6.7	6.4	6.4
9) SEP	8	6.0	6.0	6.4	6.4
10) OCT	5	7.3	7.3	6.3	6.3
11) NOV	6	6.3	6.3	7.6	7.6
12) DIC	7	6.0	6.0	7.4	7.4

NOTA: Es necesario recordar que, hasta este momento, sólo se han hecho cálculos para suavizar los datos a través de suavizamiento de promedios móviles, pero aún no se han calculado los pronósticos de 3 y 7 términos, lo cual se efectúa a continuación:

$$\text{Pronóstico para agosto } \frac{8+10+7}{3} = \frac{25}{3} = 8.3$$

$$\text{Pronóstico para Sept. } \frac{10+7+9}{3} = \frac{26}{3} = 8.7$$

$$\text{Pronóstico para oct. } \frac{7+9+8}{3} = \frac{24}{3} = 8.0$$

$$\text{Pronóstico para nov. } \frac{9+8+5}{3} = \frac{22}{3} = 7.3$$

$$\text{Pronóstico para dic. } \frac{8+5+6}{3} = \frac{19}{3} = 6.3$$

$$\text{Pronóstico para ene. } \frac{5+6+7}{3} = \frac{18}{3} = 6.0$$

2) Se calcula el pronóstico tomando 7 términos para el promedio móvil.

Por lo tanto:

$$\text{Pronóstico para agosto } \frac{5+8+6+11+8+10+7}{7} = \frac{55}{7} = 7.9$$

$$\text{Pronóstico para sept. } \frac{8+6+11+8+10+7+9}{7} = \frac{59}{7} = 8.4$$

$$\text{Pronóstico para oct. } \frac{6+11+8+10+7+9+8}{7} = \frac{59}{7} = 8.4$$

$$\text{Pronóstico para nov. } \frac{11+8+10+7+9+8+5}{7} = \frac{58}{7} = 8.3$$

$$\text{Pronóstico para dic. } \frac{8+11+7+9+8+5+6}{7} = \frac{53}{7} = 7.6$$

$$\text{Pronóstico para enero } \frac{11+7+9+8+5+6+7}{7} = \frac{52}{7} = 7.4$$

En seguida se desarrolla otro ejemplo del Modelo de Promedios Móviles Ordinarios, en el que se incluye el cálculo del "Error Porcentual", y se puede estimar la diferencia entre los pronosticado y lo real.

#### EJEMPLO 6B

La empresa "Gran Moda", desea calcular su pronóstico de ventas para 1991 en base a los datos de venta acumulados, sus ventas se descomponen en trimestres, por lo cual serán 4 trimestres cada año, y se tomarán promedios móviles de 4 términos. La información acumulada se concentra en la tabla IV.9

NOTA: Se retoma el último trimestre del año 86 como un medio para predecir el término siguiente de la serie y tener la "nivelación" por periodos completos.

TABLA IV.9  
REGISTRO DE VENTAS DE LA "GRAN MODA"

VENTAS ANUALES	AÑO Y TRIM	VENTAS TRIMEST UNIDADES	PRONOSTICO $X_{t+1}=X_1$ 4 TERMINOS	ERROR PROCENTUAL (EP) $E.P. = \frac{X_{t+1}-X_{t+1}}{X_{t+1}}(100\%)$
87000	1986 IV	15000		
	1987 I	17000		
	1987 II	21000		
	1987 III	24000	19250	(-) 23%
138000	1987 IV	25000	21750	(-) 22%
	1988 I	28000	24500	(-) 26%
	1988 II	33000	27500	(-) 26%
	1988 III	37000	30750	(-) 23%
200000	1988 IV	40000	34500	(-) 22%
	1989 I	44000	38500	(-) 21%
	1989 II	49000	42550	(-) 18%
	1989 III	52000	46250	(-) 16%
268000	1989 IV	55000	50000	(-) 15%
	1990 I	59000	53750	(-) 17%
	1990 II	65000	57750	(-) 16%
	1990 III	70000	62250	(-) 16%
	1990 IV	74000	67000	Pronóstico para el primer trimestre de 1991.

Puede observarse el retraso hacia los pronósticos calculados, los cuales nos muestran cómo los datos originales a subir con diferencias porcentuales que van desde (-15% hasta 20%).

**SECUENCIA DE CALCULOS de pronósticos, con promedios móviles de 4 términos:**

$$\text{Fórmula: } \hat{X}_{t+1} = \bar{X}_t$$

**NOTA:** Recuérdese que a fin de nivelar mejor los datos, se tomaron datos del último trimestre del año 86.

**4o. Trimestre de 1987:**

$$\hat{X}_{t+1} = \frac{15,000+17,000+21,000+24,000}{4}=19,250$$

**1er. trimestre de 1988:**

$$\hat{X}_{t+1} = \frac{17,000+21,000+24,000+25,000}{4}=21,750$$

**2o. trimestre de 1988:**

$$\hat{X}_{t+1} = \frac{21,000+24,000+25,000+28,000}{4}=24,500$$

**3er. trimestre de 1988:**

$$\hat{X}_{t+1} = \frac{24,000+25,000+28,000+33,000}{4}=27,500$$

**4to. trimestre de 1988:**

$$\hat{X}_{t+1} = \frac{25,000+28,000+33,000+37,000}{4}=30,750$$

**1er. trimestre de 1989:**

$$\hat{X}_{t+1} = \frac{28,000+33,000+37,000+40,000}{4}=34,500$$

**2do. trimestre de 1989:**

$$\hat{X}_{t+1} = \frac{33,000+37,000+40,000+44,000}{4}=38,500$$

**3er. trimestre de 1989:**

$$\hat{X}_{t+1} = \frac{37,000+40,000+44,000+49,000}{4}=42,500$$

**4to. trimestre de 1989:**

$$\hat{X}_{t+1} = \frac{40,000+44,000+49,000+52,000}{4}=46,250$$

**1er. trimestre de 1990:**

$$\hat{X}_{t+1} = \frac{44,000+49,000+52,000+55,000}{4}=50,000$$

**2do. trimestre de 1990:**

$$\hat{X}_{t+1} = \frac{49,000+52,000+55,000+59,000}{4}=53,750$$

**3er. trimestre de 1990:**

$$\hat{X}_{t+1} = \frac{52,000+55,000+59,000+65,000}{4}=57,750$$

**4to. trimestre de 1990:**

$$\hat{X}_{t+1} = \frac{55,000+59,000+65,000+70,000}{4}=62,250$$

**Pronóstico para el 1er. trimestre de 1991:**

$$\hat{X}_{t+1} = \frac{59,000+65,000+70,000+74,000}{4}=67,000$$

Con los pronósticos estimados, se determina el "error porcentual" (EP) que nos indique la diferencia de cálculos entre las ventas efectuadas y lo pronosticado, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Error porcentual (EP)} = \frac{X_{t+1} - \hat{X}_{t+1}}{\hat{X}_{t+1}} (100\%)$$

Por lo tanto:

$$E.P. = \frac{19,250-25,000}{25,000}(100) = \frac{-5,750}{25,000}(100) = -0.23(100) = -23\%$$

$$E.P. = \frac{21,750-28,000}{28,000}(100) = \frac{-6,250}{28,000}(100) = -0.22(100) = -22\%$$

$$E.P. = \frac{245,000-33,000}{33,000}(100) = \frac{-8,500}{33,000}(100) = -0.26(100) = -26\%$$

$$E.P. = \frac{27,400-37,000}{37,000}(100) = \frac{-9,500}{37,000}(100) = -0.26(100) = -26\%$$

$$E.P. = \frac{30,750-40,000}{40,000}(100) = \frac{-9,250}{40,000}(100) = -0.23(100) = -23\%$$

$$E.P. = \frac{34,500-44,000}{44,000}(100) = \frac{-9,500}{44,000}(100) = -0.22(100) = -22\%$$

$$E.P. = \frac{38,500-49,000}{49,000}(100) = \frac{-10,500}{49,000}(100) = -0.21(100) = -21\%$$

$$E.P. = \frac{42,550-52,000}{52,000}(100) = \frac{-9,450}{52,000}(100) = -0.18(100) = -18\%$$

$$E.P. = \frac{46,250-55,000}{55,000}(100) = \frac{-8,750}{55,000}(100) = -0.16(100) = -16\%$$

$$E.P. = \frac{50,000-59,000}{59,000}(100) = \frac{-9,000}{59,000}(100) = -0.15(100) = -15\%$$

$$E.P. = \frac{53,750-65,000}{65,000}(100) = \frac{-11,250}{65,000}(100) = -0.17(100) = -17\%$$

$$E.P. = \frac{57,750-70,000}{70,000}(100) = \frac{-12,250}{70,000}(100) = -0.16(100) = -16\%$$

$$E.P. = \frac{62,250-74,000}{74,000}(100) = \frac{-11,750}{74,000}(100) = -0.16(100) = -16\%$$

En virtud de que el pronóstico obtenido, no muestra la mayor certeza, se efectuará el cálculo mediante el método de promedios móviles de las diferencias.

### G) MODELO DE PROMEDIOS MOVILES DE LAS DIFERENCIAS.

Consiste en calcular los promedios móviles de las diferencias ocurridas en los datos, siguiendo el proceso de:

Añadir al valor más reciente de una serie de tiempo, las diferencias medias de un número dado de periodos. El promedio móvil de las diferencias, se utiliza como una estimación de la diferencia, entre el valor más actual de la serie y el valor siguiente que tendrá en el futuro; se utiliza este método, cuando las series de tiempo se mueven siguiendo una tendencia muy pronunciada.

**SUPUESTOS.** El modelo de promedios móviles de las diferencias, se utiliza cuando los pronósticos, que se están obteniendo, muestran un retraso considerable respecto a los resultados reales.

Supone además, que las series de tiempos se mueven siguiendo una tendencia muy pronunciada, que es una característica de la industria del vestido, debido a que su demanda se basa en temporadas del año, es decir, que las diferencias de demanda entre series de tiempo, tienen como patrón de referencia un movimiento de temporada anual, que normalmente se repite cada cuatro trimestres.

La fórmula es:

$$\hat{X}_{t+1} = \frac{X_t + (X_t - X_{t-1}) + (X_{t-1} - X_{t-2}) + \dots + X_{t-3} - X_t}{n}$$

#### FUNCIONAMIENTO:

- 1o.) Se obtienen las diferencias, entre los valores reales obtenidos cada trimestre.
- 2o.) Se calculan los promedios móviles de 4 términos, de las diferencias.
- 3o.) La diferencia media calculada, se suma al valor más recientemente observado para pronosticar el término siguiente de la serie.

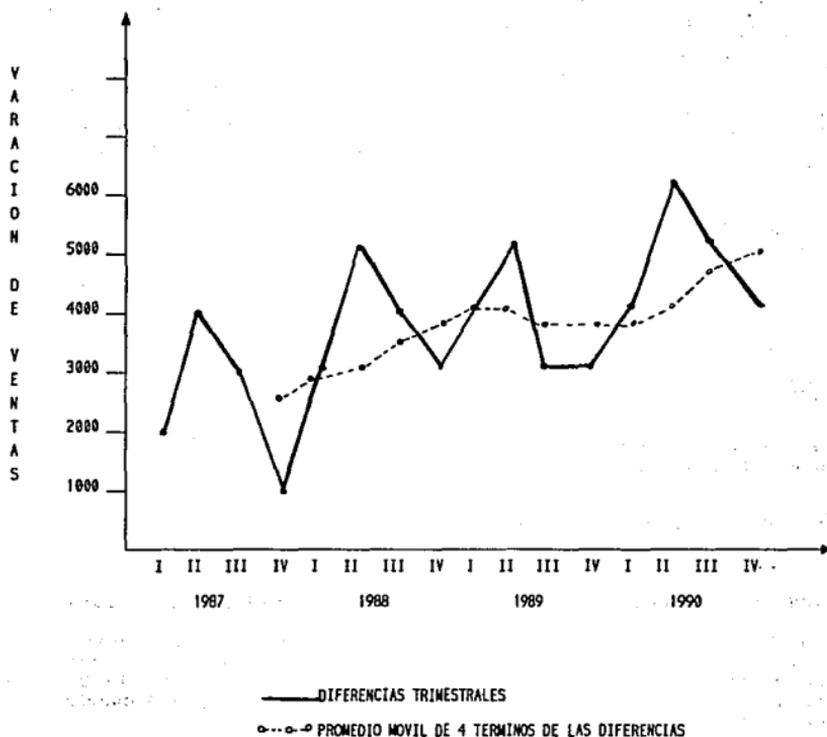
$$\hat{X}_{t+1} = X_t + X_t$$

## REGISTRO DE VENTAS DE "LA GRAN MODA"

TABLA IV.10

AÑO Y TRIMESTRE	VENTAS TRIMESTRALES	DIFERENCIAS $X_t - X_{t-1}$	PROMEDIO MOVIL DE LAS DIFERENCIAS DE 4 TRIMESTRES	PROMOSTICOS $X_{t+1} = X_t + X_t$	ERROR PORCENTUAL
1966 IV	15000				
1967 I	17000	2000			
1967 II	21000	4000			
1967 III	24000	3000			
1967 IV	25000	1000	2500		
1968 I	28000	3000	2750	$25000 + 2500 = 27500$	-1.6%
1968 II	33000	5000	3000	$28000 + 2750 = 30750$	-6.0%
1968 III	37000	4000	3250	$33000 + 3000 = 36000$	-2.7%
1968 IV	40000	3000	3750	$37000 + 3250 = 30250$	-1.9%
1969 I	44000	4000	4000	$40000 + 3750 = 43750$	-0.6%
1969 II	49000	5000	4000	$44000 + 4000 = 48000$	-2.0%
1969 III	52000	3000	3750	$49000 + 4000 = 53000$	1.9%
1969 IV	55000	3000	3750	$52000 + 3750 = 55750$	1.4%
1970 I	59000	4000	3750	$55000 + 3750 = 58750$	-0.4%
1970 II	65000	6000	4000	$59000 + 3750 = 62750$	-3.5%
1970 III	70000	5000	4500	$65000 + 4000 = 69000$	-1.4%
1970 IV	74000	4000	4750	$70000 + 4500 = 74500$	0.7%
1971 I	PROMOSTICO PARA EL PRIMER TRIMESTRE DE 1971			$74000 + 4750 = 78750$	

### NIVELACION DE DIFERENCIAS TRIMESTRALES Y PROMEDIO MOVIL DE 4 TERMINOS DE LAS DIFERENCIAS



### **EJEMPLO 7 (Promedios Móviles de las diferencias)**

Para ilustrar el procedimiento se retomará nuevamente el ejemplo de la empresa "La Gran Moda" (datos de la tabla IV.10), para calcular los pronósticos y establecer una comparación entre ambos métodos, que se ilustra en la gráfica IV.6.

### **H) PROMEDIOS MOVILES PONDERADOS ORDINARIOS.**

Este método, se utiliza cuando las series de tiempo implican movimientos irregulares ya que se pueden obtener datos erráticos sumamente variables e incluso engañosos; el pronóstico para este tipo de datos se logra mejor, destacando el conocimiento de los datos más recientemente observados.

### **FUNCIONAMIENTO**

Un promedio móvil ponderado, consiste en aplicar pesos, progresivamente más bajos a los términos más antiguos del promedio y se especificarían así:

$$W_1 > W_2 > \dots > W_n$$

donde W = Constante de ponderación.

Los pesos que se den a la constante de ponderación, deben sumar UNO, su fórmula es:

$$\bar{X}_t = W_1X_t + W_2X_{t-1} + \dots + W_nX_{t-n+1}.$$

### **EJEMPLO 8 (Modelo de Promedios móviles Ponderados Ordinarios)**

Con los datos sobre ventas, de la empresa "Confecciones Exclusivas", que se muestran en la tabla IV.11, se desea pronosticar las ventas para el mes de mayo de 1990, utilizando un promedio móvil de cuatro términos y asignando constantes de ponderación.

Cálculo de los promedios móviles ponderados de 4 términos tabla IV.11

Fórmula general:

$$\bar{X}_t = \frac{W_1 X_t + W_2 X_{t-1} + \dots + W_n X_{t-n+1}}{W_1 + W_2 + W_3 + \dots + W_n}$$

$$\bar{X}_t = \frac{0.4(2690) + 0.3(2560) + 0.2(2470) + 0.1(2350)}{0.4 + 0.3 + 0.2 + 0.1}$$

$$1) \quad \bar{X}_t = \frac{1076+768+494+235}{1} = 2573$$

$$\bar{X}_t = \frac{0.4(2720) + 0.3(2690) + 0.2(256) + 0.1(2470)}{1}$$

$$2) \quad \bar{X}_t = \frac{1088+807+512+247}{1} = 2654$$

$$\bar{X}_t = \frac{0.4(2660)+0.3(2720)+0.2(2690)+0.1(2560)}{1}$$

$$3) \quad \bar{X}_t = \frac{1064+816+538+256}{1} = 2674$$

$$\bar{X}_t = \frac{0.4(2670)+0.3(2660)+0.2(2720)+0.1(2690)}{1}$$

$$4) \quad \bar{X}_t = \frac{1068+798+544+269}{1} = 2679$$

$$\bar{X}_t = \frac{0.4(2540)+0.3(2670)+0.2(2660)+0.1(2720)}{1}$$

$$5) \quad \bar{X}_t = \frac{1016+801+532+2720}{1} = 5069$$

$$\bar{X}_t = \frac{0.4(2410)+0.3(2540)+0.2(2670)+0.1(2660)}{1}$$

$$6) \bar{X}_t = \frac{964+762+534+266}{1} = 2520$$

$$\bar{X}_t = \frac{0.4(2390)+0.3(2410)+0.2(2540)+0.1(2670)}{1}$$

$$7) \bar{X}_t = \frac{956+723+508+267}{1} = 2454$$

$$\bar{X}_t = \frac{0.4(2320)+0.3(2390)+0.2(2410)+0.1(2540)}{1}$$

$$8) \bar{X}_t = \frac{928+717+482+254}{1} = 2381$$

$$\bar{X}_t = \frac{0.4(2360)+0.3(2320)+0.2(2390)+0.1(2410)}{1}$$

$$9) \bar{X}_t = \frac{944+696+478+241}{1} = 2359$$

$$\bar{X}_t = \frac{0.4(2490)+0.3(2360)+0.2(2320)+0.1(2390)}{1}$$

$$10) \bar{X}_t = \frac{996+708+464+239}{1} = 2407$$

$$\bar{X}_t = \frac{0.4(2580)+0.3(2490)+0.2(2360)+0.1(2320)}{1}$$

$$11) \bar{X}_t = \frac{1032+747+472+232}{1} = 2483$$

$$\bar{X}_t = \frac{0.4(2620)+0.3(2580)+0.2(2490)+0.1(2360)}{1}$$

$$12) \bar{X}_t = \frac{1048+774+498+236}{1} = 2556$$

$$\bar{X}_t = \frac{0.4(2690)+0.3(2620)+0.2(2580)+0.1(2490)}{1}$$

$$13) \bar{X}_t = \frac{1076+786+516+249}{1} = 2627$$

$$\bar{X}_t = \frac{0.4(2720)+0.3(2690)+0.2(2620)+0.1(2580)}{1}$$

$$14) \bar{X}_t = \frac{1088+807+524+258}{1} = 2677$$

$$\bar{X}_t = \frac{0.4(2750)+0.3(2720)+0.2(2690)+0.1(2620)}{1}$$

$$15) \bar{X}_t = \frac{1100+816+538+262}{1} = 2716$$

$$\bar{X}_t = \frac{0.4(2660)+0.3(2750)+0.2(2720)+0.1(2690)}{1}$$

$$16) \bar{X}_t = \frac{1064+825+544+269}{1} = 2702$$

$$\bar{X}_t = \frac{0.4(2690)+0.3(2660)+0.2(2750)+0.1(270)}{1}$$

$$17) \bar{X}_t = \frac{1076+798+550+272}{1} = 2696$$

$$\bar{X}_t = \frac{0.4(2820)+0.3(2690)+0.2(2660)+0.1(2750)}{1}$$

$$18) \bar{X}_t = \frac{1128+807+532+275}{1} = 2742$$

$$\bar{X}_t = \frac{0.4(2910)+0.3(2820)+0.2(2690)+0.1(2660)}{1}$$

$$19) \bar{X}_t = \frac{1164+846+538+266}{1} = 2814$$

$$\bar{X}_t = \frac{0.4(2820)+0.3(2910)+0.2(2820)+0.1(2690)}{1}$$

$$20) \bar{X}_t = \frac{1128+873+564+269}{1} = 2834$$

$$\bar{X}_t = \frac{0.4(2660)+0.3(2820)+0.2(2910)+0.1(2820)}{1}$$

$$21) \bar{X}_t = \frac{1064+846+582+282}{1} = 2774$$

$$\bar{X}_t = \frac{0.4(2530)+0.3(2660)+0.2(2820)+0.1(2910)}{1}$$

$$22) \bar{X}_t = \frac{1012+798+564+291}{1} = 2665$$

$$\bar{X}_t = \frac{0.4(2330)+0.3(2530)+0.2(2660)+0.1(2820)}{1}$$

$$23) \bar{X}_t = \frac{932+759+532+282}{1} = 2505$$

$$\bar{X}_t = \frac{0.4(2220)+0.3(2330)+0.2(2530)+0.1(2660)}{1}$$

$$24) \bar{X}_t = \frac{888+699+506+266}{1} = 2359$$

$$\bar{X}_t = \frac{0.4(2160)+0.3(2220)+0.2(2330)+0.1(2530)}{1}$$

$$25) \bar{X}_t = \frac{864+666+466+253}{1} = 2249$$

VENTAS REGISTRADAS DE LA CIA. CONFECCIONES EXCLUSIVAS  
Y CALCULO DE LOS PROMEDIOS PONDERADOS DE 4 TERMINOS

AÑO Y MES (T)	UNIDADES VENDIDAS (X)	PROMEDIOS MOVILES PONDERADOS	PROMOSTICO DE VENTAS
1988			
ENE	9350		
FEB	2470		
MAR	2550		
ABR	2690	2573	
MAY	2720	2654	2573
JUN	2660	2674	2654
JUL	2670	2679	2674
AGO	2540	5069	2679
SEP	2410	2520	5069
OCT	2390	2454	2520
NOV	2320	2381	2454
DIC	2360	2359	2381
1989			
ENE	9490	2497	2359
FEB	2580	2483	2497
MAR	2620	2556	2483
ABR	2690	2627	2556
MAY	2720	2677	2627
JUN	2750	2716	2677
JUL	2660	2702	2716
AGO	2690	2696	2702
SEP	2820	2742	2696
OCT	2910	2814	2742
NOV	2820	2834	2814
DIC	2660	2774	2834
1990			
ENE	2530	2665	2774
FEB	2330	2595	2665
MAR	2220	2359	2595
ABR	2160	2249	2359
		PROMOSTICO PARA EL MES DE MAYO =	2249

TABLA IV.11

## I) PROMEDIO MOVIL PONDERADO DE LAS DIFERENCIAS

Mide la dirección en que se mueven las diferencias de las variables, por ejemplo: las ventas se pronostican con base en el cambio ocurrido durante el mes anterior, lo mismo que los inventarios. Consiste en nivelar las diferencias usando un promedio ponderado.

La sucesión de cálculos es como sigue:

- 1o.) Se determinan las diferencias (pueden ser en porcentajes).
- 2o.) Se determinan los promedios móviles ponderados de las diferencias.
- 3o.) Se selecciona el cambio que se haya dado más reciente que se usará para pronosticar.
- 4o.) Se calcula el pronóstico.

La fórmula para calcular el promedio móvil ponderado, de los cambios observados (suponiendo que es de cuatro términos) es:

$$Pt = \frac{0.4Pt + 0.3Pt-1 + 0.2Pt-2 + 0.1Pt-3}{(0.4+0.3+0.2+0.1)} = 1$$

en donde Pt = Tasa de cambio observada en el período t.  
Pt = promedio móvil ponderado de los cambios o diferencias.

**NOTA:** Recuerdese que al igual que en el método de promedios móviles ponderados, se utiliza una constante de ponderación o pesos a cada observación involucrada en el promedio, que en este caso específico será una constante a cada uno de los cambios o diferencias que se consideraron para el promedio y que deben estar entre los valores de 0 y 1; aunque debe aclararse que en ocasiones los pesos que se eligen pueden ser diferentes a 0 y 1; de cualquier forma el denominador de la fórmula siempre deberá sumar el total de las constantes o pesos asignados.

### EJEMPLO 9 (Promedio Movil Ponderado de las Diferencias)

Tomando los mismos datos de la empresa "Confecciones Exclusivas", (Tabla IV.12) se desarrollará un ejemplo de promedios móviles ponderados.

**NOTA:** Para el cálculo de Promedios Móviles Ponderados de este ejercicio, se seleccionó un promedio móvil de cuatro términos, los pesos asignados son, 0.4, 0.3, 0.2, 0.1 del más reciente al más distante.

$$\bar{P}t = \frac{0.4Pt + 0.3Pt-1 + 0.2Pt-2 + 0.1Pt-3}{(0.4 + 0.3 + 0.2 + 0.1)}$$

$$\bar{P}t = \frac{0.4(30)+0.3(130)+0.2(90)+0.1(120)}{(0.4 + 0.3 + 0.2 + 0.1)}$$

1)  $\bar{P}t = 12 + 39 + 18 + 12 + 81 / 1 = 81$

$$\bar{P}t = 0.4(-60)+0.3(30)+0.2(130)+0.1(90)/1$$

2)  $\bar{P}t = -24+9+26+9=20/1=20$

$$\bar{P}t = 0.4(10)+0.3(-60)+0.2(30)+0.1(130)/1$$

3)  $\bar{P}t = 4+(-18)+6+13=5/1=5$

$$\bar{P}t = 0.4(-130)+0.3(10)+0.2(-60)+0.1(30)/1$$

4)  $\bar{P}t = -52 + 3 + (-12) + 3 = -58/1 = 58$

$$\bar{P}t = 0.4(-130)+0.3(-130)+0.2(10)+0.1(-60)/1$$

5)  $\bar{P}t = -52+(-39)+2+(-6)=95/1=95$

6)  $\bar{P}t = 0.4(-20)+0.3(-130)+0.2(-130)+0.1(10)/1$

$$\bar{P}t = -8+(-39)+(-26)+1 = -72/1 = -72$$

7)  $\bar{P}t = 0.4(-70)+0.3(-20)+0.2(-130)+0.1(-130)/1$

$$\bar{P}t = -28+(-6)+(-26)+(-13) = -73/1 = -73$$

# PROMEDIOS MOVILES PONDERADOS DE LAS DIFERENCIAS

## CONFECCIONES EXCLUSIVAS

TABLA IV.12

AÑO Y MES (t)	UNIDADES VENDIDAS (X)	DIFERENCIAS O CAMBIOS DURANTE EL MES ANTERIOR	PROMEDIOS MOVILES PONDERADOS DE LAS DIFERENCIAS	PROMOSTICO DE VENTAS
1988				
1) ENE	2350			
2) FEB	2470	+ 120		
3) MAR	2560	+ 90		
4) ABR	2690	+ 130		
5) MAY	2720	+ 30	81	
6) JUN	2660	- 60	20	2720 + 81 = 2801
7) JUL	2670	+ 10	5	2660 + 20 = 2680
8) AGO	2540	- 130	- 58	2620 + 5 = 2675
9) SEP	2410	- 130	- 95	2540 - 58 = 2482
10) OCT	2390	- 20	- 72	2410 + 95 = 2505
11) NOV	2320	- 70	- 73	2390 - 72 = 2318
12) DIC	2360	+ 40	- 22	2320 - 73 = 2247
1989				
13) ENE	2490	+ 130	- 48	2360 - 22 = 2338
14) FEB	2580	+ 90	90	2490 - 48 = 2442
15) MAR	2620	+ 40	73	2580 + 90 = 2670
16) ABR	2690	+ 70	71	2620 + 73 = 2693
17) MAY	2720	+ 30	50	2690 + 71 = 2761
18) JUN	2750	+ 30	39	2720 + 50 = 2770
19) JUL	2660	- 90	- 14	2750 + 39 = 2789
20) AGO	2690	+ 30	10	2660 - 14 = 2646
21) SEP	2820	+ 30	111	2690 + 10 = 2700
22) OCT	2910	+ 90	42	2820 + 111 = 2931
23) NOV	2820	- 90	0	2910 + 42 = 2952
24) DIC	2660	- 160	- 70	2820 + 0 = 2820
1990				
25) ENE	2530	- 130	-100	2660 - 70 = 2590
26) FEB	2330	- 200	-160	2530 - 1'9 = 2421
27) MAR	2220	- 110	146	2330 - 160 = 2170
28) ABR	2160	- 60	-110	2220 - 146 = 2074
			PROMOSTICO PARA MAYO DE 1990 =	2160 - 110 = 2050

- 8)  $\bar{P}t = 0.4(40) + 0.3(-70) + 0.2(-20) + 0.1(-130) / 1$   
 $\bar{P}t = 16 + (-21) + (-4) + (-13) = -22 / 1 = -22$
- 9)  $\bar{P}t = 0.4(130) + 0.3(40) + 0.2(-70) + 0.1(-20) / 1$   
 $\bar{P}t = 52 + 12 + (-14) + (-2) = 48 / 1 = 48$
- 10)  $\bar{P}t = 0.4(90) + 0.3(130) + 0.2(40) + 0.1(70) / 1$   
 $\bar{P}t = 36 + 39 + 8 + 7 = 90 / 1 = 90$
- 11)  $\bar{P}t = 0.4(40) + 0.3(90) + 0.2(130) + 0.1(40) / 1$   
 $\bar{P}t = 16 + 27 + 26 + 4 = 73 / 1 = 73$
- 12)  $\bar{P}t = 0.4(70) + 0.3(40) + 0.2(90) + 0.1(130) / 1$   
 $\bar{P}t = 28 + 12 + 18 + 13 = 71 / 1 = 71$
- 13)  $\bar{P}t = 0.4(30) + 0.3(70) + 0.2(40) + 0.1(90) / 1$   
 $\bar{P}t = 12 + 21 + 8 + 9 = 50 / 1 = 50$
- 14)  $\bar{P}t = 0.4(30) + 0.3(30) + 0.2(70) + 0.1(40) / 1$   
 $\bar{P}t = 12 + 9 + 14 + 4 = 39 / 1 = 39$
- 15)  $\bar{P}t = 0.4(-90) + 0.3(30) + 0.2(30) + 0.1(70) / 1$   
 $\bar{P}t = -36 + 9 + 6 + 7 = -14 / 1 = -14$
- 16)  $\bar{P}t = 0.4(30) + 0.3(-90) + 0.2(30) + 0.1(30) / 1$   
 $\bar{P}t = 36 + (-27) + 6 + 3 = 18 / 1 = 18$
- 17)  $\bar{P}t = 0.4(30) + 0.3(30) + 0.2(-90) + 0.1(30) / 1$   
 $\bar{P}t = 36 + 90 + (-18) + 3 = 111 / 1 = 111$

$$18) \bar{P}t = 0.4(90)+0.3(30)+0.2(30)+0.1(-90)/1$$

$$\bar{P}t = 36+9+6+(-9)=42/1 = 42$$

$$19) \bar{P}t = 0.4(-90)+0.3(90)+0.2(30)+0.1(30)/1$$

$$\bar{P}t = -36-27+6-3=0$$

$$20) \bar{P}t = 0.4(-160)+0.3(-90)+0.2(90)+0.1(30)/1$$

$$\bar{P}t = -64+(-27)+18+3=-70/1=-70$$

$$21) \bar{P}t = 0.4(-130)+0.3(-160)+0.2(90)+0.1(90)/1$$

$$\bar{P}t = -52+(-48)+(-18)+9=-109/1=-109$$

$$22) \bar{P}t = 0.4(-200)+0.3(-130)+0.2(-160)+0.1(-90)/1$$

$$\bar{P}t = -80+(-39)+(-32)+(-9) = -160/1=-160$$

$$23) \bar{P}t = 0.4(-110)+0.3(-200)+0.2(-130)+0.1(-160)/1$$

$$\bar{P}t = -44+(-60)+(-26)+(-16)=146/1=146$$

$$24) \bar{P}t = 0.4(-60)+0.3(-110)+0.2(-200)+0.1(-130)/1$$

$$\bar{P}t = -24+(-33)+(-40)+(-13) = -110/1=-110.$$

#### J) PROMEDIO MOVIL PONDERADO DE LAS DIFERENCIAS O CAMBIOS PORCENTUALES.

Se utiliza con más frecuencia cuando se desea hacer un pronóstico de la tendencia, con este método se predicen las ventas con base en los cambios ocurridos durante el mes anterior, expresados en términos de cambios porcentuales respecto del mes anterior.

#### EJEMPLO 10 (Promedios Móviles Ponderados de las Diferencias)

Nuevamente utilizaremos los datos de la empresa "Confecciones Exclusivas" y se efectuarán los cálculos mostrados en la tabla IV.13

Cálculo de los cambios porcentuales de la tabla IV.13.

- 1)  $\frac{2470-2350}{2350} \times 100 = \frac{120}{2350} \times 100 = 5.1\%$
- 2)  $\frac{2560-2470}{2470} \times 100 = \frac{90}{2470} \times 100 = 3.6\%$
- 3)  $\frac{2690-2560}{2560} \times 100 = \frac{130}{2560} \times 100 = 5.0\%$
- 4)  $\frac{2720-2690}{2690} \times 100 = \frac{30}{2690} \times 100 = 1.1\%$
- 5)  $\frac{2660-2720}{2720} \times 100 = \frac{-60}{2720} \times 100 = -2.20\%$
- 6)  $\frac{2670-2660}{2660} \times 100 = \frac{10}{2660} \times 100 = 0.37\%$
- 7)  $\frac{2540-2670}{2670} \times 100 = \frac{-130}{2670} \times 100 = -4.86\%$  APROX 4.9%
- 8)  $\frac{2410-2540}{2540} \times 100 = \frac{-130}{2540} \times 100 = -5.11\%$
- 9)  $\frac{2390-2410}{2410} \times 100 = \frac{-20}{2410} \times 100 = -0.82\%$
- 10)  $\frac{2320-2390}{2390} \times 100 = \frac{-70}{2390} \times 100 = -2.92\%$
- 11)  $\frac{2360-2320}{2320} \times 100 = \frac{40}{2320} \times 100 = 1.7\%$
- 12)  $\frac{2490-2360}{2360} \times 100 = \frac{130}{2360} \times 100 = 5.50\%$
- 13)  $\frac{2580-2490}{2490} \times 100 = \frac{90}{2490} \times 100 = 3.6\%$
- 14)  $\frac{2620-2580}{2580} \times 100 = \frac{40}{2580} \times 100 = 1.6\%$
- 15)  $\frac{2690-2620}{2620} \times 100 = \frac{70}{2620} \times 100 = 2.7\%$
- 16)  $\frac{2720-2690}{2690} \times 100 = \frac{30}{2690} \times 100 = 1.11\%$

- 17)  $\frac{2750-2720}{2720} \times 100 = \frac{30}{2720} \times 100 = 1.10\%$
- 18)  $\frac{2660-2750}{2750} \times 100 = \frac{-90}{2750} \times 100 = -3.27\%$  APROX 3.3%
- 19)  $\frac{2690-2660}{2660} \times 100 = \frac{30}{2660} \times 100 = 1.12\%$
- 20)  $\frac{2820-2690}{2690} \times 100 = \frac{130}{2690} \times 100 = 4.83\%$
- 21)  $\frac{2910-2820}{2820} \times 100 = \frac{90}{2820} \times 100 = 3.19\%$
- 22)  $\frac{2820-2910}{2910} \times 100 = \frac{-90}{2910} \times 100 = -3.09\%$
- 23)  $\frac{2660-2820}{2820} \times 100 = \frac{-160}{2820} \times 100 = -5.67\%$
- 24)  $\frac{2530-2660}{2660} \times 100 = \frac{-130}{2660} \times 100 = -4.9\%$
- 25)  $\frac{2330-2530}{2530} \times 100 = \frac{-200}{2530} \times 100 = -7.90\%$
- 26)  $\frac{2220-2330}{2330} \times 100 = \frac{-110}{2330} \times 100 = -4.72\%$
- 27)  $\frac{2160-2220}{2220} \times 100 = \frac{-60}{2220} \times 100 = -2.7\%$

Cálculo de los promedios móviles ponderados de los cambios porcentuales (tabla IV.13).

Fórmula:

$$\bar{P}_t = \frac{W_1 P_t + W_2 P_{t-1} + W_3 P_{t-2} + \dots + W_n P_{t-n+1}}{W_1 + W_2 + W_3 + \dots + W_n}$$

En donde:

$\bar{P}_t$  = Al promedio móvil ponderado al tiempo t.

W = Constante de ponderación.

Pt = Tasa de cambio porcentual observada en el tiempo t.

En virtud de que, se han tomado promedios móviles de cuatro términos y que los pesos asignados del más reciente término al más remoto son: 0.4, 0.3, 0.2, 0.1 respectivamente, la suma del denominador es = 1.

Sustituyendo:

$$\bar{P}t = \frac{0.4Pt + 0.3Pt-1 + 0.2Pt-2 + 0.1Pt-3}{0.4 + 0.3 + 0.2 + 0.1} = 1$$

$$1) \quad \bar{P}t = \frac{0.4(1.1)+0.3(5.0)+0.2(3.6)+0.1(5.1)}{1}$$

$$\bar{P}t = \frac{0.44+1.5+0.72+0.51}{1} = 3.17$$

$$2) \quad \bar{P}t = \frac{0.4(-2.2)+0.3(1.1)+0.2(5.0)+0.1(3.6)}{1}$$

$$\bar{P}t = \frac{0.88+0.33+1+0.36}{1} = 0.81$$

$$3) \quad \bar{P}t = \frac{0.4(0.37)+0.3(-2.2)+0.2(1.1)+0.1(5.0)}{1}$$

$$\bar{P}t = \frac{0.148+(-0.66)+0.22+0.5}{1} = 0.208$$

$$4) \quad \bar{P}t = \frac{0.4(-4.9)+0.3(0.37)+0.2(-2.2)+0.1(1.1)}{1}$$

$$\bar{P}t = \frac{-1.96+0.111+(-0.44)+0.11}{1} = -2.179$$

$$5) \quad \bar{P}t = \frac{0.4(-5.1)+0.3(-4.9)+0.2(0.37)+0.1(-2.2)}{1}$$

$$\bar{P}t = \frac{-2.04+(-1.47)+0.074+(-0.22)}{1} = -3.656$$

$$6) \quad \bar{P}t = \frac{0.4(-0.82)+0.3(-5.1)+0.2(-4.9)+0.1(0.37)}{1}$$

$$\bar{P}t = \frac{-0.328+(-1.53)+(-0.98)+0.037}{1} = -2.80$$

$$7) \bar{P}t = \frac{0.4(-2.9) + 0.3(-0.82) + 0.2(-5.1) + 0.1(-4.9)}{1}$$

$$\bar{P}t = \frac{-1.16 + (-0.246) + (-1.02) + (-0.49)}{1} = -2.91$$

$$8) \bar{P}t = \frac{0.4(1.7) + 0.3(-2.9) + 0.2(-0.82) + 0.1(-5.1)}{1}$$

$$\bar{P}t = \frac{0.68 + (-0.87) + (-0.164) + (-0.51)}{1} = -0.864$$

$$9) \bar{P}t = \frac{0.4(5.5) + 0.3(1.7) + 0.2(-2.9) + 0.1(-0.82)}{1}$$

$$\bar{P}t = \frac{2.2 + 0.51 + 0.58 + (-0.082)}{1} = 3.208$$

$$10) \bar{P}t = \frac{0.4(3.6) + 0.3(5.5) + 0.2(1.7) + 0.1(-0.29)}{1}$$

$$\bar{P}t = \frac{1.44 + 1.65 + 0.34 + (-0.29)}{1} = 3.14$$

$$11) \bar{P}t = \frac{0.4(1.6) + 0.3(3.6) + 0.2(5.5) + 0.1(1.7)}{1}$$

$$\bar{P}t = \frac{0.64 + 1.08 + 1.1 + 1.7}{1} = 2.99$$

$$12) \bar{P}t = \frac{0.4(2.7) + 0.3(1.6) + 0.2(3.6) + 0.1(5.5)}{1}$$

$$\bar{P}t = \frac{1.08 + 0.48 + 0.72 + 0.55}{1} = 2.83$$

$$13) \bar{P}t = \frac{0.4(1.1) + 0.3(2.7) + 0.2(1.6) + 0.1(0.6)}{1}$$

$$\bar{P}t = \frac{0.44 + 0.81 + 0.32 + 0.06}{1} = 1.93$$

$$14) \bar{P}t = \frac{0.4(1.1)+0.3(1.1)+0.2(2.7)+0.1(1.6)}{1}$$

$$\bar{P}t = \frac{0.44+0.33+0.54+0.16}{1} = 1.47$$

$$15) \bar{P}t = \frac{0.4(-3.3)+0.3(1.1)+0.2(1.1)+0.1(2.7)}{1}$$

$$\bar{P}t = \frac{-1.32+0.33+0.22+0.27}{1} = 0.5$$

$$16) \bar{P}t = \frac{0.4(1.2)+0.3(-3.3)+0.2(1.1)+0.1(1.1)}{1}$$

$$\bar{P}t = \frac{0.48+(-0.99)+0.22+0.11}{1} = -0.18$$

$$17) \bar{P}t = \frac{0.4(1.1)+0.3(1.2)+0.2(-3.3)+0.1(1.1)}{1}$$

$$\bar{P}t = \frac{0.44+0.36+(-0.66)+0.11}{1} = 0.25$$

$$18) \bar{P}t = \frac{0.4(3.1)+0.3(1.1)+0.2(1.2)+0.1(-3.3)}{1}$$

$$\bar{P}t = \frac{1.24+0.33+0.24+(-0.33)}{1} = 1.48$$

$$19) \bar{P}t = \frac{0.4(-3.0)+0.3(3.1)+0.2(1.1)+0.1(1.2)}{1}$$

$$\bar{P}t = \frac{-1.2+0.93+0.22+0.12}{1} = 0.07$$

$$20) \bar{P}t = \frac{0.4(-6.0)+0.3(-3.0)+0.2(3.1)+0.1(1.1)}{1}$$

$$\bar{P}t = \frac{-2.4+(-0.90)+0.62+0.11}{1} = -2.57$$

$$21) \bar{P}t = \frac{0.4(-4.9)+0.3(-6.0)+0.2(-3.0)+0.1(3.1)}{1}$$

$$\bar{P}t = \frac{-1.96+(-1.8)+(-0.6)+0.31}{1} = -4.05$$

$$22) \bar{P}t = \frac{0.4(-7.9)+0.3(-4.9)+0.2(-6.0)+0.1(-3.0)}{1}$$

$$\bar{P}t = \frac{-3.16+(-1.47)+(-1.2)+(-0.30)}{1} = -6.13$$

$$23) \bar{P}t = \frac{0.4(-4.7)+0.3(-7.9)+0.2(-4.9)+0.1(-6.0)}{1}$$

$$\bar{P}t = \frac{-1.88+(-2.37)+(-0.98)+(-0.60)}{1} = -5.83$$

$$24) \bar{P}t = \frac{0.4(-2.7)+0.3(-4.7)+0.2(-7.9)+0.1(-4.9)}{1}$$

$$\bar{P}t = \frac{-1.08+(-1.41)+(-1.58)+(-0.49)}{1} = -4.56$$

Cálculo de pronósticos de ventas para el mes de mayo en la tabla IV.13.

Fórmula  $\hat{X}_{t+1} = X_t(X_t/100)+X_t$

$$1) \hat{X}_{t+1} = 2720(3.17/100)+2720=86.22+2720=2806.2$$

$$2) \hat{X}_{t+1} = 2660(0.81/100)+2660=21.5+2660=2681.5$$

$$3) \hat{X}_{t+1} = 2670(0.208/100)+2670=5.6+2670=2675.6$$

$$4) \hat{X}_{t+1} = 2540(2.17/100)+2540=55.1+2540=2595.1$$

$$5) \hat{X}_{t+1} = 2410(3.65/100)+2410=87.97+2410=2497.97$$

$$6) \hat{X}_{t+1} = 2390(2.80/100)+2390=66.9+2390=2456.9$$

- 7)  $\hat{X}_{t+1} = 2320(2.91/100)+2320=67.5+2320=2387.5$   
 8)  $\hat{X}_{t+1} = 2360(-0.864/100)+2360=-20.4+2360=2339.6$   
 9)  $\hat{X}_{t+1} = 2490(3.20/100)+2490=79.7+2490=2569.7$   
 10)  $\hat{X}_{t+1} = 2580(3.14/100)+2580=81.0+2580=2661.0$   
 11)  $\hat{X}_{t+1} = 2620(2.99/100)+2620=78.3+2620=2698.3$   
 12)  $\hat{X}_{t+1} = 2690(2.83/100)+2690=76.1+2690=2766.1$   
 13)  $\hat{X}_{t+1} = 2720(1.93/100)+2720=52.5+2720=2772.5$   
 14)  $\hat{X}_{t+1} = 2750(1.47/100)+2750=40.4+2750=2790.4$   
 15)  $\hat{X}_{t+1} = 2660(0.5/100)+2660=13.3+2660=2673.3$   
 16)  $\hat{X}_{t+1} = 2690(-0.18/100)+2690=-4.8+2690=2685.2$   
 17)  $\hat{X}_{t+1} = 2820(0.25/100)+2820=7.0+2820=2827.0$   
 18)  $\hat{X}_{t+1} = 2910(-1.48/100)+2910=-43.0+2910=2866.9$   
 19)  $\hat{X}_{t+1} = 2820(0.07/100)+2820=1.97+2820=2821.1$   
 20)  $\hat{X}_{t+1} = 2660(2.57/100)+2660=-68.4+2660=2591.6$   
 21)  $\hat{X}_{t+1} = 2530(-4.05/100)+2530=-102.5+2530=2427.5$   
 22)  $\hat{X}_{t+1} = 2330(-6.13/100)+2330=-142.8+2330=2187.1$   
 23)  $\hat{X}_{t+1} = 2220(-5.83/100)+2220=129.4+2220=2090.6$   
 24)  $\hat{X}_{t+1} = 2160(-4.56/100)+2220=-98.5+2220=2121.5$

PROMEDIOS MOVILES DE 4 TERMINOS PONDERADOS  
DE LAS DIFERENCIAS,"CONFECCIONES EXCLUSIVAS"

TABLA IV.13

AÑO Y MES (t)	UNIDADES VENDIDAS (X)	CAMBIO PORCENTUAL EN EL MES ANTERIOR	PROMEDIOS MOVILES DE 4 TERMINOS PONDERADOS DE LOS CAMBIOS PORCENTUALES	PROMOSTICOS DE VENTAS PARA EL SIGUIENTE MES
1988				
ENE	2350			
FEB	2470	5.1 %		
MAR	2560	3.6 %		
ABR	2690	5.0 %		
MAY	2720	1.1 %	3.17	
JUN	2660	-2.20%	0.81	2806.2
JUL	2670	-0.37%	0.208	2681.5
AGO	2540	-4.9 %	2.17	2675.6
SEP	2410	-5.1 %	3.65	2595.1
OCT	2390	-0.02%	2.00	2497.1
NOV	2320	-2.9 %	2.91	2456.9
DIC	2300	1.7 %	-0.004	2387.5
1989				
ENE	2490	5.5 %	3.20	2339.6
FEB	2500	3.6 %	3.14	2569.7
MAR	2620	1.6 %	2.99	2661.0
ABR	2690	2.7 %	2.83	2698.3
MAY	2720	1.1 %	1.93	2766.1
JUN	2750	1.1 %	1.47	2772.5
JUL	2660	-3.3 %	0.50	2790.4
AGO	2690	1.2 %	-0.10	2673.3
SEP	2820	1.1 %	0.25	2685.1
OCT	2910	3.1 %	1.48	2827.0
NOV	2820	-3.0 %	0.07	2866.1
DIC	2660	-6.0 %	-2.57	2821.1
1990				
ENE	2530	-4.9 %	-4.05	2591.6
FEB	2330	-7.9 %	-6.13	2427.5
MAR	2220	-4.7 %	-5.83	2187.1
ABR	2160	-2.7 %	-4.56	2090.6
			PROMOSTICO PARA EL MES DE MAYO	2121.5

## K) SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL

Los modelos de suavizamiento exponencial, utilizan estadísticas suavizadas, cuyo propósito es desarrollar estándares para un modelo que, describa adecuadamente la relación del valor de  $X_t$  en el tiempo, esto se lleva a cabo recursivamente por medio de una continua actualización de los coeficientes en el modelo, a medida que se va disponiendo de más datos, los cual nos propociona cada vez una nueva ecuación de pronósticos basada en las observaciones presentes y pasadas.

### PROMEDIOS MOVILES EXPONENCIALMENTE PONDERADOS, O SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL (PMEP)

Es una variante del modelo de promedios móviles ponderados, utiliza pesos o constantes de suavizamiento, sacados de una serie geométrica o exponencial, que asigna el mayor peso al término más reciente  $Y$ , el menor, al más remoto o distante.

Este modelo es más sensible a los cambios repentinos de dirección y magnitud, de la serie de tiempo, se aplica con más frecuencia para determinar pronósticos a corto y mediano plazos, en el caso de promedios móviles ordinarios, sólo se usan datos de los  $N$  períodos anteriores, para calcular cada valor con los PMEP se utilizan todos los datos disponibles pasados, para calcular cada valor suavizado.

El cálculo del promedio móvil ponderado, se funda en combinar tres elementos básicos que son

- El promedio suavizado.
- La tendencia ajustada.
- El factor estacional.

Cuyo cálculo, se efectúa por separado para cada punto y se utiliza la siguiente fórmula:

#### 1) Promedio suavizado:

$$St = \frac{X_t}{F_{t-1}} = (1 - \alpha) (St-1 + R t-1)$$

en donde:

- $S_t$  = Promedio suavizado al tiempo  $t$ .  
 $\infty$  = Constante de suavizamiento, utilizada para el promedio suavizado.  
 $\beta$  = Constante de suavizamiento, utilizada en la tendencia ajustada.  
 $r$  = Constante de suavizamiento, utilizada en el factor estacional.  
 $X_t$  = Es el valor de la serie, al período del tiempo  $t$ .  
 $F_t$  = Factor estacional.  
 $L$  = Período estacional.  
 $St$  = Promedio suavizado estimado en el tiempo  $(t-1)$ .  
 $R_{t-1}$  = Tendencia ajustada, estimada en el tiempo  $(t-1)$ .

- 2) Se calcula la **tendencia ajustada**, actualizada al tiempo  $t$  cuya fórmula es:

$$R_t = (\beta) (S_t - S_{t-1}) + (1-\beta)R_{t-1}$$

- 3) El **factor estacional**, se ajusta al tiempo  $t$ , utilizando la fórmula:

$$F_t = (r) \frac{X_t}{S_t} + (1-r) F_{t-1}$$

En virtud de que, un promedio móvil ponderado exponencialmente, se calcula tomando en cuenta, el promedio móvil ponderado exponencialmente del período más reciente o inicial, mismo que, involucra el suavizamiento, la tendencia ajustada y el factor estacional, valores, todos, que se desconocen al iniciar el proceso de estimación, se procede del siguiente modo.

#### PROCEDIMIENTO:

- Se obtienen datos, registrados de, al menos, cinco series completas (cinco años anteriores) si se dispone de ellos, ya que dos series completas, serán utilizados para iniciar un proceso de amortiguación.
- Se definen valores iniciales para las estadísticas de  $S_t$ ,  $R_t$ , y  $F_t$ , es decir, para el  $t=1$ , para cada punto de tiempo (semana 0 mes) del período completo.

- **Promedio suavizado inicial (So).** Este promedio inicial se puede obtener de diferentes formas:

- \* Si se tratan de promedios móviles de los porcentajes, o proporcionales de cambio, se puede suponer simplemente que el punto de partida es cero, es muy probable que al suponer esto, los primeros cálculos sean erróneos, sin embargo, los cálculos de dos periodos completos, serán utilizados para amortiguar suficientemente el error inicial y de esta forma se puedan emplear los cálculos para fines de pronóstico.
- \* Otra forma de obtener un valor inicial para So, es suponer que  $S_0 = X_1$ , es decir, que el valor inicial de S, es igual al valor del primer mes de la primer serie.
- \* Uno de los métodos más confiables, es utilizar un promedio aritmético ordinario, de varios de los términos de la serie y, suponer que ese valor se aproxima mucho al punto de partida, del promedio móvil exponencialmente ponderado.

$$\therefore S_0 = X_1$$

- **Tendencia ajustada inicial (Ro).** Se obtiene por el método de mínimos cuadrados, con el que podemos encontrar la línea recta de "mejor ajuste" a un conjunto de puntos, para este efecto, la "recta de mejor ajuste", se entiende; como la recta que minimice la suma de los cuadrados de las desviaciones, entre los valores observados.

**Factores estacionales iniciales.** De las series de tiempo disponibles, se toman las dos más antiguas y se calculan doce valores iniciales (uno por cada mes), los cuales se utilizarán para iniciar la recursión de cada ecuación, por ejemplo, si fueran datos de los años 89, 90, 91 y 92, las dos primeras series (las más antiguas), serían los años 1989 y 1990.

1o) Tanto el primer factor estacional, como los subsecuentes, se encuentran calculando la razón de cambio, para cada mes del ciclo completo, con la siguiente fórmula:

$$F = \frac{\text{Ventas(*) observadas en el mes}}{\text{valor de la tendencia para ese mes (**)}}$$

- \* No solo pueden ser ventas, sino, producción, utilidades, contratación, etc.
- \*\* El valor de la tendencia se calcula con la fórmula de la recta que pasa por dos puntos, es decir, el primer valor que adopta esta tendencia, es el primer punto, y el último es el segundo, por donde pasa la recta, sólo que se va agregando a cada punto intermedio, el valor obtenido en la pendiente, hasta llegar al valor del segundo punto por donde pasa la recta.

20.) Una vez que se han obtenido los valores iniciales de  $S_0$ ,  $R_0$  y los doce estacionales, se emplearán para iniciar las ecuaciones componentes recursivas al tiempo  $t=1$ .

Con las fórmulas:

$$S_1 = \alpha \frac{X_1}{F_1} + (1 - \alpha) (S_0 + R_0)$$

$$R_1 = \beta (S_1 - S_0) + (1 - \beta) R_0$$

$$F_1 = r \frac{X_1}{S} + (1 - r) F_1 \text{ enero}$$

Estas ecuaciones, se emplearan para el cálculo de los primeros doce meses, ya que posteriormente, o sea, para los siguientes doce meses en adelante, las fórmulas que se usan para el cálculo, tienen ligeras modificaciones y son:

$$S_t = \alpha \frac{X_t}{F_t} + (1 - \alpha) (S_{t-1} + R_{t-1})$$

$$R_t = \beta (S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta) (R_{t-1})$$

$$F_t = (r) \frac{X_t}{S_t} + (1 - r) F_{t-12}$$

En el momento de terminar el cálculo del suavizamiento, de los primeros 24 meses, empieza el proceso de obtención de los pronósticos, con la fórmula:

$$\hat{X}_{t+1} = (S1 + Rt)Ft-11$$

o sea:

$$\hat{X}_{24+1} = (S24 + R24) F_{24-11}$$

$$\hat{X}_{25} = (S_{24} + R_{24})F_{13}$$

NOTA: Véase una aplicación del método completo en el ejemplo 11 de la industria KENA S.A.

**EJEMPLOS 11: (PROMEDIOS MOVILES EXPONENCIALMENTE PONDERADOS)**

La industria Kena, S.A., fabricante de ropa para dama, ha registrado los datos de las ventas mensuales, durante los periodos de enero 1, de 1991, a diciembre 12 de 1992 y desea predecir las ventas del mes de enero de 1993 con los datos mostrados en la tabla IV.14.

TABLA IV.14

VOLUMEN DE VENTAS DE INDUSTRIA KENA, S.A.

t MES	x 1991	1992
ENE	18.7	18.3
FEB	15.6	17.6
MAR	18.3	24.1
ABR	19.6	21.8
MAY	21.4	23.3
JUN	28.9	28.7
JUL	24.5	30.0
AGO	24.5	29.1
SEP	21.9	23.5
OCT	20.1	21.6
NOV	19.9	21.6
DIC	19.9	19.8

CONSTANTES DE SUAVIZAMIENTO:

$$\alpha = .1$$

$$\beta = .1$$

$$\gamma = .4$$

Pasos a seguir:

- 10.) Los datos correspondientes a los dos primeros años, o sea los más antiguos (1991, 1992), se usarán para generar estimadores iniciales para:
- Los promedios suavizados.
  - La tendencia ajustada.
  - Los factores estacionales mensuales.
- 20.) Se obtienen los estimadores iniciales para S, R y 12 factores estacionales, para esto, se efectúa lo siguiente:

PROMEDIO SUAVIZADO.

- a) El **valor inicial para el promedio suavizado  $S_0$** , se obtiene igualando  $S = X$ ,  $\therefore S_0 = 18.7$  que es el valor de la primera observación del primer año; a este promedio suavizado inicial, se le denominará con la letra  $S_0$ .

$$S_0 = 18.7$$

- 30.) El valor para la **Tendencia Ajustada inicial**, designada como  $R_0$ , se obtendrá calculando la pendiente de la recta, por el método de mínimos cuadrados que representa la tendencia ajustada de los primeros años,

Se utiliza la fórmula:

$$\hat{y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X$$

$\hat{y}$  = Valor ajustado o de predicción.  
 $\hat{\beta}_0$  = Ordenada al origen.  
 $\hat{\beta}_1$  = Pendiente.

a su vez, las fórmulas para encontrar la primera son:

$$\hat{\beta}_1 = \frac{SCxy}{SCx}$$

en donde:

$SCxy$  = Suma de los cuadrados de x por y.  
 $x$  = Al tiempo, o período de tiempo.  
 $y$  = Variable que se va a pronosticar.  
(Ventas, producción, etc.)  
 $SCx$  = Suma de los cuadrados de x.  
 $\hat{\beta}_0 = \bar{y} - \hat{\beta}_1 \bar{x}$

en donde

$\bar{Y}$  = al promedio de Y

$\bar{X}$  = al promedio de X

Tanto las sumas de los cuadrados de X como de Y, se obtienen con las siguientes fórmulas:

$$SCX = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 = \sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n X_i)^2}{n}$$

$$SCxy = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}) = \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \frac{(\sum_{i=1}^n X_i)(\sum_{i=1}^n Y_i)}{n}$$

Cálculo de la "Recta de Ajuste" por el método de mínimos cuadrados. Véase la Tabla IV.15.

$$SCX = \sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n X_i)^2}{n}$$

$$SCX = 4900 - \frac{(300)^2}{24} = 4900 - \frac{90000}{24} = 4900 - 3750 = 1150$$

$$SCxy = \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \frac{(\sum_{i=1}^n X_i)(\sum_{i=1}^n Y_i)}{n}$$

$$SCxy = 6840 - \frac{(300)(528.7)}{24} = 6840 - 6608.75 = 232.05$$

$$\hat{\beta}_1 = \frac{SCxy}{SCX}$$

$$\hat{\beta}_1 = \frac{232.05}{1150}$$

$$\hat{\beta}_1 = 0.20$$

Cálculo de  $\hat{\beta}_0$

$$\hat{\beta}_0 = \bar{Y} - \hat{\beta}_1 \bar{X}$$

$$\bar{Y} = \frac{Y}{24} = \frac{528.7}{24} = 22$$

$$\bar{X} = \frac{X}{24} = \frac{300}{24} = 12.5$$

$$\therefore \hat{\beta}_0 = 22 - (0.20)(12.5)$$

$$\hat{\beta}_0 = 22 - 2.5$$

$$\hat{\beta}_0 = 19.5$$

## INDUSTRIA KENA S.A.

VALORES DE X, Y PARA EL METODO DE  
MINIMOS CUADRADOS

TABLA IV.15

TIMPO X	VENTAS Y	Y <sup>2</sup>	X <sup>2</sup>	XY
ENE - 1	18.7	349.69	1	18.7
FEB - 2	15.6	243.36	4	31.2
MAR - 3	18.3	334.89	9	54.9
ABR - 4	19.6	384.16	16	78.4
MAY - 5	21.4	457.96	25	107.0
JUN - 6	28.9	835.21	36	173.4
JUL - 7	24.5	600.25	49	171.5
AGO - 8	24.5	600.25	64	196.0
SEP - 9	21.9	479.61	81	197.1
OCT - 10	20.1	404.01	100	201.0
NOV - 11	17.9	320.41	121	196.9
DIC - 12	17.9	320.41	144	214.8
ENE - 13	18.3	334.89	169	237.8
FEB - 14	17.6	309.76	196	246.4
MAR - 15	24.1	580.81	225	361.5
ABR - 16	21.8	475.24	256	348.8
MAY - 17	23.3	542.89	289	396.1
JUN - 18	28.7	823.69	324	516.6
JUL - 19	38.9	1513.21	361	570.0
AGO - 20	29.1	846.81	400	582.0
SEP - 21	23.5	552.25	441	493.5
OCT - 22	21.6	466.56	484	473.2
NOV - 23	21.6	466.56	529	496.0
DIC - 24	19.8	392.04	576	475.2
300	528.7	12021.67	4900	6640.8

Fórmula para calcular cada uno de los puntos que forman la recta de "mejor ajuste".

$$\hat{Y}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_i$$

$$\hat{Y}_i = 19.5 + 0.20 X_i$$

Con esta ecuación de la recta, se van sustituyendo los valores de las  $X_i$ , uno por uno, y así, sabremos por donde pasa la recta (Gráfica IV.7).

Cálculo de  $c/u$  de los puntos que forman la recta de "mejor ajuste" y ordenados ascendentemente.

$\hat{Y}_1$	=	19.5 + 0.20	(18.7)	=	19.5 + 3.74	=	23.24	...	22.62
$\hat{Y}_2$	=	19.5 + 0.20	(15.6)	=	19.5 + 3.12	=	22.62	...	23.02
$\hat{Y}_3$	=	19.5 + 0.20	(18.3)	=	19.5 + 3.66	=	23.16	...	23.08
$\hat{Y}_4$	=	19.5 + 0.20	(19.6)	=	19.5 + 3.92	=	23.42	...	23.08
$\hat{Y}_5$	=	19.5 + 0.20	(21.4)	=	19.5 + 4.28	=	23.78	...	23.16
$\hat{Y}_6$	=	19.5 + 0.20	(28.9)	=	19.5 + 5.78	=	25.28	...	23.16
$\hat{Y}_7$	=	19.5 + 0.20	(24.5)	=	19.5 + 4.90	=	24.4	...	23.24
$\hat{Y}_8$	=	19.5 + 0.20	(24.5)	=	19.5 + 4.90	=	24.4	...	23.42
$\hat{Y}_9$	=	19.5 + 0.20	(21.9)	=	19.5 + 4.38	=	23.88	...	23.46
$\hat{Y}_{10}$	=	19.5 + 0.20	(20.10)	=	19.5 + 4.02	=	23.52	...	23.52
$\hat{Y}_{11}$	=	19.5 + 0.20	(17.90)	=	19.5 + 3.58	=	23.08	...	23.78
$\hat{Y}_{12}$	=	19.5 + 0.20	(17.90)	=	19.5 + 3.58	=	23.08	...	23.82
$\hat{Y}_{13}$	=	19.5 + 0.20	(18.30)	=	19.5 + 3.66	=	23.16	...	23.82
$\hat{Y}_{14}$	=	19.5 + 0.20	(17.60)	=	19.5 + 3.52	=	23.02	...	23.86
$\hat{Y}_{15}$	=	19.5 + 0.20	(24.10)	=	19.5 + 4.82	=	24.23	...	23.82
$\hat{Y}_{16}$	=	19.5 + 0.20	(21.80)	=	19.5 + 4.36	=	23.86	...	24.16
$\hat{Y}_{17}$	=	19.5 + 0.20	(23.30)	=	19.5 + 4.66	=	24.16	...	24.20
$\hat{Y}_{18}$	=	19.5 + 0.20	(28.70)	=	19.5 + 5.70	=	25.24	...	24.32
$\hat{Y}_{19}$	=	19.5 + 0.20	(30.00)	=	19.5 + 6.00	=	25.50	...	24.4
$\hat{Y}_{20}$	=	19.5 + 0.20	(29.10)	=	19.5 + 5.82	=	25.32	...	24.4
$\hat{Y}_{21}$	=	19.5 + 0.20	(23.50)	=	19.5 + 4.70	=	24.20	...	25.24
$\hat{Y}_{22}$	=	19.5 + 0.20	(21.60)	=	19.5 + 4.32	=	23.82	...	25.28
$\hat{Y}_{23}$	=	19.5 + 0.20	(21.60)	=	19.5 + 4.32	=	23.82	...	25.32
$\hat{Y}_{24}$	=	19.5 + 0.20	(19.80)	=	19.5 + 3.96	=	23.46	...	25.5

Una vez ordenados ascendentemente los valores,; la tendencia ajustada inicial =  $R_0$ , se calcula con la fórmula de la recta que pasa por dos puntos  $m = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1}$

$$P_1 (1, 22.62)$$

$$X_1 \quad Y_1$$

$$P_2 (24, 25)$$

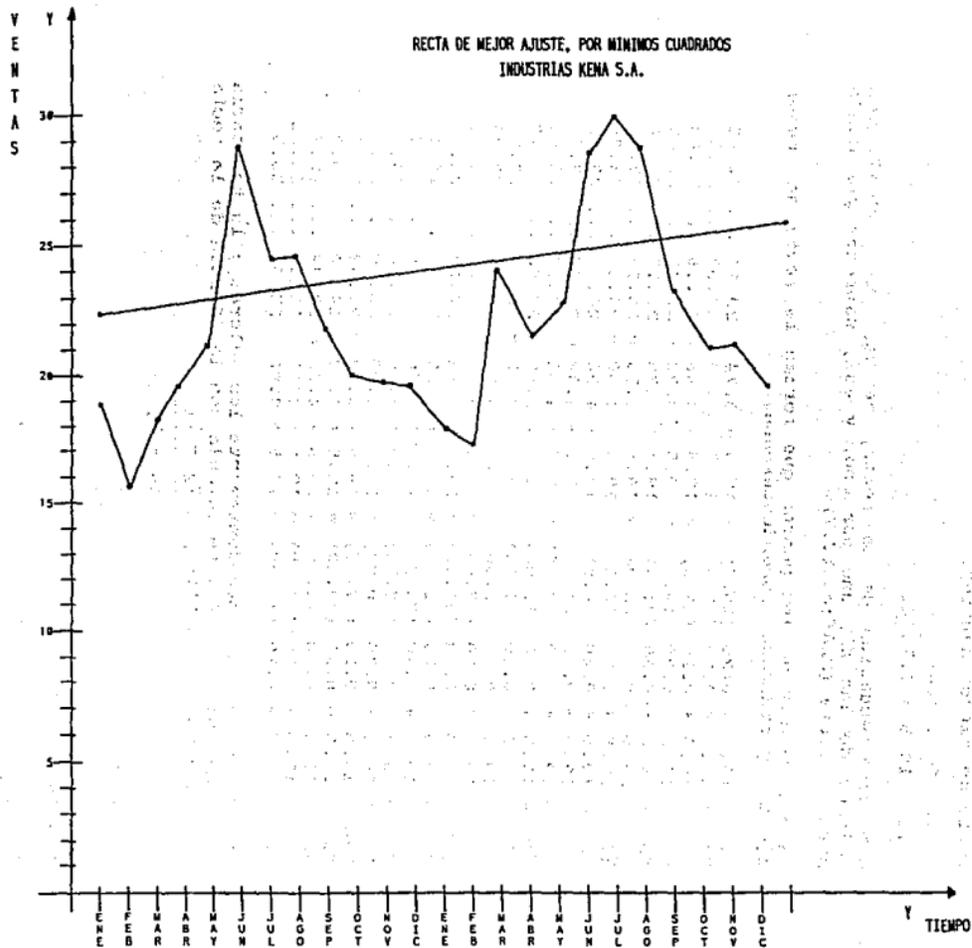
$$X_2 \quad Y_2$$

Sustituyendo:

$$\frac{25.5 - 22.62}{24 - 1} = \frac{2.88}{23} = .12.52 \approx .13$$

$$R_0 = .13$$

146



40.) 12 FACTORES ESTACIONALES INICIALES.

El primer factor estacional, así como los subsecuentes, se encuentran calculando la razón de cambio para cada mes del primer ciclo estacional completo, como sigue:

$$F = \frac{\text{Ventas observadas en el mes}}{\text{Valor de la tendencia para el mes}}$$

- a) Como pudo observarse, en la tabla 15, se registran las cantidades de ventas, que en el primer mes (enero 1972) son de 18.7 y el valor de la tendencia, para el mes de enero del mismo año, es de 22.62, es decir,  $t = 1$  es 22.62, el valor a  $t = 24$ , es de 25.5 por lo tanto, el primer índice estacional es:

$$1) F \text{ enero} = \frac{18.7}{22.62} = .82$$

- b) Del segundo índice estacional en adelante, se calculan sumando el primer valor de la tendencia (21), el valor de la tendencia encontrada con la pendiente o sea .13 para cada mes diferente como se muestra a continuación:

$$1) F \text{ enero} = \frac{18.7}{22.62} = .82$$

$$2) F \text{ febrero} = \frac{15.6}{22.75} = .69$$

$$3) F \text{ marzo} = \frac{18.3}{22.88} = .80$$

$$4) F \text{ abril} = \frac{19.6}{23.01} = .85$$

$$5) F \text{ mayo} = \frac{21.4}{23.14} = .92$$

- 6) F junio =  $\frac{28.9}{23.21} = 1.25$   
 \*
- 7) F julio =  $\frac{24.5}{23.40} = 1.04$   
 \*
- 8) F agosto =  $\frac{24.5}{23531} = 1.04$   
 \*
- 9) F septiembre =  $\frac{21.9}{23.66} = .92$   
 \*
- 10) F octubre =  $\frac{20.1}{23.79} = .84$   
 \*
- 11) F noviembre =  $\frac{17.9}{23.92} = .75$   
 \*
- 12) F diciembre =  $\frac{17.9}{24.65} = .74$   
 \*

NOTA: Los resultados de los factores estacionales se encuentran concentrados en la tabla IV.16

Cálculo del valor de la tendencia para cada mes.

1986

Enero	=	22.62	
Febrero	=	22.62 + .13	= 22.75
Marzo	=	22.62 + .26	= 22.88
Abril	=	22.62 + .34	= 23.01
Mayo	=	22.62 + .52	= 23.14
Junio	=	22.62 + .65	= 23.27
Julio	=	22.62 + .78	= 23.40
Agosto	=	22.62 + .91	= 23.53
Septiembre	=	22.62 + 1.04	= 23.66
Octubre	=	22.62 + 1.17	= 23.79
Noviembre	=	22.62 + 1.30	= 23.92
Diciembre	=	22.62 + 1.43	= 24.05

**CALCULO DE LOS PROMEDIOS SUAVIZADOS**  
**Resultados concentrados en la tabla IV.16.**

$$St = (\infty) \frac{Yt}{Ft-L} + (1 - \infty) (St - 1 + Rt - 1)$$

$$So = Yt; \quad So = Y1; \quad So = \underline{18.7}$$

$$S1 = (.1) \frac{(18.7)}{.82} + (1-.1) (18.7 + .13)$$

$$S1 = (.1) (21.8) + (.9) (18.83)$$

$$S1 = 2.280 + 16.947 = \underline{19.22}$$

$$S2 = (.1) \frac{15.6}{.69} + (1-.1) (19.22 + .17)$$

$$S2 = (.1) (22.6) + .9(19.39)$$

$$S2 = 2.26 + 17.45 = 19.71$$

$$S3 = (.1) \frac{18.3}{.80} + .9(19.71 + .20) =$$

$$S3 = (.1) (27.87) + .9(19.91)$$

$$S3 = 2.28 + 17.91 = 20.19$$

$$S4 = (.1) \frac{19.6}{.85} + .9(20.19 + .22)$$

$$S4 = (.1) (23) + .9(20.41)$$

$$S4 = 2.30 + 18.36 = 20.66$$

$$S5 = (.1) \frac{21.4}{.92} + .9(20.66 + .25)$$

$$S5 = (.1) (23.26) + .9(20.91)$$

$$S5 = 2.32 + 18.81 = 22.13$$

$$S6 = (.1) \frac{28.9}{1.25} + .9(21.13 + .27)$$

$$S6 = (.1) (23.12) + .9(21.4)$$

$$S6 = 2.31 + 19.26 = 21.57$$

$$S7 = (.1) \frac{24.5}{1.04} + .9(21.57 + 24)$$

$$S7 = (.1) (23.55) + .9(21.86)$$

$$S7 = 2.35 + 19.67 = 22.02$$

$$S8 = (.1) \frac{24.5}{1.04} + .9(22.02 + .30)$$

$$S8 = (.1) (23.55) + .9(22.32)$$

$$S8 = 2.35 + 20 = 22.35$$

$$S9 = (.1) \frac{21.9}{.92} + .9(22.35 + .30)$$

$$S9 = (.1) (23.80) + .9(22.65)$$

$$S9 = 2.38 + 20.38 = 22.76$$

$$S10 = (.1) \frac{20.1}{.84} + .9(22.76 + .31)$$

$$S10 = (.1) (23.9) + .9(23.07)$$

$$S10 = 2.39 + 20.76 = 23.15$$

$$S11 = (.1) \frac{17.9}{.75} + .9(23.15 + .31)$$

$$S11 = (.1) (23.86) + .9(23.46)$$

$$S11 = 2.38 + 21.11 = 23.49$$

$$S12 = (.1) \frac{17.9}{.74} + .9(23.49 + .31)$$

$$S12 = (.1) (24.18) + .9(23.8)$$

$$S12 = 2.41 + 21.42 = 23.83$$

$$S13 = (.1) \frac{18.3}{.82} + .9(23.83 + .31)$$

$$S13 = (.1) (22.31) + .9(24.14)$$

$$S13 = 2.23 + 21.72 = 23.96$$

$$S14 = (.1) \frac{17.6}{.69} + .9(23.96 + .29)$$

$$S14 = (.1) (25.5) + .9(24.25)$$

$$S14 = 2.55 + 21.82 = 24.37$$

$$S15 = (.1) \frac{24.1}{.80} + .9(24.37 + .30)$$

$$S15 = (.1) (30.12) + .9(24.67)$$

$$S15 = 3.0 + 22.20 = 25.20$$

$$S16 = (.1) \frac{21.8}{.85} + .9(25.20 + .35)$$

$$S16 = (.1) (25.64) + .9(25.55)$$

$$S16 = 2.56 + 23 = 25.56$$

$$S17 = (.1) \frac{23.2}{.92} + .9(25.56 + .135)$$

$$S17 = (.1) (25.32) + .9(25.91)$$

$$S17 = 2.53 + 23.31 = 25.84$$

$$S18 = (.1) \frac{28.7}{1.25} + .9(25.84 + .34)$$

$$S18 = (.1) (22.96) + .9(26.18)$$

$$S18 = 2.29 + 23.56 = 25.86$$

$$S19 = (.1) \frac{30}{1.04} + .9(25.86 + .31)$$

$$S19 = (.1) (28.84) + .9(26.17)$$

$$S19 = 2.88 + 23.55 = 26.43$$

$$S20 = (.1) \frac{29.1}{1.04} + .9(26.43 + .33)$$

$$S20 = (.1) (27.98) + .9(26.76)$$

$$S20 = 2.79 + 24.08 = 26.87$$

$$S21 = (.1) \frac{23.5}{.92} + .9(26.86 + .35)$$

$$S21 = (.1) (25.54) + .9(27.21)$$

$$S21 = 2.55 + 24.49 = 27$$

$$S22 = (.1) \frac{21.6}{.84} + .9(27 + .32)$$

$$S22 = (.1) (25.71) + .9(27.32)$$

$$S22 = 2.57 + 24.59 = 27.15$$

$$S23 = (.1) \frac{21.6}{.75} + .9 (27.15 + .30)$$

$$S23 = (.1) (28.8) + .9 (27.45)$$

$$S23 = 2.88 + 24.70 = 27.59$$

$$S24 = (.1) \frac{19.8}{.74} + .9 (27.59 + .31)$$

$$S24 = (.1) (26.75) + .9 (27.90)$$

$$S24 = 2.67 + 25.11 = 27.78$$

**CALCULOS DE LA TENDENCIA AJUSTADA**  
Resultados Concentrados en la Tabla IV.16

$$R_t = (B) (S_t - S_{t-1}) + (1 - B) R_{t-1}$$

$$R_0 = \frac{1.5 - 22.62}{24-1} \approx .13$$

$$R_1 = (.1) (19.22 - 18.7) (1 - .1) (.13)$$

$$R_1 = (.1) (.52) + (.9) (.13)$$

$$R_1 = .052 + .117 = .17$$

$$R_2 = (.1) (19.71 - 19.22) + .9 (.17)$$

$$R_2 = (.1) (.49) + .9 (.17)$$

$$R_2 = .049 + .153 = .20$$

$$R_3 = (.1) (20.19 - 19.71) + .9 (.20)$$

$$R_3 = (.1) (.48) + .9 (.20)$$

$$R_3 = .048 + .18 = .22$$

$$R4 = (.1) (20.66 - 20.19) + .9 (.22)$$

$$R4 = (.1) (.48) + (.198)$$

$$R4 = .048 + .198 = .25$$

$$R5 = (.1) (21.13 - 20.66) + .9 (.25)$$

$$R5 = (.1) (.48) + .9 (.25)$$

$$R5 = .048 + .225 = .27$$

$$R6 = (.1) (21.57 - 21.13) + .9 (.27)$$

$$R6 = (.1) (.44) + .9 (.27)$$

$$R6 = .044 + .243 = .29$$

$$R7 = (.1) (22.02 - 21.57) + .9 (.29)$$

$$R7 = (.1) (.45) + .9 (.29)$$

$$R7 = .045 + .261 = .30$$

$$R8 = (.1) (22.35 - 22.02) + .9 (.30)$$

$$R8 = (.1) (.33) + .9 (.30)$$

$$R8 = .033 + .27 + .30$$

$$R9 = (.1) (22.76 - 22.35) + .9 (.30)$$

$$R9 = (.1) (.41) + .9 (.30)$$

$$R9 = .041 + .27 = .31$$

$$R10 = (.1) (23.15 - 22.76) + .9 (.31)$$

$$R10 = (.1) (.34) + .9 (.31)$$

$$R10 = .039 + .28 = .31$$

$$R11 = (.1) (23.49 - 23.15) + .9 (.31)$$

$$R11 = (.1) (.34) + .9 (.31)$$

$$R11 = .034 + .28 = .31$$

$$R12 = (.1) (23.83 - 23.49) + .9 (.31)$$

$$R12 = (.1) (.34) + .9 (.31)$$

$$R12 = .034 + .28 = .31$$

$$R13 = (.1) (23.96 - 23.83) + .9 (.31)$$

$$R13 = (.1) (.126) + .9 (.31)$$

$$R13 = .012 + .279 = .29$$

$$R14 = (.1) (24.37 - 23.96) + .9 (.29)$$

$$R14 = (.1) (.415) + .9 (.29)$$

$$R14 = .041 + .261 = .30$$

$$R15 = (.1) (25.20 - 24.37) + .9 (.30)$$

$$R15 = (.1) (.833)$$

$$R15 = .083 + .27 = .35$$

$$R16 = (.1) (25.56 - 25.20) + .9 (.35)$$

$$R16 = (.1) (.36) + .9 (.35)$$

$$R16 = .036 + .315 = .35$$

$$R17 = (.1) (25.84 - 25.56) + .9 (.35)$$

$$R17 = (.1) (.289) + .9 (.35)$$

$$R17 = .028 + .315 = .34$$

$$R18 = (.1) (25.86 - 25.84) + .9 (.34)$$

$$R18 = (.1) (.012) + .9 (.34)$$

$$R18 = .0012 + .306 = .31$$

$$R19 = (.1) (26.43 - 25.86) + .9 (.31)$$

$$R19 = (.1) (.573) + .9 (.31)$$

$$R19 = .057 + .279 = .33$$

$$R20 = (.1) (26.98 - 26.43) + .9 (.33)$$

$$R20 = (.1) (.55) + .9 (.33)$$

$$R20 = .055 + .297 = .35$$

$$R21 = (.1) (27 - 26.87) + .9 (.35)$$

$$R21 = (.1) (.13) + .9 (.35)$$

$$R21 = .013 + .315 = .32$$

$$R22 = (.1) (27.15 - 27) + .9 (.32)$$

$$R22 = (.1) (.15) + .9 (.32)$$

$$R22 = .015 + .288 = .30$$

$$R23 = (.1) (27.59 - 27.15) + .9 (.30)$$

$$R23 = (.1) (.435) + .9 (.30)$$

$$R23 = .043 + .27 = .31$$

$$R24 = (.1) (27.78 - 27.59) + .9 (.31)$$

$$R24 = (.1) (.19) + .9 (.31)$$

$$R24 = .019 + .279 = .30$$

**CALCULO DE LOS FACTORES ESTACIONALES SUBSECUENTES**  
Resultados concentrados en la tabla IV.16

$$F_t = (r) \frac{Y_t}{S_t} = (1-r) F_t - L$$

$$F1 = (.4) \frac{18.7}{19.22} + .6 (.82)$$

$$F1 = (.4) (.97) + (.492)$$

$$F1 = .388 + .492 = .88$$

$$F2 = (.4) \frac{15.6}{19.71} + .6 (.69)$$

$$F2 = (.4) (.79) + (.414)$$

$$F2 = .316 + .414 = .73$$

$$F3 = (.4) \frac{18.3}{20.19} + .6 (.80)$$

$$F3 = (.4) (.90) (.48)$$

$$F3 = .36 + .288 = .65$$

$$F4 = (.4) \frac{19.6}{20.66} + .6 (.85)$$

$$F4 = (.4) (.95) + .51$$

$$F4 = .38 + .51 = .89$$

$$F5 = (.4) \frac{21.4}{21.13} + .6 (.92)$$

$$F5 = (.4) (1) + (.552)$$

$$F5 = .4 + .552 = .95$$

$$F6 = (.4) \frac{28.9}{21.57} + .6 (1.25)$$

$$F6 = (.4) (1.33) + (.75)$$

$$F6 = .532 + .75 = 1.28$$

$$F7 = (.4) \frac{24.5}{22.02} + .6 (1.04)$$

$$F7 = (.4) (1.11) + (.624)$$

$$F7 = .444 + .624 = 1.06$$

$$F8 = (.4) \frac{24.5}{22.35} + .6 (1.04)$$

$$F8 = (.4) (1.09) + (.624)$$

$$F8 = .436 + .624 = 1.06$$

$$F9 = (.4) \frac{21.9}{22.76} + .6 (.92)$$

$$F9 = (.4) (.96) + (.552)$$

$$F9 = .384 + .552 = .93$$

$$F10 = (.4) \frac{20.1}{23.15} + .6 (.84)$$

$$F10 = (.4) (.87) + (.504)$$

$$F10 = .348 + .504 = .85$$

$$F11 = (.4) \frac{17.9}{23.49} + .6 (.75)$$

$$F11 = (.4) (.76) + (.45)$$

$$F11 = .348 + .45 = .80$$

$$F12 = (.4) \frac{17.8}{23.83} + .6 (.74)$$

$$F12 = (.4) (.75) + (.444)$$

$$F12 = .3 + .444 = .74$$

$$F13 = (.4) \frac{18.3}{23.96} + .6 (.82)$$

$$F13 = (.4) (.76) + (.492)$$

$$F13 = .304 + .492 = .80$$

$$F14 = (.4) \frac{17.6}{24.37} + .6 (.69)$$

$$F14 = (.4) (.72) + (.414)$$

$$F14 = .288 + .414 = .70$$

$$F15 = (.4) \frac{24.1}{25.20} + .6 (.80)$$

$$F15 = (.4) (.96) + (.48)$$

$$F15 = .384 + .48 = .86$$

$$F16 = (.4) \frac{21.8}{25.56} + .6 (.85)$$

$$F16 = (.4) (.85) + (.51)$$

$$F16 = .34 + .51 = .85$$

$$F17 = (.4) \frac{23.3}{25.84} + .6 (.92)$$

$$F17 = (.4) (.90) + (.552)$$

$$F17 = .36 + .552 = .91$$

$$F18 = (.4) \frac{28.7}{25.86} + .6 (1.25)$$

$$F18 = (.4) (1.10) + (.75)$$

$$F18 = .44 + .75 = 1.19$$

$$F19 = (.4) \frac{30}{26.43} + .6 (1.04)$$

$$F19 = (.4) (1.13) + (.624)$$

$$F19 = .452 + .624 = 1.07$$

$$F20 = (.4) \frac{29.1}{26.87} + .6 (1.04)$$

$$F20 = (.4) (1.08) + (.624)$$

$$F20 = .432 + .624 = 1.056$$

$$F21 = (.4) \frac{23.5}{27} + .6 (.92)$$

$$F21 = (.4) (.87) + .552$$

$$F21 = .348 + .552 = .90$$

$$F22 = (.4) \frac{21.6}{27.15} + .6 (.84)$$

$$F22 = (.4) (.80) + .504$$

$$F22 = .32 + .504 = .82$$

$$F23 = (.4) \frac{21.6}{27.59} + .6 (.75)$$

$$F23 = (.4) (.78) + .45$$

$$F23 = .312 + .45 = .76$$

$$F24 = (.4) \frac{19.8}{27.78} + .6 (.74)$$

$$F24 = (.4) (.71) + .444$$

$$F24 = .284 + .444 = .73$$

**CONCENTRADO DE LOS PROMEDIOS SUAVIZADOS,  
LAS TENDENCIAS AJUSTADAS Y LOS FACTORES ESTACIONALES**

TIEMPO	Yt	St	Rt		
t		S <sub>0</sub> = 18.7	R <sub>0</sub> = .13	Ft-L	Ft
ENE - 1	18.7	S <sub>1</sub> = 19.22	R <sub>1</sub> = .17	.82	F <sub>1</sub> = .88
FEB - 2	15.6	S <sub>2</sub> = 19.71	R <sub>2</sub> = .20	.69	F <sub>2</sub> = .73
MAR - 3	18.3	S <sub>3</sub> = 20.19	R <sub>3</sub> = .22	.80	F <sub>3</sub> = .65
ABR - 4	19.6	S <sub>4</sub> = 20.66	R <sub>4</sub> = .25	.85	F <sub>4</sub> = .89
MAY - 5	21.4	S <sub>5</sub> = 21.13	R <sub>5</sub> = .27	.92	F <sub>5</sub> = .95
JUN - 6	28.9	S <sub>6</sub> = 21.57	R <sub>6</sub> = .29	1.25	F <sub>6</sub> = 1.28
JUL - 7	24.5	S <sub>7</sub> = 22.02	R <sub>7</sub> = .30	1.04	F <sub>7</sub> = 1.06
AGO - 8	24.5	S <sub>8</sub> = 22.35	R <sub>8</sub> = .30	1.04	F <sub>8</sub> = 1.06
SEP - 9	21.9	S <sub>9</sub> = 22.76	R <sub>9</sub> = .31	.92	F <sub>9</sub> = .93
OCT - 10	20.1	S <sub>10</sub> = 23.15	R <sub>10</sub> = .31	.84	F <sub>10</sub> = .85
NOV - 11	17.9	S <sub>11</sub> = 23.49	R <sub>11</sub> = .31	.75	F <sub>11</sub> = .80
DIC - 12	17.7	S <sub>12</sub> = 23.83	R <sub>12</sub> = .31	.74	F <sub>12</sub> = .74
ENE - 13	18.3	S <sub>13</sub> = 23.96	R <sub>13</sub> = .29		F <sub>13</sub> = .80
FEB - 14	17.6	S <sub>14</sub> = 24.37	R <sub>14</sub> = .30		F <sub>14</sub> = .70
MAR - 15	24.1	S <sub>15</sub> = 25.20	R <sub>15</sub> = .35		F <sub>15</sub> = .86
ABR - 16	21.8	S <sub>16</sub> = 25.56	R <sub>16</sub> = .35		F <sub>16</sub> = .85
MAY - 17	23.3	S <sub>17</sub> = 25.84	R <sub>17</sub> = .34		F <sub>17</sub> = .91
JUN - 18	28.7	S <sub>18</sub> = 25.86	R <sub>18</sub> = .31		F <sub>18</sub> = 1.19
JUL - 19	30.0	S <sub>19</sub> = 26.43	R <sub>19</sub> = .33		F <sub>19</sub> = 1.07
AGO - 20	29.1	S <sub>20</sub> = 26.87	R <sub>20</sub> = .35		F <sub>20</sub> = 1.05
SEP - 21	23.3	S <sub>21</sub> = 27.00	R <sub>21</sub> = .32		F <sub>21</sub> = .90
OCT - 22	21.6	S <sub>22</sub> = 27.15	R <sub>22</sub> = .30		F <sub>22</sub> = .82
NOV - 23	21.6	S <sub>23</sub> = 27.59	R <sub>23</sub> = .31		F <sub>23</sub> = .76
DIC - 24	19.8	S <sub>24</sub> = 27.78	R <sub>24</sub> = .30		F <sub>24</sub> = .73

■ FACTORES ESTACIONALES, A PARTIR DE LOS CUALES SE CALCULAN LOS PROMOSTICOS, PARA ESTE EJEMPLO

Hasta este momento, se ha llevado a cabo el Proceso de Suavizamiento que minimiza las variaciones muy marcadas en las estaciones, sin embargo, aún no se calcula el pronóstico, pero ya se está en condiciones de hacerlo, puesto que, se tienen valores para  $S_t$ ;  $R_t$ ;  $F_{t-2}$ , por lo tanto, puede emplearse la fórmula de pronóstico para calcular las ventas probables de Industria Kena, S.A. para enero de 1993.

$$\hat{Y}_{t+1} = (S_t + R_t)F_{t-11}$$

Numéricamente equivale a:

$$\hat{Y}_{24+1} = (S_{24} + R_{24})F_{13}$$

Tomando los valores de la tabla IV.16 y sustituyendo en la fórmula, el Pronóstico de Ventas, para la empresa Kena, del mes de enero 1993, se calcularía así:

$$\hat{Y}_{25} = (27.78 + .30) .80$$

$$\hat{Y}_{25} = (28.08) (.80) = 225 \text{ Ventas Pronosticadas para el mes de Enero de 1993.}$$

Si se deseara calcular el pronóstico para febrero de 1993 se tendrían que hacer las siguientes operaciones:

$$\hat{Y}_{26} = (S_{25} + R_{25})F_{25-11}$$

$$S_{25} = (.1) \left( \frac{19.6}{.82} \right) + .9(27.78 + .30)$$

$$S_{25} = (.1)(23.90) + .9(28.08)$$

$$S_{25} = 2.39 + 25.27 = 28$$

$$\hat{Y}_{26} = (S_{25} + R_{25})F_{14}$$

Sustituyendo

$$\hat{Y}_{26} = (28 + .30) .70$$

$$R_{25} = (.1)(28 - 27.78) + .9(.30)$$

$$R_{25} = (.1)(.22) + .9(.30)$$

$$R_{25} = .022 + .27 = .30$$

$$\hat{Y}_{26} = (28.30) .70$$

$\hat{Y}_{26} = 19.81$  Pronóstico para febrero 1993.

#### 4.2 SIMPLEX

Independientemente del giro y tamaño de una empresa, la función de tomar decisiones estará siempre presente; la trascendencia de cada decisión puede ser muy simple o adoptar magnitudes complejas, con las que las empresas arriesguen considerablemente su patrimonio, por ello la gran importancia de hacer las elecciones en forma racional y sistemática.

La industria del vestido, dadas sus características de diversidad, en cuanto a, variación de estilos y modelos de prendas; la aparente facilidad o dificultad en la ejecución de procesos de trabajo, implicados en la fabricación, los volúmenes a producir por período; la utilización de maquinaria y equipo especial para la producción; las diferentes clases de telas, costos y tiempo empleado en producir cada tipo de prenda, la cantidad y especialidad de empleados, que participan en la hechura y el diseño; los diferentes porcentajes de rentabilidad, con los que cada tipo de prenda contribuye a las utilidades; así como, la presión de los clientes, para entregar en determinado tiempo ciertos volúmenes de producción, requiere de tomar decisiones sobre: la distribución de personal especializado, para fabricar los diferentes estilos y modelos; la utilización de telas, de acuerdo al costo, rentabilidad y volúmenes a producir, o al tiempo que implique su elaboración con el plazo de entrega al cliente; forma de asignar cada maquinaria a la fabricación de determinadas prendas y la cantidad de tiempo que se dedicará el equipo a ello; también debe decidirse de acuerdo con la rentabilidad y demanda de prendas el volúmen a fabricar de cada una.

La variedad de elementos que intervienen en la toma de decisiones, de este tipo de empresas, pone de manifiesto la complejidad al tomar decisiones y por ello, la necesidad de contar con una ayuda técnica, que auxilie en una toma de decisiones óptima y racional que, a juicio personal, puede ser proporcionada con el método simplex.

#### 4.2.1 QUE ES EL METODO SIMPLEX

El simplex, es un modelo matemático de programación lineal, con características determinísticas y prescriptivas y de naturaleza normativa. Generalmente se utiliza para signar o distribuir recursos escasos; es un modelo de optimización que señala, dentro de un conjunto, el mejor curso de acción que debe elegir el tomador de decisiones. La elección de cualquier curso de acción debe satisfacer simultáneamente varios criterios de restricción y objetivos.

El simplex, es un modelo cuantitativo de gran aceptación y aplicación, en problemas de la industria, dada su relativa sencillez en los planteamientos e interpretación de resultados.

La técnica simplex, podría ser definida como: un algoritmo de proceso iterativo que emplea la lógica algebraica y se basa en la solución simultánea de un conjunto de ecuaciones que, forman el vértice de una región, en la cual, se puede localizar la solución óptima a un problema de programación lineal.

#### 4.2.2 OBJETIVO DEL SUBSISTEMA SIMPLEX

Constituirse en una herramienta confiable que, ayude al empresario a tomar la mejor elección de entre una gama de alternativas, busca además, que el manejo de diversas variables sea sencillo y facilite, la representación de diferentes opciones a fin de que el empresario elija la mas ventajosa segun las circunstancias que se presenten.

Pretende identificar el efecto que, los diferentes cursos de acción tienen sobre una meta u objetivo empresarial.

#### 4.2.3 LIMITACIONES DEL MODELO SIMPLEX

- Sólo analizan problemas en un punto fijo de tiempo considerandolos estáticos, no toma en cuenta los cambios futuros como: devoluciones, variaciones estacionales y tendencias en la demanda.
- Sólo considera una función objetivo.

- No está adaptado para analizar problemas de períodos múltiples y si se pretende analizar este tipo de problemas individualmente por período, se corre el riesgo de obtener una solución suboptimizada, ya que, la suma de soluciones óptimas siempre será inferior a la solución óptima si se analizan los períodos en forma colectiva.
- En cierto tipo de problemas relacionados con proyectos o campañas de publicidad, no garantizan una solución óptima, pues en ocasiones arroja resultados fraccionados, y no podrían funcionar fracciones de proyecto o de campañas publicitarias. En estos casos, las soluciones podrían interpretarse como fondos insuficientes para los proyectos completos.

#### 4.2.4 CONSIDERANDOS DEL SIMPLEX

- Un problema de programación lineal solucionado con simplex debe cubrir las condiciones de especificar:
  - Una función objetivo.
  - Restricciones.
  - Aditividad y divisibilidad.
  - Proporcionalidad.
- La solución óptima ocurre en un vértice o esquina de la región factible.
- Las restricciones deben convertirse en igualdades, añadiendo variables de holgura o restando variables de excedente.
- Los valores en las variables de los vértices, pueden encontrarse resolviendo "m" ecuaciones simultáneas para las "m" variables básicas, e igualando a cero las restantes n-m variables no básicas.
- Un vértice que tiene todas sus variables no negativas y es el mayor valor para las utilidades, se denomina solución óptima.
- Los valores de las variables de solución, pueden ser fraccionadas o continuas (recurrir el redondeo cuando se aplicable).

- La solución para un problema, de programación lineal, de maximización, es óptima, si todos los valores del renglón  $(C_j - Z_j)$  son ceros o negativos, a esta condición se le denomina OPTIMIDAD.
- Si al seleccionar la variable de entrada o salida existe empate, en dos o más variables, a causa de que tienen el mismo valor, entonces, se elige cualquiera, de manera arbitraria.
- Cuando en el proceso de selección, de la variable de entrada o salida, existe empate con los valores de las variables, se elige arbitrariamente cualquiera de ellas.
- Al seleccionar la variable de salida, se dividen, los valores de la columna denominada "segundo término", entre los coeficientes positivos de la columna que entra, es decir que, se excluyen los coeficientes cero y negativos; se elige la variable que tenga el cociente mínimo.

#### CONSIDERANDOS PARA LA MINIMIZACION

- Si uno de los vectores contiene el número -1 en vez del +1, no se puede formar la matriz identidad y, por consiguiente no se tiene una solución básica inicial factible.
- La simple adición, de variables de holgura y excedente, no siempre produce una solución factible básica inicial.
- Cuando no se forma una matriz inicial, se utilizan variables artificiales para tener una matriz identidad, y de este modo tener una solución inicial.
- Las variables artificiales se utilizan en el método simplex sólo como auxiliares para identificar una solución factible básica.
- Las variables artificiales sólo son necesarias cuando un problema contiene restricciones de mayor o igual a. ( $\geq$ )
- La regla para usar variables artificiales es, añadir una variable a cada restricción de "mayor que" o de "igual a", que existan en el problema original.
- La forma de asignarles coeficiente a las variables artificiales, de la función objetivo, es arbitraria, sin embargo, se puede seguir una regla que consiste en: "utilizar un coeficiente que sea 10 veces mayor, que el valor absoluto del mayor coeficiente de la función objetivo".

- Si una solución contiene una variable artificial A, indica que la solución no es factible.
- Si las variables artificiales, no tienen significado para la solución factible, por lo cual, si el método simplex llega a óptimo y existen una o más variables artificiales, en la base a un nivel diferente de cero, el problema no tiene solución factible.
- Si el problema de minimización se transforma en uno de maximización, para asegurar que las variables artificiales no aparezcan en la solución final, se le debe asignar números negativos grandes como coeficientes en la función objetivo.
- Si el problema de minimización se está manejando en su forma original, se le asignan coeficientes positivos grandes a las variables artificiales.
- . Se añaden al problema variables de holgura, de excedente y artificiales para obtener igualdades.
- . Se multiplican los coeficientes  $C_j$  por  $(-1)$ .
- Los coeficientes positivos se asignan a las variables artificiales, sólo cuando se emplea la lógica simplex de minimización en vez de convertirlo en uno de maximización.
- Si al elegir la variable de entrada, o la variable de salida, existiera empate entre dos o más variables, por el hecho de poseer igual valor, se escogera arbitrariamente cualquiera.

#### 4.2.5 TERMINOLOGIA UTILIZADA EN EL SIMPLEX

**Modelo Normativo.-** A diferencia del modelo descriptivo, en el que se identifica la conducta del sistema, pero no se identifica la mejor, el modelo normativo identifica dentro de un grupo, el curso de acción óptimo.

**Modelo Determinista.-** Es el método en el que se conocen con certeza los parámetros.

**Parámetro.-** Variables que describen la relación entre las variables de decisión, y que pueden ser llamadas también constantes o coeficientes.

**Variable.-** Es una representación de algo que puede asumir diversos valores numéricos.

**Variable de Decisión.-** Son las cantidades desconocidas, que deben determinarse en la solución del modelo, por ejemplo, la cantidad de un producto que debe elaborarse en una operación, en donde se fabrican diferentes tipos de ellos a partir de un recurso básico.

**Variable Independiente.-** Es una variable de entrada.

**Variable Dependiente.-** Es un resultado o variable de salida.

**Restricciones.-** Son las condiciones de limitación física que deben satisfacer las variables de una solución, que esta bajo consideración, en otras palabras, es la limitación de disponibilidad de recursos escasos.

**Función Objetivo.-** Define la efectividad del modelo como función de las variables de decisión.

**Proporcionalidad.-** La función objetivo y las restricciones deben ser proporcionales al nivel de fabricación de cada producto.

**Divisibilidad.-** Esta característica significa que, son posibles asignaciones fraccionarias de productos, en caso de trabajar con la producción o asignación de productos discretos, dado que no es posible garantizar que las soluciones de programación lineal sean enteras.

**No negatividad de los Productos.-** Esta es la consideración más fácil de entender, porque no se esperaría fabricar menos de cero unidades de producción.

**Aditividad.-** La contribución de los productos individuales son aditivos, es decir que, el total es igual a la suma de sus partes.

Por lo general, se considera que todos los parámetros se conocen con certidumbre, como por ejemplo:

- Las utilidades.
- Disponibilidad de recursos escasos.
- Relaciones entre los niveles de producción.

**Variable no Básicas.-** Las que se igualan a Cero.

**Variables Básicas.-** Las que se utilizan para resolver las ecuaciones y son no negativas.

**Región Factible.-** La región que satisface todas las restricciones, inclusive las condiciones de no negatividad.

**Región no Negativa.-** Es en la que todas las variables son mayores o iguales a cero.

**Isoutilidad.-** "Iso", significa igual, es decir, igualdad de utilidad, las rectas de isoutilidad son las que a lo largo de sí mismas, conservan una utilidad permanente y constante, se trazan en la región factible, es equivalente a trazar la función objetivo a diferentes niveles de utilidad; en problemas de maximización será la recta más alejada del origen que se mantenga en contacto con la región factible.

**Algoritmo.-** Es un conjunto de procedimientos o reglas que al seguirlos ordenadamente, proporcionan la mejor solución para un modelo determinado.

**Solución Factible Básica.-** Es aquel resultado, en el que todos los valores de las variables, son no negativos, es decir, mayores o iguales a cero; y corresponden a las esquinas o vértices de la región factible.

**Solución Básica.-** Es la que se obtiene igualando  $n-m$ , de las variables, a cero y resolviendo en forma simultánea las ecuaciones resultantes.

**Solución Óptima.-** En un problema de maximización, es la solución básica factible, que proporciona el mayor valor para la función objetivo, y se detecta que una solución óptima se ha encontrado, cuando en la función objetivo o en el renglón (Cj-Zj) ya no existen coeficientes de variables, que sean mayores que cero, es decir, que son ceros o negativos.

**Problemas no Acotados.**- Son aquellos en los que, durante la búsqueda de solución, se determina el método simplex, a causa de que no existen coeficientes positivos en la columna que entra.

**Problemas Inconsistentes.**- Son aquellos problemas que al ser desarrollados, presentan en las "supuesta solución óptima", una variable artificial a nivel positivo en la base, sin embargo, sabemos que las variables ficticias o artificiales no tienen ningún significado en la solución y si aparecen en la misma, indican que no hay solución factible para el problema.

**Problemas Degenerados.**- Son problemas que pueden presentar en la tabla simplex, dos aspectos característicos.

- 1) Durante el proceso de pivoteo se da el caso de empate al determinar la variable que debe eliminarse de la base.
- 2) En la tabla final simplex las variables básicas no son estrictamente positivas.

El Método simplex, al igual que cualquiera de programación lineal, está constituido por elementos básicos como:

- a) Una función objetivo.- que se enfoca al logro de un sólo objetivo que, comunmente es la maximización o la minimización.
- b) Restricciones.- Son limitantes a las que tiene que sujetarse el logro del objetivo.
- c) Proporcionalidad.- La función objetivo y las restricciones deben ser proporcionales, al nivel de fabricación de cada producto.
- d) Divisibilidad.- Significa que son posibles las asignaciones fraccionarias de productos.
- e) Variables de decisión.- Son las cantidades desconocidas que deben determinarse en la solución del modelo.
- f) Certidumbre, de todos los parámetros y no negatividad de las variables de decisión: Se considera que, todos los parámetros como: las utilidades, las relaciones entre el volumen de producción y el uso de los recursos, así como la disponibilidad de los recursos escasos, se conocen con certeza, la no negatividad, significa que, no se pueden fabricar menos de cero unidades de un producto.

- g) Aditividad.- Significa que las contribuciones individuales de cada producto, son aditivas, es decir que se pueden sumar.

La modalidad del simplex, que se incluye en este sistema, aborda problemas de un sólo período o estáticos, debido a que examinan una situación en un intervalo o punto fijo de tiempo, en que las condiciones permanecen constantes y la decisión o alterantiva óptima, se determina sin tomar en consideración el curso de acción, que se seguirá en períodos anteriores o futuros.

El algoritmo simplex puede ser utilizado para resolver problemas de distinta índole, en diferentes áreas de responsabilidad de la empresa, ya sea, en maximización de utilidades, optimizando el uso de recursos materiales, financieros, horas hombre, horas máquina, o minimizando costos, desperdicios, efectuando análisis de inversiones, efectuando presupuestos de capital, selección de medios de publicidad, compras, programación de la producción, etc.

Entre sus ventajas puede contarse el hecho de que se resuelven problemas con más de dos variables, examinando sólo los vértices de la región factible, reduciendo significativamente el número de soluciones que deben considerarse, además, evita el cálculo de todos los puntos de la región factible, de hecho, este es un factor clave para resolver problemas grandes, de programación lineal.

#### **4.2.6 FUNCIONAMIENTO ESQUEMATIZADO DEL SUBSISTEMA SIMPLEX**

El funcionamiento del Subsistema Simplex adoptado, en este caso, para la industria del vestido muestra los elementos de entrada, proceso y salida en el ESQUEMA IV.2

## FUNCIONAMIENTO ESQUEMATIZADO DEL SUBSISTEMA SIMPLEX

ESQUEMA IV.2

ENTRADA	PROCESO	SALIDA
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cantidad de recursos existentes para la fabricación como:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• materiales en telas, forros, guatas, paños, etc.</li> </ul> </li> <li>- Porcentajes de rendimiento que proporciona cada estilo y modelo.</li> <li>- Precios de venta.</li> <li>- Volúmenes demandados.</li> <li>- Costo de cada material.</li> <li>- Disponibilidad de mano de obra.</li> <li>- Disponibilidad de equipo.</li> <li>- Tiempos empleados en la producción.</li> <li>- Costo de producir, incluyendo los costos variables.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resuelve los problemas con más de dos variables, examinando solo los vértices de la región factible y reduce el número de soluciones que deben considerarse, sin llegar al proceso de cálculo de todas las regiones.</li> <li>- Resuelve todas las ecuaciones lineales y discretas del modelo.</li> <li>- Edita la matriz de entrada y una vez alimentada con los datos necesarios procesará la matriz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Volúmenes a fabricar de cada tipo de prenda.</li> <li>- Cálculo de la utilidad correspondiente a cada nivel de producción de cada tipo de prenda.</li> <li>- Comparación entre el material disponible y el utilizado, así como los sobrantes después de haber producido el volumen ideal.</li> </ul>

## RESULTADOS O SALIDAS DEL SUBSISTEMA Y SU UTILIDAD EN LA TOMA DE DECISIONES, DE PLANEACION Y CONTROL

La utilización óptima de los recursos escasos, incide directamente en la reducción de costos y el aumento de la utilidad; los resultados de los cálculos efectuados para racionalizar tiempo, materiales, recursos humanos, maquinaria y equipo; así como dinero, ofrecen, en forma inmediata, una visión de los riesgos o de las oportunidades, sin embargo, su utilidad como premisa de la planeación y elementos del control, reviste gran importancia ya que orienta las percepciones a corto, mediano y largo plazo, cuando aún se está en condiciones de prever contingencias, según se indica en el esquema IV.3.

ESQUEMA IV.3

SALIDAS O RESULTADOS	DECISIONES A TOMAR	PLANEACION Y CONTROL
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Volúmenes a fabricar de cada tipo de prenda.</li> <li>- Utilidad correspondiente a cada nivel de producción de cada tipo de prenda.</li> <li>- Comparación entre el material disponible y el utilizado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Una vez conocido cuánto es conveniente fabricar, se podría decidir sobre las cantidades de telas y accesorios a comprar, sobre el tiempo que se debe dedicar a la fabricación de cada tipo de prenda.</li> <li>- La distribución del personal.</li> <li>- La distribución del tiempo de uso de maquinaria y equipo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fijar objetivos de utilidad.</li> <li>- Políticas de distribución de equipo.</li> <li>- Programación de tiempo de trabajo para cada persona.</li> <li>- Fijación de presupuesto de costos.</li> <li>- Estrategias para lograr los objetivos de utilidad.</li> <li>- Son las bases de control, ya que automáticamente se fijan estándares para prever desviaciones.</li> </ul>

#### 4.2.7 PROCEDIMIENTO DEL METODO SIMPLEX

- 1) Se plantea el problema, asignando variables de decisión a las cantidades que pueden variar en cada producto sujeto de estudio; normalmente se emplean las literales  $X_1, X_2, \dots, X_3$ , etc., para designar cada producto.
- 2) Se combinan las variables de decisión, definidas en el primer punto, las relaciones físicas inherentes al problema, considerando: las cantidades de cada componente utilizado en el producto; se describe la relación entre la utilidad que deja cada producto y el nivel de producción.
- 3) Se determina el nivel de contribución a las utilidades, es decir, el ingreso menos los costos variables, que incluyen: materiales directos, mano de obra directa, gastos generales, gastos variables de manufactura, gastos variables de venta y de administración.
- 4) Se calculan los costos de cada material componente por producto y se obtienen los costos variables.
- 5) Se formula la función objetivo.
- 6) Se formulan las restricciones.
- 7) Se plantea el problema en terminos matemáticos.
- 8) Una vez que se ha planteado el problema, en terminos matemáticos, se agregan variables de holgura - S - a las desigualdades, una por cada ecuación, con el propósito de convertirlas en igualdades.

La conversión de desigualdades, a igualdades implica agregar una variable de holgura a las desigualdades, de "MENOR O IGUAL QUE",  $a_{11} X_1 + a_{12} X_2 \leq b_1$

A las desigualdades de "MAYOR O IGUAL QUE"  $a_{21} X_1 + a_{22} X_2 \geq b_2$ , se les resta una variable de holgura.

La razón por la cual se transforman las desigualdades en igualdades, es para formar un sistema útil para identificar los vértices o esquinas del área de solución.

El sistema de ecuaciones formado, exige que el número de ecuaciones sea igual al número de variables. En los problemas de programación lineal, siempre deben tenerse,

cuando menos, tantas variables (N) como ecuaciones (M), en los casos donde no se cumple con esta condición, el problema debe solucionarse, tomando como base el teorema básico de algebra lineal, que sustenta que: "para un sistema de M ecuaciones y N variables, en el que  $N > M$ , la solución se encuentra igualando N-M de las variables a cero y resolviendo el conjunto resultante de M ecuaciones con M variables. Las variables que se igualan a cero, se llaman variables **NO BASICAS** y las variables utilizadas para resolver las ecuaciones se denominan **VARIBLES BASICAS**

- 9) Se convierten las variables básicas en no básicas para identificar la primer tabla.
- 10) Se busca una solución factible, estructurando una matriz identidad(\*) con los coeficientes de las restricciones escribiéndolas en forma tabular.
- 11) Una vez identificadas las variables básicas y las no básicas, se transfiere la función objetivo y el conjunto de restricciones a una tabla Simplex.

Una tabla Simplex es una presentación tabular de los datos, el orden en que se presentan las columnas y renglones, es el mismo con el que quedan identificadas las ecuaciones de restricción.

La primera columna se denomina con las abreviaturas CB, equivale a la "contribución por unidad para las variables de la Base"; contiene los coeficientes que las variables de la base tienen en la función objetivo o sean S1, S2, S3, etc. La columna CB tiene los ceros que aparecen en el renglón Cj, por encima de S1, S2, S3...; debe aclararse que las variables de holgura tienen coeficientes cero, porque ellas no contribuyen al objetivo de maximizar las utilidades.

Renglón Cj, identifica los coeficientes de la función objetivo, o sea, la contribución por unidad, aquí se transfieren directamente los coeficientes de la función objetivo.

El renglón que sigue de Cj, se titula encabezados y variables, ya que, a esa altura aparecerán a manera de columnas.

Columna "Variables en la base", se anotan en orden las literales con que se denominan las variables de holgura.

---

\* Una matriz identidad de M x M, es una agrupación de M renglones y M columnas, en la cual los elementos o números que se encuentran en la diagonal principal, son unos, y los elementos restantes son ceros, ejemplo

100  
010  
001

Columna "Segundo Término, Solución", se listan las cantidades de los recursos, que aparecen en las ecuaciones de restricción.

El renglón "Coeficiente" indica los coeficientes de todas las variables en cada ecuación de restricción.

Renglón  $Z_j$ , describe la contribución que se pierde, por unidad que se fabrica, para aumentar el valor de cada variable.

Renglón  $(C_j - Z_j)$  representa el cálculo de la contribución neta por unidad fabricada; es la diferencia entre la utilidad  $(C_j)$  y la pérdida  $(Z_j)$ .

NOTA: Si algún valor de  $(C_j - Z_j)$  es positivo, siendo  $[Z_j - C_j]$  negativo, indica que puede aumentarse aún la utilidad, aumentando el valor de la variable correspondiente; si todos los valores de  $(C_j - Z_j)$  son ceros o negativos, la tabla representa la solución óptima.

Resumiendo; los coeficientes de la función objetivo se transfieren directamente al renglón  $C_j$ ; los coeficientes de las restricciones también se transfieren directamente al encabezado correspondiente; los valores del segundo término de la ecuaciones de restricción se colocan en la columna "solución"; las variables básicas de la solución factible deben vaciarse en las de "variables en la base" y en la columna CB, se anotarán los coeficientes que las variables de la base tienen en la función objetivo. Las únicas partes que se calculan son  $Z_j$  y  $(C_j - Z_j)$ .  $Z_j$  igual a la columna de los productos de los coeficientes, en la columna CB, por los coeficientes de la variable respectiva.

13) Un vez que se ha elaborado la primera tabla Simplex, y se han calculado los valores  $(C_j)$  y  $(C_j - Z_j)$ , se analiza en el renglón  $(C_j - Z_j)$  si se ha alcanzado la solución óptima; de no ser así, se determina que variable habrá de incluirse en la base, o sea, la variable que entra, a fin de buscar otra solución.

Para determinar las variables de entrada y salida se efectúan los siguientes pasos:

**Paso 1**

- a) Se observa con cuidado el renglón ( $C_j - Z_j$ ) para determinar si la solución es óptima; si se encuentran valores positivos, se elige la variable que tenga el mayor valor positivo; y ésta será la variable de entrada o variable nueva. En el caso en que los valores de las variables sean iguales se tomará en forma arbitraria cualquiera de las variable como de "entrada".
- b) Inmediatamente después de que se ha determinado la variable de entrada, se debe definir, cual será la variable de salida, para esto, se debe dividir la columna del segundo término, entre los coeficientes positivos, de la columna que entra, renglón por renglón excluyendo los ceros o negativo. Se elige como variable de salida a la que contenga el cociente mínimo; en caso de empate, en cuanto al cociente mínimo, se elige arbitrariamente cualquiera.

**PASO 2** Actualización de coeficiente, cuando ya se ha efectuado el proceso de elección de la variable que entra y la que sale, en el cuerpo de la nueva tabla, se deben actualizar los coeficientes que reflejan el cambio en las variables básicas.

**PASO 3** Pivoteo.- Consiste en realizar las operaciones para actualizar la tabla con las nuevas variables básicas; con estas operaciones, debe identificarse el elemento pivote, o sea, aquel que se encuentre en la intersección de la columna que entra y el renglón que sale; la primera etapa de pivoteo consiste en dividir todos los coeficientes y el valor del segundo término del renglón que sale, entre el elemento pivote, obteniendo así, el renglón "reemplazante".

**PASO 4** Se continúa efectuando operaciones sobre los renglones de manera que se obtengan ceros en las columnas de la variable que entra, a fin de que la columna de la variable que entra contenga un vector de la matriz identidad; para actualizar los elementos restantes se realizan operaciones, renglón por renglón utilizando la tabla antigua y la nueva a la vez; se multiplica el elemento de intersección en el renglón por los elementos correspondientes, en el renglón reemplazante y se restan los resultados, de los elementos del renglón antiguo.

PASO 5 Se calculan los nuevos renglones  $Z_j$  y  $(C_j - Z_j)$ , verificando si se ha logrado la solución óptima, es decir cuando en  $(C_j - Z_j)$  ya no se tengan coeficientes mayores que cero, o sea que todos sean ceros o negativos, en caso contrario, se reiniciará el proceso iterativo desde el paso uno

#### 4.2.8 CONFIGURACION DEL SUBSISTEMA SIMPLEX

Cabe aclarar que, aún cuando el método simplex, que se propone y utiliza en este estudio, ya existe comercialmente, en un paquete de software, conocido como "LINDO", para efectos de resolver problemas en la industria del vestido, se le hicieron adaptaciones específicas, no obstante, mantiene como punto esencial las opciones de:

- Maximización y
- Minimización

El método simplex, tanto de maximización como de minimización, observa ciertas variaciones en el planteamiento de los problemas, tales como:

- a) Determinación de óptimos alternativos.
- b) Utilización de variables artificiales, para ayudar a identificar una solución factible básica inicial.
- c) Conversión de un problema de minimización a uno de maximización.
- d) Corregir valores negativos del segundo término.
- e) Problemas no acotados.
- f) Problemas inconsistentes.
- g) Problemas degenerados.

#### 4.2.9 APLICACION DEL SIMPLEX A EJEMPLOS ESPECIFICOS

##### EJEMPLO 1.:

La empresa Vogue S. A. fabrica dos tipos de abrigo, en los cuales, combina diferentes componentes tales como, la tela de paño, tela de forro, borrega sintética y quata que actúa como componente de relleno, el cliente mayorista comprará cualquier cantidad de ambos abrigos al precio de \$71.50 pieza, de abrigo tipo 1 y \$69.00 por el abrigo tipo 2. El abrigo tipo 1 lleva los siguientes componentes: 5% de paño, 5% de forro, 10% de borrega y 80% de quata.

El abrigo tipo 2, se compone de 5% de paño, 10% de forro, 5% de borrega y 80% de guata.

La disponibilidad y costo de cada clase de tela es:

110 metros de paño a \$200.00 metro.

1800 metros de forro a \$80.00 metro.

2000 metros de borrega sintética a \$160.00. mt.

Y disponibilidad ilimitada de guata a \$10.00 metro.

El costo de manufactura, por pieza, de cualquiera de los dos abrigos, es de \$15.00.

¿ Cómo utilizar los recursos escasos como: tela de paño, forro y borrega, para que se obtengan las mayores utilidades?

#### APLICANDO EL PROCEDIMIENTO:

1o) Planteamiento del problema, asignando variables de decisión, a las cantidades que pueden variar en cada producto.

- Abrigo Tipo 1 = X1

- Abrigo Tipo 2 = X2

2o) Se combinan las variables de decisión, que se definieron en el inciso a), y las relaciones físicas inherentes al problema, tomando en cuenta:

. Las cantidades, de cada componente, utilizado en el producto .

- Describir la relación entre las utilidades y el nivel de producción de cada producto.

3o) Determinar la contribución a las utilidades, o sea:

El ingreso por ventas menos los costos variables que incluyen :

- Materiales directos.

- Mano de obra directa.

- Gastos generales.

- Gastos variables de manufactura.

- Gastos variables de venta y administración.

Por lo tanto, para este caso, los únicos costos que se toman en cuenta son:

Los costos de las telas componentes (paño, forro, borrega y guata) y los costos de manufactura.

- 4o) Calcular los costos de las telas componentes por pieza en el producto final.

Costo de paño por metro, en el producto X1.  
por lo tanto  $(.05) (200) = 10$

Costo de forro por metro, del abrigo X1.  
 $(.05) (80) = \$4.00$

Costo de borrega sintética, por metro, del abrigo X1  
 $(.10) (160) = 16$

Costo de la guata por metro del abrigo X1  
 $(.80) (10) = 8$

Total de componentes del abrigo X1  
 $10 + 4 + 16 + 8 = 38$  suma de costos variables par X1  
más costos de manufactura  $38 + 15 = 53$

nos da el total de costos variables.

$$\left. \begin{array}{l} \text{Contribución} \\ \text{unitaria} \end{array} \right\} = \left. \begin{array}{l} \text{Igresos} \\ \text{x unidad} \end{array} \right\} (-) \left. \begin{array}{l} \text{Costos} \\ \text{variables} \\ \text{x unidad} \end{array} \right\} 71.50 - 53 = \$18.5$$

Calculo de los costos para X2.

Costos de paño por metro para el abrigo X2  
 $(.05) (200) = 10$

Costo de forro, por metro, para el abrigo X2  
 $(.10) (80) = 8$

Costos de borrega sintética, por metro, para el abrigo X2  
 $(.05) (160) = 8$

Costos de la guata, por metro, para el abrigo X2  
 $(10) (.80) = 8$

Suma de los costos variables par el abrigo X2  
 $10 + 8 + 8 + 8 = 34$ , costo total de los componentes de X2  
más el costo de manufactura o sea  $34 + 15 = 49$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Contribución} \\ \text{unitaria} \end{array} \right\} = \left. \begin{array}{l} \text{Ingresos} \\ \text{x unidad} \end{array} \right\} (-) \left. \begin{array}{l} \text{Costos} \\ \text{variables} \\ \text{x unidad} \end{array} \right\} 69 - 49 = \$20$$

5o) Con estos valores se formula la función OBJETIVO, y se plantea el problema en términos matemáticos.

6o) Se formulan las restricciones.

7o) PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA EN TERMINOS MATEMATICOS.

$$\text{MAX } Z = 18.5 X_1 + 20X_2$$

$$\begin{array}{r} .05X_1 + .05X_2 \leq 1100 \\ .05X_1 + .10X_2 \leq 1800 \\ .10X_1 + .05X_2 \leq 2000 \end{array}$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

8o) Transformando todas las desigualdades de restricción, en igualdades, añadiendo variables de holgura y restando variables de excedente, se tiene:

$$\begin{array}{r} \text{MAX } Z = 18.5X_1 + 20X_2 \\ .05X_1 + .05X_2 + S_1 = 1100 \\ .05X_1 + .10X_2 - S_2 = 1800 \\ .10X_1 + .05X_2 + S_3 = 2000 \\ X_1, X_2, S_1, S_2, S_3 \geq 0 \end{array}$$

Utilizando tres variables de holgura, se convierten las desigualdades de restricción, en igualdades  $\therefore$  el modelo modificado es:

$$\begin{array}{r} \text{MAX } Z = 18.5X_1 + 20X_2 + 0S_1 + 0S_2 + 0S_3 \\ .05X_1 + .05X_2 + S_1 = 1100 \\ .05X_1 + .10X_2 - S_2 = 1800 \\ .10X_1 + .05X_2 + S_3 = 2000 \\ X_1, X_2, S_1, S_2, S_3 \geq 0 \end{array}$$

9o) Con el objeto de identificar la primera tabla, o tabla inicial, se requiere saber, que variables básicas serán **no básicas**.

10o) Identificar una solución factible básica inicial requiere de un procedimiento que consiste en una matriz identidad de  $m \times m$ , con los coeficientes de las restricciones como sigue:

X1	X2	S1	S2	S3
.05	.05	1	0	0
.05	.10	0	1	0
.10	.05	0	0	1

Aquí observamos que los coeficientes de las variables de holgura forman la matriz identidad de  $3 \times 3$ ; en consecuencia, los coeficientes uno de la matriz identidad indican, en cada juego de ecuaciones, cuales son las variables básicas y el resultado de la solución considerando los valores del "segundo término", en este proceso al elegir una matriz identidad se obtendrá de inmediato, como resultado, una solución factible básica inicial y siempre permitirá identificar el conjunto inicial de variables básicas.

En este caso las variables básicas serán:  
S1, S2, S3.

Las variables no básicas serán:  
X1 y X2

11o) Al conocer como se consideraran cada una de las variables prácticamente se esta en condiciones de transferir la función objetivo y el conjunto de restricciones, a una **tabla simplex inicial**.

La tabla inicial simplex, está formada por renglones y columnas, por lo tanto:

- Los coeficientes de la función objetivo, que en este caso son: 18.5, 20, 0, 0, se transfieren al primer renglón denominado cj (por el lado izquierdo) y ocupa la segunda columna de la tabla; por el lado derecho de la tabla se llama contribución unitaria y ocupa la última columna.
- En el segundo renglón se anota el nombre de las variables; en la primera columna, segundo renglón, se anota CB en la que se vacían los coeficientes de las variables que aparecen en ese momento en la base; en las segunda columna

se colocan los símbolos de las variables básicas; tercera columna denominada "segundo término" (solución), se colocan los valores que conforman la solución factible básica; de la tercera columna en adelante se colocan los símbolos de todas las variables que intervienen en el problema y bajo el símbolo de la variable correspondiente, se vacían los coeficientes de cada uno: todos estos valores se ubican en el tercer renglón cuya última columna, se denomina "coeficientes".

- Cuarto Renglón.- Se denomina  $Z_j$ , o sean los valores respecto a la utilidad, a la que se debe renunciarse para aumentar el valor de cada variable, y es la única parte de la tabla que se calcula, sumando los productos de los coeficientes, de la columna CB, por los coeficientes de la columna asociada con cada variable ( $X_1, X_2, S_1, S_2, S_3$ ), por ejemplo: CB de manera vertical tiene los coeficientes (0, 0, 0), los coeficientes de  $X_1$  de manera vertical son: (.05, .05, .10), por lo tanto se multiplica el primer coeficiente de CB, por el primero de  $X_1$  siempre de manera vertical, entonces  $0(.05)$ .

segundo coeficiente de CB, por el de  $X_1$   
 $0(.05)$

tercer coeficiente de CB, por el tercer coeficiente en  $X_1$   
 $0(.10)$ .

En vista de que  $C_j$  se calcula sumando los productos , entonces tenemos:

$$\begin{array}{l} \text{CB} \quad X_1 \\ 0 \times .05 = 0 \\ 0 \times .05 = 0 \\ 0 \times .10 = 0 \\ Z_j = 0 \end{array}$$

Y así sucesivamente.

- Quinto renglón; se calcula ( $C_j - Z_j$ ). Los valores  $C_j$ , se encuentran sumando los productos cruzados de las tasas físicas de sustitución y las utilidades asociadas con las variables básicas respectivas. La tasa física de sustitución: Indica el número de unidades de una variable básica, a las que se debe renunciar, para fabricar una cantidad, de una variable no básica. Sumando los productos cruzados, se encuentra la contribución total o las utilidades, a las que se tiene que renunciar para fabricar una unidad de una variable no básica.

## MEJORA DE UNA SOLUCION

Una vez que, ya se tiene una primera tabla con una solución factible, se habrá de valorar, si es, o no, la óptima; para ello, se utiliza el renglón (Cj-Zj) el cual se determinará, en su caso, qué nueva variable habrá de incluirse en la base.

Los números del renglón (Cj-Zj) reflejan el cambio, en la función objetivo, que se dará al incluir una unidad de la variable que entra a la base.

En la tabla inicial el renglón (Cj - Zj), indica que la función objetivo aumentará \$18.5, por cada pieza del abrigo X1, que se fabrique; \$20.00 por cada pieza del abrigo tipo X2, cero pesos por cada unidad de S1, cero pesos por cada unidad del S2, y cero pesos por cada abrigo del S3. Puesto que, el objetivo es, MAXIMIZAR Z, la variable que de como resultado el mayor incremento unitario, en la función objetivo, será la que deba elegirse como variable de entrada que, en este caso sería X2, puesto que, con ella la función objetivo aumentaría \$20.00 por cada pieza de X2 que se fabrique.

Si al analizar el renglón (Cj - Zj), todas las cantidades del renglón son ceros o negativos, entonces la solución que se tiene es la óptima, bajo estas circunstancias cualquier variable, adicional, que se incluya, no aumentará las utilidades.

## VARIABLE DE ENTRADA Y SALIDA

Retomando la parte, en este proceso, en la que deben elegirse las variables a incluir en la base, se siguen los pasos que, a continuación se indican.

Paso 1. Variables que entran y salen.

- a) Examinar el renglón (Cj-Zj) para determinar, si la solución es óptima, pero, si aun se encuentran valores positivos, se elige la variable que tenga el coeficiente mayor positivo, para ser la **nueva variable de entrada**; en caso de que, los valores de los coeficientes sean iguales, entonces en forma indistinta y arbitraria, se tomará cualquiera para ser incluida en la base.

- b) Consiste en determinar que variable de la base, debe salir; el procedimiento para ello, consiste en, dividir los valores de la columna denominada "segundo término", entre los coeficientes positivos de la columna de la variable  $X_j$  que entra, en este caso, es  $X_2$ ; los coeficientes ceros o negativos se excluyen).

VALORES DE LA COLUMNA "SEGUNDO TERMINO"		COEFICIENTES POSITIVOS DE $X_2$	COCIENTE
S1 = 1100	entre	.05 =	22000
S2 = 1800	entre	.10 =	18000
S3 = 2000	entre	.05 =	40000

De esta forma, se elige la variable, cuyo cociente sea el mínimo, en este caso, es 18000; al sustituirlo encontramos que S2 se convierte en cero, por lo que esta variable será la que abandone la base.

**Paso 2)** Una vez que se ha decidido la variable que va a incluirse en la base, y cuál es eliminada de ésta, se procede a actualizar los coeficientes de la nueva tabla. Para que reflejen el cambio en las variables básicas.

Consultando la tabla simplex 1, se observan los coeficientes asociados con la variable que sale, o sea S2, con sus coeficientes 0 1 0 (verticalmente), mismos que, pasan a ser nuevos coeficientes de la variable que entra, o sea  $X_2$ ; y se desarrolla el PIVOTEO dividiendo el renglón que sale, entre el elemento pivote, que para este problema específico es .10.

**PASO 3)** La actualización inicial de la tabla, empieza transformando el renglón asociado con la variable que sale, la transformación comienza identificando el elemento pivote, que se encunetra en la intersección de la columna de entrada, y el renglón que sale. El renglón actualizado, llamado "renglón reemplazante", se calcula dividiendo todos los coeficientes y el valor del segundo término, entre el elemento pivote. Como sigue:

VARIABLE QUE SALE	VARIABLE QUE ENTRA						
		X1	X2	S1	S2	S3	
							REGLON SALIENTE
S2 =	1800	5	* .10	0	0	0	(*) ELEMENTO PIVOTE

Cálculo del Renglón Remplazante

$$\frac{1800, .05, .10, 0, 1, 0}{.10} = 1800, .5, 1, 0, 10, 0$$

La operación, sobre el renglón inicial, da como resultado, en el lugar del antiguo elemento pivote (.10), el número 1 en la variable que entra (x2).

Paso 4) Las operaciones restantes sobre los renglones, se realizan de tal forma que, se obtengan ceros en la columna de la variable que entra, así, la columna transformada contendrá un vector de la matriz identidad.

Transformar los elementos restantes, exige una operación, renglón por renglón, utilizando tanto la tabla antigua como la nueva: La operación implica en la tabla inicial, multiplicar, el elemento de intersección, en el renglón anterior al pivote principal, por cada uno de los elementos del renglón reemplazante, y el resultado restarlo del antiguo, renglón como se describe a continuación.

El renglón anterior al pivote principal en la tabla simplex inicial es:

	X1	X2	S1	S2	S3
S1 = 1100	.05	.05	1	0	0

El elemento de intersección, en este renglón, es el elemento que se encuentra en el cruce del renglón que se actualiza, y la columna de la variable que entra.

Para actualizar S1, se toma el elemento de intersección del renglón S1, que es el coeficiente .05, elemento que se encuentra en la intersección del renglón S1 y la columna X2  $\therefore$  se efectúa la operación.

.05 (18000, .05, 1, 0, 10, 0)  
 900, .025 .05, 0, .5, 0 renglón reemplazante

Una vez multiplicados estos resultados, se restan de los elementos del renglón antiguo.

1100	.05	.05	1	0	0
900	.025	.05	0	.5	0
200	.025	0	1	-.5	0

Para actualizar en la tabla, la variable básica S3, se efectúa el mismo procedimiento del paso anterior, es decir, el elemento de intersección .05, del renglón posterior al del pivote principal inicial en la antigua tabla, el cual se multiplica por cada uno de los elementos, del renglón reemplazante:

.05 (18000 .05 1 0 10 0)  
 900 .025 .05 0 .5 0)

Efectuando la sustracción, entre los elementos del renglón antiguo.

S3 = 2000 .10 .05 0 0 1  
 900 .025 .05 0 .5 0

S3 1100 .075 0 0 -.5 1

En resumen, todos los renglones de la tabla, sin incluir el renglón asociado con la variable que sale, puede transformarse (actualizarse) utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{NUEVO RENGLO} = \left[ \begin{array}{l} \text{ELEMENTO DEL} \\ \text{RENGLO ANTI} \\ \text{GUO} \end{array} \right] - \left[ \begin{array}{l} \text{ELEMENTO DE INTER} \\ \text{SECCION DEL REN-} \\ \text{GLON ANTIGUO} \end{array} \right] \times \left[ \begin{array}{l} \text{ELEMENTO EN EL} \\ \text{RENGLO REEM-} \\ \text{PLAZANTE} \end{array} \right]$$

La solución en la tabla simplex 2 es:

S1 = 200  
 X2 = 18000  
 X3 = 1100  
 S2 = 0  
 Y1 = 0

Paso 5) Consiste en calcular los nuevos renglones  $Z_j$ , y  $(C_j - Z_j)$ , para la tabla actualizada, y verificar si ya se tiene la solución óptima.

- 10.) Se determinarán los nuevos valores de la columna CB, lo cual requiere transferir los coeficientes de costos (utilidades) asociados con las variables en la base, estos valores son los  $C_j$ , para las variables que aparecen en la base, en nuestro caso, los coeficientes asociados a las variables son  $S_1 = 0$ ,  $X_2 = 20$  y  $S_3 = 0$ .

Los valores para  $Z_j$ , se calculan sumando, los productos de los valores que aparecen en la columna CB, o sean (0), (20), (0), por los coeficientes de la columna, en forma vertical.

$$\begin{aligned} Z &= 0(200) + 20(18000) + 0(1100) = 360000 \\ ZX_1 &= 0(.025) + 20(.5) + 0(.075) = 10 \\ ZX_2 &= 0(0) + 20(1) + 0(0) = 20 \\ ZS_1 &= 0(1) + 20(0) + 0(0) = 0 \\ ZS_2 &= 0(-.5) + 20(10) + 0(-.5) = 200 \\ ZS_3 &= 0(0) + 20(0) + 0(1) = 0 \end{aligned}$$

Los valores de  $(C_j - Z_j)$  se obtienen restando el renglón  $Z_j$  del  $C_j$ , lo cual, en el problema que nos ocupa es:

$$\begin{aligned} 18.5 - 10 &= 8.5 \\ 20 - 20 &= 0 \\ 0 - 0 &= 0 \\ 0 - 200 &= -200 \\ 0 - 0 &= 0 \end{aligned}$$

En los resultados de este nuevo renglón  $(C_j - Z_j)$ , podemos observar que para  $X_1$ , aún se tiene un coeficiente positivo (+8.5) ∴ no se ha llegado a la solución óptima y en consecuencia debe continuarse con el proceso iterativo, regresando al paso 1 del Método Simplex.

La variable que ahora debe ingresar a la base, es la que aún tiene valor positivo (8.5 $X_1$ ).

En seguida, se determina la variable que debe salir o eliminarse de la base. Los cocientes de los valores, en la columna del "segundo término" entre los coeficientes positivos de la columna  $X_1$ , son  $S_1 = 200/.025 = 8000$   
 $X_2 = 18000 / .5 = 36000$  y  $S_3 = 1100 / .075 = 14666.66$

Como ya se ha puntualizado antes, la variable que se elimina en este proceso, es aquella que tiene el menor valor, en este caso es  $S_1$  y es reemplazada por  $X_1$ .

Los valores del renglón para la nueva variable que entra (X1), se determinan dividiendo, el renglón que sale de la tabla vieja, entre el elemento pivote.

Renglón que sale de la tabla vieja.

	X1	X2	S1	S2	S3	
S4 = 200	.025	0	1	-.5	0	8000,1,0,40,-20,0 renglón reemplazo
	↑					
	* elemento pivote					

Los renglones restantes de la nueva tabla se calculan utilizando diversas operaciones sobre renglones. Para el renglón X2 el elemento de intersección es 0.5, el cual multiplica el renglón reemplazo o sea:

$$.5(8000,1,0,40, -20, 0) = 4000, .5, 0, 20, -10, 0$$

una vez que se tiene este resultado, se resta el renglón antiguo.

1800	.5	1	0	10	0
-4000	.5	0	20	-10	0
<hr/>					
14000	0	1	-20	20	0

Los nuevos valores del renglón S3, se obtienen de la misma forma, en la que, el elemento de intersección es .075 que multiplicado por el renglón reemplazo:  
 $.075(8000,1,0,40,-20,0) = 600,.075,0,3,-1,5,0$

Este se resta del renglón antiguo.

1100	.075	0	0	-.5	1
-					
600	.075	0	3	-1.5	0
<hr/>					
500	0	0	-3	1	1

Ahora se calculan los valores para  $Z_j$ , sumando los productos de los valores que aparecen en la columna CB, por los coeficientes de la columna (en forma vertical).

CB			
Z = 18.5	x	8000	= 148000
20	x	14000	= 280000
0	x	500	= 0
			428000

$$\begin{aligned}
 Z &= 18.5(8000) + 20(14000) + 0(500) \\
 &= 148000 + 280000 + 0 = 428000 \\
 ZX1 &= 18.5(1) + 20(0) + 0(0) = 18.5 \\
 ZX2 &= 18.5(0) + 20(1) + 0(0) = 20 \\
 XS1 &= 18.5(40) + 20(-20) + 0(-3) \\
 &= 740 - 400 + 0 = 340 \\
 ZS2 &= 18.5(-20) + 20(20) + 0(0) \\
 &= -340 + 400 + 0 = 30 \\
 ZS3 &= 18.5(0) + 20(0) + 0(1) = 0
 \end{aligned}$$

Ahora el renglón ( $C_j - Z_j$ )

$$\begin{aligned}
 18.5 - 18.5 &= 0 \\
 20 - 20 &= 0 \\
 0 - 340 &= -340 \\
 0 - 30 &= -30
 \end{aligned}$$

Los valores ( $C_j - Z_j$ ) son todos ceros y negativos, por tanto, la solución de esta tabla es la óptima.

TABLA SIMPLEX INICIAL 1

	$C_j$		18.5	20	0	0	0	CONTRIBUCION x UNIDAD
CB	VARIABLE EN LA BASE	SEGUNDO TERMINO SOLUCION	$x_1$	$x_2$	$s_1$	$s_2$	$s_3$	ENCABEZADOS Y VARIABLES
0	$s_1$	1100	.05	.05	1	0	0	COEFICIENTES
0	$s_2$	1800	.05	.10	0	1	0	
0	$s_3$	2000	.10	.05	0	0	1	
	$Z_j$	0	0	0	0	0	0	CONTRIBUCIO QUE SE PIERDE POR UNIDAD QUE SE FABRICA
	$(C_j - Z_j)$		18.5	20.0	0	0	0	CONTRIBUCION NETA POR UNIDAD QUE SE FABRICA

ELEMENTO PIVOTE QUE SE ENCUENTRA EN LA INTERSECCION DE LA VARIABLE QUE ENTRA Y LA QUE SALE DE LA BASE.

### NUEVA TABLA SIMPLEX 2

	CJ		18.5	20	0	0	0
CB	VARIABLES EN LA BASE	SEGUNDO TERMINOS (SOLUCION)	$x_1$	$x_2$	$s_1$	$s_2$	$s_3$
0	$s_1$	200	.015	0	1	-1.5	0
20	$x_2$	1800	.5	1	0	10	0
0	$s_3$	1100	.075	0	0	-5	1
	ZJ	360.00	10	20	0	200	0
	CJ-ZJ		8.5	0	0	-200	0

### TABLA 3

	CJ		18.5	20	0	0	0	CONTRIBUCION X UNI.
CB	VARIABLES EN LA BASE	SEGUNDO TERMINOS (SOLUCION)	$x_1$	$x_2$	$s_1$	$s_2$	$s_3$	ENCABEZADOS Y VARIABLES
18.5	X	8000	1	0	40	-20	0	COEFICIENTES
20	X	14000	0	1	-20	20	0	
0	S	500	0	0	-3	1	1	
	ZJ	420000	18.5	20	340	30	0	
	CJ-ZJ		0	0	-340	-30	0	

#### 4.2.10 VARIACIONES DEL METODO SIMPLEX

En el Método SIMPLEX, existen ciertas Variaciones que, son dignas de tomarse en cuenta debido a que, al no conocerlas pueden darse interpretaciones equivocadas a los resultados. Entre estas Variaciones pueden mencionarse: los óptimos alternativos; la minimización con variables artificiales; la conversión de un problema de minimización a uno de maximización; los valores negativos en el segundo término y los problemas no acotados; problemas degenerados y problemas inconsistentes.

A) OPTIMOS ALTERNATIVOS.- Con el procedimiento del método SIMPLEX, generalmente, se supone que el resultado final arroja únicamente una solución óptima, sin embargo, existen casos en los que la función objetivo puede ser paralela, a una de las restricciones que forman la región factible de solución, tal circunstancia, implica que habrá mas de una solución óptima: a este fenómeno se le denomina RESULTADO OPTIMO ALTERNATIVO.

La existencia de soluciones óptimas alternativas o múltiples se detectan en la tabla final del simplex, cuando en el renglón (CJ - Zj), el valor de una variable no básica, es cero. Es pertinente aclarar que, no siempre es seguro que, bajo estas circunstancias existan invariablemente, soluciones óptimas alternativas y, para comprobar este hecho se procede de la siguiente manera:

1) La variable no básica, o sea la que tiene valor cero, puede introducirse a la base, siempre y cuando los coeficientes de la columna sean positivos, si los coeficientes son negativos, todos o algunos, no existirá la posibilidad de introducirla a la base, y en consecuencia no habrá OPTIMOS ALTERNATIVOS.

Cuando la variable no básica, se introduce en la base, el resultado, en cuanto al monto de la utilidad, no sufre cambios se seguirá obteniendo el mismo valor para Z pero, solo se muestra la alternativa, de una combinación diferente en la mezcla de productos.

Para ilustrar el ejemplo supongamos que en un determinado problema la contribución a las utilidades CJ para el producto X1 = \$10.00 y \$20.00 por cada pieza del producto X2.

Por tanto el planteamiento del problema será:

$$\begin{aligned} \text{MAXIMIZAR } Z &= 10X_1 + 20X_2 \\ & .05X_1 + .05X_2 \leq 1100 \\ & .05X_1 + .10X_2 \leq 1800 \\ & .10X_1 + .05X_2 \leq 2000 \\ & x_1, X_2 \geq 0 \end{aligned}$$

TABLA INICIAL (Optimos Alternativos)

CB	Cj VARIABLE EN LA BASE	SEGUNDO TERMINO (SOLUCION)	10 X1	20 X2	0 S1	0 S2	0 S3
0	S1	1100	.05	.05	1	0	0
0	S2	1800	.05	.10	0	1	0
0	S3	2000	.10	.05	0	0	1
	Zj	0	0	0	0	0	0
	(Cj - Zj)		10	20	0	0	0

Solución: Agregando variables de holgura

$$\begin{aligned} Z &= 10X_1 + 20X_2 + 0S_1 + 0S_2 + 0S_3 \\ & .05X_1 + .05X_2 + S_1 = 1100 \\ & .05X_1 + .10X_2 + S_2 = 1800 \\ & .10X_2 + .05X_2 + S_3 = 2000 \end{aligned}$$

$$X_1, X_2, S_1, S_2, S_3 \geq 0$$

Determinación de la primera tabla o tabla, inicial, se igualan  $X_1$  y  $X_2$  a cero:

$$\begin{aligned} .05(0) + .05(0) + S_1 &= 1100 \\ S_1 &= 1100 \\ .05(0) + .10(0) + S_2 &= 1800 \\ S_2 &= 1800 \\ .10(0) + .05(0) + S_3 &= 2000 \\ S_3 &= 2000 \end{aligned}$$

**ELABORACION DE LA SEGUNDA TABLA**

Se determina la variable de entrada, en este caso es  $X_2=20$ ;  
 Se determina la variable de salida, dividiendo el coeficiente del 2do. término, entre el coeficiente (+) de la columna de la variable que entra, y se selecciona la variable con cociente menor.

$$S_1 = 1100 / .05 = 22000$$

$$S_2 = 1800 / .10 = 18000$$

$$S_3 = 2000 / .05 = 40000$$

∴ la variable que sale es  $S_2$

**TABLA 2 (Óptimos Alternativos)**

	Cj		10	20	0	0	0
CB	VARIABLE EN LA BASE	SEGUNDO TERMINO (SOLUCION)	X1	X2	S1	S2	S3
0	S1	200	.025	0	1	-.5	0
20	X2	18000	.5	1	0	.10	0
0	S3	1100	.075	0	0	-.5	1
	Zj	360000	10	20	0	200	0
	(Cj-Zj)		0	0	0	-200	0

Actualizando los renglones

$X_2$  Elemento pivote = .10

$$1800 \quad .05 \quad .10 \quad 0 \quad 1 \quad 0$$

$$1800 \quad .5 \quad .10 \quad 1 \quad 0 \quad 10 \quad 0$$

renglón reemplazo

Renglón S1

.05 (18000	.5	1	0	10	0)
900	.025	.05	0	.5	0

Renglón antiguo

1100	.05	.05	1	0	0
------	-----	-----	---	---	---

.900	.025	.05	0	.5	0
------	------	-----	---	----	---

200	.025	0	1	-.5	0
-----	------	---	---	-----	---

Renglón S3

.05 (18000	.5	1	0	10	0)
900	.025	.05	0	.5	0

2000	.10	.05	0	0	1
-900	.025	.05	0	.5	0

1100	.075	0	0	-.5	1
------	------	---	---	-----	---

Cálculo de Zj

0	x	200	=	0
20	x	1800	=	360000
0	x	1100	=	0
Zj			=	360000

ZX1

0	x	.025	=	0
20	x	.5	=	10
0	x	.075	=	0
ZX1			=	10

ZX2

0	x	0	=	0
20	x	1	=	20
0	x	0	=	0
ZX2			=	20

$$\begin{aligned}
 ZS1 \\
 0 \times 1 &= 0 \\
 20 \times 0 &= 0 \\
 0 \times 0 &= 0 \\
 ZS1 &= 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 ZS2 \\
 0 \times -.5 &= 0 \\
 20 \times 10 &= 200 \\
 0 \times -.5 &= 0 \\
 ZS2 &= 200
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 ZS3 \\
 0 \times 0 &= 0 \\
 20 \times 0 &= 0 \\
 0 \times 1 &= 0 \\
 ZS3 &= 0
 \end{aligned}$$

Examinada la tabla 2, se observa que todos los valores del renglón  $(C_j - Z_j)$ , son ceros o negativos; la solución que se tiene es óptima, sin embargo, la tabla muestra que en el renglón de valores  $(C_j - Z_j)$ , el valor para  $X_1$  es cero.

$X_1$  es una variable no básica, por lo tanto este hecho indica que  $X_1$  se puede introducir en la base, para ello se revisan los coeficientes de la columna, y en virtud de que son positivos, si es posible que, entre  $X_1$  a la base y si, se obtendrá una respuesta óptima alternativa; con base en lo anterior, se continúa con el proceso iterativo decidiendo qué variable debe salir de la base.

Variable que entra  $X_1$

Variable que sale  $S_1$

$$\begin{aligned}
 S1 &- 200 / .025 = 8000 \text{ VARIABLE QUE SALE} \\
 X2 &-- 18000 / .50 = 36000 \\
 S3 &-- 1100 / .075 = 14666.66
 \end{aligned}$$

TABLA 3 (Optimos Alternativos)

	Cj		10	20	0	0	0
CB	VARIABLE EN LA BASE	SEGUNDO TERMINO (SOLUCION)	X1	X2	S1	S2	S3
10	X1	8000	1	0	40	-20	0
20	X2	14000	0	1	-20	20	0
0	S3	500	0	0	-3	1	1
	Zj	360000	10	20	0	200	0
	(Cj-Zj)		0	0	0	-200	0

Actualizando los renglones X1

Elemento pivote = .025

200    .025    0    1    -1.5    0

.025

8000, 1, 0, 40, -20, 0 ----Renglón Reemplazo

Actualizando X2

Elementos de intersección .50

.50 (8000, 1, 0, 40, -20, 0)  
 4000    .5    0    20    -10    0

Renglón antiguo

18000, .5, 1, 0, 10, 0  
 4000    .5    0    20    -10    0

14000    0    1    -20    0    0

Actualización de S3

.075	(8000	, 1	0	40	-20	0)
600	.075	0	3	-1.5	0)	

Replón antiguo

1100	.075	0	0	-.5	1
600	.075	0	3	-1,5	0

---

500	0	0	-3	1	1
-----	---	---	----	---	---

Cálculo de Zj

10 x 8000	=	80000
20 x 14000	=	280000
0 x 500	=	0

---

Zj = 360,000

ZX1

10 x 1	=	10
20 x 0	=	0
0 x 0	=	0

ZX1 = 10

ZX2

10 x 0	=	0
20 x 1	=	20
0 x 0	=	0

ZX2 = 20

ZS1

10 x 40	=	400
20 x 20	=	-400
0 x .3	=	0
ZS1	=	0

ZS2

10 x -20	=	-200
20 x 20	=	400
0 x 1	=	0
ZS2	=	200

ZS3

10 x 0	=	0
20 x 0	=	0
0 x 1	=	0
ZS3	=	0

Al observar la tabla 3, encontramos que la variable no básica  $S_1$ , en el renglón  $(C_j-Z_j)$  es igual a cero, no obstante, dos de los coeficientes de esta columna, son negativos, lo cual, indica que hasta aquí, se ha encontrado la solución óptima.

Puede notarse de manera objetiva, que al introducir una variable no básica, a la base, para buscar una solución alternativa óptima, no modifica, de hecho, el monto de la utilidad, obtenido antes, y lo que varía, es la proporción en la mezcla de productos.

Es recomendable que el tomador de decisiones examine la tabla final, con el propósito de identificar la posibilidad de otra solución óptima alternativa.

#### **B) MINIMIZACION Y PROCESO DE SOLUCION UTILIZANDO VARIABLES ARTIFICIALES.**

Los problemas de minimización, pueden resolverse también, mediante el empleo del algoritmo simplex que se ha aplicado a los problemas de maximización, con la diferencia, de que dos partes de este procedimiento cambian:

- 1ro.) La prueba de la OPTIMIDAD, en los problemas de minimización, indica que el "proceso de solución" se continúa, hasta llegar a que los valores del renglón sean ceros o positivos  $(C_j-Z_j)$ .
- 2do.) El segundo cambio, radica, básicamente, en modificar la regla para determinar la variable que entra. En el caso de minimización, se elige como variable de entrada, a la que posea, en el renglón  $(C_j-Z_j)$ , el valor más negativo, o sea, la variable de mayor cantidad, pero con signo negativo.

## MINIMIZACION

Ejemplo:

$$\begin{aligned} \text{MINIMIZAR } Z &= 30X_1 + 10X_2 \\ 2X_1 + 4X_2 &= 80 \\ X_1 + X_2 &= 25 \\ 8X_1 + 6X_2 &= 120 \\ X_1, X_2 &\geq 0 \end{aligned}$$

Se inicia convirtiendo las desigualdades en igualdades añadiendo una variable de holgura a la primera restricción y se resta una variable excedente a la tercera.

$$\begin{aligned} \text{MINIMIZAR } Z &= 30X_1 + 10X_2 + 0S_1 + 0S_2 \\ 2X_1 + 4X_2 + 1S_1 + 0S_2 &= 80 \\ X_1 + X_2 + 0S_1 + 0S_2 &= 25 \\ 8X_1 + 6X_2 + 0S_1 + 1S_2 &= 120 \\ X_1, X_2, S_1, S_2 &\geq 0 \end{aligned}$$

Al examinar estos resultados, para encontrar una primera solución factible, encontramos que, no se ha formado una matriz identidad con la agregación de las variables de holgura, ya que, solo  $S_1$  tiene un coeficiente positivo +1, y el coeficiente de  $S_2$ , no puede considerarse, en virtud de que posee signo negativo (-1), este caso, sirve para afirmar que en ocasiones, el hecho de agregar variables de holgura, o restar variables de excedente, a las restricciones, no es suficiente para producir una solución básica inicial, bajo estas circunstancias, se tendrá que poner en práctica el recurso de asignar variables artificiales o ficticias, mismas que, actúan en el método simplex, como auxiliares para formar la matriz identidad y obtener así una solución factible inicial.

VARIABLES ARTIFICIALES.- Estas no tienen significado para la solución final, por lo que habrá de asegurarse que, no aparezcan en la tabla de simplex final, para ello, se le asignan coeficientes positivos grandes, basándose en la regla de tomar el valor más grande, de la variable de la función objetivo, multiplicado por 10.

Se hace necesario, agregar este tipo de variable, cuando un problema contiene restricciones de "mayor o igual que" o de "igualdad" (=).

#### REGLA PARA UTILIZAR VARIABLES ARTIFICIALES

- a) Se añade una variable artificial (A), a cada restricción de "mayor o igual que", o de "igualdad" que aparezcan en el problema original.

Una vez que se han hecho las aclaraciones pertinentes, se retoma de nueva cuenta el problema en estudio, con el fin, de agregar las variables artificiales.

$$\begin{aligned} \text{MAXIMIZAR } Z &= 30X_1 + 10X_2 + 0S_1 + 0S_2 + 300A + 300A_2 \\ 2X_1 + 4X_2 + 0S_1 + 0S_2 + 0A_1 + 0A_2 &= 80 \\ X_1 + X_2 + 0S_1 + 0S_2 + 1A_1 + 0A_2 &= 25 \\ 8X_1 + 6X_2 + 0S_1 - 1S_2 - 0A_1 + 0A_2 &= 120 \\ X_1, X_2, S_1, S_2, A_1, A_2, &\geq 0 \end{aligned}$$

Estos conjuntos de ecuaciones, muestran que ahora se ha formado una solución factible inicial.

$$\begin{aligned} \therefore \text{ Se igualan } X_1, X_2 \text{ Y } S_2 \text{ a cero} \\ 2(0) + 4(0) + 1(S_1 + 0(0) + 0(0)) \quad 0(0) &= 80 \\ 0 + 0 + 1S_1 + 0 + 0 + 0 &= 80 \\ S_1 &= 80 \end{aligned}$$

Igualando a cero  $X_1, X_2, S_1$

$$1(0) + 1(0) + 0(0) + 0(0) + 1A_1 + 0(0) = 25$$

$$\begin{aligned} A_1 &= 25 \\ A_2 &= 120 \end{aligned}$$

$X_1 = 0$       Esta solución, aunque factible para las  
 $X_2 = 0$       restricciones, no lo es para el problema, ya  
 $S_1 = 0$       que se ubica en el origen (0,0)  
 $S_2 = 0$

Vaciando los valores a la tala (1)

cálculo Zj

$$\begin{array}{r} 0 \times 80 = 0 \\ 300 \times 25 = 7500 \\ 300 \times 120 = 36000 \\ \hline 43500 \end{array}$$

cálculo de ZX1

$$\begin{array}{r} 0 \times 2 = 0 \\ 300 \times 1 = 300 \\ 300 \times 8 = 2400 \\ \hline 2700 \end{array}$$

ZX2

$$\begin{array}{r} 0 \times 4 = 0 \\ 300 \times 1 = 300 \\ 300 \times 6 = 1800 \\ \hline 2100 \end{array}$$

ZS1

$$\begin{array}{r} 0 \times 0 = 0 \\ 300 \times 0 = 0 \\ 300 \times 0 = 0 \\ \hline 0 \end{array}$$

ZS2

$$\begin{array}{r} 0 \times 0 = 0 \\ 300 \times 0 = 0 \\ 300 \times -1 = 300 \\ \hline -300 \end{array}$$

ZA1

$$\begin{array}{r} 0 \times 0 = 0 \\ 300 \times 1 = 300 \\ 300 \times 0 = 0 \\ \hline 300 \end{array}$$

ZA2

$$\begin{array}{r} 0 \times 0 = 0 \\ 300 \times 0 = 0 \\ 300 \times 1 = 300 \\ \hline 300 \end{array}$$

## CALCULANDO LOS NUEVOS VALORES PARA LA TABLA (2)

Analizando la tabla (1), y de acuerdo con la regla, para determinar la variable de entrada se elige la de mayor cantidad, con signo negativo, o sea X1 con el valor (-2670).

Variable que sale.

$$S1 \ 80 / 2 = 40$$

$$A1 \ 25 / 1 = 25$$

$$A2 \ 120 / 8 = 15$$

Se selecciona el cociente no negativo de menor valor, o sea A2, esta será la variable que sale.

Calculando nuevos valores de (X1)

Elemento pivote = 8

120, 8, 6, 0, -1, 0, 1,

8

15, 1, .75, 0, -.125, 0, .125 renglón reemplazante

Calculo de (A1)

Elemento de intersección (1)

1(15, 1, .75, 0, -.125, 0, .125)

15 1 .75, 0 -.125 0 .125

Renglón antiguo

15 1 1 0 0 1 0

15 .1 .75 0 -.125 0 .125

10 0 .25 0 .125 1 -.125

Cálculo de (S1)

ELEMENTO DE INTRSECCION = 2

2 (15, 1, .75, 0, -.125, 0, .125)  
30 2 1.5 0 -.25 0 .25

Renglón antiguo

80 2 4 1 0 0 0

30 2 1.5 0 -.25 0 .25

---

50 0 2.5 1 .25 0 -.25

Cálculo Zf

0 x 50 = 0  
300 x 10 = 3000  
30 x 15 = 450  

---

3450

Cálculo de ZX1

0 x 0 = 0  
300 x 0 = 0  
30 x 1 = 30  

---

30

ZX2

0 x 2.5 = 0  
300 x .25 = 75  
30 x .075 = 22.5  

---

97.5

ZS1

0 x 1 = 0  
300 x 0 = 0  
30 x 0 = 0  

---

0

ZS2

$$\begin{array}{r} 0 \times .25 = 0 \\ 300 \times .125 = 37.5 \\ 30 \times -.125 = -3.75 \\ \hline 33.75 \end{array}$$

ZA1

$$\begin{array}{r} 0 \times 0 = 0 \\ 300 \times 1 = 300 \\ 30 \times 0 = 0 \\ \hline 300 \end{array}$$

ZA2

$$\begin{array}{r} 0 \times -.25 = 0 \\ 300 \times -.125 = -37.50 \\ 30 \times .125 = 3.75 \\ \hline -33.75 \end{array}$$

Analizando la tabla 2

Se observa que, aún hay valores negativos, por lo que, se continúa el proceso de búsqueda iniciando el cálculo de valores para la nueva tabla (3).

La Variable que entra, es la X2, porque posee el valor, con la cantidad más negativa, que es -87.5

- La variable que sale

$$\begin{array}{l} S1 \quad 50 / 2.5 = 20 \\ A1 \quad 10 / .25 = 40 \\ X1 \quad 15 / .75 = 20 \end{array}$$

En vista de que hay 2 valores que empatan para la variable de salida, es indiferente que salga cualquiera, por lo que se seleccionará (S1), ya que, ésta había permanecido más tiempo en la base.

Cálculo de los valores para X2.

Elemento pivote 2.5

50	0	2.5	1	2.5	0	-0.25
----	---	-----	---	-----	---	-------

---

2.5

20	0	1	.40	.10	0	-.10	Renglón reemplazo
----	---	---	-----	-----	---	------	-------------------

Cálculo de A1

Elementos de intersección .25

.25	(20	0	1	.40	.10	0	-.10)
	5	0	.25	.10	.025	0	-.025

Renglón antiguo

10	0	.25	0	.125	1	-.125
----	---	-----	---	------	---	-------

---

5	0	.25	.10	.025	0	-.025
---	---	-----	-----	------	---	-------

---

5	0	0	-.10	-.10	1	-.10
---	---	---	------	------	---	------

Cálculo X1

Elemento intersección .75

.75	( 20	0	1	.40	.10	0	-.10)
	15	0	.75	.30	.075	0	-.075

Renglón antiguo

15	1	.75	0	-.125	0	.125
15	0	.75	.30	.075	0	-.075

---

0	1	0	-.30	-.20	0	.20
---	---	---	------	------	---	-----

Cálculo Zj

10	x	20	=	200
300	x	5	=	1500
30	x	0	=	0

---

Zj = 1700

**Cálculo de ZX1**

$$\begin{array}{r}
 10 \times 0 = 0 \\
 300 \times 0 = 0 \\
 30 \times 1 = 30
 \end{array}$$

$$\underline{\text{ZX1} = 30}$$

**ZX2**

$$\begin{array}{r}
 10 \times 1 = 10 \\
 300 \times 0 = 0 \\
 30 \times 0 = 0
 \end{array}$$

$$\underline{\text{ZX2} = 10}$$

**ZS1**

$$\begin{array}{r}
 10 \times .40 = 4 \\
 300 \times -.10 = -30 \\
 30 \times -.30 = -9
 \end{array}$$

$$\underline{\text{ZS1} = -35}$$

**ZS2**

$$\begin{array}{r}
 10 \times .10 = 1 \\
 300 \times .10 = 30 \\
 30 \times -.20 = -6
 \end{array}$$

$$\underline{25}$$

**ZA1**

$$\begin{array}{r}
 10 \times 0 = 0 \\
 300 \times 1 = 300 \\
 30 \times 0 = 0
 \end{array}$$

$$\underline{300}$$

**ZA2**

$$\begin{array}{r}
 10 \times -.10 = -1 \\
 300 \times -.10 = -30 \\
 30 \times .20 = 6
 \end{array}$$

$$\underline{-25}$$

La tabla 3, aún muestra la posibilidad de buscar una solución óptima, pues aún existe una variable negativa.

#### Cálculo de la tabla 4

- La variable que entra a la base, es S2, ya que, es la única variable que queda con signo negativo.

- La variable que sale

X2 20 / .10 = 200  
A1 5 / .10 = 50  
X1 0 / -.20 = 0

Se selecciona la variable, cuyo cociente sea el menor no negativo, en este caso es A1, ya que, el cociente cero de X1, no se admitiría, de acuerdo con la regla de: dividir las cantidades de la columna "segundo término", entre los coeficientes positivos de la variable que ingresa para este caso el coeficiente de X1 es negativo, por tanto, queda descartada la posibilidad de salida.

#### Cálculo de valores para (S2)

Elemento pivote .10

5	0	0	-.10	.10	1	-.10
---	---	---	------	-----	---	------

---

.10

50	0	0	-1	1	10	-1	renglón reemplazado
----	---	---	----	---	----	----	---------------------

#### Cálculo de X2

Elemento de intersección .10

.10	(50	0	0	-1	1	10	-1)
	5	0	0	-.10	.10	1	-.10

**Reglón antiguo**

20	0	1	.40	.10	0	-.10
<hr/>						
5	0	0	-.10	10	1	-.10
<hr/>						
15	0		.50	0	-1	0

**Cálculo de X1**

**Elemento de intersección -.20**

-.20	(50	0	0	-1	1	10	-1)
	-10	0	0	.20	-.20	-2	.20

**Reglón antiguo**

0	1	0	-.30	-.20	0	.20
<hr/>						
10	0	0	.20	-.20	-2	.20
<hr/>						
10	1	0	-.50	0	2	0

**Cálculo Zj**

$$\begin{aligned}
 10 \times 15 &= 150 \\
 0 \times 50 &= 0 \\
 30 \times 10 &= 300 \\
 \hline
 &450
 \end{aligned}$$

**Cálculo de ZX1**

$$\begin{aligned}
 10 \times 0 &= 0 \\
 0 \times 0 &= 0 \\
 30 \times 1 &= 30 \\
 \hline
 &30
 \end{aligned}$$

**Zx2**

$$\begin{aligned}
 10 \times 1 &= 10 \\
 300 \times 0 &= 0 \\
 30 \times 0 &= 0 \\
 \hline
 &10
 \end{aligned}$$

ZS1

$$\begin{array}{r}
 10x - 5 = 5 \\
 0x - 1 = 0 \\
 30x - 50 = -15 \\
 \hline
 -10
 \end{array}$$

ZS2

$$\begin{array}{r}
 10x = 0 \\
 0x - 1 = 0 \\
 30x = 0 \\
 \hline
 0
 \end{array}$$

ZA1

$$\begin{array}{r}
 10x - 1 = -10 \\
 0x + 10 = 0 \\
 30x + 2 = 60 \\
 \hline
 50
 \end{array}$$

ZA2

$$\begin{array}{r}
 10x = 0 \\
 0x - 1 = 0 \\
 \hline
 0
 \end{array}$$

Los resultados obtenidos en la tabla 4, cumplen con la prueba de OPTIMIDAD para los problemas de MINIMIZACION, que, indica que el proceso de solución se continúa, hasta que los valores del renglón  $(C_j - Z_j)$  sean ceros o positivos, lo cual, indica que se ha obtenido una solución básica óptima.

TABLA 1

(MINIMIZACION - VARIABLES ARTIFICIALES)

	Cj		30	10	0	0	300	300
CB	VARIABLES EN LA BASE	SEGUNDO TERMINO (SOLUCION)	X1	X2	S1	S2	A1	A2
0	S1	80	2	4	0	0	0	0
300	A1	25	1	1	0	0	1	0
300	A2	120	8	6	0	-1	0	1
	Zj	43500	2700	2100	0	-300	300	300
	Cj-Zj		-2670	-2090	0	300	0	0

TABLA 2

((MINIMIZACION - VARIABLES ARTIFICIALES))

	Cj		30	10	0	0	300	300
CB	VARIABLES EN LA BASE	SEGUNDO TERMINO (SOLUCION)	X1	X2	S1	S2	A1	A2
0	S1	50	0	2.5	1	.25	0	-.25
300	A1	10	0	.25	0	.125	1	-.125
30	X2	15	1	.75	0	-.125	0	.125
	Zj	3450	30	97.5	0	33.75	300	-33.75
	Cj-Zj		0	-87.5	0	-33.75	0	333.75

TABLA 3

((MINIMIZACION - VARIABLES ARTIFICIALES))

	Cj		30	10	0	0	300	300
CB	VARIABLES EN LA BASE	SEGUNDO TERMINO (SOLUCION)	X1	X2	S1	S2	A1	A2
0	X2	20	0	1	.40	.10	0	-.10
300	A1	5	0	0	-10	.10	1	-.10
30	X1	0	1	0	-.30	-.20	0	.20
	Zj	1700	30	10	-35	25	300	-25
	Cj-Zj		0	0	35	-25	0	325

TABLA 4

((MINIMIZACION - VARIABLES ARTIFICIALES))

	Cj		30	10	0	0	300	300
CB	VARIABLES EN LA BASE	SEGUNDO TERMINO (SOLUCION)	X1	X2	S1	S2	A1	A2
10	X2	15	0	1	.50	0	-1	0
0	S2	50	0	0	-1	1	10	-1
30	X1	10	1	0	-.50	0	2	0
	Zj	450	30	10	-10	0	50	0
	Cj-Zj		0	0	10	0	250	300

## C) CONVERSION DE UN PROBLEMA DE MINIMIZACION EN UNO DE MAXIMIZACION

Es una forma muy sencilla de resolver los problemas de minimización, un problema de minimización, puede convertirse en uno de maximización, con solo multiplicar los coeficientes de la función objetivo del problema de maximización, por (-1), una vez que el problema de maximización, es planteado, se procede al desarrollo del método simplex normal, siguiendo todas sus etapas.

Ejemplo de maximización con restricciones de "igual que" y "mayor que" así como variables artificiales.

$$\begin{aligned} \text{MAXIMIZAR } Z &= 30X_1 + 10X_2 \\ 2X_1 + 4X_2 &\leq 80 \\ X_1 + X_2 &= 25 \\ 8X_1 + 6X_2 &\geq 120 \\ X_1, X_2 &\geq 0 \end{aligned}$$

Para aplicar el algoritmo de la maximización, se multiplican los coeficientes de la función objetivo, por (-1), transformandose de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} Z &= -30X_1 - 10X_2 \\ 2X_1 + 4X_2 &\leq 80 \\ X_1 + X_2 &= 25 \\ 8X_1 + 6X_2 &\geq 120 \\ X_1, X_2 &\geq 0 \end{aligned}$$

Una vez hecha la multiplicación por (-1), se convierten en igualdades las desigualdades y se aplica el algoritmo simplex al problema modificado, asegurándose, en cada iteración, que las ecuaciones contienen una solución factible básica.

Al problema modificado, se le añade una variable de holgura, a la primera restricción y a la tercera, que tiene signo se les resta una variable de excedente, con el fin de producir un conjunto de igualdades de restricción, obteniéndose lo siguiente:

$$\begin{aligned} Z &= -30X_1 - 10X_2 + 0S_1 + 0S_2 \\ 2X_1 + 4X_2 + 1S_1 + 0S_2 &= 80 \\ X_1 + X_2 + 0S_1 + 1S_2 &= 25 \\ 8X_1 + 6X_2 + 0S_1 - 1S_2 &= 120 \\ X_1, X_2, S_1, S_2 &\geq 0 \end{aligned}$$

\*No se puede formar una matriz identidad, debido a que el vector columna contiene -1.

Para transferir, las igualdades de restricción, a la tabla inicial, es necesario identificar una solución factible básica, para ello, deberá existir una matriz identidad en el cuerpo de las restricciones, lo cual no se observa, por lo tanto, hace necesario agregar variables artificiales (A), al conjunto de igualdades de restricción, y ahora tiene:

MAXIMIZAR:

$$\begin{aligned}
 Z &= -30X_1 - 10X_2 + 0S_1 + 0S_2 - 300A_1 - 300A_2 \\
 2X_1 + 4X_2 + 1S_1 + 0S_2 + 0A_1 + 0A_2 &= 80 \\
 X_1 + X_2 + 0S_1 + 0S_2 + 1A_1 + 0A_2 &= 25 \\
 8X_1 + 6X_2 + 0S_1 - 1S_2 + 0A_1 + 1A_2 &= 120 \\
 X_1, X_2, S_1, S_2, A_1, A_2 &\geq 0
 \end{aligned}$$

Este nuevo conjunto de ecuaciones, ya muestra la matriz identidad, en el cuerpo de las restricciones modificadas, en las que las variables,  $S_1, A_1, A_2$ , representan una solución factible básica inicial, para ello se igualan  $X_1, X_2$  y  $S_2$  a cero, entonces:

$$\begin{aligned}
 1S_1 + 0A_1 + 0A_2 &= 80 \\
 0S_1 + 1A_1 + 0A_2 &= 25 \\
 0S_1 + 0A_1 + 1A_2 &= 120
 \end{aligned}$$

∴ la solución inicial, es la que se presenta en la tabla 1.

$$\begin{aligned}
 X_1 &= 0 & X_2 &= 0 \\
 S_1 &= 80 & S_2 &= 0 \\
 A_1 &= 25 & A_2 &= 120
 \end{aligned}$$

Esta solución es equivalente al origen de las coordenadas (0,0) no obstante, el origen no es el punto factible de la solución; respecto a las variables artificiales, se tiene, una solución, sin embargo esta no se identificará con las variables originales y es necesario convertir la solución en términos de la variable original.

Elaborando la Tabla 1.

Calculando  $Z_j$

$$\begin{aligned}
 0 \times 80 &= 0 \\
 -300 \times 25 &= -7500 \\
 -300 \times 120 &= -36000 \\
 \hline
 &= -43500
 \end{aligned}$$

Cálculo de ZX1

$$\begin{array}{r} 0 \times 2 = 0 \\ -300 \times 1 = -300 \\ -300 \times 8 = -2400 \\ \hline -2700 \end{array}$$

ZX2

$$\begin{array}{r} 0 \times 4 = 0 \\ -300 \times 1 = -300 \\ -300 \times 6 = -1800 \\ \hline -2100 \end{array}$$

ZS1

$$\begin{array}{r} 0 \times 0 = 0 \\ -300 \times 0 = 0 \\ -300 \times 0 = 0 \\ \hline 0 \end{array}$$

ZA1

$$\begin{array}{r} 0 \times 0 = 0 \\ -300 \times 1 = -300 \\ -300 \times 0 = 0 \\ \hline -300 \end{array}$$

ZS2

$$\begin{array}{r} 0 \times 0 = 0 \\ 300 \times 0 = 0 \\ -300 \times -1 = 300 \\ \hline 300 \end{array}$$

ZA2

$$\begin{array}{r} 0 \times 0 = 0 \\ -300 \times 0 = 0 \\ -300 \times 1 = -300 \\ \hline -300 \end{array}$$



Cálculo de Zj

$$\begin{array}{rcl} 0 \times 50 & = & 0 \\ -300 \times 10 & = & -3000 \\ -30 \times 15 & = & -450 \\ \hline Z_j & = & -3450 \end{array}$$

ZX<sub>1</sub>

$$\begin{array}{rcl} 0 \times 0 & = & 0 \\ -300 \times 0 & = & 0 \\ -30 \times 1 & = & -30 \\ \hline & = & -30 \end{array}$$

ZX<sub>2</sub>

$$\begin{array}{rcl} 0 \times 2.5 & = & 0 \\ -300 \times .25 & = & -75.0 \\ -30 \times .75 & = & -22.5 \\ \hline ZX_2 & = & -97.5 \end{array}$$

ZS<sub>1</sub>

$$\begin{array}{rcl} 0 \times 1 & = & 0 \\ -300 \times 0 & = & 0 \\ -30 \times 0 & = & 0 \\ \hline & = & 0 \end{array}$$

ZS<sub>2</sub>

$$\begin{array}{rcl} 0 \times .25 & = & 0 \\ -300 \times .125 & = & -37.50 \\ -30 \times -.125 & = & 3.75 \\ \hline & = & -33.75 \end{array}$$

Cálculo de ZA<sub>1</sub>

$$\begin{array}{rcl} 0 \times 0 & = & 0 \\ -300 \times 1 & = & -300 \\ -30 \times 0 & = & 0 \\ \hline ZA_1 & = & -300 \end{array}$$

Cálculo de ZA<sub>2</sub>

$$\begin{array}{rcl} 0 \times -.25 & = & 0 \\ -300 \times -.125 & = & 37.50 \\ -30 \times .125 & = & -3.75 \\ \hline ZA_2 & = & 33.75 \end{array}$$

Se puede observar, en la tabla simplex que aún, los coeficientes de las variables son positivos, lo cual, implica que es posible buscar una nueva solución.

**CALCULO DE NUEVOS VALORES PARA LA TABLA (3)**

- Se selecciona la variable que entrará, o sea la del coeficiente positivo más grande, que en este caso, es  $X_2$ .

- Se selecciona la variable a salir

$$S_1 = 50 \div 2.5 = 20$$

$$A_1 = 10 \div .25 = 40$$

$$X_1 = 15 \div .75 = 20$$

En vista de que  $S_1$  y  $X_1$  empatan en valor, para elegir la variable que sale, se procede arbitrariamente, escogiendo cualquiera: Sin embargo, la que ha permanecido en la base es  $S_1$ , motivo por el cual, se determina, que sea la variable de salida.

- Fase de Pivoteo: 
$$\begin{array}{cccccc} 50, & 0, & 2.5, & .25, & 0, & -.25 \\ & & & 2.5 & & \end{array}$$

Renglón Reemplazo = 20, 0, 1, .40, .10, 0, -.10  
para  $X_2$

Cálculo del Renglón  $A_1$

$$\begin{array}{cccccc} .25(20, & 0, & 1, & .40, & .10, & 0, & -.10) \\ 5, & 0, & .25, & .1, & .025, & 0, & -.025) \end{array}$$

Se resta del Renglón antiguo

$$\begin{array}{cccccc} 10 & 0 & .25 & 0 & .125 & 1 & -.125 \\ - & & & & & & \\ \hline 5 & 0 & .25 & .10 & .025 & 0 & -.025 \\ 5 & 0 & 0 & -.10 & .10 & 1 & -.10 \end{array}$$

Cálculo del Renglón  $X_1$

$$\begin{array}{cccccc} .75(20, & 0, & 1, & .40, & .10, & 0, & -.10) \\ 15, & 0, & .75, & .3, & .075, & 0, & -.075 \end{array}$$

Restando del Renglón antiguo

$$\begin{array}{cccccc} 15, & 1, & .75, & 0, & -.125, & 0, & -.125 \\ - & & & & & & \\ \hline 15 & 0 & .75 & .3 & .075 & 0 & -.075 \\ 0 & 1 & 0 & -.30 & -.20 & 0 & .20 \end{array}$$

cálculo del renglón  $Z_j$

$$\begin{array}{r} -10 \times 20 = -200 \\ -300 \times 5 = -1500 \\ -30 \times 0 = \underline{0} \\ -1700 \end{array}$$

$ZX_1$

$$\begin{array}{r} -10 \times 0 = 0 \\ -300 \times 0 = 0 \\ -30 \times 1 = \underline{-30} \\ -30 \end{array}$$

$ZX_2$

$$\begin{array}{r} -10 \times 1 = -10 \\ -300 \times 0 = 0 \\ -30 \times 0 = \underline{0} \\ -10 \end{array}$$

$ZS_1$

$$\begin{array}{r} -10 \times .40 = -4 \\ -300 \times -.10 = 30 \\ -30 \times -.20 = \underline{9} \\ 35 \end{array}$$

$ZS_2$

$$\begin{array}{r} -10 \times .10 = -1 \\ -300 \times .10 = -30 \\ -30 \times -.20 = \underline{-6} \\ -25 \end{array}$$

$ZA_1$

$$\begin{array}{r} -10 \times 0 = 0 \\ -300 \times 1 = -300 \\ -30 \times 0 = \underline{0} \\ -300 \end{array}$$

$ZA_2$

$$\begin{array}{r} -10 \times -.10 = 1 \\ -300 \times -.10 = 30 \\ -30 \times .20 = \underline{-6} \\ 25 \end{array}$$

Los resultados ( $C_j - Z_j$ ) de la tabla 3, aún muestran un valor positivo de la variable  $S_2$ , esto indica, que existe todavía una solución óptima.

**CALCULO DE LOS NUEVOS VALORES PARA LA TABLA 4.**

La variable que entra es  $S_2$ , por ser la única con coeficiente positivo.

La variable que sale, se calcula:

$$\begin{aligned} X_2 &= 20 \div .10 = 200 \\ A_1 &= 5 \div 10 = 50 \\ X_1 &= 0 \div -.20 = 0 \end{aligned}$$

La variable  $X_1$ , es la que tiene el menor coeficiente, sin embargo, éste es un coeficiente negativo, y la regla específica que se consideran sólo los coeficientes positivos, es decir, que se excluyen los ceros y los negativos; en consecuencia la variable de menor coeficiente es  $A_1$ .

Cálculo de los nuevos renglones.

$$S_2 = \begin{array}{ccccccc} 5 & 0 & 0 & -.10 & .10 & 1 & -.10 \\ & & & & .10 & & \end{array}$$

Reemplazo 50, 0, 0, -1, 1, 10, -1

Cálculo de  $X_2$

$$\begin{array}{ccccccc} .10(50, & 0, & 0, & -1, & 1, & 10, & -1) \\ 5, & 0, & 0, & -.10, & .10, & 1, & -.10 \end{array}$$

Restando del renglón antiguo

$$\begin{array}{ccccccc} 20 & 0 & 1 & .40 & .10 & 0 & -.10 \\ - & & & & & & \\ 5 & 0 & 0 & -.10 & .10 & 1 & -.10 \\ \hline 15 & 0 & 1 & .50 & 0 & -1 & 0 \end{array}$$

Cálculo de  $X_1$

$$\begin{array}{ccccccc} -.20(50, & 0, & 0, & -1, & 1, & 10, & -1) \\ (-10, & 0, & 0, & .20, & -.20, & -2, & .20) \end{array}$$

Restando el renglón antiguo

$$\begin{array}{ccccccc} 0 & 1 & 0 & -.30 & -.20 & 0 & .20 \\ - & & & & & & \\ -10 & 0 & 0 & .20 & -.20 & -2 & .20 \\ \hline -10 & 1 & 0 & -.50 & 0 & 2 & 0 \end{array}$$

Cálculo de ZJ

$$\begin{array}{r} -10 \times 15 = -150 \\ 0 \times 50 = 0 \\ -30 \times 10 = -300 \\ \hline -450 \end{array}$$

Cálculo de Zx1

$$\begin{array}{r} -10 \times 0 = 0 \\ 0 \times 0 = 0 \\ -30 \times 1 = -30 \\ \hline -30 \end{array}$$

Cálculo de Zx2

$$\begin{array}{r} -10 \times 1 = -10 \\ 0 \times 0 = 0 \\ -30 \times 0 = 0 \\ \hline -10 \end{array}$$

Cálculo de ZS1

$$\begin{array}{r} -10 \times .5 = -5 \\ 0 \times -1 = 0 \\ -30 \times -.5 = +15 \\ \hline 10 \end{array}$$

Cálculo de ZS2

$$\begin{array}{r} -10 \times 0 = 0 \\ -0 \times 1 = 0 \\ -30 \times 0 = 0 \\ \hline 0 \end{array}$$

Cálculo de ZA1

$$\begin{array}{r} -10 \times -1 = 10 \\ -0 \times 10 = 0 \\ -30 \times 2 = -60 \\ \hline -50 \end{array}$$

Cálculo de ZA1

$$\begin{array}{r} -10 \times 0 = 0 \\ -0 \times -1 = 0 \\ -30 \times 0 = 0 \\ \hline 0 \end{array}$$

TABLA INICIAL (1)

	C <sub>j</sub>		-30	-10	0	0	-300	-300
CB	VARIABLES EN LA BASE	SEGUNDO TERMINO (SOLUCION)	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>
0	S <sub>1</sub>	80	2	4	1	0	0	0
-300	A <sub>1</sub>	25	1	1	0	0	1	0
-300	A <sub>2</sub>	120	0	6	0	-1	0	1
	Z <sub>j</sub>	-43500	-2700	-2100	0	300	-300	-300
	C <sub>j</sub> - Z <sub>j</sub>		2670	2090	0	-300	0	0

TABLA (2)

	C <sub>j</sub>		-30	-10	0	0	-300	-300
CB	VARIABLES EN LA BASE	SEGUNDO TERMINO (SOLUCION)	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>
0	S <sub>1</sub>	50	0	2.5	1	.25	0	-.25
-300	A <sub>1</sub>	10	0	.25	0	.125	1	-.125
-30	X <sub>1</sub>	15	1	0.75	0	-0.125	0	0.125
	Z <sub>j</sub>	-3450	-30	-07.5	0	-33.75	-300	33.75
	C <sub>j</sub> - Z <sub>j</sub>		0	07.5	0	33.75	0	-333.75

TABLA (3)

	C <sub>j</sub>		-30	-10	0	0	-300	-300
CB	VARIABLES EN LA BASE	SEGUNDO TERMINO (SOLUCION)	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>
-10	X <sub>2</sub>	20	0	1	.40	.10	0	-10
-300	A <sub>1</sub>	5	0	0	-10	.10	0	-10
-30	X <sub>1</sub>	0	1	0	.30	-.20	0	.20
	Z <sub>j</sub>	-1700	-30	-10	35	-25	-300	25
	(C <sub>j</sub> - Z <sub>j</sub> )		0	0	-35	25	0	-325

TABLA (4)

	C <sub>j</sub>		-30	-10	0	0	-300	-300
CB	VARIABLES EN LA BASE	SEGUNDO TERMINO (SOLUCION)	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>
-10	X <sub>2</sub>	15	0	1	.5	0	-1	0
0	S <sub>2</sub>	50	0	0	-10	1	-10	-1
-30	X <sub>1</sub>	10	1	0	.5	0	-2	0
	Z <sub>j</sub>	-450	-30	-10	10	0	-50	0
	(C <sub>j</sub> - Z <sub>j</sub> )		0	0	-10	0	-250	-300

La solución es :  $X_1 = 10$        $S_1 = 0$

$X_2 = 15$        $S_2 = 50$

La etapa final del proceso de solución es multiplicar Z por (-) :  $Z = -450(-) = 450$

**D) VALORES NEGATIVOS EN EL "SEGUNDO TERMINO" O LADO DERECHO DEL SIGNO DE IGUALDAD.**

Con frecuencia podrían encontrarse restricciones en los que el valor del "Segundo Término", es negativo, por ejemplo:

$$\begin{array}{rcl} 12X_1 - 4X_2 & = & -8 \\ X_1 - X_2 & \leq & -2 \\ 2X_1 - X_2 & \leq & -7 \end{array}$$

En estos casos lo primero que deberá hacerse es convertir estos valores negativos a positivos antes de iniciar el proceso simplex, el método para lograr ésto consiste en:

Multiplicar ambos términos de la restricción por (-1) y si la restricción es una desigualdad se deberá invertir el sentido de la desigualdad.

En el ejemplo anterior quedaría de la siguiente manera:

$$\begin{array}{rcl} -12X_1 + 4X_2 & = & 8 \\ -X_1 + X_2 & \geq & 2 \\ -2X_1 + X_2 & \geq & 7 \end{array}$$

Después de hacer esto se pueden utilizar estas expresiones como restricciones en el proceso simplex.

**E) Problemas no acotados.**- Son los problemas en los que durante la búsqueda de la solución óptima, se tiene que detener el desarrollo del método, debido a que no existen coeficientes positivos en la columna que entra, para determinar la variable de salida. Estos problemas se caracterizan porque fuera de lo común, no tienen una solución óptima; lo anterior puede deberse a un error en el planteamiento del problema y, en apariencia, la función objetivo da la impresión de que puede crecer sin límite.

Ejemplo:

$$\begin{array}{rcl} \text{Maximizar } Z & = & X_1 + X_2 \\ -X_1 + X_2 & \leq & 2 \\ X_1 - X_2 & \leq & 2 \\ X_1, X_2 & \geq & 0 \end{array}$$

Transformando a igualdades

$$\begin{array}{rcl} Z & = & X_1 + X_2 + 0S_1 + 0S_2 \\ -X_1 + X_2 + 1S_1 + 0S_2 & = & 2 \\ X_1 - X_2 + 0S_1 + 1S_2 & = & 2 \\ X_1, X_2, S_1, S_2 & \geq & 0 \end{array}$$

Vaciando los valores en la primera tabla Simplex.

TABLA (1)

	Cj		1	1	0	0
CB	Variable en la base	Segundo Término (Solución)	X1	X2	S1	S2
0	S1	2	-1	1	1	0
0	S2	2	1	-1	0	1
	Zj	0	0	0	0	0
	Cj - Zj		1	1	0	0

La tabla (1) indica que las variables X1 y X2 tienen empate en valor, por lo cual, al seleccionar la variable de entrada para elaborar la tabla simplex (2), se podrá elegir arbitrariamente cualquiera; para este caso, se elige X<sub>1</sub> como variable de entrada. En seguida, se define cuál será la variable de salida, mediante el proceso de dividir los valores del "Segundo Término" entre los coeficientes positivos de la columna de la variable que entra; los valores cero o negativos se eliminan automáticamente, por lo que el único valor que queda es  $2 / 1 = 2$  correspondiente a S<sub>2</sub>, lo cual indica que ésta será la variable de salida.

TABLA (2)

	Cj		1	1	0	0
CB	Variable en la base	Segundo Término (Solución)	X1	X2	S1	S2
0	S1	4	0	0	1	1
0	S2	2	1	-1	0	1
	Zj	2	1	-1	0	1
	Cj - Zj		0	2	0	-1

Cálculo de los elementos que actualizan la tabla 2.

$X_1$  elemento pivote 1

$$\begin{array}{cccccc} 2 & 1 & -1 & 0 & 1 & \\ \hline & & 1 & & & \end{array} = \boxed{\begin{array}{ccccc} 2 & 1 & -1 & 0 & 1 \end{array}}$$

Renglón reemplazo

Actualizando  $S_1$

$$\begin{array}{cccccc} -1(2, & 1, & -1, & 0, & 1) \\ -2, & -1, & 1, & 0, & -1 \end{array}$$

Restando del renglón antiguo

$$\begin{array}{cccccc} 2 & 1 & -1 & 0 & 1 \\ - \\ \hline -2 & -1 & 1 & 0 & -1 \\ 4 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{array}$$

Al examinar la tabla 2, observamos que la siguiente variable de entrada es  $X_2$ ; sin embargo, al seleccionar la variable que sale y de acuerdo con la regla que indica: "Se dividen los valores del "Segundo Término" entre los coeficientes positivos de la variable que entra", tenemos:

Valores del	4/0	Coeficientes positivos de
Segundo Término	2/-1	la variable que entra.

Por tanto, como los coeficientes son cero y -1, no puede continuarse la búsqueda de solución óptima y estaremos ante un caso de: PROBLEMA NO ACOTADO.

## F) PROBLEMAS DEGENERADOS

Son aquellos problemas que al ser resueltos por el método Simplex. Pueden presentar situaciones peculiares tales como:

- Empate entre las variables, al determinar cuál variable debe salir de la base, esta situación puede darse durante el PIVOTEO y teóricamente presenta un "círculo vicioso" al buscar la solución óptima.
- También pueden presentarse cuando las variables básicas, en la tabla final, no son estrictamente positivas.

No obstante, aunque cualquiera de estas dos situaciones pudieran presentarse en un problema, ello no impide llegar a la solución óptima. La interpretación geométrica de la degeneración es que un vértice de solución factible está definida por "múltiples" restricciones.

Ejemplo:

$$\begin{aligned} \text{MINIMIZAR } Z &= X_1 + 3X_2 \\ X_1 + X_2 &\geq 1 \\ 2X_1 + 3X_2 &\geq 2 \\ X_1, X_2 &\geq 0 \end{aligned}$$

Se multiplican la función objetivo, por (-1) para convertirla en maximización, y transformar en igualdades las desigualdades, restando las variables de holgura, a cada restricción con desigualdad "mayor o igual que".

$$\begin{aligned} \text{MINIMIZAR} \\ Z &= -X_1 - 3X_2 + 0S_1 + 0S_2 \\ X_1 + X_2 - 1S_1 - 0S_2 &= 1 \\ 2X_1 + 3X_2 - 0S_1 - 1S_2 &= 2 \\ X_1, X_2, S_1, S_2 &\geq 0 \end{aligned}$$

En virtud de que, no se formará la matriz identidad, ya que, los coeficientes de las variables de holgura son negativos (-1), habrá que agregar variables artificiales.



Restando del renglón antiguo

$$\begin{array}{cccccc}
 1 & 1 & 1 & -1 & 0 & 1 & 0 \\
 \hline
 .67 & .67 & 1 & 0 & -.33 & 0 & .33
 \end{array}$$

$$\begin{array}{cccccc}
 .33 & .33 & 0 & -1 & .33 & 1 & -.33
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 \text{Calculando } Z_j - 100x \quad .33 = -33 \\
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad -3x \quad .67 = -2.0 \\
 \hline
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad -35.0
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 Z \times 1 \quad -100 \times .33 = -33 \\
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad -3 \times .67 = -2 \\
 \hline
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad -35
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 ZS1 \quad -100 \times -1 = 100 \\
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad -3 \times 0 = 0 \\
 \hline
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad 100
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 ZA1 \quad -100 \times 1 = -100 \\
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad -3 \times 0 = 0 \\
 \hline
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad -100
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 ZX2 \quad -100 \times 0 = 0 \\
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad -3 \times 1 = -3 \\
 \hline
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad -3
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 ZS2 \quad -100 \times .33 = -33 \\
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad -3 \times -.33 = .99 \\
 \hline
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad -32.01
 \end{array}$$

ZA2

$$\begin{array}{r} -100 \times -.33 = 33.00 \\ - 3 \times .33 = - .99 \\ \hline 32.01 \end{array}$$

Formando la TABLA 3

$$\begin{array}{l} \text{Variable que entra } X1 \\ \text{Variable que sale } A1 \end{array} \begin{array}{l} .33 / .33 = 1 \\ .67 / .67 = 1 \end{array}$$

Al seleccionar, vemos que hay empate, por lo que se elige cualquiera, en este caso sale X2.

Calculando los nuevos valores para X1, elemento pivote .67

$$\begin{array}{ccccccc} 67 & .67 & 1 & 0 & -.33 & 0 & .33 \\ \hline & & & .67 & & & \\ 1 & 1 & 1.5 & 0 & -.5 & 0 & .5 \end{array} \quad \text{renglón reemplazo}$$

Calculando A1, elemento intersección .33

$$\begin{array}{ccccccc} .33 & (1 & 1 & 1.5 & 0 & -.5 & 0 & .5) \\ .33 & .33 & .33 & .5 & 0 & -.165 & 0 & .165 \end{array}$$

Restando el renglón antiguo:

$$\begin{array}{ccccccc} .33 & .33 & 0 & -1 & .33 & 1 & -.33 \\ .33 & .33 & .5 & 0 & -.165 & 0 & .165 \\ \hline 0 & 0 & -.5 & -1 & .5 & 1 & -.5 \end{array}$$

Calculando Zj

$$\begin{array}{r} -100 \times 0 = 0 \\ - 1 \times 1 = -1 \\ \hline -1 \end{array}$$

ZX1

$$\begin{array}{r} -100 \times 0 = 0 \\ - 1 \times 1 = -1 \\ \hline -1 \end{array}$$

ZX2

$$\begin{array}{r} -100 \times -.5 = 50 \\ - 1 \times 1.5 = -1.5 \\ \hline 48.5 \end{array}$$

ZS2

$$\begin{array}{r} -100 \times .5 = -50 \\ - 1 \times -.5 = .5 \\ \hline -49.5 \end{array}$$

ZA2

$$\begin{array}{r} -100 \times -.3 = 50 \\ - 1 \times .3 = -.5 \\ \hline 49.5 \end{array}$$

ZS1

$$\begin{array}{r} -100 \times -1 = 100 \\ - 1 \times 0 = 0 \\ \hline 100 \end{array}$$

ZA1

$$\begin{array}{r} -100 \times 1 = -100 \\ - 1 \times 0 = 0 \\ \hline -100 \end{array}$$

Calculando la tabla 4

- Variable que entra S2
- Variable que sale A1  $0/5 = 0$

Calculando S2: elemento pivote

0	0	-0.5	-1	.5	1	-0.5
<hr/>						
			.5			

0 0 -1 -2 1 2 -1 renglón reemplazo

Calculando X1, elemento intersección

-0.5	0	0	-1	-2	1	2	-1
	0	0	.5	1	-0.5	-1	.5

Restando del renglón antiguo

1	1	1.5	0	-0.5	0	.5
<hr/>						
0	0	.5	1	-0.5	-1	.5

1 1 1 -1 0 1 0

Calculando Zj

$$\begin{array}{r} 0 \times 0 = 0 \\ -1 \times 1 = -1 \\ \hline -1 \end{array}$$

ZX2

$$\begin{array}{r} 0 \times -1 = 0 \\ -1 \times 1 = -1 \\ \hline -1 \end{array}$$



## PROBLEMAS DEGENERADOS

TABLA 1  
(PROBLEMAS DEGENERADOS)

	C <sub>j</sub>		-1	-3	0	0	-100	-100
CB	VARIABLES EN LA BASE	SEGUNDO TERMINO	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>
-100	A <sub>1</sub>	1	1	1	-1	0	1	0
-100	A <sub>2</sub>	2	2	3	0	-1	0	1
	Z <sub>j</sub>	-300	-300	-400	100	100	-100	-100
	C <sub>j</sub> -Z <sub>j</sub>		299	397	-100	-100	0	0

TABLA 2  
(PROBLEMAS DEGENERADOS)

	C <sub>j</sub>		-1	-3	0	0	-100	-100
CB	VARIABLES EN LA BASE	SEGUNDO TERMINO	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>
-100	A <sub>1</sub>	.33	.33	0	-1	.33	1	-.33
-3	X <sub>2</sub>	.67	.67	1	0	-.33	0	.33
	Z <sub>j</sub>	-35	-35	-3	100	-32	-100	32
	C <sub>j</sub> -Z <sub>j</sub>		34	0	-100	32	0	-132

TABLA 3

(PROBLEMAS DEGENERADOS)

	C <sub>j</sub>		-1	-3	0	0	-100	-100
CB	VARIABLES EN LA BASE	SEGUNDO TERMINO	X	X	S	S	A	A
-100	A	0	0	-5	-1	.5	1	-.5
-1	X	1	1	1.5	0	-.5	0	.5
	Z <sub>j</sub>	-1	-1	48.5	100	-49.5	-100	49.5
	C <sub>j</sub> -Z <sub>j</sub>		0	-51.5	-100	49.5	0	-149.5

TABLA 4

(PROBLEMAS DEGENERADOS)

	C <sub>j</sub>							
CB	VARIABLES EN LA BASE	SEGUNDO TERMINO	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>
0	S <sub>2</sub>	0	0	-1	-2	1	2	-1
-1	X <sub>1</sub>	1	1	1	-1	0	1	0
	Z <sub>j</sub>	-1	-1	-1	1	0	-1	0
	C <sub>j</sub> -Z <sub>j</sub>		0	1-2	-1	0	-99	-100

### G) PROBLEMAS INCONSISTENTES

Son problemas que, pueden presentarse por error en el planteamiento, y se identificarán cuando en la tabla Simplex, en caso de llegar al óptimo, una variable artificial permanece en la base como solución a un nivel positivo: y con anterioridad, se ha señalado que las variables artificiales no tienen significado alguno para la solución, por lo cual, son problemas inconsistentes.

Un problema inconsistente, revela que las restricciones no tienen punto de comparación, ni de intersección, no forman un vértice que pudiera tomarse como referencia de solución, y en consecuencia, tampoco existe una región factible única, tornándose difícil obtener una solución, que satisfaga todos las restricciones en forma simultánea.

Es necesario revisar en un problema, si este, contiene restricciones inconsistentes; si el problema es de 2 variables, se puede revisar a través del método gráfico. Si el problema es de más de 2 variables y restricciones, entonces la revisión se efectuará, con base en el método simplex. Si las restricciones son mutuamente excluyentes, el problema no tiene solución, ya que, las restricciones identifican áreas de factibilidad incompatibles.

Ejemplo:

$$\begin{aligned} \text{MAXIMIZAR } Z &= X_1 + X_2 \\ X_1 + X_2 &\geq 2 \\ X_1 &\leq 1 \\ X_1, X_2 &\geq 0 \end{aligned}$$

Resolviendo:

1o.) Se igualan las restricciones, añadiendo variables de holgura.

$$\begin{aligned} Z &= X_1 + X_2 = 0S_1 + 0S_2 \\ X_1 + X_2 - 1S_1 + 0S_2 &= 2 \\ X_1 + X_2 + 0S_1 + 1S_2 &= 1 \\ X_1, X_2, S_1, S_2 &\geq 0 \end{aligned}$$

En este primer cálculo, se observa que no se tiene una matriz identidad, ya que, el coeficiente del primer  $S_1$ , es (-1), por lo cual, no podemos tener una solución básica inicial, por lo tanto es necesario entonces agregar una variable artificial a la restricción de "mayor o igual que", a esta variable, como se ha mencionado, se les asigna un coeficiente negativo grande para asegurar que no aparezca en la solución final.

$$\begin{aligned}
 Z &= X_1 + X_2 + 0S_1 - 100A_1 + 0S_2 \\
 X_1 + X_2 - 1S_1 + 1A_1 + 0S_2 &= 2 \\
 X_1 + X_2 + 0S_1 + 0A_1 + 1S_2 &= 1 \\
 X_1, X_2, S_1, S_2, A_1 &\geq 0
 \end{aligned}$$

Ahora, ya se esta en posibilidad de integrar la tabla inicial con una solución inicial.

TABLA INICIAL 1 (PROBLEMAS INCONSISTENTES)

	$C_j$		1	1	0	-100	0
CB	Variables en la Base	Segundo término (Solución)	$X_1$	$X_2$	$S_1$	$A_1$	$S_2$
-100	$A_1$	2	1	1	-1	1	0
0	$S_2$	1	1	1	0	0	1
	$Z_j$	-200	-100	-100	100	-100	0
	$C_j - Z_j$		101	101	-100	0	0

Calculando  $Z_j$

$$\begin{array}{r}
 -100 \times 2 = -200 \\
 0 \times 1 = 0 \\
 \hline
 -200
 \end{array}$$

ZX1

$$\begin{array}{r} -100 \times 1 = -100 \\ 0 \times 1 = 0 \\ \hline -100 \end{array}$$

ZX2

$$\begin{array}{r} -100 \times 1 = -100 \\ 0 \times 1 = 0 \\ \hline -100 \end{array}$$

ZS1

$$\begin{array}{r} -100 \times -1 = 100 \\ 0 \times 0 = 0 \\ \hline 100 \end{array}$$

ZA1

$$\begin{array}{r} -100 \times 1 = -100 \\ 0 \times 0 = 0 \\ \hline -100 \end{array}$$

ZS2

$$\begin{array}{r} -100 \times 0 = 0 \\ 0 \times 1 = 0 \\ \hline 0 \end{array}$$

En vista de que la tabla nos muestra que, aún se puede seguir buscando una solución, se procede a seleccionar la variable de entrada y la variable de salida.

En cuanto a la elección de la variable de entrada existe un empate entre X1 y X2 y se escoge cualquiera de manera arbitraria, por lo tanto se elige X1 como la variable de entrada.

- Seleccionando variable de salida

Se dividen, los valores del "segundo término", entre los coeficientes positivos de la variable de entrada.

$$A1 = 2 + 1 = 2$$

$$S2 = 1 + 1 = 1$$

La variable del menor cociente es S2, lo cual implica que, es la variable que sale y la siguiente tabla, quedaría integrada de la siguiente manera:

TABLA 2 (PROBLEMAS INCONSISTENTES)

	Cj		1	1	0	-100	0
CB	Variables en la Base	Segundo término	X1	X2	S1	A1	S2
-100	A1	1	0	0	-1	1	-1
1	X1	1	1	1	0	0	1
	Zj	-99	1	1	100	-100	101
	Cj-Zj		0	0	-100	0	-101

Actualizando los valores de la tabla tenemos:

$$\begin{array}{cccccccc}
 & & & \text{elemento pivote 1} & & & & \\
 X1 & & & & & & & \\
 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & = 1 & 1 & .1 & 0 & 0 & 1 \\
 & \hline
 & & & 1 & & & & & & & & & & \text{(renglón reemplazo)}
 \end{array}$$

$$A1 \quad 1 \ (1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1) = 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1$$

renglón antiguo

$$\begin{array}{r}
 2 \ 1 \ 1 \ -1 \ 1 \ 0 \\
 - \\
 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \\
 \hline
 1 \ 0 \ 0 \ -1 \ 1 \ -1
 \end{array}$$

Cálculo de:

Zj

$$\begin{array}{r}
 -100 \times 1 = -100 \\
 1 \times 1 = 1 \\
 \hline
 -99
 \end{array}$$

ZX2

$$\begin{array}{r}
 -100 \times 0 = 0 \\
 1 \times 1 = 1 \\
 \hline
 1
 \end{array}$$

ZA1

$$\begin{array}{r}
 -100 \times 1 = -100 \\
 1 \times 0 = 0 \\
 \hline
 -100
 \end{array}$$

ZX1

$$\begin{array}{r}
 -100 \times 0 = 0 \\
 1 \times 1 = 1 \\
 \hline
 1
 \end{array}$$

ZS1

$$\begin{array}{r}
 -100 \times -1 = 100 \\
 1 \times 0 = 0 \\
 \hline
 100
 \end{array}$$

ZS2

$$\begin{array}{r} -100 \times -1 = 100 \\ 1 \times 1 = 1 \\ \hline 101 \end{array}$$

Observando la tabla 2, encontramos que se esta frente a la "solución óptima", ya que los valores  $(C_j - Z_j)$ , son todos ceros o negativos, sin embargo, en la base continúa una variable artificial, y en consecuencia, el problema es inconsistente y carece de solución factible.

### 4.3 PUNTO DE EQUILIBRIO (MODELO COSTO - VOLUMEN - UTILIDAD)

La empresa del vestido, al igual que cualquier otra de diferente giro y magnitud, brinda a la comunidad su producción de prendas, buscando constantemente incrementar el patrimonio del propietario o de los socios, esto define, en cierta forma, su principal razón de ser.

En consecuencia, los empresarios, al desempeñar sus actividades, deberían poner especial atención en la obtención de utilidades, o por lo menos, buscar los caminos que los conduzcan a evitar las pérdidas y a cubrir el total de los costos en que incurran. Sin embargo, se ha detectado la carencia de lineamientos que orienten de manera formal su funcionamiento, en relación a, la producción, los costos de producción y utilidades, que son definidos solo con base en la experiencia, desconociendo:

- Los volúmenes mínimos de producción y venta que deben realizar, para cubrir, por lo menos, los gastos en que se incurre.
- Volúmenes máximos a producir y vender para alcanzar una utilidad deseada.
- No se aprovecha, en muchos casos, la capacidad total de producción de planta, es decir que, tal capacidad está subempleada.
- Se adquieren compromisos de producción, que llegan a resultar inalcanzables y desembocan en pérdidas.

La naturaleza de estos problemas, se analizó tomando en cuenta que dependen de variables endógenas y exógenas como:

**A) COSTO:** su aumento o disminución depende de factores como:

- Fuente de origen de la materia prima, (telas, hilos, botones, cierres y todo tipo de accesorios), es decir, si son nacionales o importados.
- Las condiciones de compra.
  - .Si se obtiene crédito en la compra de materia prima.
  - .Si se carga interés por el crédito.
  - .Si se obtienen descuentos por pronto pago.
  - .La calidad de la materia prima.
- Si la capacidad de producción está siendo explotada en su totalidad o parcialmente.

- Aumento en las tarifas de luz, agua o teléfono.
- Si los proveedores surten a tiempo la materia prima o se debe contar con almacén, para mantener una provisión suficiente que permita una producción fluida.
- La inflación tanto en el mercado de insumos, como en aquel en que se venderá el producto.
- El costo de mano de obra.
  - .Horas normales de trabajo.
  - .Horas extras de trabajo.
- Relación de inventarios.
- La inflación.
- Renta del local.
- Porcentaje de depreciación del edificio y el equipo.
- Impuestos.

#### **B) VOLUMEN DE PRODUCCION Y VENTAS.**

Esta variable es incontrolable, para algunas empresas, depende de factores como:

- Demanda del producto.
- Poder adquisitivo de la población a quien va dirigido el producto.
- Moda.
- Estación de año.
- Precio.
- Capacidad de producción de la planta.
- Disponibilidad de materia prima, de mano de obra, de recursos técnicos, económicos y humanos.
- Exportación.
- Importación.
- Región en que se ubica la empresa.

- Porcentaje del mercado que se requiere satisfacer.
- Composición de la población respecto a sexo, edad, grado de preparación, etc.
- Auge o depresión de la economía, ya que, esto genera capacidad ociosa, desempleo, desinversión o viceversa en caso de auge.

### C) UTILIDAD.

Esta variable a su vez, depende de:

- Los costos fijos y variables en que se incurra para producir y vender.
- Margen de utilidad.
- Costos marginales.
- Volumen de ventas.

### D) PRECIO.

La determinación de esta variable está sujeta a:

- Grado de competencia.
- Expectativas de ganancia, de los empresarios.
- Equilibrio entre la oferta y la demanda.
- Costo de producción, más un porcentaje de ganancia.
- Volumen de ventas.
- Condiciones de venta como: otorgar crédito, ventas de contado, entrega a domicilio, venta directa de fábrica.
- Calidad de la materia prima.
- Si el producto se va a exportar o se venderá en el país.

Los mencionados, desde luego, representan sólo algunos de los múltiples factores que influyen en la fluctuación de las operaciones de la empresa.

Es evidente, que lo antes expuesto, genera un mayor grado de incertidumbre, limitando los alcances de la planeación y exigiendo más capacidad, inteligencia y experiencia de quien toma las decisiones, a fin de, dar una interpretación apropiada a las diferentes variaciones de cada elemento identificado, las causas que lo originan, y de ser posible, diseñar las acciones que, dentro de las restricciones que se presentan, permitan tomar decisiones racionales y óptimas.

Considerando todo el panorama descrito, se llegó a la conclusión de que, para este caso, el modelo cuantitativo: costo-volumen-utilidad o punto de equilibrio, constituye una herramienta sencilla, ideal para auxiliar en la toma de decisiones, y aún más, si se utiliza en la forma automatizada.

#### 4.3.1 ¿ QUE ES EL PUNTO DE EQUILIBRIO ?

El punto de equilibrio, puede ser definido como el nivel de producción, con el cual, el ingreso total y el costo total son iguales, es decir, que no se tienen ganancias, ni pérdidas.

#### 4.3.2 ¿CUAL ES SU OBJETIVO?

Uno de los principales objetivos del punto de equilibrio, es determinar cuánto debe producirse y venderse, de un producto, línea de productos o servicios, para cubrir los costos, generados por la misma producción y venta, sin incurrir en pérdidas, ni obtener ganancias.

Mediante el modelo de punto de equilibrio, propuesto en este trabajo, el usuario podrá calcular:

- El volumen mínimo de producción y venta que debe realizar la empresa, para cubrir al menos sus costos, es decir, que no tenga, ni pérdidas, ni ganancias.
- El volumen máximo a producir y vender, para obtener la utilidad deseada, sin que se deterioren sus costos.
- Montos de utilidad o pérdida, que se obtendría al producir y vender diferentes volúmenes de prendas.

Aunque existen diferentes métodos de cálculo, del punto de equilibrio, como:

- El gráfico, el algebraico o el tabular, para efecto particular de este trabajo, solo se desarrollarán el algebraico y el tabular, llamado también de prueba y error.

#### 4.3.3 LIMITACIONES DEL PUNTO DE EQUILIBRIO.

Para efectos de este trabajo, sólo se utilizará el punto de equilibrio lineal, mismo que implica limitaciones, más aún con ellas, los resultados que proporciona son de mucha utilidad y de antemano se supone que, ninguna empresa operará intencionalmente a un nivel de producción, que lo aproxime a un segundo punto de equilibrio, de modo que, hiciera falta auxiliarse de un modelo de equilibrio no lineal.

- El punto de equilibrio, asume una forma lineal. Partiendo del supuesto de que, ni el Precio de Venta, ni el Costo Variable, dependen del volumen de ventas; y el caso es que, el aumento de ventas, en muchas ocasiones, se alcanza sólo rebajando el precio y esta es una consideración que no se toma en cuenta.
- Dificultad para clasificar los costos semivARIABLES, ya que, en algunos casos, no es posible separarlos en componentes fijos y variables.
- Se aplica normalmente a operaciones proyectadas para un año, por lo tanto, sólo nos sirve para hacer planes a corto plazo.
- La fluctuación de costos, representa una limitante para este caso, ya que, en ocasiones es difícil hacer una separación.
- En las empresas que fabrican varios productos, el significado de las cifras se vuelve impreciso y vago.
- Las cifras brutas, para el cálculo del costo fijo, el costo variable y el volumen de producción, ocultan detalles importantes de modo que, la imagen que surge de las operaciones globales de la compañía, puede parecer aceptable cuando existen problemas graves; la actuación excelente de un departamento o producto encubre la actuación deficiente de otros.
- Es requisito, contar con un buen sistema de costos, para aplicar el punto de equilibrio.
- No todas las empresas, tienen completo dominio de todas las variables, por ejemplo, las relacionadas con precios controlados, la variación de los costos fijos o el volumen de ventas.

- Los costos fijos, son difíciles de manejar cuando hay múltiples productos, porque la cantidad de esos costos atribuible a un producto individual, es difícil de determinar, por ejemplo, qué parte del sueldo fijo del contador, se debe asignar a una falda.
- Es poco probable que, el administrador de la empresa conozca los valores del precio de compra o el costo variable unitario, ya que, éste puede estar influido por factores como: calidad de la materia prima, horas de trabajo para su fabricación, aumentos en la tarifa de electricidad, etc.
- Las variables, precio de venta y costos variables, son exógenas y por ende incontrolables, esto significa que, no pueden manipularse para lograr un punto de equilibrio, en el que se obtengan utilidades a cualquier nivel deseado.
- El ingreso por venta, no necesariamente permanece constante, como supone el punto de equilibrio lineal, ya que, las empresas suelen ofrecer rebajas en el precio, o descuentos, por grandes volúmenes de compra.
- No permite determinar la liquidez de la empresa, ya que, los costos con los que se calcula, son los gastos que no requieren desembolso en efectivo, al momento de determinarlo, en este caso, es común que las empresas puedan estar en equilibrio, desde el punto de vista del efectivo, aunque operando con pérdidas, por tal motivo, es aconsejable aplicar el punto de equilibrio de efectivo, para reflejar las relaciones, entre producción y gasto total en efectivo.

#### **4.3.4 CONSIDERACIONES SOBRE EL PUNTO DE EQUILIBRIO.**

Las variables que se manejan en el punto de equilibrio como por ejemplo el ingreso total, costo total y volumen de producción, son endógenas, y por tanto controlables por quien toma las decisiones. En consecuencia, se consideran variables exógenas las que generalmente son determinadas por fuerzas exteriores al modelo.

- En el Punto de Equilibrio lineal, deben hacerse los siguientes supuestos: Tanto la función de ingresos como la de costos, guardan un comportamiento lineal, lo cual es válido dentro de un nivel relevante, de tal manera que, el fundamento de lineabilidad, no se aplica en niveles o volúmenes extremadamente altos o bajos, en estos últimos caso, se debe tener cuidado al leer e interpretar la información.

- Se supone que existe una sincronización perfecta entre el volumen de venta y el de producción, lo cual, implicaría que los inventarios de artículos terminados, permanezcan constantes, aunque, con el costo variable disminuye el posible efecto de los cambios en los niveles de inventarios.
- El cambio de alguna de las variables no tiene efecto en los demás, ya que se suponen constantes. Ejemplo, si el precio cambia, la demanda no se altera, lo cual no es cierto en todos los casos.
- Durante la búsqueda del Punto de Equilibrio, no hay modificación alguna, en efectividad y eficiencia en los insumos que intervienen en la organización.
- Los cambios en la eficiencia, de la fuerza de trabajo o de la utilización de las materias primas, afecta a, los beneficios, al Punto de Equilibrio y a la razón de contribución.
- Los cambios tecnológicos importantes, pueden influir en la reducción de costos.
- En el punto de equilibrio, el costo fijo, es igual al margen de contribución total.
- En el punto de equilibrio el ingreso total es igual al costo total.
- Al analizar las diferentes variables que intervienen en el punto de equilibrio, es importante, simular diferentes acciones respecto al precio, volumen o costo, a fin de incrementar las utilidades, esto se puede valorar, comparando lo presupuestado con lo actual, y se pueden seguir las estrategias enunciadas a continuación, según se considere prudente.

**COSTOS.** Toda organización intenta reducirlos, utilizando herramientas de control administrativo, por ejemplo, estableciendo estándares, áreas de responsabilidad, presupuestos, etc.

- El Punto de Equilibrio supone que existe la posibilidad de una perfecta diferenciación de los costos fijos y variables.

- De ser posible, separar en los costos variables, los que pertenezcan a producción y los que pertenezcan a ventas. En los costos fijos, separar los que correspondan a producción, administración y ventas.
- Tanto en los costos variables como fijos se deben incluir los de producción, de administración, de ventas, y financieros.
- Tener perfectamente determinado el comportamiento de costos, para prever los efectos, que una elevación ocasionaría a la utilidad.
- Si se incrementan los costos fijos, la empresa tiene que esforzarse doblemente por cubrirlos.
- El costo fijo, no varía con el volumen producido o vendido, estos cambios existen, aun cuando no se produzca, ni se venda.
- Los cambios en los costos fijos afectan a, los beneficios, y al Punto de Equilibrio, pero la razón de contribución permanece constante.
- Los cambios en los precios de venta, cambian los beneficios, el Punto de Equilibrio, y la razón de contribución.
- Los cambios en los costos fijos, pueden presentarse por depreciación de equipo o maquinaria que, se haya comprado para sustituir la obsoleta.
- Cuando aumenta el costo fijo, aumenta el volumen del punto de equilibrio y el apalancamiento operativo, a la vez, aumenta el costo total en la proporción igual al aumento del costo fijo.
- Si disminuyen los costos fijos, disminuye el volumen del punto de equilibrio y el apalancamiento operativo.
- Una empresa cuya estructura de costos variables sea alta, respecto al precio de venta, es una empresa con una situación financiera muy riesgosa, debido a la gran sensibilidad a las variaciones, ya que, su margen de contribución es pequeño.
- Si aumentan los costos variables, aumenta también el costo total, y el volumen del punto de equilibrio, en consecuencia, el margen de contribución y las utilidades disminuyen.

- Si disminuyen los costos variables, el volumen del punto de equilibrio disminuye; aumentando el margen de contribución y las utilidades.
- Al calcular el Punto de Equilibrio, deben considerarse los siguientes aspectos:

Es posible que, los costos variables por unidad disminuyan dentro de cierto límite de producción, ya sea por descuento al comprar grandes volúmenes de materia prima, o por un mejor desempeño de la mano de obra; aunque también, podría darse el caso contrario, es decir, que aumentarían los costos variables, a causa de emplear trabajadores menos eficientes, también podrían darse mayores costos de almacén, o al comprar grandes cantidades de materia prima.

- Los CAMBIOS EN LOS VOLUMENES DE PRODUCCION Y VENTAS, tienen efecto directo, en las utilidades y en el punto de equilibrio, aunque la razón de contribución no cambia.
- Si se aumenta el volumen de producción y venta, por encima del punto de equilibrio, se obtiene utilidad.
- Si se produce un volumen, por abajo del punto de equilibrio, se tendrá una pérdida.
- COMPOSICION DE LA PRODUCCION; debe tenerse muy en cuenta, pues de ella depende, la obtención de utilidad y evitar la pérdida.
- CAMBIOS EN LA COMPOSICION DEL PRODUCTO: Pueden hacer variar, la utilidad, el punto de equilibrio y la razón de contribución.
- COMPOSICION DE VENTAS: Cada línea de ropa, genera diferentes márgenes de contribución, por lo que, resulta indispensable analizar, si se puede mejorar la composición, vendiendo las líneas que generan mayor margen de contribución, lo importante es, vender la composición óptima.
- VOLUMEN DE VENTA: Aumentarlo mediante campañas publicitarias, o bien, ofreciendo mejor servicio a los clientes, introduciendo nuevas líneas de ropa, es una estrategia que la empresa debe seguir.

- Cuando la empresa ofrezca a la venta, diferentes líneas de ropa, deberá tenerse cuidado de que, la mezcla de estilos, clases y calidad, sea óptima, de acuerdo con el margen de contribución de cada línea.
- El volumen de ventas, deberá estar en función del capital invertido en activo fijo y la utilidad que se desee obtener, antes o después de impuestos.
- Respecto a las decisiones de "fabricar o hacer" una prenda, en vez, de comprarla, debe tomarse en cuenta que, si se fabrica se incurrirá, tanto en costos fijos, como variables, pero si se compra, se evitan los costos fijos; por lo tanto, se requiere efectuar una valoración de ambas situaciones y partiendo de allí tomar la decisión.
- En caso de tener que decidir, entre dos procesos de fabricación que ofrecen distintas condiciones de costos, la elección, dependerá, de la evaluación que se obtenga de, la comparación entre costos, es decir, si un proceso A comprende costos fijos muy altos, pero costos variables, por unidad, más bajos, este proceso puede ser atractivo sólo a grandes volúmenes de producción.
- Si la empresa tiene capacidad productiva ociosa, puede buscar alternativas para aprovecharla, por ejemplo, producir para otras empresas, siempre que se tenga una utilidad incremental, y considerar sólo los costos incrementales, aceptando cualquier precio, siempre y cuando sea mayor que los costos variables por unidad, asociados con la producción adicional.
- Respecto a las decisiones de "arrendar o comprar".
  - \* La compra, implica incurrir, en un costo fijo ineludible, así como, en costos de operación relativamente bajos.
  - \* Si se decide arrendar, no habrá costos fijos de alquiler, pero, el costo variable será más alto, por lo que, es necesario examinar esta situación, probando los resultados para ambas opciones.
- **PRECIOS.** Es necesario analizar posibles aumentos o disminuciones, relacionándolos con la inflación y con el comportamiento de la competencia para poder, incrementar el volumen, o bien, reducir los costos variables, derivando esa reducción al cliente de tal suerte que, aumente la demanda y por tanto las utilidades.

- Para esta empresa, que no esta sujeta a control de precios, la estrategia respecto al precio, es tomar en cuenta el mercado en el que se están colocando los productos.
- Se impone la restricción de que, el precio sea mayor que el costo variable, puesto que, de otro modo, tendría lugar una producción, de equilibrio negativa, lo cual, no tiene sentido desde el punto de vista económico.
- Una empresa puede influir en su mercado, cargando precios diferentes, por diferentes cantidades suministradas.
- La demanda no se altera si hay un aumento de precios, es uno de los supuestos del punto de equilibrio lineal.
- Presupone que el ingreso total y el costo total, son directamente proporcionales al volumen de producción, y que se considera un solo producto (unicamente en algunos casos).
- Si el precio de venta disminuye, el ingreso por venta también disminuye, aumenta el volumen de producción y se debe aumentar el volumen de ventas, ya que, disminuyen las utilidades.
- Si el precio de venta aumenta, el volumen en el punto de equilibrio disminuye, aumenta el ingreso total, y se comienza a obtener utilidades, con un volumen de venta bajo.
- Si se reduce el precio y aumentan los costos variables, en la misma proporción, disminuyen las utilidades y aumenta el punto de equilibrio, esto muestra que, la disminución de precio, tiene un efecto más grave, sobre las utilidades, que un aumento de los costos variables en la misma proporción, esto es obvio si se toma en consideración que, la base sobre la que se reducen los precios es siempre más grande que la base para incrementar los costos variables en la misma proporción, es decir, en el caso en que se trate del mismo porcentaje de reducción e incremento.
- Si se incrementan en un porcentaje los costos variables y se reducen en el mismo porcentaje el precio de venta, la reducción del precio, afecta más la condición financiera de la empresa, que el incremento de los costos variables.
- Si se ofrecen descuentos, o rebajas, en el precio de venta, a fin de obtener mayores ventas, se habrá de considerar para el cálculo del punto de equilibrio.

- Respecto a los ASPECTOS ECONOMICOS las tendencias inflacionarias deben ser tomadas en cuenta e incluirse en las diferentes variables que intervienen en el punto de equilibrio, ya que, son algunas de las causas que amenazan, fuertemente, el logro de los objetivos.
- En época inflacionaria, se debe estar recalculando constantemente el Punto de Equilibrio, porque, este modelo es estático y al surgir un cambio en cualquiera de las variables, el punto de equilibrio se modifica.
- Es importante considerar que, en un país en donde el poder adquisitivo se ha deteriorado tanto, se presenta una situación, en donde es difícil, aumentar precios al mismo ritmo que la inflación varía.
- Muchos insumos, a causa de la inflación, aumentan su precio más rápido, que el precio de los productos, lo cual, implica una reducción del margen de contribución.
- Por tanto, en época de inflación es más difícil lograr un punto de equilibrio, debido a que, se invierte un mayor esfuerzo para compensar lo que se deja de ganar en el margen de contribución, en este caso, la mejor estrategia para que no suceda lo anterior, estriba en desarrollar medidas prácticas, para la reducción de costos, lo cual generará mayor margen y permitirá a la empresa mejorar su posición competitiva: Una estrategia para aumentar utilidades y hacer bajar el Punto Equilibrio es reducir los costos variables por medio del uso eficaz de los recursos o insumos, o empleando materias primas más baratas.
- Al mover las variables del modelo, en función de los diferentes índices de inflación esperada, se deben tomar en cuenta: el mercado de insumos y el mercado del producto que se ofrece, a fin de, determinar el grado de libertad en que se podrán simular los incrementos en la inflación.
- Depresión del mercado interno. Genera capacidad ociosa de la planta productiva.

#### **4.3.5 TERMINOLOGIA UTILIZADA EN EL PUNTO DE EQUILIBRIO**

**COSTO Y GASTO.** Ambos, son inversiones que, se supone deben ser recuperables, a través del precio de venta, haciendo una separación de los conceptos, para mayor comprensión, se tiene que:

**COSTO:** Es el valor que adquiere un bien o servicio, como resultado de sumar los gastos, en que se incurre, para producirlo.

**GASTO:** Inversión efectuada en forma directa o indirecta para la producción de un bien o servicio.

En conclusión, el **COSTO**, es un conjunto de gastos, en consecuencia, **GASTO**, es una parte del costo.

**COSTOS FIJOS.** Son aquellos que no varían junto con el volumen de producción o venta, ya que, son función del tiempo, su importe permanece constante y es contractual, obligan al apoyo de una cantidad específica cada periodo contable, independientemente de que la empresa produzca un millón o no produzca en absoluto, aunque, debe especificarse que, mientras mayor sea el volumen producido, el costo fijo se prorateará y disminuirá, a medida que los volúmenes de producción y venta aumenten, estos costos son calculados normalmente para un año fiscal, sin embargo, pueden prorratearse para hacer cálculos semestrales, trimestrales o mensuales.

##### **4.3.5.1 FACTORES QUE INTEGRAN LOS COSTOS FIJOS**

Se mencionan algunos ejemplos de costos fijos a reserva de que la empresa del vestido considere los que sean pertinentes, y agregue los necesarios. El sueldo de los administradores, permanece contante, aún cuando, la producción sea, baja o cero.

- Sueldos del personal de seguridad y vigilancia.
- Pago de renta local
- Pago de luz
- Pago de agua
- Mantenimiento
- Depreciación del edificio en línea recta
- Impuesto predial
- Seguros y Finanzas
- Aseo y limpieza

- Seguro Social
- Infonavit
- Gastos de publicidad
- Depreciación de equipo y maquinaria para fabricación
- Depreciación del equipo de oficina
- Gastos de administración
- Salarios de supervisión
- Otros

**COSTOS VARIABLES:** Son aquellos costos que, varían directamente en función del volumen de producción y ventas, no del tiempo, aumentan o disminuyen según el ritmo en que se opere la producción o la venta.

#### 4.3.5.2 FACTORES QUE INTEGRAN LOS COSTOS VARIABLES

Se mencionan algunos de los costos variables mas comunes, a reserva de que la empresa del vestido considere los que sean pertinentes, y agregue los necesarios.

- Costo de materia prima (tela, hilo, botones, encajes, cierres, broches, hebillas, forros, bias, adornos, etc). Estos aumentan por cada prenda de mas que se produzca, o disminuyen por cada prenda que deje de producirse.
- Costos de distribución
- Costos de empaque
- Luz
- Comisiones sobre ventas
- Depreciación, si esta se calcula con base en las horas tabajadas o unidades producidas
- Sueldos y salarios a destajo
- Publicidad
- Promoción
- Impuesto sobre ingresos mercantiles
- Papelería
- Honorarios
- Gratificaciones
- Sueldos a ejecutivos y personal de oficina
- Horas extras
- Otros

**PRECIO DE VENTA.-** Es la cantidad de ahorro que el cliente paga al adquirir un bien o servicio.

**MARGEN DE CONTRIBUCION.-** Llamado también MARGEN DE VENTAS PARA GASTOS FIJOS, es el excedente de los ingresos, respecto a los costos variables; prácticamente, es la parte que contribuye a cubrir los costos fijos y variables, pero además proporciona una utilidad.

MARGEN DE CONTRIBUCION = INGRESO - COSTOS VARIABLES  
TOTAL TOTAL TOTALES

El margen de contribución, es la diferencia, entre el precio de venta y los costos variables.

"EL MARGEN DE CONTRIBUCION TOTAL DE LA EMPRESA, EN EL CASO CONCRETO DEL PUNTO DE EQUILIBRIO ES IGUAL A LOS COSTOS FIJOS TOTALES, DONDE NO HAY UTILIDAD NI PERDIDA".

**EL MARGEN DE CONTRIBUCION,** puede ser también unitario, en cuyo caso, es el excedente entre el precio de venta unitario, y el costo variable unitario, es decir el precio al cual se vende cada prenda, y el costo variable por unidad.

**COSTOS TOTALES,** son la suma de los costos fijos, mas los costos variables totales.

**COSTO FIJO POR UNIDAD.-** Es difícil calcularlo por unidad, sobretodo, cuando se fabrican diferentes productos, debido a que el costo atribuible a un producto específico, implica deducir, por ejemplo, que parte del sueldo fijo anual de un supervisor o de, un administrador, corresponde a un artículo en especial, o que parte del costo fijo de la depreciación, en línea recta, corresponde a un producto, no obstante, podría decirse, aun sin entrar en detalle, que el costo fijo unitario, se obtiene, dividiendo el monto total, por este concepto, entre el volumen de piezas producidas y vendidas.

**MARGEN DE SEGURIDAD (MS).** Es, la diferencia entre, el punto de equilibrio de una empresa, y su objetivo o plan de ventas.

MS = VOLUMEN DE VENTAS PLANEADO - PUNTO DE EQUILIBRIO

#### **4.3.6 METODO PARA DETERMINAR EL PUNTO DE EQUILIBRIO**

**A) METODO ALGEBRAICO.** Este método asume, a su vez dos formas de cálculo:

- 1) Mediante formulas predeterminadas para cada caso o problema en particular.
- 2) Cálculo tabular, llamado también de "prueba y error" para varios niveles de producción y venta; su determinación, no requiere de fórmulas complejas.

##### **4.3.6.1 FORMAS DE EXPRESAR EL RESULTADO DEL PUNTO DE EQUILIBRIO**

- a) En unidades a producir y vender
- b) En pesos a obtener, por concepto de ventas
- c) En porcentajes de capacidad productiva

##### **4.3.6.2 FORMA DE PRESENTACION DE LOS DATOS PARA CALCULAR EL PUNTO DE EQUILIBRIO**

Cualquiera que sea el método seleccionado par el cálculo del punto de equilibrio, pueden emplearse datos desglosados o datos sintetizados expresados en cantidades o en precios y mediante símbolos matemáticos o abreviaturas.

**a) DATOS DESGLOSADOS.** El cálculo del punto de equilibrio, en cualquiera de sus métodos, gráfico o algebraico y sus variaciones, puede efectuarse partiendo de datos extraídos, ya sea del Estado de Resultados, o de un Presupuesto Variable, en donde la presentación de datos, se proporciona separando y detallando cada uno de los rubros que configuran el costo fijo y el costo variable, tanto de producción, como de ventas, por ejemplo incluyen rubros como:

- Materiales directos de fabricación (\$).
- Mano de obra directa (\$).
- Comisiones de Venta.
- Costos de distribución.
- Sueldos y salarios de producción.
- Comisiones por ventas.
- Depreciación, de maquinaria, en línea recta.
- Depreciación de equipo de oficina.
- Salarios de administrativos.
- Gastos de seguros.
- Seguro social.
- Infonavit.

Si este es el caso, en que los datos se nos proporcionan en esta presentación, se procederá a separar cada uno de estos tipos de costos.

**b) DATOS SINTETIZADOS.** Cuando los datos ya fueron procesados por separado, y se nos proporciona de manera resumida sobre el equivalente de los montos de:

- Costos Fijos (CF)
- Costos Variables (CV) = \$
- Precio de Venta (PV) = \$
- % de capacidad productiva total de la planta
- % de capacidad productiva parcial de la planta
- Margen de venta para costo fijo (1 - b)
- Volumen de ventas y/o producción = X
- Unidades por vender =  $U_v$
- Unidades por producir =  $U_p$
- Utilidad actual =  $U_a$
- Nivel de ventas, actual =  $X_a$

#### PUNTO DE EQUILIBRIO LINEAL

Es el cálculo, basado en supuestos de que, existe linealidad entre todas sus variables y señala que:

- La función, del ingreso total y costo total, guarda un comportamiento constante y proporcional, respecto al volumen de producción o venta, pues, si estos últimos aumentan o disminuyen, lo harán en la misma proporción, el costo y el ingreso.
- El precio de Venta es constante, sea cual fuere el volumen que la empresa produzca. Tampoco considera el aumento o disminución en la demanda.
- El costo variable unitario no sufre alteraciones respecto a diferentes volúmenes de producción, implica que el costo de materia prima utilizada por unidad es constante y el producto es proporcional al mismo.
- Durante la búsqueda del punto de equilibrio no hay modificación en la efectividad y eficiencia de los insumos que integran la organización.
- Los inventarios de productos terminados permanecen constantes ya que se supone una sincronización entre el volumen de ventas y el volumen de producción.

En resumen, el punto de equilibrio lineal, no toma en consideración las posibles variaciones, que pueden existir en el costo, por descuento en la materia prima, por hacer compras en grandes volúmenes, por mejorar el desempeño y rendimiento de la mano de obra, o por deficiencias del mismo, en un momento dado, o por aumentar el costo de almacén, al comprar grandes volúmenes.

No considera tampoco que, el precio puede disminuir, al ofrecer descuentos por grandes volúmenes que el cliente compre, o por pronto pago, si se ofrece crédito; tampoco se toma en cuenta que cuando la demanda aumenta y el volumen de producción disminuye, el precio de venta se eleva y viceversa.

#### 4.3.7 NOTACIONES MATEMATICAS A UTILIZAR EN EL PUNTO DE EQUILIBRIO.

ACF = Aumento de los costos fijos.  
ACV = Aumento en el costo variable.  
APV = Aumento en el precio de venta.  
C = Capacidad de producción total, en unidades.  
Ca = Capacidad actual.  
Cau = Costo de alquiler unitario.  
Cf = Costo fijo.  
CFr = Costo fijo implicado en el arrendamiento.  
CP = Capacidad pretendida.  
CTc = Costo total de compra.  
CT = Costo total.  
CTr = Costo total de arrendamiento.  
Cv = Costo variable por Unidad.  
CVa = Costos variables actuales.  
CVt = Costo variable total.  
CVt = Costo variable total incremental.  
C\$ = Capacidad de producción total expresada en pesos (\$)  
Gi = Ganancia o utilidad incremental.  
Ii = Ingreso incremental.  
Mc = Margen de contribución.  
MCP = Margen de contribución ponderado.  
Mct = Margen de contribución total.  
PC = Precio de compra.  
PE = Punto de equilibrio.  
Peu = Precio de compra por unidad.  
Pp = precio propuesto.  
PV = Precio de venta.  
PVp = Precio de venta propuesto.  
R = Porcentaje de contribución ponderada.  
RCV = Reducción de los costos variables.  
RPV = Reducción en el precio de venta.  
VT = Ventas totales o ingreso total (I.T.)  
X = Volumen de unidades a producir, o vender.  
Xp = Volumen de producción propuesto.

#### 4.3.8 VARIABLES QUE INTERVIENEN EN EL PUNTO DE EQUILIBRIO

La determinación del Punto de Equilibrio usa los mismos conceptos de un presupuesto variable. Las variables: volumen de producción, ingreso total, costo total, son endógenas y por tanto controlables por quienes toman las decisiones. Los valores de las variables exógenas, los determinan las fuerzas exteriores al modelo, y los de las endógenas los determina el modelo: una variable que es endógena en un modelo en otro puede ser exógena.

- Ingresos por venta
- Costos fijos de operación por periodo.
  - \*Renta.
  - \*Seguros y fianzas.
  - \*Vigilancia.
  - \*Aseo y limpieza
  - \*Seguro social (IMSS)
  - \*Gastos de Publicidad.
  - \*Gastos de administración.
  - \*Depreciación de Edificios.
  - \*Depreciación de maquinaria en Línea recta
  - \*Impuestos prediales.
  - \*Sueldos Fijos.
  - \*INFONAVIT.

Los costos fijos, afectan a las demás variables controlables, pero a corto plazo no son controlables, por quienes toman las decisiones, por lo tanto, el costo fijo total, es una variable exógena constante a corto plazo.

#### -Costos variables de operación.

- \*Comisiones sobre ventas.
- \*Impuestos sobre Ingresos Mercantiles.
- \*Material de empaque.
- \*Gastos de entrega.
- \*Luz.
- \*Papelería.
- \*Materiales
- \*Publicidad.
- \*Honorarios.
- \*Gratificaciones.
- \*Sueldos a Ejecutivos y Personal de Oficina.
- \*Horas Extras.
- \*Depreciación calculada en base a las unidades producidas.

- Volumen de ventas en unidades.
- Precio de venta por unidad.
- Volumen de producción.
- Capacidad de producción total.
- Tiempo (Generalmente se puede obtener semanal, mensual, trimestral).

#### 4.3.9 FORMULARIO.

1) El Método Algebraico utiliza las formulas listada a continuación.

I) **Determinar el Punto de Equilibrio.**

A) En unidades.- Se dividen \$ entre \$.

DATOS REQUERIDOS.

PV = Precio de venta.

CV = Costo variable.

CF = Costos fijos.

X = Volumen de unidades que se planea vender.

IT = Ingreso Total.

FORMULA:

$$PE = \frac{CF}{PV - CV} = \text{Unidades.}$$

B) El punto de equilibrio EN PESOS; puede ser calculado con las siguientes fórmulas: \*1) \*2) \*3)

$$*1) \text{ PE\$} = \frac{CF}{(1-b)}$$

En donde (1-b) = margen de venta total, para costos fijos.

Para utilizar esta fórmula, habrá de calcularse antes el margen de ventas para costos fijos. (MVCF).

$$MVCF = 1 - CVt/VT$$

CVt = Costo Variable Total

Donde: VT = Ventas Totales.

Nota: La notación (1-b) equivale a MVcf.

Por lo tanto la fórmula de punto de equilibrio, para esta modalidad, queda así:

$$*1) \text{ PE\$} = \frac{CF}{1-CVt/VT}$$

El punto de equilibrio en pesos, también puede expresarse por la fórmula:

$$PE = CF/\%MC, \text{ es decir, } \%MC = MC/PV$$

en donde:

MC = Margen de Contribución.

PV = Precio de Venta

otra fórmula es:

$$*2) PE\$ = \frac{CF}{MC/PV}$$

Si los datos que se tienen, para calcular el punto de equilibrio, ya incluyen el punto de equilibrio en unidades, se tendrá:

$$*3) PE\$ = PE \text{ unidades} \times PV.$$

C) El punto de equilibrio expresado en PORCENTAJE (%) DE CAPACIDAD PRODUCTIVA puede obtenerse mediante cualquiera de las dos siguientes fórmulas:

$$PE\%Cap = \frac{PE \text{ unidades} \times 100}{C}$$

en donde C es la Capacidad total de Producción, expresada en unidades.

o bien

$$PE\%Cap = \frac{CF}{C(PV-CV)} \times 100$$

II). Cálculo del Ingreso total de Ventas, o Ventas Totales.

$VT = x(pv)$ , en donde X es el volumen de unidades a producir

III) La utilidad o ganancia, se calcula con la fórmula:

$$Utilidad = VT - CT$$

IV) El costo total se obtiene:

$$CT = CF + CV(X)$$

V) Margen de contribución.

$$MC = PV - CV$$

**VI) Fórmula para calcular la Utilidad Antes de Impuestos.**

a)  $UV = \frac{CF - \text{Utilidad deseada antes de impuestos (UD)}}{\text{Margen de Contribución unitario (MC)}}$

o sea:  $UV = \frac{CF - UD}{MG}$

**Fórmula para calcular la Utilidad Después de Impuestos.**

b)  $UV = \frac{CF + \text{Utilidad despues de impuestos}/(1-t)}{\text{Margen de contribución unitario.}}$

donde:

(1-t) = Complemento de la tasa fiscal, es decir, el porcentaje de impuesto a pagar (t).

**VII) Cálculo del punto de equilibrio, cuando hay cambios en el Costo Variable; existen dos casos, cuando se produce y cuando se incrementan.**

a) Reducción:

$$PE = \frac{CF}{PV - (CVA - RCV)}$$

b) Aumento:

$$PE = \frac{CF}{PV - (CVA + ACV)}$$

**VIII) Cálculo del Punto de Equilibrio, cuando existen cambios en la variable PRECIO, es decir, cuando disminuye o aumenta y cuando disminuye el precio de venta y aumentan los costos variables.**

a) Disminución en el precio:

$$PE = \frac{CF}{PVP - CV}$$

b) Aumento en el precio.

$$PE = \frac{CF}{APV - CV}$$

c) Disminución del precio de venta, y aumento de los costos variables, en la misma proporción.

$$PE = \frac{CF}{PV - ACV}$$

También puede utilizarse la fórmula:

$$PE = \frac{CF}{RPV-CV}$$

IX) Cálculo del punto de equilibrio, cuando **aumentan los costos fijos.**

a)  $PE = \frac{ACF}{PV-CV}$

X) Cálculo del punto de equilibrio cuando **existen cambios en la variable volumen.**

a) Aumento de volumen y aumento de costos fijos.

$$PE = \frac{ACF}{PV-CV}$$

El cálculo con esta fórmula, se compara, con el cálculo del Punto de Equilibrio, sin aumento de costos fijos.

XI) **Cálculo del Punto de equilibrio para Varias Líneas de Productos**

a) Punto de equilibrio y utilidad o pérdida, expresado en Unidades.

Fórmula:

$$PE = \frac{CF}{\text{Promedio del Margen de Contribución Ponderado.}}$$

Datos requeridos.

- Diferentes tipos de línea.
- % de penetración en el mercado, para cada, línea basándose en experiencias pasadas.
- CF = Costos Fijos.
- PV = Precios de Venta de cada línea.
- CV = Costo variable de cada línea.
- MC = Margen de contribución por línea.
- MCP = Margen de Contribución ponderado.

### Pasos a seguir

- 1o) Se calcula el Margen de contribución, de cada línea, restando:

$$PV - CV = MC$$

- 2o) Se calcula el margen de Contribución Ponderado.  
MC x % de penetración al mercado, de cada línea.
- 3o) Se obtiene el promedio del margen de contribución ponderado.
- 4o) Se calcula el punto de equilibrio, según la fórmula dada.
- 5o) Para tener la seguridad de que, la cantidad resultante en el punto de equilibrio, es la que proporciona una mezcla ideal y balanceada de bienes, el primer paso a seguir es relacionar, el Volumen del Punto de equilibrio, con los porcentajes de penetración al mercado, de cada línea, y obtener su respectivo volumen de equilibrio.
- 6o) En el segundo paso se procede a obtener resultados respecto a:
- Los Costos Variables de acuerdo con cada volumen y línea de productos.
  - Ingresos que proporciona cada Línea según su volumen de equilibrio.
- 7o) Se suman los ingresos totales (IT) de todas las líneas, y se comparan con los Costos Totales (CT) de todas las líneas, es decir, los variables de cada línea + CF, lo cual, deberá arrojar una cantidad igual, entre IT y CT, esto, significará que las cantidades de cada línea, será la mezcla que proporcione el punto de equilibrio.

- b) Punto para varias líneas de productos, expresado en \$.

Fórmula:

$$PE = \frac{CF}{\% \text{ de contribución ponderado.}}$$

### Datos requeridos.

- .- PV = Precio de Venta de c/línea.
- .- CV = Costo Variable para c/línea.
- .- MC = Margen de contribución de cada línea.
- .- % del total de pesos vendidos por c/línea.

- .- CF = Costos fijos.
- .- C = Capacidad de producción expresado en pesos de venta total, o sea, del total de líneas.

#### **Pasos a seguir en el cálculo**

1o) Se calcula el % de Contribución de c/línea.

$$\% \text{ contribución} = \frac{MC}{PV} \times 100$$

2o) Se calcula el margen de contribución ponderada (MCP)

$$MCP = \% \text{ del MC} \times \% \text{ de Ventas por cada línea.}$$

3o) Se calcula el punto de equilibrio con la fórmula dada.

4o) Se relaciona la cantidad obtenida, en el punto de equilibrio, con los % de \$ de venta de cada línea, para saber el monto en \$, que debe venderse por cada línea, para lograr una mezcla de productos en equilibrio.

- c) Cálculo de ganancias, cuando la planta productiva se explota a diferentes porcentajes en relación con el total de líneas de productos.

Fórmula:

$$\text{Ganancia} = \% \text{ Cp (C\$)} - CF - (1-\%R) (\%Cp) (C\$).$$

#### **Datos requeridos:**

- PV = Precio de venta.
- CV = Costo variable.
- CF = Costo fijo.
- C\$ = Capacidad de producción total expresada en \$ de venta.
- %R = Porcentaje de Contribución Ponderada.
- % CP = Capacidad pretendida.

#### **XII) Decisión de "Hacer o Comprar".**

a) ¿A qué volumen de producción debe hacerse, un artículo, en vez de comprarlo?, es decir, determinar en qué punto, los costos por unidad son más bajos y cubren los costos fijos, si se produce el artículo.

Fórmula

$$Q = \frac{CF}{PC-CV}$$

**Datos requeridos**

- CF = Costos fijos en caso de fabricarlo.
- CV = Costo variable.
- PC = Precio de compra.
- Ctc = Costo total de compra.
- Q = Número de unidades a producir.

**Suponiendo que cuando se compra no hay costo fijo y se trata de un sólo producto.**

**NOTA:** El resultado de este cálculo tendrá la siguiente interpretación: si la empresa necesita una cantidad mayor, que la arrojada en un período determinado, resulta más ventajoso **fabricar**, por lo contrario, si necesita menos cantidad de la que arroja el resultado, le será más económico **comprar** que fabricar.

b) **Decisiones de "Hacer o Comprar"**, a la vez que, para **hacer**, se dispone de dos **procesos**. Y por lo tanto, habrá que seleccionar, si se debe hacer o comprar, o hacer, ¿con cuál de los dos procesos?

Fórmula:

Se utiliza un sistema de ecuaciones simultáneas de costos, en donde, se igualan las expresiones de costo total, para la alternativa de comprar y uno de los tipos de proceso.

$$PCu (X) = CF1 + CV1 (X)$$

$$CF1 + CV1 (X) = CF2 + CV2 (X).$$

**Datos requeridos**

- Pcu = precio de compra por unidad.
- Pro 1 = proceso 1
- Pro 2 = proceso 2
- CF1 = Costos fijos de proceso 1
- CF2 = Costos fijos de proceso 2.
- CV1 = Costos variables de proceso 1.
- CV2 = Costos variables de proceso 2.

### XIII) Decisiones de Arrendar o Comprar.

a) Fórmula

$$PE = \frac{CF}{Cau - CV}$$

$$CTC = CF + CV (PE)$$

$$CTR = Cau (PE)$$

#### Datos requeridos.

- CTC = Costo total de compra.
- CTR = Costo total de arrendamiento.
- CF = Costo fijo.
- CV = Costo variable unitario.
- Cau = Costo de alquiler unitario.
- PE = Punto de equilibrio.

**NOTA:** En este caso, se logra el equilibrio cuando el costo total de compra y el costo total de arrendamiento son iguales, por lo tanto, si el equipo o máquina que se quiere arrendar, se va a utilizar, para fabricar una cantidad mayor a la que resulta con la aplicación de la fórmula, será más económico comprar, por lo contrario si se va a utilizar para una cantidad menor, será más barato arrendar.

b) Decisión de comprar o arrendar, cuando en el arrendamiento está implicado algún costo fijo.

Fórmula

$$PE = \frac{CF - CFr}{Cau - Cv}$$

$$Ctr = CFr + Cau (PE)$$

#### Datos requeridos.

- CTC = Costo total de compra.
- CTR = Costo total de arrendamiento
- CF = Costo fijo.
- CFr = Costo fijo implicada en el arrendamiento.
- CV = Costo variable unitario.
- Cau = Costo de arrendamiento unitario.
- PE = Cantidades de unidades a fabricar o punto de equilibrio.

#### XIV) Exceso de Capacidad de planta.

Sólo se emplea cuando se tienen costos incrementales por exceso de planta. En este caso se procede de la siguiente manera:

- 1o)  $C_a$ , se calcula el % al que se está operando, para saber, cuál es el exceso que no se está explotando, y en base a ello, ofrecer o aceptar las ofertas que les hagan.
- 2o) Se consideran sólo los costos e ingresos incrementales, es decir, los adicionales al ingreso y costo incurridos, es decir, que en base al volumen adicional que se ofrece, se calcula el ingreso.

$$\begin{aligned}I_i &= P_p (X_p) \\C_{vt} &= X_p (CV) \\G_i &= I_i - C_{vt}\end{aligned}$$

#### Datos requeridos.

Saber a qué capacidad de planta está operando y, se aplica sólo en caso de que esté operando a una capacidad parcial del total.

$C_a$  = Capacidad a la que está operando en pzas.  
 $C$  = Capacidad total de planta en pzas.  
 $P_{vn}$  = Precio de Venta normal.  
 $CF$  = Costo fijo.  
 $CV$  = Costo variable.

- En caso de comprometer, el exceso de capacidad de producción, para fabricarle a otras personas, se deberá conocer:

$X_p$  = Volumen de producción que se les propone.  
 $P_p$  = Precio que le propone el interesado en que le fabriquen.  
 $I_i$  = Ingreso incremental.  
 $C_{vt}$  = Costo variable total incremental.  
 $G_i$  = Ganancia incremental.

XV) Dumping de un producto es otra de las decisiones sobre el exceso de capacidad de planta y, consiste en ofrecer los productos derivados del exceso de producción, a un precio menor de lo que se vende en el mercado normal; por lo general, esta venta se proyecta hacia el mercado internacional, y es una opción para obtener ganancias adicionales o incrementales.

El precio se puede bajar a cierto nivel, siempre que resulte mayor al de los costos variables unitarios.

Cualquier ingreso sobre los costos variables se agrega a las utilidades.

**XVI)** Se puede calcular la utilidad a cualquier nivel de ventas, así como las variables del punto de equilibrio con sólo conocer el % del valor en pesos \$, de las ventas totales, al que equivalen los costos variables.

Fórmula:

$$MCT = Vt - CVt$$

## **2) METODO ALGEBRAICO DE CALCULO TABULAR O DE PRUEBA Y ERROR.**

El punto de equilibrio, se obtiene mediante la elaboración de una tabla, en la que se indican diferentes volúmenes de venta o producción, y para cada nivel, se calcula el ingreso total por venta, el margen de contribución, los costos totales, la pérdida o ganancia y el punto de equilibrio; el formato es el que muestra la tabla IV.17

La diferencia entre el  $IT - CT$  (ingreso total menos el costo total), nos habrá de arrojar la pérdida o la ganancia; se obtendrá pérdida, si el resultado de la diferencia es de signo negativo, y se obtendrá ganancia si el resultado de la resta es positivo. Cuando el resultado de la diferencia es cero, no se tendrá, ni ganancia, ni pérdida y en tal caso se habrá encontrado el Punto de Equilibrio que se presenta, cuando el ingreso total por ventas, es igual al costo total.

### **4.3.10 FUNCIONAMIENTO ESQUEMATIZADO DEL SUBSISTEMA DE PUNTO DE EQUILIBRIO**

Con base en todo lo anteriormente descrito al aplicar el Punto de Equilibrio en el Sistema Automatizado, deberá alimentarse con los datos indicados en el esquema (IV.4), que serán procesados, proporcionando salidas o resultados cuya interpretación, servirá como premisa para la toma de decisiones de Planeación y Control, según se muestra en el esquema (IV.5).

## CALCULO TABULAR

TABLA IV.17

UNIDADES A VENDER	PRECIO DE VENTA PV	COSTO VARIABLE CV	MARGEN DE CONTRIBUCION MC	COSTOS FIJOS CF	COSTO TOTAL CT	INGRESO TOTAL O VENTA TOTAL IT	IT-CT	PERDIDA	GANANCIA	PE
										*

\* Se calcula

El CT = CF + CV. El costo total es igual a la suma del costo fijo más el costo variable total.

**FUNCIONAMIENTO DEL SUBSISTEMA  
PUNTO DE EQUILIBRIO O COSTO VOLUMEN-UTILIDAD**

TABLA IV.4

ENTRADA →	PROCESO →	SALIDAS →
<ul style="list-style-type: none"> <li>- COSTOS FIJOS COMO:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• MONTOS DE SUELDOS DE ADMINISTRADORES, PERSONAL DE SEGURIDAD.</li> <li>• PAGO DE RENTA, LUZ, AGUA, MANTENIMIENTO.</li> <li>• DEPRECIACION EN LINEA RECTA DEL EDIFICIO.</li> <li>• IMPUESTOS PREDIALES, SEGUROS Y FIANZAS.</li> <li>• SEGURO SOCIAL, ETC.</li> </ul> </li> <li>- COSTOS VARIABLES.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• COSTO DE MATERIA PRIMA POR UNIDAD.</li> <li>• COSTOS DE DISTRIBUCION.</li> <li>• EMPAQUES.</li> <li>• COMISIONES.</li> <li>• SUELDOS Y SALARIOS A DESTAJO.</li> <li>• PUBLICIDAD.</li> <li>• HONORARIOS.</li> <li>• HORAS EXTRAS.</li> </ul> </li> </ul> <p>( LOS COSTOS FIJOS Y VARIABLES PUEDEN EXTRAERSE DEL ESTADO DE RESULTADOS O DE UN PRESUPUESTO VARIABLE, O DATOS SINTETIZADOS )</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- PRECIO DE VENTA.</li> <li>- VOLUMEN DE VENTAS PLANEADO.</li> <li>- INGRESO TOTAL.</li> <li>- MARGENES DE COMBINACION.</li> <li>- CAPACIDAD PRODUCTIVA (%).</li> <li>- UTILIDADES ACTUALES.</li> <li>- COSTOS DE COMPRA.</li> <li>- PRECIOS PROPUESTOS POR EXEDENTES DE PRODUCCION.</li> <li>- INGRESO-COSTO VARIABLE Y GANANCIA INCREMENTAL.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- DESARROLLA LAS OPERACIONES MATEMATICAS NECESARIAS, PRINCIPALMENTE DE SUMAS, RESTAS, DIVISIONES, MULTIPLICACIONES, PORCIENTOS; EFECTUA LOS CALCULOS EN FORMA TABULAR PARA DIFERENTES NIVELES DE PRODUCCION Y VENTA, CON O SIN AUMENTO DE COSTOS, FIJOS O VARIABLES.</li> <li>- CAMBIOS EN EL VOLUMEN.</li> <li>- CAMBIOS EN EL PRECIO.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PUNTO DE EQUILIBRIO EN:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>A) UNIDADES DE PRODUCCION</li> <li>B) PESOS</li> <li>C) EN PORCENTAJES DE CAPACIDAD PRODUCTIVA</li> </ul> </li> <li>- PUNTO DE EQUILIBRIO PARA VARIAS LINEAS DE PRENDAS, EXPRESADO EN:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• PESOS</li> <li>• UNIDADES</li> </ul> </li> <li>- COSTOS FIJOS Y VARIABLES TOTALES Y POR UNIDAD.</li> <li>- MARGENES DE CONTRIBUCION.</li> <li>- UTILIDAD O PERDIDA ANTES Y/O DESPUES DE IMPUESTOS.</li> <li>- CALCULO DE INGRESO TOTAL DE VENTAS.</li> <li>- MARGENES DE VENTAS PARA COSTOS FIJOS.</li> <li>- UTILIDADES, CUANDO LA CAPACIDAD PRODUCTIVA SE EXPRESA EN DIFERENTES PORCENTAJES.</li> <li>- COSTOS TOTALES DE COMPRA.</li> </ul>

## RESULTADOS. SU UTILIDAD PARA LA PLANEACION Y EL CONTROL

ESQUEMA IV.5

SALIDAS →	DECISIONES A TOMAR →	PLANEACION Y CONTROL →	PREVISION →
<ul style="list-style-type: none"> <li>- PUNTO DE EQUILIBRIO</li> <li style="padding-left: 20px;">A) UNIDADES</li> <li style="padding-left: 20px;">B) PESOS</li> <li style="padding-left: 20px;">C) % DE CAPACIDAD PRODUCTIVA</li> <li>- PUNTO DE EQUILIBRIO PARA VARIAS LINEAS DE PRENDAS. EXPRESADOS EN:                     <ul style="list-style-type: none"> <li>A) PESOS</li> <li>B) UNIDADES</li> </ul> </li> <li>- COSTOS FIJOS, COSTOS VARIABLES TOTALES Y POR UNIDAD.</li> <li>- MARGENES DE CONTRIBUCION.</li> <li>- UTILIDAD ANTES Y DESPUES DE IMPUESTOS.</li> <li>- INGRESO TOTAL DE VENTAS.</li> <li>- MARGENES DE VENTA PARA COSTOS FIJOS.</li> <li>- UTILIDADES, CUANDO LA CAPACIDAD PRODUCTIVA SE EXPRESA A DIFERENTES PORCENTAJES.</li> <li>- COSTOS TOTALES DE COMPRA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- VOLUMENES MAXIMOS Y MINIMOS O DE PRODUCCION Y VENTAS, DE ACUERDO CON LA UTILIDAD QUE SE PRETENDA OBTENER.</li> <li>- AUMENTOS O DISMINUCIONES DE PRECIOS DE VENTA.</li> <li>- VOLUMENES A PRODUCIR DE CADA LINEA DE ROPA DE ACUERDO CON SU CONTRIBUCION.</li> <li>- DECISIONES DE "HACER" ALGUNA LINEA DE PRENDA O "COMPRARLA".</li> <li>- DECISIONES DE "ARRENDAR O COMPRAR" MAQUINARIA Y EQUIPO.</li> <li>- CONSTRUCCION DE NUEVAS INSTALACIONES.</li> <li>- EXPLOTACION TOTAL O PARCIAL DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCION DE LA PLANTA.</li> <li>- AUMENTO, DISMINUCION O ELIMINACION DE LINEAS NO RENTABLES.</li> <li>- DUMPING.</li> <li>- MAQUILAR O EFECTUAR TODO EL PROCESO PRODUCTIVO.</li> <li>- CANALIZACION SOBRE LOS EXCEDENTES DE PRODUCCION.</li> <li>- MEZCLA DE PRODUCTOS QUE PROPORCIONEN LA MAXIMA UTILIDAD.</li> <li>- INVERSIONES EN ACTIVO FIJO.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- OBJETIVOS DE UTILIDAD O INVERSION.</li> <li>- PROGRAMAS DE PRODUCCION.</li> <li>- PROGRAMAS DE VENTAS.</li> <li>- PRESUPUESTOS DE COMPRAS: DE VENTAS, DE PRODUCCION (COSTOS FIJOS Y VARIABLES).</li> <li>- ESTRATEGIAS PARA LA OBTENCION DE LOS OBJETIVOS Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS.</li> <li>- POLITICAS DE EXPLOTACION DE CAPACIDAD DE PLANTA: POLITICAS DE VENTA DE EXCEDENTE DE PRODUCCION.</li> <li>- OBJETIVOS DE VENTA.</li> <li>- PROCEDIMIENTO DE PRODUCCION Y DE VENTA</li> <li>- POLITICAS DE PRECIOS Y DE GASTOS DE REINVERSION.</li> <li>- PRONOSTICOS DE UTILIDAD.</li> <li>- FIJACION DE ESTANDARES.</li> <li>- POLITICAS DE SEGUIMIENTO EN LA MEDICION, COMPARACION Y LA CORRECCION QUE FACILITEN LAS MEDIDAS DE CONTROL.</li> <li>- PROGRAMAS DE APLICACION DE: PRODUCCION DE RECURSOS MATERIALES, FINANCIEROS, HUMANOS, DE MAQUINARIA Y EQUIPO.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CLIENTES POTENCIALES EN DONDE VENDER LA PRODUCCION.</li> <li>- FINANCIAMIENTO.</li> <li>- PRESUPUESTOS DE EFECTIVO.</li> <li>- VOLUMENES DE MATERIALES A COMPRAR Y ESPACIO DE ALMACEN.</li> <li>- NUMERO DE PERSONAL REQUERIDO PARA ALCANZAR LOS OBJETIVOS.</li> <li>- PREVER LOS EFECTOS QUE CAUSAN LAS VARIACIONES DE VOLUMENES DE PRODUCCION PRECIO Y COSTOS, EN LA UTILIDAD.</li> <li>- PRECIO MAXIMO Y MINIMO DE VENTA.</li> <li>- EVITAR O DISMINUIR PERDIDAS.</li> <li>- PAGO DE IMPUESTOS.</li> <li>- CAPACIDAD DE ALMACEN.</li> <li>- ELABORACION DE COSTOS ANTES DE QUE QUEDEN FUERA DE DE CONTROL .</li> <li>- APALANCAMIENTO OPERATIVO.</li> <li>- SE PREVEN MEDIDAS DE CONTROL QUE EVITEN PERDIDAS, SOBRE TODO SI EL PUNTO DE EQUILIBRIO SE HA DETERMINADO EN BASE A DATOS PRESUPUESTALES.</li> </ul>

#### 4.3.11 APARTADO DE EJEMPLOS.

De acuerdo a las fórmulas expresadas, se desarrollarán ejemplos para cada caso.

**EJEMPLO 1.** La empresa "Sport", fabrica camisas para niño, y desea conocer su punto de equilibrio, para lo que, se proporcionan los siguientes datos desglosados.

#### Presupuesto de Gastos y Utilidades.

La empresa estima que, tendrá ventas por la cantidad de \$15,000,000.

Costos variables.

- Materiales	3,600,000.
- Sueldos y salarios	2,200,000
- Otros gastos variables	500,000

T O T A L

7,000,000.

Costos Fijos.

- Publicidad	3,600,000.
- Gastos administrativos	900,000.
- Intereses y seguros	600,000.
- Otros gastos constantes	400,000

T O T A L

5,500,000.

COSTO TOTAL

12,500,000.

UTILIDAD

+ 2,500,000.

TOTAL DE VENTAS

\$ 15,000,000.

En vista de que, no se nos proporciona el precio de venta en estos datos, se buscará la fórmula de cálculo que se adapte.

Se conocen:

- Costos variables totales (CVT) = \$ 7,000,000.
- Costos fijos (CF) = \$ 5,500,000.
- El ingreso total por ventas = \$15,000,000.

Fórmula:

$$PE = \frac{CF}{1 - \frac{CVT}{VT}}$$

El punto de equilibrio que se obtendrá, estará expresado en pesos (\$).

Sustituyendo

$$PE = \frac{5,500,000}{1 - \frac{7,000,000}{15,000,000}} = \frac{5,500,000}{1 - .467}$$

$$PE = \frac{5,500,000}{.533} = \$ 10,318,949.$$

Este resultado significa, que la empresa deberá vender una cantidad de camisas, cuyo importe sea igual a \$ 10,318,949, con lo cual, apenas cubrirá sus costos, pero no se obtiene utilidad; lo que implica que, todo lo que se venda, rebasando la cantidad señalada, será utilidad.

**EJEMPLO 2.** Diseños y confecciones "Michelle", S.A., requiere saber, cuál será el nivel mínimo, que debe producir y vender, de vestidos para dama, a fin de cubrir sus costos y obtener utilidad.

- Calcular el punto de equilibrio en unidades.
- Calcular el punto de equilibrio en % de capacidad productiva.

Datos:

- PV = \$35,000 cada uno.
- CV = \$20,000
- CF = \$450,000,000.
- C = Capacidad total de producción = 75,000.

a) Fórmula:

$$PE = \frac{CF}{PV - CV} = \frac{450,000,000}{35,000 - 20,000} = \frac{450,000,000}{15,000} = 30,000$$

PE = 30,000 unidades, significa que, para obtener utilidad, deberá producir y vender un volumen superior a 30,000 vestidos, calculando en forma objetiva la utilidad que se desee obtener.

b) Fórmula:

$$PE = \frac{PE \text{ en unidades} \times 100}{C}$$

$$PE = \frac{30,000}{75,000} \times 100 = 40\%$$

Si la empresa sólo trabajará la cantidad del Punto de Equilibrio, estaría utilizando sólo el 40% de su capacidad productiva.

El mismo problema, puede ser calculado con otra fórmula:

$$PE = \frac{CF}{C (PV - CV)} \times 100$$

$$PE = \frac{450,000,000}{75,000(35,000 - 20,000)} \times 100 = \frac{450,000,000}{75,000(15,000)} \times 100$$

$$PE = \frac{450,000}{1,125,000,000} \times 100 = 0.4 \times 100 = 40\%; \text{ obsérvese que se obtiene el mismo resultado anterior.}$$

**EJEMPLO 3.** La fábrica de camisetas "Vitos", S.A., en los dos últimos años, ha operado con pérdidas, dado que, su producción y ventas, son variables, requiere saber cuántas unidades debe producir, para obtener, por lo menos, el importe de sus costos, y a la vez, la cantidad en dinero que obtendrá con la producción anterior, para conocer la utilización de su capacidad productiva. Por lo tanto, se necesita hacer los siguientes cálculos.

- Cálculo del punto de equilibrio, en unidades.
- Cálculo del punto de equilibrio, en pesos (\$) de venta.
- Cálculo del punto de equilibrio en % de capacidad productiva.

Los datos que proporcionan son:

- PV = \$ 9,000
- CV = \$ 4,000
- Costos fijos (CF) = \$ 850,000
- Su capacidad anual total de producción (C) = 200 unidades.

$$a) \frac{850,000}{9,000 - 4,000} = \frac{850,000}{5,000} = 170 \text{ unidades.}$$

Este resultado indica que, la empresa debe producir 170 piezas, para cubrir, por lo menos, los gastos en que incurra.

$$b) \text{ PE\$} = \text{PE en unidades} \times \text{PV}$$
$$\text{PE\$} = 170 \times 9000 = \$ 1,530,000$$

Con la producción de 170 piezas, la empresa tendrá un ingreso de \$ 1,530,000, con lo que, solamente cubrirá los costos.

Otra forma de calcularlo:

$$PE\$ = \frac{CF}{1-CV} = \frac{850,000}{1 - \frac{4,000}{9,000}} = \frac{850,000}{1-.444} = \frac{850,000}{.556} = 1,528,777.$$

Nótese que, este resultado, difiere en décimos, por la cantidad fraccionaria periódica.

c) Punto de equilibrio en % de capacidad de planta.

$$PE = \frac{PE \text{ en unidades}}{C} \times 100 = \frac{170}{200} \times 100 = .85 \times 100 = 85\%$$

PE = 85%; Al producir 170 piezas, la planta solamente estará utilizando el 85% de su capacidad instalada, con lo cual. alcanza su punto de equilibrio.

Otra forma de calcular el mismo problema:

$$PE = \frac{CF}{C (PV-CV)} \times 100$$

Sustituyendo:

$$PE = \frac{850,000}{200 (9,000-4,000)} \times 100 = \frac{850,000}{200 (5,000)} \times 100$$

$$PE = \frac{850,000}{1,000,00} \times 100 = .85 \times 100$$

$$PE = 85\%$$

**EJEMPLO 4:** Confecciones, "Ceremonial Infantil", produce prendas de vestir, para bautizo, presentación y primera comunión; esta empresa, incurre en costos fijos (CF) mensuales de operación de \$45,000,000, los precios de venta (PV) son de \$60,000, los costos variables (CV) mensuales, son de \$30,000, normalmente se venden 150 prendas diarias, 30 días al mes, pero desconoce, si con esta cantidad de prendas logra: cubrir sus costos, y la utilidad o pérdida que obtiene, y qué % de capacidad productiva está utilizando; para ello se requiere:

- Calcular el punto de equilibrio en unidades.
- Calcular el punto de equilibrio en pesos (\$).
- Calcular el punto de equilibrio en % de capacidad de producción.
- Calcular la utilidad actual.
- Calcular la utilidad mensual si sus ventas fueran en vez de 150; 100 prendas diarias.

Solución:

$$a) PE = \frac{CF}{PV - CV} = \frac{45,000,000}{60,000 - 30,000} = \frac{45,000,000}{30,000} = 1,500 \text{ unidades.}$$

$$b) PE\$ = \frac{CF}{1 - \frac{CV}{PV}} = \frac{45,000,000}{1 - \frac{30,000}{60,000}} = \frac{45,000,000}{1 - .50}$$

$$PE\$ = \frac{45,000,000}{.50} = \$90,000,000$$

Otra forma de calcular el mismo caso:

PE\$ = PE en unidades x PV.

$$PE\$ = 50 \times 60,000 = \$90,000,000$$

$$c) PE\%Cap = \frac{PE \text{ en unidades}}{C} \times 100$$

Primero, se calcula la capacidad de producción mensual, o sean 150 unidades diarias, por 30 días al mes, son:  
 $150 \times 30 = 4,500$ , piezas al mes.

Sustituyendo:

$$PE\%Cap = \frac{1500}{4500} \times 100 = 33.33\%$$

Otra forma de calcularlo:

$$PE\%Cap = \frac{CF}{C(PV-CV)} \times 100 = \frac{45,000,000}{4,500(60,000-30,000)} \times 100$$

$$PE\%Cap = \frac{45,000,000}{4,500(30,000)} \times 100 = \frac{45,000,000}{135,000,000} \times 100$$

$$PE\%Cap = 33.33\%.$$

Este resultado indica que, el punto de equilibrio, se alcanza con sólo trabajar el 33.33% de capacidad de planta.

d) Utilidad actual.

$$\text{Ventas} \quad 4,500$$

$$\text{Punto de equilibrio.} \quad \frac{1,500}{3,000}$$

$$3,000 \times 30,000 = \$90,000,000$$

$$\text{Utilidad} = \$90,000,000.$$

e) Utilidad con ventas de 100 piezas diarias.  
 100 x 30 días del mes.  
 Capacidad de producción mensual 3000 piezas.

$$\begin{array}{r} \text{Ventas} \qquad \qquad \qquad 3,000 \\ \text{Utilidad} = \text{Punto de equilibrio} \quad - \quad \underline{1,500} \\ \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad 1,500 \text{ unidades.} \end{array}$$

Utilidad = 1,500 x 30,000 = \$45,000,000

Se nota que, al disminuir el volumen de venta, la utilidad disminuye un 50%, en relación a la que, se obtenía con 150 prendas diarias.

**EJEMPLO 5.** "Confecciones Deportivas, S.A., en la época vacacional, aumenta sus ventas y opera con costos fijos de \$30,000,000; cada prenda, es vendida en \$15,000; sus costos variables son de \$10,000.

- a) ¿Cuántas prendas debe vender, para operar en punto de equilibrio?  
 b) ¿Cuál será la ganancia o pérdida, si se venden 15,000 shorts en época vacacional?

$$a) \text{ PE} = \frac{\text{CF}}{\text{PV} - \text{CV}} = \frac{30000000}{15000 - 10000} = \frac{30000000}{5000} = 6000$$

b) Utilidad.

$$\begin{array}{r} \text{Unidades a vender} \qquad \qquad \qquad 15,000 \\ \text{Punto de equilibrio} \qquad \qquad \qquad - \quad \underline{6,000} \\ \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad 9,000 \end{array}$$

9000 x 5000 = \$45,000,000.  
 Utilidad + \$45,000,000.

**EJEMPLO 6.** "Creaciones Exclusivas", es una empresa que diseña y fabrica ropa para dama, desea calcular su utilidad; su punto de equilibrio y su margen de contribución; sus costos variables equivalen al 60% del valor de las ventas, los costos fijos ascienden a \$3,000,000, las ventas totales ascienden a \$10,000,000.

Si los costos variables son 60% del valor de ventas, significa que el margen de contribución es de 40%.

$$\begin{array}{l} \text{Mct} = \text{Vt} - \text{Cvt} \\ \text{Vt} = 10,000,000 \\ \text{Cvt} = 60\% \text{ de } 10,000,000 = 6,000,000 \\ \text{Mct} = 40\% \text{ de } 10,000,000 = 4,000,000 \end{array}$$

$$MCT = 10,000,000 - 6,000,000 = \$4,000,000.$$

$$Utilidad = VT - CT$$

$$CT = CF + CVT$$

$$CT = 3,000,000 + 6,000,000$$

$$CT = 9,000,000$$

$$Utilidad = 10,000,000 - 9,000,000$$

$$Utilidad = \$1,000,000$$

Otra forma de obtener la utilidad sería:

$$U = MCT - CF$$

$$U = 4,000,000 - 3,000,000 = \$1,000,000$$

Cálculo del punto de equilibrio.

$$PE\$ = \frac{CF}{1 - \frac{CVT}{Vt}}$$

$$PE\$ = \frac{3,000,000}{1 - \frac{6,000,000}{10,000,000}} = \frac{3,000,000}{1 - .6} = \frac{3,000,000}{.4}$$

$$PE\$ = \$7500000$$

**EJEMPLO 7.** La compañía "Estilo", S.A., fabricante de coordinados juveniles, vende cada coordinado en \$40,000, sus costos fijos son de \$20,000,000; los costos variables unitarios son:

Telas	12,500
Mano de obra	5,000
Accesorios	2,000
Comisión a vendedores	4,500
<b>COSTO VARIABLE</b>	<b>= \$ 24,000</b>

- ¿Con qué volumen de coordinados se logrará su punto de equilibrio?
- Estimar el importe de las utilidades, si el volumen de ventas se calcula en 20,000 coordinados.
- Si el costo fijo se reduce a \$15,000,000 ¿cuál será el nuevo punto de equilibrio?
- ¿Cuál será el Punto de Equilibrio, si el Precio de Venta y los costos variables, aumentan, ambos, de manera simultánea en 10%?

Solución:

$$a) PE = \frac{CF}{PV - CV} = \frac{20,000,000}{4,0000 - 24,000} = \frac{20,000,000}{16,000} = 1250$$

PE = 1250 unidades.

b) Utilidad = VT - CT.

1o.) Se calcula el:  
Ingreso Total o Ventas Totales = X (PV) = 20000  
(40000) =  
Ingreso Total = \$80,000,0000.

2o.) Se calculan los costos variables totales.  
CVT = X (CV).  
CVT = 20000(24000) = \$480,000,000.

3o.) Se calcula el CT = CF + CVT  
CT = 20,000000 + 480,000,000 = \$500,000,000.

4o.) Se calcula la utilidad.  
U = 800,000,000 - 500,000,000 = \$300,000,000.

Calculada de otra forma la utilidad.

Ventas planeadas 20,000

Punto de equilibrio  $\frac{1,250}{18,750}$

U = 16000 X 18750 = \$300,000,000.

c) Nuevo punto de equilibrio con la reducción del costo fijo  
PE =  $\frac{15000000}{40000 - 24000} = \frac{15000000}{16000} = 937.5 \approx 938$ .

PE = 938 unidades.

El punto de equilibrio disminuye en relación al que se tenía anteriormente.

d)

1o.) Se calcula el nuevo Precio de Venta de 40,000 más el 10% de aumento.  
40000 x 10% = 4000  
40000 + 4000 = 44,000.  
El nuevo precio es de \$44,000.

2o.) Se calculan los costos variables de 24,000 más 10%  
24000 X 10% = 2400  
24000 + 2400 = 26400  
CV = \$26,400

3o.) Se calcula el PE.  
PE =  $\frac{20,000,000}{44000 - 26400} = \frac{20,000,000}{17,600} = 1136.36 \approx 1136$

PE = 1,136.

Con el aumento de precio y costos variables el punto de equilibrio aumenta el volumen.

Utilidades.

Ventas planeadas 20,000

Punto de equilibrio 1,136

18,864

$$U = 18,864 \times 17,600 = \$332,006,400 \approx \$332,000,000.$$

La utilidad aumenta, en relación con la obtenida anteriormente.

**EJEMPLO 8:** Una pequeña empresa del vestido, denominada "Petite", vende conjuntos infantiles al precio de \$15,000 cada uno, sus costos fijos son de \$6500000; los costos variables por unidad, son de \$10,000, la capacidad de producción es de 5000 unidades.

Determinar:

- El PE en unidades.
- El PE en pesos (\$)
- El PE en % de capacidad de producción.

Solución:

$$a) \text{ PE} = \frac{6,500,000}{15,000 - 10,000} = \frac{6,500,000}{5,000} = 1,300$$

$$\text{PE} = 1,300 \text{ unidades.}$$

$$b) \text{ PE} = \text{PE en unidades} \times \text{PV.}$$
$$\text{PE} = 1,300 \times 1,500 = \$1,950,000.$$

$$c) \text{ PE} = \frac{\text{PE en unidades}}{C} \times 100$$

$$\text{PE} = \frac{1,300}{5,000} \times 100 = 26\%$$

Con el 26% de su capacidad total de producción, alcanzarían a cubrir sus costos totales.

**EJEMPLO 9.** La fábrica de pantalones, de mezclilla, "Oeste", S.A., incurre en los siguientes costos al año:

- Renta del local \$8,400,000 (CF)
- Depreciación en línea recta \$1,700,000 (CF)
- Mano de obra directa \$10,000,000 (CV)
- Materiales utilizados \$23,000,000 (CV)
- Publicidad \$1,600,000 (CF)
- Impuestos \$800,000 (CF)
- PV \$53,000 cada uno.

Se venden 1000 unidades anuales.

- a1) Determinar el costo fijo total.  
 a2) Determinar el costo variable total.  
 a3) Determinar el costo variable por unidad.  
 a4) Determinar la utilidad o pérdida.  
 b1) Calcular el punto de equilibrio en unidades.  
 b2) ¿Cuál es el punto de equilibrio, calculado en pesos \$?, o sea el importe por ventas.  
 c1) ¿Qué sucedería al PE, si se aumenta el precio a \$60,000?  
 c2) ¿En qué forma afectaría a las utilidades este aumento de precio?  
 c3) Si además de precio, (indicado en c1), el costo variable se reduce en \$5000, ¿qué sucedería al punto de equilibrio?  
 c4) ¿Cuál sería el efecto (de lo señalado en c2) en la utilidad?

Solución:

$$\begin{array}{r}
 \text{a1) CF} = 8,400,000 \\
 \quad 1,700,000 \\
 \quad 1,600,000 \\
 \quad \underline{800,000} \\
 \text{\$ } 12,500,00
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 \text{a2) CVt} = 10,000,000 \\
 \quad + \\
 \quad \underline{23,000,000} \\
 \text{\$ } 33,000,000
 \end{array}$$

$$\text{a3) CV x unidad} = \frac{33,000,000}{1000} = \$33,000$$

$$\text{a4 y b1) PE} = \frac{12,500,000}{53,000 - 33,000} = \frac{12,500,000}{20,000} = 625 \text{ unidades.}$$

Ventas que se efectúan 1000 unidades al año

Ventas en unidades del PE (-) 625 unidades

Unidades de diferencia  
 después del PE 375

375 x 20,000 (Margen de contribución por unidad)  
 Utilidad = \$7,500,000.

b2) 1a.) forma de encontrar el PE\$  
 PE\$ = PE en unidades x PV  
 PE\$ = 625 x 53,000 = \$33,125,000

2a.) forma de encontrar el PE\$

$$PE\$ = \frac{CF}{1 - \frac{CVt}{VT}}$$

$$VT = 1000 \times 53000 = \$53,000,000$$

$$PE = \frac{12,500,000}{1 - \frac{33000000}{53000000}} = \frac{12500000}{1 - .62264} = \frac{12500000}{.3773}$$

$$PE = \$33125000$$

$$C1) PE = \frac{12500000}{60000 - 33000} = \frac{12500000}{27000} = 463 \text{ unidades.}$$

El volumen del punto de equilibrio baja.

c2) Utilidades.

$$\text{Ventas planeadas} \quad 1000$$

$$\text{Punto de equilibrio} \quad \frac{463}{537}$$

$$\text{Utilidad} = 537 \times 27000 = \$14,499,000$$

Las utilidades aumentan en 51%.

$$c3) PE = \frac{12,500,000}{60,000 - 28,000} = \frac{33,000}{28,000} = \frac{5,000}{28,000} \text{ Costos variables disminuidos.}$$

$$PE = \frac{12,500,000}{32,000}$$

$$PE = 390.62 \approx 391.$$

$$PE = 391 \text{ unidades.}$$

El punto de equilibrio disminuye en 62.5%, en relación con el que no se le han disminuido, ni los costos variables, ni el precio.

c4) Utilidad.

$$\text{Ventas} \quad 1000$$

$$\text{Punto de Equilibrio} \quad \frac{391}{619}$$

$$619 \times 32,000 = \$19,808,000 \approx \$19,800,000$$

$$\text{Utilidad} = \$19,800,000.$$

Obsérvese que, la utilidad aumenta en más del 100%, en relación con el primer cálculo de utilidad.

**EJEMPLO 10.** La empresa de la confección, "Cindy", S.A., está considerando fabricar, como producto nuevo, dentro de su actividad principal, una línea de ESTOLAS, que venderá como accesorio, optativo, en sus vestidos; los costos fijos asociados con la producción y venta son \$5,000,000. Los costos variables por unidad ascienden a \$3,000.

Si, cada estola se vende a \$8,000.

a) Calcule el punto de equilibrio.

$$PE = \frac{CF}{PV - CV} = \frac{5,000,000}{8,000 - 3,000} = \frac{5,000,000}{5,000} = 1,000$$

El punto de equilibrio se obtendrá fabricando 1000 piezas o unidades, y a partir de este volumen, se deberán producir arriba de 1000 piezas para obtener utilidad, ya que, en el volumen de 1000 piezas, no se tiene utilidad ni pérdida, apenas se logran cubrir los costos en los que se incurre.

b) Si se planea vender 1500 estolas, cuál será la utilidad a obtener?

-PRIMERA FORMA DE CALCULAR LA UTILIDAD.

1o.) Se calcula el margen de contribución.

$$MC = PV - CV$$

$$MC = 8000 - 3000 = \$5,000.$$

2do.) El margen de contribución se multiplica por el excedente de unidades del punto de equilibrio, o sea \$5000 x 500 piezas.

$$Utilidad = \$2,500,000.$$

SEGUNDA FORMA DE CALCULAR LA UTILIDAD.

Si la utilidad, se obtiene empleando la fórmula

$$Utilidad = VT - CT.$$

1o.) Se obtiene el ingreso total por ventas, o ventas totales.

$$VT = X(PV)$$

$$VT = 1,500 (\$8,000) = \$12,000,000$$

2o.) Se obtiene el costo variable total.

$$CVT = 1,500 \times 3,000 = \$4,500,000$$

3o.) Se calcula el costo total.

$$CT = CF + CV (X).$$

$$CT = 5,000,000 + 4,500,000 = \$9,500,000.$$

4o.) Se obtiene la utilidad, sustituyendo valores.

$$\text{Utilidad} = 12,000,000 - 9,500,000.$$

$$\text{Utilidad} = \$2,500,000.$$

Puede corroborarse que, con ambos métodos, se obtiene exactamente el mismo resultado.

c) ¿Qué efecto se tendrá en el punto de equilibrio y la utilidad, si, los costos variables aumentan a \$4,000?

$$PE = \frac{5,000,000}{8,000 - 4,000} = \frac{500,000}{4,000} = 1,250 \text{ piezas.}$$

$$\text{Utilidades} = 4000 \times 250 = \$1,000,000.$$

Observaciones:

- El volumen del punto de equilibrio aumenta.
- La utilidad disminuye.

**EJEMPLO 11.** "Silueta", es una empresa fabricante de blusas, vende estas prendas en \$20,000 cada una, su costo variable es de \$10,000, y los costos fijos son de \$5,000,000.

La empresa planea vender 500 piezas; su capacidad de producción es de 700 unidades; determinar:

- a) el punto de equilibrio en unidades.
- b) el margen de contribución.
- c) la utilidad.
- d) el punto de equilibrio en pesos.
- e) el punto de equilibrio en % de capacidad productiva.

Solución:

$$a) PE = \frac{CF}{PV - CV} = \frac{5,000,000}{20,000 - 10,000} = \frac{5,000,000}{10,000}$$

$$PE = 500 \text{ piezas o unidades.}$$

Obsérvese en este caso en particular, que el plan de ventas era de un volumen de 500 piezas, sin embargo, al hacer el cálculo correspondiente, se puede comprobar que tal cantidad es apenas con la que se alcanza el punto de equilibrio; es decir, que con ella, la empresa no obtiene ni utilidad ni pérdida, por lo que habrá de elevarse la cantidad planeada para lograr la utilidad deseada.

$$b) \begin{aligned} MC &= PV - CV \\ MC &= 20,000 - 10,000 \\ MC &= \$10,000 \end{aligned}$$

$$c) \begin{aligned} \text{Utilidad} \\ 500 \times 10,000 &= \$5,000,000 \end{aligned}$$

El cálculo de la utilidad, revela que apenas se obtendrían, por concepto de ventas \$5,000,000, que son los que gastan en costos fijos.

d) Punto de equilibrio en pesos \$.

Datos que se tienen

PV = \$20,000

CV = \$10,000

CF = \$5,000,000

Se calculará el punto de equilibrio, utilizando todas la fórmulas para este efecto.

$PE_{\$} = PE \text{ en unidades} \times PV$   
 $PE_{\$} = 500 \text{ unidades} \times 20,000 = \$10,000,000$  este resultado indica, que deben venderse diez millones de pesos para lograr el equilibrio, es decir, 500 piezas.

Otra forma de calcularlo:

$$PE_{\$} = \frac{CF}{1-b}$$

10.) Se calcula (1-b), o sea, el MVcf el margen de ventas para costos fijos.

$$MVcf = 1 - \frac{CVt}{VT}$$

CVt = 500 piezas x \$10,000.

CVt = \$5,000,000.

$$MVcf = 1 - \frac{5,000,000}{10,000,000} = 1 - .50 = .50$$

20.)  $PE_{\$} = \frac{5,000,000}{.50} = \$10,000,000$

La fórmula anterior, puede presentarse completa:

$$PE_{\$} = \frac{CF}{1 - \frac{CVt}{VT}}$$

Lo cual queda así:

$$PE_{\$} = \frac{5,000,000}{1 - \frac{5,000,000}{10,000,000}} = \frac{5,000,000}{1 - .50} = \frac{5,000,000}{.50}$$

PE = \$10000000.

Otra forma para calcular el punto de equilibrio en pesos (\$) es:

$$PE\$ = \frac{CF}{\left(\frac{MC}{PV}\right)}$$

$$PE\$ = \frac{5,000,000}{\left(\frac{10000}{20000}\right)} = \frac{5,000,000}{.50} = \$10,000,000$$

Se puede constatar que con cualquiera de las fórmulas empleadas, para calcular el punto de equilibrio en pesos (\$), se obtiene exactamente el mismo resultado.

Otra forma para calcular el punto de equilibrio en pesos (\$) es:

$$PE\$ = \frac{CF}{\left(\frac{MC}{PV}\right)}$$

$$PE\$ = \frac{5,000,000}{\left(\frac{10000}{20000}\right)}$$

$$PE\$ = \frac{5000000}{.5}$$

$$PE\$ = \$10,000,000$$

Puede constatarse que, con cualquiera de las fórmulas empleadas, para calcular el punto de equilibrio, en pesos (\$), se obtiene exactamente el mismo resultado.

#### **E) PUNTO DE EQUILIBRIO, CALCULADO EN PORCENTAJE DE UTILIZACION DE LA CAPACIDAD DE LA PLANTA.**

Primera forma en que puede hacerse el cálculo:

Para este caso, el Punto de Equilibrio en Unidades, se divide entre la capacidad total, en unidades, multiplicando por cien, para establecer la capacidad de porcentaje.

Siguiendo el ejemplo anterior:

$$PE\%C = \frac{PE \text{ en unidades}}{C} \times 100 = \frac{500}{700} \times 100 =$$

$$PE\%C = .7142 \times 100 = 71.43\%$$

Segunda forma de calcular el PE en % de capacidad.  
Podemos emplear la siguiente fórmula:

$$PE\%Cap. = \frac{CF}{C(PV-CV)} \times 100$$

Entonces:

$$PE\%Cap = \frac{5,000,000}{700(20,000-10,000)} \times 100 = 71.43\%$$

e) Punto de equilibrio calculado en % de utilización de la capacidad de la planta.

1a.) Forma en que puede hacerse el cálculo.

Para este caso, el punto de equilibrio en unidades se divide entre la capacidad total en unidades, multiplicando por cien para establecer la capacidad en porcentaje.

Siguiendo el ejemplo anterior:

$$PE\%cap = \frac{PE \text{ en unidades}}{C} \times 100 = \frac{500}{700} \times 100$$

$$PE\%cap = .7142 \times 100 = 71.43\%$$

2a. Forma de calcular el PE en % de capacidad.  
Podemos emplear la siguiente fórmula:

$$PE\%cap = \frac{CF}{C(PV-CV)} \times 100 = \frac{5000000}{700(20000-10000)} \times 100$$

$$PE\%cap = 71.43\%$$

Lo obtenido, implica que se está aprovechando sólo el 71.43% de la capacidad de la planta, con lo cual no se tiene ni pérdida ni ganancia, y el 29% de la capacidad permanece ociosa.

**EJEMPLO 12.** La empresa "Vanidad", fabricante de ropa para dama, tiene invertido en activo \$10,000,000 los socios desean tener un rendimiento del 30% antes de impuestos, en la fabricación y venta del producto; tienen costos variables de \$2,000, por unidad, el precio de venta es de \$5,000, por pieza, con costos fijos de \$2,000,000; ¿cuántas unidades tienen que vender para obtener:

- La utilidad deseada?
- El PE en \$ y en piezas?
- La utilidad después de impuestos?
- Utilidades antes de impuestos?

$$U \times V = \frac{CF + UD}{MC}$$

Donde:

UxV = Unidades por vender.

CF = Costo fijo.

UD = Utilidad deseada.

MC = Margen de contribución unitaria.

1o.) Rendimiento de 30% sobre \$10,000,000 = \$3,000,000.

2o. Se obtiene el margen de contribución MC = PV - CV = 5000 - 2000 = 3000.

$$UxV = \frac{2,000,000 + 3,000,000}{3000} = 1,667 \text{ unidades.}$$

b) El Punto de Equilibrio en \$, se obtiene multiplicando.  
1,667 x \$3,000 = \$5,000,000.

c) Utilidad después de impuestos.

Fórmula:

$$\text{Unidades por Vender} = \frac{\text{Costos Fijos} + \frac{\text{Utilidad deseada después de impuestos}}{(1 - t)}}{\text{Margen de Contribución}}$$

(1 - t), es el complemento (1) menos la tasa de impuesto.

Continuando con el problema anterior, y suponiendo que se desea un rendimiento del 20%, sobre la inversión después de impuestos, y la tasa fiscal es de 0.42, el complemento de la tasa fiscal es 1-0.42=.58.

Sustituyendo:

$$UxV = \frac{2,000,000 + \frac{2,000,000}{0.58}}{3000} = \frac{2,000,000 + 3,448,275.8}{3,000}$$

$$UxV \frac{5,448,275.8}{3,000} = 1,816 \text{ unidades.}$$

Comprobando: Si, se venden 1816 unidades, a \$3,000 (contribución) se obtienen \$5,448,000, que será la cantidad necesaria para cubrir \$2,000,000 de costos fijos más \$2,000,000 de utilidad.

**EJEMPLO 13.** La empresa "MODA JUVENIL", presenta los siguientes datos, con los que actualmente está operando respecto a la fabricación de bermudas.

- Actualmente se venden 10,000 unidades.
- Ventas planeadas 14,000 unidades.
- PE actual 4,348.
- Precio de venta \$20,000.
- Costo variable por unidad \$8,500.
- Utilidad actual \$64,990,000.
- Costos fijos \$50,000,000.

En base a los datos anteriores se pretende hacer cálculos, probando diferentes opciones, listadas enseguida:

- a) Qué sucede con el punto de equilibrio, si se disminuye el precio de venta en un 15%, y se aumenta el volumen de ventas de 10,000 a 14,000 unidades?
- b) Cuál será la utilidad o pérdida?
- c) Cuál será el efecto sobre el punto de equilibrio y la utilidad, si se aumenta el precio de \$20,000 a \$25,000 y todos los demás elementos permanecen constantes?

Solución:

1o.) Se calcula el nuevo precio con la disminución del 15%.

$PV = \$20000 \times .15 = \$3,000 =$  cantidad en la que disminuye el precio, o sea:

$PV = 20,000 - 3,000 = \$17,000.$

2o.) Se calcula el punto de equilibrio.

$PE = \frac{CF}{PV - CV} = \frac{50,000,000}{17,000 - 8,500} = \frac{50,000,000}{8,500} = 5,882.3 \approx 5,882.$

PE = 5,882 unidades.

Observaciones:

Con la disminución de precio, el punto de equilibrio aumenta su volumen.

b) Cálculo de la utilidad.

Ventas planeadas	14,000
	-
Punto de equilibrio	<u>5,882</u>
	8,118

Como hay una diferencia en unidades, éstas, se multiplican por el margen de contribución.

$$8,118 \times 8,500 = 69,003,000$$
$$\text{Utilidad} = 69003000 \approx \$ 69,000,000.$$

Se puede observar que, al disminuir el precio y aumentar el volumen de ventas, aumenta el punto de equilibrio y la utilidad.

$$c) PE = \frac{50,000,000}{25000 - 8500} = \frac{50,000,000}{16500} = 3030.30 \approx 3030$$

Utilidad:

Ventas planeadas	14,000
	-
Punto de equilibrio	<u>3,030</u>
	10,970

$$10,970 \times 16,500 = \$ 181,005,000.$$
$$\text{Utilidad} = 181,005,000 \approx \underline{\$181,000,000}$$

Al aumentar el volumen de ventas y el precio, se disminuye el volumen de punto de equilibrio y se aumenta la utilidad.

**EJEMPLO 14.** "Mundo Infantil", es una empresa de confecciones infantiles, que opera con los siguientes datos:

- Ventas planeadas anuales, 12,000 vestidos para niña.
- Precio de venta \$20,000 cada uno.
- Costos Variables \$5,000.
- Costos fijos \$150,000,000 anuales.
- Logra su punto de equilibrio con 10,000 unidades producidas y vendidas.
- Utilidad actual \$30,000,000

- La empresa pretende incrementar el precio actual, en un 15% y mantener todos los demás elementos sin cambio. Se requiere conocer el punto de equilibrio a este nivel de precio.
- ¿Qué efectos tiene este aumento en la utilidad?
- ¿Qué efectos tendría en el PE y la utilidad, si los costos variables se reducen en \$3,000 y todos los demás elementos permanecen constantes?

- d) ¿Qué sucede con el PE y las utilidades, si se prevee un alza de \$1,000 en los costos variables, y todos los demás elementos permanecen constantes?

Solución:

A.-)

1o.) Se calcula el precio con el aumento  
 $20000 \times 1.5 = 30000$  Cantidad que se le aumenta al precio.  
Nuevo precio = \$23,000

2o.) Se calcula el PE  
$$PE = \frac{CF}{PV - CV} = \frac{150,000,000}{23,000 - 5,000} = \frac{150,000,000}{18,000} = 8,333$$

PE = 8,333 unidades

El volumen del punto de equilibrio, se reduce en comparación con el PE anterior de 10,000 unidades.

B) Efecto en la utilidad.

1o.) Se calcula la diferencia entre la cantidad planeada y el punto de equilibrio.

2o.)  $12000 - 8333 = 3667$ .  
 $3667 \times 18000 = 66,006,000 \approx \underline{\$66,000,000}$

Puede observarse que, al incrementar el precio, y manteniendo constantes todos los demás elementos, la utilidad aumenta considerablemente.

c) Los costos variables se reducen en \$1,500.

Datos:

- Ventas planeadas anuales 12,000 unidades.
- Precio de venta \$20,000.
- Costo Fijo \$150,000,000.
- PE 10,000 unidades.
- Utilidad = \$30,000,000.
- Costo variable actual \$5,000.

1o.) Se calcula el nuevo costo variable.

$$CV = 5000 - 1500 = 3,500.$$

$$2o.) PE = \frac{CF}{PV - CV} = \frac{150,000,000}{20,000 - 3,500} = \frac{150,000,000}{16,500} = 9090.90$$

$$PE = 9090.90 \approx 9091.$$

Utilidad

Ventas planeadas 12,000

Punto de equilibrio  $\frac{9,091}{2,919}$

por MC = 16,500 por tanto  $2919 \times 16500 = \$49,351,500.$

Utilidad = \$49,351,500

d) Los costos variables aumentan \$1,000

Datos:

- Ventas planeadas 12,000 unidades.
- Precio de venta \$20,000
- Costos fijos \$150,000,000
- Punto de Equilibrio anterior, 10,000 unidades.
- Utilidad \$30,000,000
- Costo variable actual \$5,000.

1o.) Se calcula el nuevo costo variable

$$CV = 5000 + 1000 = 6000$$

2o.) Se calcula el punto de equilibrio.

$$PE = \frac{150000000}{2000 - 6000} = \frac{150000000}{14000} = 10,714.28$$

$$PE = 10,714.21 \approx 10,714.$$

El volumen del punto de equilibrio anterior se eleva en 714, unidades, o sea que, se elevan los costos.

3o.) Utilidad.

De acuerdo a lo planeado y el punto de equilibrio nuevo

$$12,000 - 10,714 = 1,286$$

$$1,286 \times 14,000 = 18,004,000$$

$$Utilidad 18,004,000 \approx \$18,000,000$$

La utilidad disminuye respecto a la que se obtenía anteriormente.

**EJEMPLO 15.** "Confecciones Kena", S.A., desea aumentar su volumen de ventas, de 12,000 a 15,000 prendas de vestir, para lo que emprenderá una campaña publicitaria que, implica un costo adicional de \$5,000,000.

Los datos actuales son los siguientes:

- MC = \$50,000
- CV = \$150,000
- PV = \$200,000
- CF = \$500,000,000
- Unidades vendidas actualmente 12,000
- PE actual = 10,000 unidades

- Utilidad actual = Ventas actuales - 12,000  
 Punto de equilibrio  $\frac{10,000}{2,000}$

2,000 x 50,000 = \$100,000,000

- a) Se requiere calcular el nuevo punto de equilibrio y la utilidad.
- b) Se requiere deducir los efectos que traería, en este mismo problema, una reducción en el volumen.

Solución:

a) Nuevo punto de equilibrio.  

$$PE = \frac{505,000,000}{200,000 - 150,000} = \frac{505,000,000}{50,000}$$

PE = 10,100 unidades.

**NOTA:** El 505,000,000 resulta de aumentar a los costos fijos de 500,000,000 los 5,000,000 por concepto de gastos de publicidad.

Utilidad:  
 Ventas planeada - 15,000  
 Punto de equilibrio  $\frac{10,100}{4,900}$  unidades.

4,900 x 50,000 = \$245,000,000.  
 Utilidad = \$245,000,000.

En conclusión, si se aumenta el volumen de ventas, y los demás elementos permanecen constantes, el punto de equilibrio aumenta al igual que la utilidad.

- b) Disminución del volumen; Toda disminución en el volumen de producción y venta, si es menor que, el punto de equilibrio, traería consigo una pérdida.

**EJEMPLO 16.** La empresa, "Coordinados Mezclilla", produce y vende diferentes volúmenes de prendas; desconoce a qué volumen producir, ya que ha estado operando con pérdidas, sus volúmenes de producción y ventas, oscilan entre 5000 y 10,000 unidades: presenta los siguientes datos:

- Ventas, entre 5,000 y 10,000 unidades.
- Precio de venta \$45,000
  
- Costos fijos \$150,000,000
- Costos variables \$25,000.

Para este caso en el que, el volumen de producción y venta varía, es conveniente utilizar para los cálculos, el Método Tabular o de "prueba y error" (Tabla IV.18), a fin de determinar:

- a) El ingreso total para cada nivel de ventas.
- b) Costo total para cada nivel de ventas.
- c) Utilidad o pérdida, para cada nivel de ventas.
- d) El punto de equilibrio, al que debe operar la empresa, para cubrir, al menos, todos sus costos, sin incurrir en pérdida.

## METODO TABULAR O DE PRUEBA Y ERROR

TABLA DE CALCULOS DEL EJEMPLO 16

TABLA IV. 10

UV	PV POR UNIDAD	INGRESO TOTAL (IT) O VENTAS TOTALES (VT)	COSTO VARIABLE CV	COSTO FIJO	COSTO TOTAL CT	IT INGRESO TOTAL	- CT - COSTO TOTAL	PERDIDA \$
5000		225,000,000	125,000,000		275,000,000	225,000,000	- 275,000,000	(-) 50,000
5500		247,500,000	137,500,000		287,500,000	247,500,000	- 287,500,000	(-) 40,000
6000		270,000,000	150,000,000		300,000,000	270,000,000	- 300,000,000	(-) 30,000
6500		292,500,000	162,500,000		312,500,000	292,500,000	- 312,500,000	(-) 20,000
7000		315,000,000	175,000,000		325,000,000	315,000,000	- 325,000,000	(-) 10,000
7500	\$ 45000	\$ 337,500,000	187,500,000		\$ 337,500,000	337,500,000	- 337,500,000	0
8000		360,000,000	200,000,000		350,000,000	360,000,000	- 350,000,000	10,000
8500		382,500,000	212,500,000	1150,000,000	382,500,000	382,500,000	- 382,500,000	20,000
9000		405,000,000	225,000,000		375,000,000	405,000,000	- 375,000,000	30,000
9500		427,500,000	237,500,000		387,500,000	427,500,000	- 387,500,000	40,000
10000		450,000,000	250,000,000		400,000,000	450,000,000	- 400,000,000	50,000

UV = UNIDADES VENDIDAS

PV = PRECIO DE VENTA UNITARIO

EL PUNTO DE EQUILIBRIO SE LOGRA VENDIENDO 7500 UNIDADES. ES EN DONDE SE IGUALAN = LOS INGRESOS TOTALES POR VENTA

Y EL COSTO TOTAL, DESPUES DE ESTE NIVEL SE COMIENZA A TENER UTILIDAD.

#### 4.3.12 PUNTO DE EQUILIBRIO PARA VARIOS PRODUCTOS.

Las empresas manufactureras, por lo general, fabrican varios tipos de productos, como sucede con la empresa del vestido, en estos casos, la mayoría de los costos fijos de la empresa, están compartidos por los diferentes tipos de prendas que fabrican, y es necesario, considerar el volumen total, de producción de prendas, al calcular su punto de equilibrio, a fin de no incurrir en pérdidas.

#### EJEMPLO 17.

##### METODO 1.

##### PUNTO DE EQUILIBRIO PARA VARIAS LINEAS EXPRESADO EN UNIDADES.

En base a la experiencia, La empresa "GALAN" fabrica cuatro líneas de trajes para caballero, con los datos concentrados en la Tabla IV.19.

TABLA IV. 19

Línea	Precio Venta	Costo Variable	Costo Fijo	Penetración
Imperio (A)	3,800	1,800	-----	30%
Excelsior(B)	2,500	1,500	140,000,000	40%
Gala (C)	4,500	3,000	-----	20%
Casual (D)	1,400	400	-----	10%

Basándose en la experiencia los empresarios planean que, la penetración en el mercado, de cada producto, será en los porcentajes arriba indicados, se desea, conocer el punto de equilibrio, de cada producto.

- 1o) Se calcula el margen de contribución de cada línea, restando PV - CV = MC <sup>(\*)</sup> (Tabla IV.20).

TABLA IV. 20

	(*)		(*)
Línea	Margen de Contribución		Margen de Contribución ponderado
Imperio (A)	3800 - 1800	= 2000 x 0.30	= 600
Excelsior (B)	2500 - 1500	= 1000 x 0.40	= 400
Gala (C)	4500 - 3000	= 1500 x 0.20	= 300
Casual (D)	1400 - 400	= 1000 x 0.10	= 100

20.) Se calcula el margen de contribución ponderando \*2 que se obtiene multiplicando el MC x % de penetración al mercado de cada línea.

30.) Se obtiene el promedio del margen de contribución ponderado.

$$\begin{array}{r}
 600 \\
 400 \\
 + 300 \\
 \hline
 100 \\
 \hline
 1,400
 \end{array}$$

40.) Se calcula el punto de equilibrio.

$$PE = \frac{140,000,000}{1,400} = 100,000 \text{ unidades.}$$

50.) Se relacionan las 100,000 unidades, con cada uno de los porcentajes de participación, de cada línea, para determinar, lo que se debe vender de cada una de ellas, a fin de, lograr el punto de equilibrio (tabla IV.21).

TABLA IV.21

Línea		
(A)	= 100,000 x 0.30	= 30,000 unidades
(B)	= 100,000 x 0.40	= 40,000 unidades
(C)	= 100,000 x 0.20	= 20,000 unidades
(D)	= 100,000 x 0.10	= 10,000 unidades

60.) Se requiere analizar, si, de acuerdo con esta composición se logra el punto de equilibrio, para ello de efectúan los cálculos de las tablas IV.22 y IV.23.

TABLA IV.22

Línea	Precio de Venta	Volumen	Ingreso Total
(A)	3,800	x 30,000	= 14'000,000
(B)	2,500	x 40,000	= 100'000,000
(C)	4,500	x 20,000	= 90'000,000
(D)	1,400	x 10,000	= 14'000,000
SUMA TOTAL			318'000,000

**TABLA IV.23**

Costo Variable			+ Costo Fijo
(A)	1,800 x 30,000	=	54'000,000
(B)	1,500 x 40,000	=	60'000,000
(C)	3,000 x 20,000	=	60'000,000
(D)	400 x 10,000		<u>4'000,000</u>
			178'000,000
		+	<u>140'000,000</u>
			318'000,000

Ingreso Total 318'000,000 = Costo Total 318'000,000

Lo cual, prueba que las cantidades de cada producto, en la proporción calculada, equivalen en su conjunto al punto de equilibrio.

**EJEMPLO 18.**

**METODO 2**

**PUNTO DE EQUILIBRIO PARA VARIAS LINEAS.**

La empresa "OLIMPO" fabricante de confecciones deportivas, produce tres tipos de líneas de ropa; con base en datos acumulados, (Tabla IV.24) sobre las ventas totales, del último período y de cada una de las líneas de productos, expresados en pesos, calcular el punto de equilibrio.

**TABLA IV.24**

Línea	Precio Venta	Costo Variable	Costo Fijo	% del total de pesos vendidos
Sport (A)	40	30		50
Playa (B)	25	15	200,000	40
Gimnasia (C)	25	15		10
			SUMA	100%

En virtud de que tiene acumulados los datos de ventas, en cantidades de dinero equivalen a:

500,000  
 + 400,000 ya que los totales fueron de \$ 1,000,000  
 100,000  
 1,000,000

to.) En este caso se requiere hablar del PE en términos del total de ventas, en pesos, por lo tanto, para productos múltiples, se calcula un porcentaje de contribución ponderado. Esto puede determinarse en la forma siguiente:

a) Multiplicando el porcentaje de contribución, para cada producto, por el porcentaje del total de pesos vendidos, o sea:

$$\text{Porcentaje de contribución} = \frac{\text{Margen de contribución}}{\text{Precio de venta}} \times 100$$

El resultado se multiplica por el porcentaje de pesos vendidos, por producto, lo que es igual al porcentaje de contribución ponderado (Vease tabla IV.25 y IV.26)

## 20. efectuando el calculo

TABLA IV.25

LINEA	PRECIO DE VENTA	COSTO VARIABLE	COSTO FIJO	MARGEN DE CONTRIBUCION	% DEL TOTAL DE \$ VENDIDOS	% DE CONTRIBUCION	% DE CONTRIBUCION PONDERADO
A	40	30	200,000	10	50	25	12.5
B	25	15	200,000	10	40	40	16.0
C	25	15	200,000	10	10	40	4.0
<b>TOTAL</b>							<b>32.5</b>

TABLA IV.26

LINEA	
A	% de contribución = $\frac{10}{40} \times 100 = 25$ x % del total de ventas en \$
B	% de contribución = $\frac{10}{25} \times 100 = 40$
C	% de contribución = $\frac{10}{25} \times 100 = 40$

30.) Se calcula el punto de equilibrio.

$$PE = \frac{\text{Costos Fijos}}{\% \text{ de contribución ponderada}}$$

$$PE = \frac{200,000}{325} = 615,385$$

Para saber, qué cantidad se habrá de vender de cada una de la prendas, se relaciona la cantidad del PE = 615,385, con cada uno de los porcentajes, del total de pesos de venta:

A	615.385 x 0.50 =	307.69	Estas cantidades
B	615.385 x 0.40 =	246.15	deberán venderse
C	615.385 x 0.10 =	<u>61.53</u>	de cada uno.
		615.37	

De acuerdo con las cantidades a vender, de cada línea, de trajes, se requiere confirmar, si, esta composición arroja un punto de equilibrio, para ello se efectúan los calculos de la tabla IV.27

TABLA IV.27

Línea	Costo Variable + Vol/precio venta	Costo Fijo Unidades	= Costo Total Costo Variable	
A	307.69/40	= 7.7	x 30	= 231
B	246.15/15	= 9.8	x 15	= 147
B	61.53/25	= 2.5	x 15	= 375
				415.5
				+ 200.0
				615.5

\*El resultado varía en algunas décimas, como consecuencia de haber redondeado algunas cantidades, en el proceso de cálculo.

**EJEMPLO 19.** En este ejemplo, se combinan dos situaciones:

- Decidir, entre comprar o fabricar, (hacer o comprar), y además,
- Decidir de entre dos procesos.

La Industria de la Confección, "La Última Moda", desea determinar si, le conviene más hacer sus propios patrones o comprarlos, hasta ahora los ha adquirido con un proveedor francés, quien le ha informado que se aproxima un aumento en el precio, de modo que, el precio de cada patrón será de \$400 en vez de \$250.

La empresa, está contemplando la posibilidad de hacer dentro de sus instalaciones sus propios patrones, para cuya hechura, podrían disponer de dos diferentes procedimientos; cada uno, ofrece sus propias condiciones respecto a los costos, según se describe:

- A) Proceso automático computarizado, implica costos fijos de \$30,000 y costos variables unitarios de \$275.
- B) Proceso manual con costos fijos de \$20,000 y costos variables de \$300.
- a) Se requiere determinar el volumen de producción, en el que se visualice la conveniencia de comprar o hacer.
- b) Establecer una composición, entre los dos, para saber cuál es la más conveniente.

Este problema, se resuelve a través de un sistema de ecuaciones simultáneas, con lo que, se obtiene un punto de intersección, que indica el menor costo.

- 10.) Se iguala el costo total de compra, con lo que costaría hacer los patrones con cualquier método, en este caso, lo igualaremos con el proceso manual.

$C_{tc} = C_{tpm}$   
 (Costo total de compra = al costo total de proceso manual).

Datos:

- $C_{tc} = \$400$
- Costo fijo del proceso manual \$20,000
- Costo variable del proceso manual \$300
- Costo fijo del proceso automático por computadora \$30,000
- Costo variable del proceso automático \$275.

$X_1$  = Opción de comprar.

$X_2$  = Opción de hacer.

Costo total de compra, Costo total del proceso manual.

$$\begin{aligned} 400 X &= 20000 + 300X \\ 400X - 300X &= 20,000 \\ 100X &= 20,000 \\ X_1 &= \frac{20,000}{100} \end{aligned}$$

$X_1 = 200$  unidades

Cálculo para "hacer"; se compran los costos totales, de ambos procesos.

$CT_{pm}$  = Costo Total del proceso manual.

$CT_{pa}$  = Costo Total del proceso automático

$$\begin{aligned} CT_{pm} &= CT_{pa} \\ 20,000 + 300X &= 30,000 + 275X \\ 300X - 275X &= 30,000 - 20,000 \\ 25X &= 10,000 \end{aligned}$$

$X_2 = \frac{10,000}{25}$

$X_2 = 400$

### INTERPRETACION:

- La opción menos costosa es X1, o sea, comprar los patrones, ya que, el equilibrio se logrará con un número menor de unidades, y lo que se fabrique adicional a 200 unidades sería utilidad.
- En caso de "hacer" los patrones, se tendrán que fabricar, como mínimo, para no incurrir en pérdidas, 400 piezas.

De aquí, se infiere que, si la cantidad de patrones que necesita la empresa, es superior a 200 y a 400 le conviene hacerlos, por el proceso computarizado; si requiere menos de 400 y más de 200 le conviene comprar.

### EJEMPLO 20. Decisiones de comprar o arrendar.

El administrador de "Modas Lina", S.A., tiene la opción de comprar una máquina ojaladora o rentarla, según la proposición del vendedor.

- A) Si se compra  
Ctc = es de \$5,000,00.
- B) Si se renta:  
La empresa arrendadora cargará \$5.00, por cada prenda, a la que le hagan ojales.

En caso de comprar la máquina, su precio se amortizaría en 10 años, que equivaldría a \$500,000, de costos fijos por año, la empresa confeccionadora, estima que el costo de operación es de \$3.00 por prenda; la máquina se usaría para ojar 250,000 prendas anuales.

#### Datos:

- PE = Punto de equilibrio.
- Ctc = Costo total de compra \$5,000,000.
- Ctr = Costo total de arrendamiento.
- CF = \$500,000
- CV = \$3.00 por prenda ojalada.
- Cau = \$5.00

$$Ctc = CF + CV(PE)$$

$$Ctr = Cau(PE).$$

El punto de equilibrio, en este caso, se obtiene a un volumen de prendas ojaladas, con el cual, el costo total de compra y el costo total de arrendamiento, son iguales.

$$PE = \frac{CF}{Cau - CV}$$

Sustituyendo:

$$PE = \frac{500,000}{5 - 3} = 250,000$$

En consecuencia podemos inferir que, si la empresa va a usar la máquina para ojalar 250,000 prendas, el alquiler y la compra cuestan lo mismo, si la máquina se va a usar para ojalar más de 250,000 prendas al año, será más económico comprar, si la empresa estima que, va a necesitar ojalar menos de 250,000 prendas al año, le resultará más barato arrendar la máquina.

Comprobando que el punto de equilibrio, se da cuando se igualan los costos.

$$\begin{aligned} Ctc &= 500,000 + 750,000. \\ Ctc &= \$1,250,000 \quad CV(PE) \\ Ctr &= 5(250,000) = \$1,250,000 \\ &3 \times 250,000 = 750,000 \end{aligned}$$

Lo que es igual a:

$$\begin{aligned} Cau(PE) &= CF + CV(PE) \\ 5(250000) &= 500,000 + 3(250000) \\ 1,250,000 &= 500,000 + 750,000 \\ 1,250,000 &= 1,250,000 \end{aligned}$$

**EJEMPLO 21. ARRENDAMIENTO Y COSTO FIJO** Pueden surgir modalidades, en las que debe considerarse que, al arrendamiento vaya asociado un costo fijo, como consecuencia del lugar que ocupará la máquina y por la que se paga renta; este costo fijo, se puede incorporar con facilidad, agregando, a la fórmula total de arrendamiento el  $Cfr =$  al costo fijo implicado en el arrendamiento.  
por lo tanto:  $Ctr = Cfr + Cau(PE)$

$$PE = \frac{CF - Cfr}{Cau - CV}$$

Tomando los datos del ejemplo anterior, supóngase que existe un costo anual de \$60,000, por renta del lugar que ocupa la máquina arrendada.

$$\text{por tanto } PE = \frac{50,000 - 6,000}{5 - 3} = \frac{44,000}{2} = 22,000 \text{ unidades.}$$

**EJEMPLO 22. "DECISIONES ENTRE DOS OPCIONES".**

Se planea abrir una casa de modas, para lo cual, debe comprarse una máquina de coser, el vendedor, de las máquinas, ofrece dos tipos de máquina.

- a) Mecánica, no funciona con electricidad, sólo con el pedal.
- b) Automática, funciona con motor eléctrico, pero además, tiene la opción de funcionar sin corriente eléctrica en caso de que, no haya luz; este dispositivo, permite un ahorro que, se refleja en el costo variable.
- a) En el caso de la máquina mecánica se incurre en:  
Costos fijos de \$5,000 y Costos variables de \$6.00 por prenda.
- b) Máquina eléctrica o automática.  
Costos fijos \$8,000  
Costos variables \$4.00

- ¿Cuál será el volumen de producción, que nos oriente sobre la mejor opción, entre ambas máquinas?

Se resuelve mediante ecuaciones simultáneas:

$$5000 + 6X = 8000 + 4X$$

$$6X - 4X = 800 - 5000$$

$$2X = 3000$$

$$X = \frac{3000}{2}$$

$$X = 1,500.$$

Significa que, con cualquiera de las dos máquinas, debe alcanzarse un volumen mínimo, para cubrir los costos, de 1,500 unidades, y para obtener utilidad se deberá producir un nivel superior a 1,500, volumen que habrá de determinarse, si puede ser producido por la máquina mecánica; en caso de no ser posible, se decidirá por la máquina automática.

**DECISIONES RESPECTO AL EXCESO DE CAPACIDAD DE PLANTA.**

Con frecuencia, las industrias del vestido, operan a una capacidad parcial de producción; en casos como éste, la empresa puede seguir estrategias para obtener beneficios de esa capacidad de producción ociosa, como por ejemplo:

- A) Producir y vender prendas, a un precio menor del que en general aceptaría, siempre y cuando, el precio sea mayor que los costos variables por unidad.

Esta decisión, dependerá, desde luego, en gran parte de un análisis incremental.

**EJEMPLO 23.** "Modas Junior", es una pequeña empresa de la confección, produce pantalones y chamarras de mezclilla, proporciona los siguientes datos, sobre sus operaciones:

-Ingresos 5000 juegos de chamarra y pantalón \$100,000,000  
-Costos fijos. \$ 4,000,000  
-CVt = Costos variables 5000 juegos x 10,000 \$ 50,000,000  
-PV = \$20,000  
-CV = \$10,000

La capacidad total, de producción de la planta, es de 8000 juegos.

por lo tanto  $\frac{5000}{8000} = 62.5\%$

Puede observarse que, la empresa obtiene utilidades, aun cuando, sólo está trabajando al 62.5% de su capacidad; "Modas Junior" ha recibido una oferta de "VIG-BOND", un gigante en la industria del vestido, y ha ofrecido a "Modas Junior" un contrato para producir 1000 juegos de chamarra y pantalón, con la etiqueta de "VIG-BOND", a un precio de \$150,000, o sea \$15,000,000, en total por lote de 1000, aun cuando, este precio es menor que el usual de \$20,000 por juego, ¿debe aceptar el contrato "Modas Junior?". A primera vista la oferta puede no parecer atractiva, ya que, no solo el precio es menor que el establecido, sino que para "Modas Junior" los costos promedio por conjunto parecen ser de:

$\frac{4,000,000 + 50,000,000}{5000} = \$10,800$

sin embargo, debe considerarse en este análisis, que sólo los ingresos y los costos incrementales, son los que deben evaluarse, ya que, por el lado de los ingresos, se recibirán \$15,000,000, los costos incrementales son únicamente sobre 1000 conjuntos producidos, a un costo variable de \$10,000, lo cual arroja un Costo Variable Incremental de \$10,000,000. Los costos fijos no se consideran, puesto que, independientemente de que se acepte o no el contrato, estos costos permanecen vigentes; en consecuencia, "Modas Junior" mejorará el nivel de ganancias en \$5,000,000 si acepta el contrato.

Al tomar esta decisión, es recomendable reflexionar, qué tanto afectará a las ventas de su propia etiqueta, el hecho de fabricar para "VIG-BOND".

B) DUMPING de un producto. Es otra opción para obtener ganancias, consiste en la venta de un producto, en un mercado, a un precio menor, del que se vende en otro; esta estrategia es seguida con más frecuencia por las empresas que incursionan en un mercado internacional.

**EJEMPLO 24.** En el caso anterior, "Modas Junior", obtiene ganancias atractivas, tanto en el país, como en mercados extranjeros, sin embargo, tiene exceso de capacidad de producción, y desea obtener beneficio del mismo, ¿qué estrategia podría seguir?

Una forma en que puede hacerlo, es vender las unidades extras que puede producir, a precio muy bajo, en mercado extranjero, el precio debe ser bajo, siempre y cuando, sea el suficiente para cubrir los costos variables unitarios, asociados a las unidades de producción adicionales, ya que, los costos fijos, están cubiertos por las ventas normales.

Sencillamente, cualquier ingreso sobre los costos variables se agregará a las utilidades.

#### **CONSIDERANDOS.**

- Los mercados en donde se hace el Dumping, deben estar suficientemente apartados, para que no afecten los precios de aquellas prendas más baratas.
- Tomar muy en cuenta, las reacciones competitivas y aumentos con las tarifas arancelarias que pueden imponer en el país donde se hace el Dumping.

#### 4.4 CONTROL DE INVENTARIOS

A menudo los empresarios, en la industria del vestido, con el fin de ahorrar y obtener una ganancia extra o hacer frente a la escasez, adquieren grandes volúmenes de telas o accesorios, a precio bajo, pensando que "aprovechan una oportunidad"; la forma intuitiva de tomar esta decisión, podría traerles resultados positivos, en algunas ocasiones, pero en la mayoría de los casos acarrear repercusiones contrarias, ya que, destinan considerables sumas de capital de trabajo en inversiones "ociosas", al adquirir materiales cuya rotación es lenta y su conservación en el almacén se traduce en la elevación de costos que, podrían evitarse o disminuirse en gran medida.

Mas, la forma empírica de manejar sus inventarios conduce a una administración de "prueba y error" con la que a veces se incurre en agotamientos que pueden provocar pérdida de clientes o en excesos innecesarios que inciden en la elevación de costos; por manejar grandes cantidades, por deterioro, por obsolescencia y por el espacio de almacén ocupado. Estas deficiencias hacen evidente la necesidad de soluciones viables que de acuerdo con los elementos de juicio derivados de su análisis, pueden ser obtenidos mediante la aplicación de técnicas de Control de Inventarios.

##### 4.4.1 QUE ES EL CONTROL DE INVENTARIOS

Antes de continuar con el tema, se considera pertinente describir en forma explícita, lo que deberá entenderse como control de inventarios, para efectos específicos de este trabajo; en consecuencia, se estimó necesario proporcionar, primero, en forma separada, las acepciones de cada término para posteriormente unificarlas.

**CONTROL.-** Proceso mediante el cual se mantiene el equilibrio de todo lo que se ha definido o planeado anticipadamente a fin de no incurrir en desviaciones significativas - y es a través de sus resultados que se evalúa y mide su eficacia.

**INVENTARIO.-** Es la relación ordenada de materiales o bienes existentes que están disponibles en las instalaciones de una empresa, para que sean utilizados. Los inventarios en una empresa manufacturera son de tres clases:

- a) De materia prima.
- b) Productos en proceso
- c) De productos terminados.

Amalgamando ambos conceptos, podría definirse al Control de Inventarios como: El proceso mediante el cual se mantiene el equilibrio de existencias disponibles en la empresa ya sean productos terminados, en proceso o materias primas a fin de evitar desviaciones significativas que afecten el buen funcionamiento de la organización.

Tomando en cuenta las justificaciones anteriores, se llegó a la conclusión de que el empresario de la industria del vestido obtendría grandes ventajas e información para la toma de decisiones si se le proporcionan las técnicas para controlar sus inventarios en forma sistematizada y automática, por tal razón se estructuró un sistema configurado por modelos determinísticos en los que se supone que la persona encargada de los inventarios conoce con certeza los parámetros de demanda, punto de reorden, períodos de reposición, costos de manejo y de ordenar, etc.

#### **4.4.2 OBJETIVO DEL SUBSISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIOS**

Proporcionar un auxiliar que ayude a la empresa del vestido a:

- Minimizar la inversión y los costos que implica un inventario manteniendo el equilibrio entre niveles de existencias máximas y mínimas, de tal forma que pueda hacerse frente a la demanda usual y potencial, asimismo, cuidar que la función de producción no se detenga innecesariamente lesionando las ventas.

#### **4.4.3 LIMITACIONES DE LOS MODELOS**

Las principales limitaciones de los modelos de inventario propuestos, se infieren de las suposiciones en las que se basa cada modelo, por ejemplo, algunos supuestos del modelo clásico de la CEP señalan abastecimiento instantáneo, tiempo de adelanto cero y conocimiento certero de la demanda, lo anterior se puede cumplir para algunas empresas o sólo en algunos aspectos, luego entonces éste modelo representaría limitaciones para aplicarlo a empresas que no posean las particularidades marcadas en los supuestos.

#### **4.4.4 CONSIDERANDOS.**

- Si un inventario se acumula o disminuye más de lo previsto, la producción y los requerimientos de mercancías deben ser ajustados.

- Almacén debe llevar registros cuidadosos de las operaciones con cada partida del inventario incluyendo fechas, cantidades recibidas o entregadas, quién entregó, quién recibió, totales de existencias, etc.
- Es obligatorio conocer los puntos de reabastecimiento para establecer una relación entre estos saldos de mercancías la iniciación de las órdenes de compra y las corridas de trabajo.
- Se debe tener mucho cuidado en el manejo de las unidades asociadas con los parámetros del modelo tales como los períodos de tiempo que generalmente se toman por año, si este es el caso, entonces la demanda será expresada por año, asimismo, los costos de manejo habrán de expresarse en pesos no por unidades por año.
- Aunque normalmente el parámetro de tiempo en los inventarios se toma anual, debe aclararse que no es requisito indispensable, ya que puede calcularse bajo períodos mensuales, semanarios o diarios.
- Contablemente, es necesario llevar un registro cuidadoso de costos de cada artículo verificación e inspección.
- Otras consideraciones deberán inferirse de las limitaciones que imponen los supuestos de cada modelo.

#### **4.4.5 TERMINOLOGIA UTILIZADA EN LOS MODELOS DE INVENTARIO.**

**Inventario Promedio.**-Es la cantidad media de materiales o mercancía, que regularmente se mantiene en el almacén, como resultado de la fluctuación de los niveles de agotamiento y reposiciones en ciclos repetitivos que gráficamente describen un patrón de "diente de sierra". Los cálculos relacionados con el inventario se simplifican mediante el inventario promedio, ya que equivale a la acumulación detallada de cantidades reales en el transcurso de una serie de períodos cortos.

#### **COSTOS ASOCIADOS CON EL INVENTARIO.**

##### **COSTOS DE PEDIDO O DE ORDENAR.**

Se refieren a todos aquellos costos en los que incurre la empresa por el hecho de ordenar mercancía al proveedor, equivalen a los costos fijos de oficina, como: colocar y recibir un pedido, es decir, la preparación de órdenes de compra, procesamiento del papeleo, recibo y verificación de la mercancía, timbres, llamadas telefónicas, gastos

secretariales, costos de formatos de papel y pago de quien registra la orden de pedido (contador). Estos costos no van en función de la cantidad de mercancía que se ordene; si el cálculo de costo se hace por año, adquiere el nombre de COSTO ANUAL DE ORDENAR.

**COSTOS DE MANTENIMIENTO DE INVENTARIO**, llamados también de CONSERVACION O MANEJO de inventario es el costo en el que incurre la empresa por concepto de conservar las mercancías o materias primas en el almacén. Si el cálculo se hace por año se llamará Costo Anual Total de Manejo.

Estos costos se formulan en términos de costos por unidad por período y puede decirse que son costos variables por unidad, están formados por el costo de almacenamiento, renta, costos de seguro, de deterioro, obsolescencia, alumbrado, mantenimiento del edificio, impuestos prediales, depreciación, servicio de vigilancia, seguros contra robo o incendios, todos estos costos varían de acuerdo con el volumen de inventario que se ordena y conserva.

Los costos de manejo a su vez están formados por tres tipos de costos:

- a) **COSTOS DE OBSOLESCENCIA, DETERIORO Y PERDIDA.** Se puede asignar el Costo de OBSOLESCENCIA a los artículos como telas que en ciertos períodos están de moda o accesorios que en cierto tipo de prendas se usan pero pasado el tiempo resultan anticuados.

El costo de DETERIORO es el que se asigna a productos terminados o materias primas que se van maltratando por el movimiento propio en almacén.

Costo de PERDIDA. El costo por este concepto, se presenta cuando los productos son hurtados o consumidos por siniestros.

- b) **COSTO DE CAPITAL.** Se refiere al capital invertido en los materiales almacenados, este capital prácticamente está ocioso y podría emplearse en otras funciones, representa lo que se conoce con el nombre de costo de "oportunidad".
- c) **COSTO DE ALMACENAJE.** Se compone de elementos como: el costo variable del espacio que ocupan los diferentes niveles de productos, los seguros, los impuestos. Debe aclararse que si el almacén es propiedad de la empresa estará considerado como un costo fijo, en cuyo caso no debe formar parte del costo de almacenaje, lo mismo

sucede con el impuesto o los seguros, sólo deben considerarse como parte del costo de almacenaje, si éstos varían en función del volumen, de lo contrario forman parte de los costos fijos y no habrán de entrar en el costo de almacenaje.

#### **COSTOS DE FALTANTES O DE AGOTAMIENTOS.**

Estos costos pueden ser considerados de dos maneras:

- a) Cuando SE PERMITEN PEDIDOS RETROACTIVOS. Es decir cuando la empresa acumula pedidos atrasados para surtirlos después de que se reciba el material, los costos serían:
  - costos administrativos y de oficina, costo de esfuerzos especiales en estas áreas, tiempo extra, manejo y transporte especial así como el seguimiento; cabe señalar que los pedidos retroactivos también pueden provocar la pérdida del cliente.
- b) Cuando NO SE PERMITEN PEDIDOS RETROACTIVOS. Es decir que el cliente no está dispuesto a esperar que le surtan su pedido hasta después de que el fabricante reciba sus materiales, en este caso se tendrá como resultado la pérdida definitiva de la venta.

El cálculo de los costos de faltantes o agotamiento puede efectuarse basándose en diferentes situaciones:

1. Se supone un costo fijo por agotamiento sin importar la magnitud del faltante o el período en que se agote el material, esta regla desde luego puede resultar muy costosa debido a que si el agotamiento es pequeño, puede ser incongruente con la cantidad fija de costo asignada.
2. Se considera un costo de agotamiento por unidad.
3. Se pueden considerar tanto el número de unidades que no se tienen, como la duración del agotamiento.
4. Puede incluirse el porcentaje que se haya establecido por incumplimiento de entrega en una fecha específica, en caso de que se trabaje por contratos.
5. Puede estimarse en función de las utilidades que dejan de obtenerse por concepto de "no tener" o de agotamiento.

En conclusión este tipo de costos es el más difícil de estimar por que incluso en algunos casos no podría medirse la proyección de una mala imagen de la empresa hacia los clientes insatisfechos así como un costo de oportunidad, es decir, de lo que deja de ganarse si se incurre en faltantes.

**COSTO DEL ARTICULO:** Es la cantidad de materiales y esfuerzos invertidos en la fabricación de una prenda y que puede ser traducida en dinero.

**COSTO DE COMPRA:** Es la cantidad que desembolsa la empresa por el hecho de adquirir mercancía o materiales, implica los gastos de transporte, impuestos, intereses por créditos, descuentos por grandes volúmenes de compra y otros.

**COSTO MINIMO ANUAL TOTAL DE INVENTARIO.**

Es considerado como el "Costo Ideal", o más pequeño, en el que incurre la empresa por manejar y ordenar una cantidad óptima de inventario.

**AGOTAMIENTO O FALTANTE.** Es la carencia de existencias, se presenta por diferentes razones, que pueden ser accidentales o planeados, pero uno de los comunes denominadores es que, la demanda excede a la cantidad que se tiene en el inventario.

**PEDIDOS RETROACTIVOS.** Es cuando la demanda se acumula y no se satisface de inmediato a causa de faltantes, pero cuando se reabastece se está en condiciones de surtir la demanda atrasada.

**ANTICIPACION O TIEMPO DE ADELANTO.** Es el tiempo transcurrido entre la colocación de un pedido y su recepción anticipada a la fecha fijada de entrega.

**INVENTARIO DE MATERIAS PRIMAS.** Este inventario está formado por aquellos materiales básicos para la fabricación de las prendas de vestir tales como:

- Telas de diferentes tipos
- Forros
- Fieltros
- Botones
- Cierres
- Etiquetas
- Hombreras
- Espiguillas
- Bies
- Herrajes

- Encajes
- Aplicaciones
- Broches
- Hebillas
- Elásticos
- Accesorios diversos
- Hilos
- Otros

Los suministros auxiliares o partes de repuesto para el equipo y maquinaria, también forman parte de los materiales de inventario, aún cuando no son materiales directos en la producción de las prendas de vestir, son materiales indirectos sin los cuales no sería posible la producción, estos son:

- Agujas
- Bobinas
- Lubrificantes
- Bandas
- Alfileres
- Otros

#### **INVENTARIO DE PRODUCTOS EN PROCESO**

Este inventario lo formarán todas aquellas prendas que estén en etapas iniciales o intermedias de terminación y pueden ser las prendas que estén en:

- Piezas listas para hilvanar
- Proceso de hilvanado
- Costura definitiva con avance parcial
- Proceso de terminado y revisión
- Planchado

#### **INVENTARIO DE PRODUCTOS TERMINADOS**

Lo formarán todas aquellas prendas totalmente terminadas, es decir ya han pasado por todas las etapas de producción y están listas para entregarlas al cliente o para ser vendidas.

#### **ANÁLISIS MARGINAL**

Se refiere al cambio que experimenta una variable por ejemplo el costo cuando se hace un pedido más, o se pide una unidad más, o se almacena una unidad más, etc; el principio marginal rige el análisis marginal, establece que si el aumento marginal de una variable es igual a la disminución marginal de la variable opuesta, el total de las demás variables representará un costo mínimo.

#### **PUNTO DE REORDEN**

Es el nivel de inventario en el cual la empresa coloca un pedido, se puede expresar como el momento, en el que se llega a un determinado volumen de material, que sólo alcanza para cubrir la producción del número de días que tarda el proveedor en reabastecer, y es el momento justo en que deberá hacerse un nuevo pedido.

#### **4.4.6 FUNCIONAMIENTO ESQUEMATIZADO DEL SUBSISTEMA CONTROL DE INVENTARIOS**

El Subsistema de Inventario, para su ejecución, deberá alimentarse con los datos de entrada señalando en el esquema IV.6, según lo que se desee calcular; asimismo en el esquema IV.7 se proporciona un listado de algunas formas en que los resultados pueden ser utilizados como base para la toma de decisiones en palneación y control.

#### **4.4.7 CONFIGURACION DEL SUBSISTEMA CONTROL DE INVENTARIOS**

Los modelos determinísticos de inventario que se han incluido en el sistema son:

4.4.7.1 MODELO CLASICO o BASICO DE CANTIDAD ECONOMICA DE PEDIDO (CEP) conocido también como LOTE ECONOMICO.

4.4.7.2 MODELO DE CEP CON ANALISIS MARGINAL.

4.4.7.3 MODELO DE CEP CON PUNTO DE REORDEN.

4.4.7.4 MODELO DE CEP CON DESCUENTOS EN LOS PRECIOS POR GRANDES VOLUMENES DE COMPRA.

a) Descuento Unico.

b) Diferentes niveles de descuento a diferentes niveles de compra.

4.4.7.5 MODELOS DE CEP CON AGOTAMIENTO.

a) Se permiten pedidos retroactivos y el tiempo de adelanto es cero.

b) Se permiten pedidos retroactivos y el tiempo de adelanto es mayor que cero.

# FUNCIONAMIENTO DEL SUBSISTEMA

## CONTROL DE INVENTARIOS

### ENTRADA

### PROCESO

### SALIDA

TSB

- CANTIDADES ORDENADAS DE MERCANCIA POR REMESA
- COSTOS FIJOS RELACIONADOS CON ORDENAR UN PEDIDO. (COSTOS DE ORDENAR)
- COSTOS VARIABLES RELACIONADOS CON MANEJAR UN INVENTARIO. (COSTO DE MANEJO)
- CONSUMO DE MERCANCIA TOTAL ANUAL.
- COSTO DE MANEJAR UNA UNIDAD DE MERCANCIA.
- $I$  DE COSTO QUE REPRESENTA EL MANEJO DE UNA UNIDAD DE MERCANCIA.
- VALOR DE CADA UNIDAD DE INVENTARIO O COSTO POR UNIDAD.
- DIAS, MESES O SEMANAS, APROXIMADOS, QUE DURAN LAS MERCANCIAS.
- AUMENTOS DE CANTIDADES EN CADA PEDIDO.
- INTERVALO DE TIEMPO QUE TARDA EL PROVEEDOR EN ENTREGAR LA MERCANCIA.
- $I$  DE DESCUENTO QUE OFRECE EL PROVEEDOR.
- VOLUMENES DE MERCANCIA POR LOS QUE EL PROVEEDOR OFRECE DESCUENTO.

- SE REALIZAN CALCULOS TABULARES A DIFERENTES NIVELES.
- OPERACIONES DE SUMA, RESTA, MULTIPLICACION, DIVISION, SEMISUMA, RAIZ CUADRADA.
- ESTIMACIONES SENCILLAS Y CON INCREMENTOS CON O SIN  $I$ .
- SE CALCULAN LOS COSTOS DE INVENTARIO A PRECIO BASE Y DE DESCUENTO A DIFERENTES VOLUMENES, ASI COMO LOS CEP Y COSTOS DE COMPRA.

- COMPARA RESULTADOS.

- CALCULA EL DESCUENTO PARA DIFERENTES NIVELES DE COMPRA.

- LOTE ECONOMICO/VOLUMENES OPTIMOS DE COMPRA.
- COSTO ANUAL TOTAL DE INVENTARIO CORRESPONDIENTE A VARIOS TAMAÑOS DE PEDIDO.
- COSTO ANUAL DE ORDENAR.
- NUMERO DE PEDIDOS POR AÑO.
- INTERVALO OPTIMO DE DURACION DE LOTE DE MERCANCIAS O CICLO DE INVENTARIOS.
- COSTO TOTAL DE MANEJAR DETERMINADO VOLUMEN DE INVENTARIO.
- PROMEDIO DE CANTIDADES DE MERCANCIA A CONSERVAR EN EL ALMACEN O INVENTARIO PROMEDIO.
- COSTO MARGINAL DE ORDENAR CANTIDADES ADICIONALES.
- COSTO MARGINAL DE MANEJAR CANTIDADES ADICIONALES.
- PUNTO DE REORDEN (NIVEL DE EXISTENCIA EN EL QUE DEBE COLOCARSE UN NUEVO PEDIDO).
- COSTO DE COMPRA A PRECIO BASE Y DE DESCUENTO.
- CEP CON DESCUENTO Y A PRECIO BASE.
- NIVEL MAXIMO DE INVENTARIO.
- COSTOS DE AGOTAMIENTO.

RESULTADOS O SALIDAS DEL SUBSISTEMA: SU UTILIDAD PARA TOMAR DECISIONES DE PLANEACION Y CONTROL EN LA INDUSTRIA DEL VESTIDO.

La planeación reduce la incertidumbre natural al tomar decisiones que tendrán repercusión en el futuro, y al mismo tiempo disminuye o evita el riesgo; en este sentido debe aclararse la relación que guardan las técnicas de control de inventarios con la planeación y el control.

Es probable, que los resultados obtenidos con el sistema, representen para el empresario cifras con utilidad poco significativa, sin embargo, si se relacionan estos con el uso que puede darseles en la planeación y el control de la empresa, se descubre su verdadero valor para proyectar acciones futuras tendientes al logro del progreso de la empresa.

SALIDAS O RESULTADOS	DECISIONES A TOMAR	PLANEACION Y CONTROL	VENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>- LOTE ECONOMICO</li> <li>- COSTO ANUAL TOTAL DE INVENTARIO.</li> <li>- COSTO ANUAL DE ORDENAR.</li> <li>- NUMERO DE PEDIDOS POR AÑO.</li> <li>- CICLO DE INVENTARIO.</li> <li>- COSTO TOTAL DE MANEJO.</li> <li>- INVENTARIO PROMEDIO.</li> <li>- COSTO MARGINAL DE ORDENAR.</li> <li>- COSTO MARGINAL DE MANEJO.</li> <li>- PUNTO DE REORDEN.</li> <li>- COSTOS DE COMPRA A PRECIO BASE Y CON DESCUENTO.</li> <li>- CEP CON Y SIN DESCUENTOS.</li> <li>- NIVEL MAXIMO DE INVENTARIO.</li> <li>- COSTOS DE AGOTAMIENTO.</li> </ul>	<p>I) PLANTA</p> <p>EN LOS CASOS EN QUE LA EMPRESA TENGA PROYECTOS DE EXPANSION, REMODELACION O REORGANIZACION; DEBE DECIDIR SOBRE:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* CONSTRUIR U OMITIR UN ALMACEN; SUS DIMENSIONES Y DISTRIBUCION DE INSTALACIONES COMO: SERVICIOS, MANEJO DE MATERIALES, UBICACION DE ALIMENTADORES DE ENERGIA ELECTRICA, ESTACIONAMIENTO, AREA DE RECEPCION O CARGA Y DESCARGA.</li> </ul> <p>II) COMPRAS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- HACER O NO COMPRAS CON DESCUENTOS.</li> <li>- DECIDIR LOS TIEMPOS DE REABASTECIMIENTO.</li> <li>- MANTENER O NO RESERVAS DE MERCANCIA.</li> <li>- MONITOS MAXIMOS Y MINIMOS QUE SE PUEDE Y DEBE CONSERVAR DE MATERIALES SEGUN LA CAPACIDAD DEL ALMACEN Y EL COSTO MINIMO.</li> <li>- SE DECIDE SOBRE EL METODO DE MANEJAR EL INVENTARIO.</li> <li>- SE DECIDE SOBRE EL TIPO DE PROVEEDORES.</li> </ul> <p>III) INGENIERIA DEL PRODUCTO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- DIVERSIFICACION DE DISEÑO DE PRENDAS NORMAS Y ESPECIFICACIONES.</li> </ul> <p>IV) FINANZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- MONITOS DE INVERSIONES EN INVENTARIOS Y PROYECTOS DE NUEVAS INVERSIONES.</li> <li>- PRECIOS DE VENTA DEL PRODUCTO CONSIDERANDO DESCUENTOS Y VOLUMENES DE COMPRA.</li> <li>- CONTRATAR SEGUROS PARA PROTEGER LOS INVENTARIOS.</li> <li>- REPARTO DE UTILIDADES.</li> </ul> <p>V) R.M.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- CONTRATACION DE PERSONAL.</li> <li>- TIPOS DE CONTROL DE INVENTARIOS PARA EVITAR PERDIDAS POR FRAUDE, OBSOLESCENCIA Y DETERIORO.</li> <li>- ACONDICIONAMIENTO DEL ALMACEN PARA PRESERVAR.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SE FIJAN OBJETIVOS DE:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- COMPRA, ORDENES DE COMPRA</li> <li>- COSTOS DE PRODUCCION Y DE VENTA, PRECIO</li> </ul> </li> <li>- POLITICAS DE:             <ul style="list-style-type: none"> <li>* COMPRA, SUS CONDICIONES, VOLUMENES MAXIMOS Y MINIMOS. POLITICAS DE CONSERVACION DEL INVENTARIO.</li> <li>* REPARTO DE UTILIDADES, CONTRATACION DE PERSONAL,</li> <li>* PROGRAMAS DE COMPRA, DE PRODUCCION Y DE VENTA.</li> </ul> </li> <li>- PRESUPUESTOS DE EFECTIVO</li> <li>* PRESUPUESTOS DE COMPRAS.</li> <li>- TACTICAS DE MANEJO DE INVENTARIO</li> <li>- OBTENCION DE MEJORES CONDICIONES DE COMPRA, BUSQUEDA DE FUENTES DE FINANCIAMIENTO.</li> <li>- ESTABLECIMIENTO DE ESTANDARES DE EXISTENCIAS, DE COMPRA, COSTOS.</li> <li>- REGLAS DE CONSERVACION DE MERCANCIA.</li> <li>- RESPONSABILIDADES QUE DEBE ASUMIR EL PERSONAL ENCARGADO DE SU MANEJO.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SE PREVEE LA ESCASEZ DE MERCANCIA.</li> <li>- MINIMIZA LA INVERSION EN INVENTARIOS.</li> <li>- SE REGULAN LOS GASTOS Y LAS EXISTENCIAS DE INVENTARIO.</li> <li>- SE MINIMIZA LA INCERTIDUMBRE Y SE HACE FRENTE A LA DEMANDA.</li> <li>- NO SE DETIENE LA PRODUCCION.</li> <li>- SE HACE FRENTE A LOS CAMBIOS BRUSCOS DE PRECIOS DE MERCANCIAS.</li> <li>- SE AGILIZAN LAS ENTREGAS DE PRODUCTOS TERMINADOS A LOS CLIENTES.</li> <li>- SE OBTIENE INFORMACION SOBRE EL EFECTO DE LOS COSTOS EN LA VARIACION DE VOLUMENES DE MERCANCIA.</li> <li>- CONVENIENCIAS DE TENER O NO ESPACIO PARA ALMACEN.</li> <li>- PREVISION DE LA ELECCION DE PROVEEDORES QUE BRINDEN MEJORES CONDICIONES DE COMPRA.</li> <li>- PREVISION Y BUSQUEDA DE FUENTES DE FINANCIAMIENTO.</li> <li>- PREVEE LA EXACTITUD DE REGISTRO DE MERCANCIA.</li> <li>- SE CUENTA CON BASES DE VERIFICACION Y MEDICION.</li> <li>- SE VALIA EL DESEMPEÑO.</li> <li>- SE COMPROBA LA EXACTITUD Y CONFIABILIDAD.</li> </ul>

#### 4.4.7.1 MODELO BASICO O CLASICO DE CALIDAD ECONOMICA DE PEDIDO

Se conoce también como lote económico, consiste en calcular la cantidad óptima de mercancías que debe adquirirse y mantenerse en el almacén, de tal forma que se minimice el costo anual del inventario: esto se logra únicamente cuando los costos de ordenar son iguales a los costos por manejos de mercancías.

#### SUPUESTOS

Este modelo considera que:

- 1.- LOS INVENTARIOS SE REVISAN CONTINUAMENTE, ya que emplea el punto de reorden, el cual en este modelo se determina automáticamente cuando el inventario llega a cero.
- 2.- DEMANDA CONSTANTE, UNIFORME Y CONTINUA. Significa que la demanda se conoce con certidumbre y es constante en el tiempo, ya que descubre un patrón definido por el ritmo de producción, esto significa que la cantidad en cada orden es la misma.
- 3.- ABASTECIMIENTO INSTANTANEO. Las existencias se van agotando paulatinamente e incluso el fabricante puede esperar a que su nivel de inventario llegue a cero.
- 4.- NO SE CONSERVAN EXISTENCIAS DE SEGURIDAD.
- 5.- NO SE PERMITEN AGOTAMIENTOS porque, como ya se mencionó los reabastecimientos son instantáneos.
- 6.- LOS DESCUENTOS por grandes volúmenes de compra no existen.
- 7.- La depreciación del inventario en el transcurso del tiempo es prácticamente nula.

#### **VENTAJAS:**

Mediante este modelo se elimina el costo de manejo de inventario ya que evitaría el almacenamiento y tendría la ventaja de que su pedido será surtido inmediatamente quedando los materiales disponibles para la producción, por lo tanto, el riesgo de que los costos de agotamiento, pudieran propiciar la pérdida de ventas o la insatisfacción del cliente, no existen, ya que el tiempo de adelanto o anticipación es cero; el pedido total se recibe en un sólo lote.

El costo de manejo se reduce ya que el proveedor surte directamente los faltantes e incluso puede prescindirse de un lugar para almacenamiento.

- No existe depreciación del inventario o ésta es mínima debido a que las mercancías no permanecen largo tiempo en el almacén propiciado deterioros.

#### **Requerimientos**

Para aplicar este método es necesario conservar información sobre:

- Cantidades de materiales que se consumen en el año.
- Datos sobre cuánto le cuesta a la empresa ordenar cada pedido de mercancía al proveedor. (costo de ordenar por pedido).
- Cuánto gasta la empresa, por manejar en el almacén cada unidad de mercancía.
- Los diferentes volúmenes de mercancía que pide durante el año.

**NOMENCLATURA UTILIZADA EN EL MODELO CLASICO O BASICO DE CANTIDAD ECONOMICA DE PEDIDO O LOTE ECONOMICO.**

- 1) CEP = Cantidad Económica de Pedido o Lote económico que en un momento determinado equivale a  $X_o$  óptima.
- 2)  $X_o$  = Número de unidades ordenadas o entregadas por remesa en un momento dado, representa el nivel máximo de inventario o cantidad ordenada en cada vez, también llamado Tamaño de Pedido. Cuando ésta ya ha sido calculada.
- 3) N = Número de pedidos por año.
- 4) Cto = Costo total de ordenar por pedido o remesa en un período anual o estandar.
- 5)  $I_p$  = Inventario promedio.
- 6) Ctm = Costo total de manejo por período estandar.
- 7) Ct = Costo total relacionado con el inventario por período estándar, es decir, por año.
- 8) Cop = Costo de ordenar por pedido o remesa efectuada.
- 9) D = Demanda o consumo en unidades de material o mercancía utilizada en la fabricación durante un período estándar que normalmente es un año, aunque podría representar también un período de semana o mes.
- 10)  $C_u$  = Costo de manejo por unidad de inventario promedio.
- 11)  $i$  = Costo anual de manejo por unidad expresada en forma de % del total de inventario.
- 12) L = Valor de una unidad de inventario; precio unitario.
- 13) T = Intervalo óptimo entre pedidos.
- 14) K = Constante que expresa el número de periodos intermedios por año.

## **METODOS DE CALCULO.**

Son varios métodos existentes para determinar el CEP, sin embargo, para este caso de estudio sólo se mostrará la aplicación de:

- a) Tabular o de Prueba y error.
- b) Algebraíco o Matemático.

### **a) METODO TABULAR.**

Consiste en presentar los datos en forma de listado y calcular los costos a diferentes niveles de pedido, los cuales se obtienen en función de la demanda anual y el número de pedidos que se hace o desee hacer durante el año; este método proporciona la ventaja de observar ampliamente el comportamiento de los costos de acuerdo con los diferentes volúmenes y número de pedidos.

El lote económico o CEP se obtiene cuando el listado en forma horizontal muestra que el Costo total de ordenar es igual al costo total de manejo del inventario o sea Cto = Ctm. (Cuadro IV.1)

**METODO ALGEBRAICO.** Consiste en determinar cada uno de los elementos involucrados en la obtención del CEP, utilizando una serie de fórmulas matemáticas.

A diferencia del método tabular, aquí no se hacen ensayos de prueba y error, sino que los cálculos se pueden hacer en forma sintetizada y directa empleando los datos que la empresa va registrando cotidianamente.

### **PROCEDIMIENTO.**

No existe un orden estricto sobre los rubros que deben calcularse primero, más bien esto depende de las necesidades de la empresa, en un momento determinado, sin embargo, puede sugerirse la secuencia que se describe a continuación:

1° Cantidad Económica de Pedido o Lote Económico (CEP), puede iniciarse con este cálculo, ya que su determinación puede efectuarse directamente con los datos que se tienen registrados y el resultado servirá de base para hacer los cálculos de otras variables.

CUADRO IV.1

CANTIDAD ORDENADA $X_0$	NUMERO DE PEDIDOS POR AÑO $N$	COSTO ANUAL DE ORDENAR CTO.	INVENTARIO PROMEDIO $IP = \frac{X_0}{2}$	COSTO ANUAL DE MANEJO CTM	COSTO ANUAL TOTAL DE INVENTARIO $CT = CTO + CTM$
		*		*	

Quando el costo anual de ordenar sea igual al costo de manejo, se habrá encontrado el Lote Económico.

\* \*

CTO = CTM

Simbólicamente, el cálculo se representa así:

$$CEP = \sqrt{\frac{2C_{op} D}{C_u}}$$

Cuando se calcula el lote económico, y el Costo de manejo está expresado en porcentaje, la fórmula se modifica ligeramente incluyendo la literal *i* adicionada con la *L*.

$$CEP = \sqrt{\frac{2C_{op} D}{i(L)}}$$

El costo de mantener o manejar una unidad en inventario durante un año, se obtiene:

$$C_u = i(L)$$

**2) Inventario Promedio.** En virtud de que ya se conoce el número óptimo de unidades que es conveniente ordenar en cada pedido, la CEP ahora es equivalente al número de unidades a pedir en cada remesa; si la demanda es constante, entonces el inventario promedio se obtiene con la fórmula:

$$I_p = \frac{\text{Nivel Máximo} - \text{Nivel Mínimo}}{2}$$

2

Si el nivel mínimo es cero entonces el Inventario Promedio se calcula:

$$I_p = \frac{X_o}{2}$$

**3.A) NUMERO DE PEDIDOS EFECTUADOS EN EL AÑO.** Cuando la empresa ordena varias remesas o pedidos en volúmenes diversos durante el año, el número de pedidos se calcula, tomando como base la cantidad de consumo total anual de material ocupado en la fabricación, en este caso se supone que *X<sub>o</sub>*, no corresponde al Lote Económico, sino a los diferentes volúmenes que ordena la empresa según sus necesidades. Y es necesario efectuar una serie de cálculos para los diferentes volúmenes hasta encontrar el que minimice los costos.

$$\text{Representación simbólica } N = \frac{D}{X_0}$$

$X_0$  = número de unidades ordenadas o entregadas por remesa.

- 3.B) NUMERO OPTIMO DE PEDIDOS EN TERMINOS DE LOTE ECONOMICO.** Es otra forma de obtener el número de pedidos que debe hacerse durante el año y que corresponde específicamente al lote económico; su cálculo se hace de manera directa con los datos que la empresa proporciona como resultado de sus registros cotidianos:

Simbólicamente se representa así:

$$N = \sqrt{\frac{Cu(D)}{2 \text{ CoP}}}$$

- 4) Costo anual de Ordenar.** Para la obtención de este dato es necesario haber determinado de antemano el volumen de lote económico, su representación simbólica es:

$$\text{Cto.} = \text{CoP} \left( \frac{D}{X_1} \right)$$

- 5A) COSTO ANUAL TOTAL DE MANEJO.** Se puede obtener una vez que se haya calculado el Lote Optimo o CEP; ya que este en un momento determinado, representa el volumen o número de unidades por pedido o remesa;

Su representación simbólica es:

$$\text{Ctm} = Cu \left( \frac{X_0}{2} \right)$$

- 5B)** Cuando  $Cu$  (Costo de manejo por unidad de inventario) es expresado en forma de porcentaje (%), debido a que el valor en dinero del inventario así es manejado, la fórmula del  $Ctm$  deberá modificarse, incluyendo el costo de manejo expresado en porcentaje anual del valor del inventario o también llamado: Tasa Anual del Valor en dinero del inventario al cual se le identificará con la letra  $i$ , es decir, en vez de  $Cu$  :

FORMULA: 
$$Ctm = L(i) \left( \frac{Xo}{2} \right)$$

**COSTO MINIMO ANUAL TOTAL DE INVENTARIO.**

Su cálculo se efectúa sumando el costo anual de ordenar al costo anual de manejo

$$Ct = Cto + Ctm$$

o bien:

$$Ct = Cop \left( \frac{D}{Xo} \right) + Cu \left( \frac{Xo}{2} \right)$$

De igual manera que sucede en el costo total de manejo, el COSTO TOTAL DE INVENTARIO = Ct, habrá de modificar su fórmula cuando el COSTO DE MANEJO POR UNIDAD esté expresado en forma de porcentaje e incluir la literal i con la que se designará este porcentaje:

FORMULA: 
$$Ct = Cop \left( \frac{D}{Xo} \right) + L(i) \left( \frac{Xo}{2} \right)$$

**INTERVALO OPTIMO ENTRE PEDIDOS.**

Es la duración de las existencias, llamado también CICLO DE INVENTARIO expresado como:

$T = \frac{i}{N}$	Un año Número óptimo de pedidos	}	Como fracción de un año.
$T = \frac{12}{N}$	Meses Número óptimo de pedidos	}	Número óptimo de meses que duran las existencias por pedido.
$T = \frac{52}{N}$	Semanas al año Número óptimo de pedidos	}	Número óptimo de semanas que duran las existencias por pedido.

T = 365 Días al año  
---  
N Número óptimo de pedidos

Número óptimo de días que duran las existencias por pedido.

T = Intervalo óptimo entre pedidos

N = Número óptimo de pedidos

$$N = \sqrt{\frac{Cu D}{2 Cop}}$$

Las constantes 1, 12, 52, 365 se denominan con la letra K que expresa el número de períodos intermedios por año.

Conjugando las literales y sus notaciones respectivas el CALCULO DE LA DURACION OPTIMA DE LAS EXISTENCIAS es:

$$T = \sqrt{\frac{2 Cop K^2}{Cu D}}$$

### Ejemplificación

En este apartado se presentan las aplicaciones de las fórmulas, calculando en cada caso los elementos involucrados en el Control de Inventarios, específicamente en la determinación de Lote Económico, que minimiza los costos y la inversión en inventarios.

Los ejemplos, presentarán en cada caso los cálculos considerando tanto, el método tabular como el algebraico a fin de que pueda observarse con objetividad, la sencillez y ventajas del método.

**EJEMPLO 1.** La empresa "Eva", fabrica vestidos para dama, algunos estilos son confeccionados con hombreras, las cuales; escasean frecuentemente en el almacén, provocando que la producción de ciertas prendas se detenga cada vez que esto sucede, por lo tanto, la empresa ordena varios pedidos durante el año, en volúmenes que van desde 500 a 5000 pares, tal situación ha traído consigo el aumento de costo, evidentemente, la empresa desea calcular las cantidades apropiadas que le permitan minimizar los costos y la inversión en inventarios para ello se considera necesario determinar:

- El número óptimo de días de existencias por pedido.
- Su inventario promedio.
- El costo anual de ordenar
- El número de pedidos por año
- El costo anual de manejo y
- El costo anual total de inventario, correspondiente a diversos tamaños de pedido así como
- El lote económico que le permita alcanzar un costo total mínimo anual de inventario.

Se proporcionan los datos registrados por la empresa:  
 Consumo anual de hombreras 12000 pares; costo de manejo por  
 unidad \$ 0.60; costo de ordenar cada pedido N\$225.00

En seguida se muestra la tabla IV.28 con la concentración de cálculos y en la parte inferior del cuadro, se mostrará la forma en que se efectuó cada cálculo.

#### CALCULOS

##### A) NUMERO DE PEDIDOS

<u>12,000</u>	=	24	N = D	<u>1200</u>	=	4
500			Xo	3,000		
<u>12,000</u>	=	12		<u>12,000</u>	=	3.43
1,000				3,500		
<u>12,000</u>	=	8		<u>12,000</u>	=	3
1,500				4,000		
<u>12,000</u>	=	6		<u>12,000</u>	=	2.67
2,000				4,500		
<u>12,000</u>	=	4.8		<u>12,000</u>	=	2.4
2,500				5,000		

## SOLUCION POR EL METODO TABULAR

EJEMPLO 1, EMPRESA "EVA"

TABLA IV.28

CANTIDAD ORDENADA	NUMERO DE PEDIDOS POR AÑO	COSTO ANUAL DE ORDENAR	COSTO ANUAL DE MANEJO	INVENTARIO PROMEDIO	COSTO ANUAL TOTAL DE INVENTARIO	LOTE ECONOMICO
$X_0$	$N$	$CTO$	$CTM$	$IP = \frac{X_0}{2}$	$CTO = CTM$	$CEP$
500	24	5400	150	250	5550	
1000	12	2700	300	500	3000	
1500	8	1800	450	750	2250	
2000	6	1350	600	1000	1950	
2500	4.80	1080	750	1250	1830	
3000	4.0	900	900	1500	1800	* CEP
3500	3.43	771	1050	1750	1821	
4000	3.0	675	1200	2000	1875	
4500	2.67	600	1350	2250	1950	
5000	2.40	540	1500	2500	2040	

\* Es el punto en el que se alcanza el lote económico y puede observarse cómo se igualan los costos  $CTO = CTM$ ; es también el punto en el que se minimizan los costos.

**B) CALCULO DEL COSTO ANUAL DE ORDENAR**

$$Cto = Cop \left( \frac{D}{Xo} \right)$$

$$225 \times 24 = 5,400$$

$$225 \times 12 = 2,700$$

$$225 \times 8 = 1,800$$

$$225 \times 6 = 1,350$$

$$225 \times 4.8 = 1,080$$

$$225 \times 4 = 900$$

$$225 \times 3.43 = 771$$

$$225 \times 3 = 675$$

$$225 \times 2.67 = 600.75$$

$$225 \times 2.40 = 540$$

**C) INVENTARIO PROMEDIO**

$$IP = \frac{Xo}{2}$$

$$\frac{500}{2} = 250$$

$$\frac{1,000}{2} = 500$$

$$\frac{1,500}{2} = 750$$

$$\frac{2,000}{2} = 1,000$$

$$\frac{2,500}{2} = 1,250$$

$$\frac{3,000}{2} = 1,500$$

$$\frac{3,500}{2} = 1,750$$

$$\frac{4,000}{2} = 2,000$$

$$\frac{4,500}{2} = 2,250$$

$$\frac{5,000}{2} = 2,500$$

D) COSTO ANUAL DE MANEJO

$$C_{tm} = C_u \left( \frac{X_0}{2} \right)$$

$$250 \times 0.6 = 150$$

$$500 \times 0.6 = 300$$

$$750 \times 0.6 = 450$$

$$1,000 \times 0.6 = 600$$

$$1,250 \times 0.6 = 750$$

$$1,500 \times 0.6 = 900$$

$$1,750 \times 0.6 = 1,050$$

$$2,000 \times 0.6 = 1,200$$

$$2,250 \times 0.6 = 1,350$$

$$2,500 \times 0.6 = 1,500$$

C) COSTO MINIMO ANUAL TOTAL DE INVENTARIO

$$C_t = C_{to} + C_{tm} / C_t = C_{op} \left( \frac{D}{X_c} \right) + C_u \left( \frac{X_0}{2} \right)$$

Costo anual total de Ordenar + Costo Anual Total de Manejo

Cto		Ctm		
5,400	+	150	=	5,550
2,700	+	300	=	3,000
1,800	+	450	=	2,250
1,350	+	600	=	1,950
1,080	+	750	=	1,830

900	+	900	=	1,800
-----	---	-----	---	-------

$$771 \quad + \quad 1,050 \quad = \quad 1,821$$

$$675 \quad + \quad 1,200 \quad = \quad 1,875$$

$$600 \quad + \quad 1,350 \quad = \quad 1,950$$

$$540 \quad + \quad 1,500 \quad = \quad 2,040$$

\* Son los resultados óptimos buscados en donde se iguala el costo de ordenar y el costo de manejo.

En vista de que, la empresa hace durante el año varios pedidos a diferentes volúmenes, es necesario calcular el número de pedidos para cada volumen suponiendo que puede hacerlos con un aumento en múltiplos de 500, la interpretación de cada resultado sería: si la empresa consume 12000 pares de hombreras al año y hace órdenes de 500 pares cada vez, entonces necesita solicitar 24 remesas durante el año, si hace órdenes de 2000 pares, cada vez, sólo necesitará solicitar 6 remesas al año y así sucesivamente, hasta llegar al cálculo en el que requiere sólo 2.4 pedidos de 5000 pares cada uno.

Hasta este momento, sólo se ha determinado el número de pedidos para cada volumen y con estos datos, aún no se tienen elementos de juicio para conocer el costo mínimo, por lo tanto, se hacen todos los cálculos para cada uno de los diferentes, los que al concentrarse en la tabla nos indican que al hacer pedidos de 500 pares de hombreras cada vez, implica ordenar 24 veces y el costo por este concepto asciende a un nivel máximo de \$ 5,550.00 lo cual repercute en la elevación del precio del producto, aunque por otro lado, las exigencias de espacio para almacenar serían menores. En el caso extremo, en que se hicieran sólo 2.4 pedidos al año con volúmenes de 5000 pares, el costo se reduciría a \$ 2040.00 pero las necesidades de espacio para almacenaje serían mayores.

Al analizar la comparación de los extremos, podemos deducir que se debe buscar entre todos las combinaciones de volúmenes, aquella en la que se iguale el costo de ordenar con el costo de manejo, ya que con ello se obtiene:

- El volumen óptimo a ordenar, o Lote económico.
- El número de pedidos que deben hacerse al año.
- El costo anual de ordenar.
- El costo anual de manejo.
- El inventario promedio.
- El costo mínimo anual total de inventario.

En particular, para el ejemplo de la empresa "EVA" la tabla muestra que la empresa debe hacer en el año 4 pedidos de un volumen de 3000 pares cada uno, con lo que se iguala el costo de ordenar con el de manejo, así el costo mínimo anual total del inventario sería de \$1800.

### SOLUCION POR EL METODO ALGEBRAICO.

Continuando con los datos de la empresa "EVA" se efectuarán los cálculos utilizando las fórmulas que brindan la posibilidad de reducir el número de ensayos ya que podrá llegarse a los resultados en forma más inmediata y directa, sólo que con este método, habrá que comenzar por obtener el Lote económico (CEP) puesto que este dato servirá como base para otros cálculos subsecuentes.

#### CALCULO DEL LOTE ECONOMICO.

$$CEP = \sqrt{\frac{2C_{op} D}{C_u}}$$

$$CEP = \sqrt{\frac{2(225)(12,000)}{0.60}}$$

$$CEP = \sqrt{\frac{450 \times 12,000}{0.60}}$$

$$CEP = \sqrt{\frac{5'400,000}{0.60}}$$

$$CEP = \sqrt{9'000,000}$$

$$CEP = 3,000$$

Esto significa que deberán hacerse pedidos en volúmenes de 3,000 pares de hombreras cada vez, esta cantidad equivale al lote económico.

**CALCULO DEL NUMERO OPTIMO DE PEDIDOS.** Es obvio deducir que el consumo anual es de 12000 y hacer pedidos de 3000 cada vez el número de pedidos sea de 4, sin embargo, para casos en que este cálculo no sea tan evidente se utiliza la fórmula:

$$N = \sqrt{\frac{Cu D}{2Cop}} = \sqrt{\frac{0.6 (12,000)}{2 (225)}} = \sqrt{16} = 4$$

#### CALCULO DEL COSTO ANUAL DE ORDENAR

$$Cto = Cop \left( \frac{D}{Xo} \right)$$

**NOTA:** Con este método, en el que ya se determinó directamente el lote económico (CEP), el valor para Xo en los cálculos que lo requieran será equivalente al Lote económico

$$\therefore Cto = 225 \left( \frac{12000}{3000} \right)$$

$$Cto = 225(4)$$

$$Cto = 900$$

#### CALCULO DEL COSTO ANUAL DE MANEJO

FORMULA:

$$Ctm = Cu \left( \frac{Xo}{2} \right)$$

$$Ctm = 0.60 \left( \frac{3000}{2} \right)$$

$$Ctm = 0.60(1500)$$

$$Ctm = 900$$

#### INVENTARIO PROMEDIO

FORMULA:

$$Ip = \frac{Xo}{2}$$

$$Ip = \frac{3000}{2}$$

$$Ip = 1500$$

**COSTO MINIMO ANUAL TOTAL DE INVENTARIO**

FORMULA:

$$Ct = Cto + Ctm$$

$$Ct = 225 \frac{12,000}{3,000} + 0.60 \frac{3,000}{2}$$

$$Ct = 225 \times 4 + 0.60 \times 1,500$$

$$Ct = 900 + 900$$

$$Ct = 1,800$$

=====

**NUMERO OPTIMO DE DIAS DE EXISTENCIA POR PEDIDO.**

FORMULA:

$$T = \sqrt{\frac{2C_{op} K^2}{Cu D}}$$

$$T = \sqrt{\frac{2(225)(365)}{0.60(12,000)}}$$

$$T = \sqrt{\frac{450(133,225)}{7,200}}$$

$$T = \sqrt{\frac{59,951,250}{7,200}}$$

$$T = \sqrt{8326.5625}$$

$$T = 91.25$$

El número de días que dura la existencia por pedido es de 91.25

**NUMERO OPTIMO DE MESES QUE DURAN LAS EXISTENCIAS.**

$$T = \sqrt{\frac{2(225)(12)}{0.60(12,000)}}$$

$$T = \sqrt{\frac{450(144)}{7,200}}$$

$$T = \sqrt{\frac{64,800}{7,200}}$$

$$T = \sqrt{9}$$

$$T = 3$$

Tres meses son los óptimos que duran las existencias.

**NUMERO OPTIMO DE SEMANAS QUE DURAN LAS EXISTENCIAS.**

$$T = \sqrt{\frac{2(225)(52)}{0.60(12,000)}}$$

$$T = \sqrt{\frac{450(2,704)}{7,200}}$$

$$T = \sqrt{\frac{1,216,800}{7,200}}$$

$$T = \sqrt{169}$$

$$T = 13$$

Trece son el número óptimo de semanas que duran las existencias.

**NOTA:** Los resultados en cuanto al tiempo, se obtienen también con las fórmulas sencillas de la pag. 15.

**EJEMPLO 2.** Una empresa de confecciones de "Alta Costura", utiliza 1600 rollos de telas al año, sus costos de ordenar por pedido efectuado son de \$500.00 (COP), el costo de manejo por unidad de inventario promedio es de \$10.00, sus montos de pedido varían entre 100, 200, 400, 800 y 1600.

Se desconocen los costos en que se incurre, al ordenar distintos volúmenes cada vez, y se necesita calcular el volumen y número óptimo de pedidos que deben efectuarse, con el propósito de minimizar el costo, que permita disminuir los precios de venta de las prendas.

Los resultados de la Solución se muestran en la Tabla IV.29.

## SOLUCION METODO TABULAR

EJEMPLO 2

TABLA IV.29

CANTIDAD ORDENADA	NUMERO DE PEDIDOS POR AÑO	COSTO DE ORDENAR POR PEDIDO	COSTO ANUAL DE ORDENAR	INVENTARIO PROMEDIO	COSTO DE MENEJO POR UNIDAD DE INVENTARIO PROMEDIO	COSTO ANUAL DE MANEJO	COSTO MINIMO ANUAL TOTAL INVENTARIO
$X_0$	N	COP	CTO	$IP = \frac{X_0}{2}$	CU	CTM	
1600	1	5 500	500	800	5 10	8000	8500
800	2	500	1000	400	10	4000	5000
400	4	500	2000	200	10	2000	4000
200	8	500	4000	100	10	1000	5000
100	16	500	8000	50	10	500	8500

341

$$N = \frac{D}{X_0} \quad N = \frac{1600}{100} = 16 \quad N = \frac{1600}{200} = 8 \quad N = \frac{1600}{400} = 4 \quad *$$

$$N = \frac{1600}{800} = 2 \quad N = \frac{1600}{1600} = 1$$

$$Cto = Cop \left( \frac{D}{X_0} \right)$$

$$Cto = 500 \left( \frac{1600}{100} \right) = 500(16) = 8000$$

$$Cto = 500 \left( \frac{1600}{200} \right) = 500(8) = 4000 \quad *$$

$$Cto = 500 \left( \frac{1600}{400} \right) = 500(4) = 2000$$

$$Cto = 500 \left( \frac{1600}{800} \right) = 500(2) = 1000$$

$$Cto = 500 \left( \frac{1600}{1600} \right) = 500(1) = 500$$

$$Ctm = Cu \left( \frac{X_0}{2} \right)$$

$$Ctm = 10 \left( \frac{100}{2} \right)$$

$$Ctm = 10(50) = 500$$

$$Ctm = 10(100) = 1000$$

$$Ctm = 10(200) = 2000 \quad *$$

$$Ctm = 10(400) = 4000$$

$$Ctm = 10(800) = 8000$$

$$Ct = Ctm + Cto$$

$$Ct = 500 + 8000 = 8500$$

\* Son los resultados óptimos buscados ya que es en donde las cantidades del costo de manejo y el costo de ordenar son iguales.

$$Ct = 1000 + 4000 = 5000$$

$$Ct = 2000 + 2000 = 4000$$

$$Ct = 4000 + 1000 = 5000$$

$$Ct = 8000 + 500 = 8500$$

En resumen los resultados concentrados en la tabla, indican que el Costo de Ordenar se iguala al Costo de manejo, cuando se solicitan volúmenes de 400 rollos de tela y se hacen 4 pedidos al año; con este volumen y número de pedidos el costo mínimo de inventario equivale a \$4000, es decir, que la empresa deberá optimizar sus costos haciendo 4 pedidos al año en volúmenes de 400 piezas cada vez.

Solución del mismo caso, por el método algebraico.

$$CEP = \sqrt{\frac{2 \text{ Cop}(D)}{Cu}} = \sqrt{\frac{2(500)(1600)}{10}} = \sqrt{\frac{1600000}{10}} = \sqrt{160000}$$

$$CEP = 400$$

$$N = \sqrt{\frac{Cu(D)}{2 \text{ Cop}}} = \sqrt{\frac{10(1600)}{2(500)}} = \sqrt{\frac{16000}{1000}} = \sqrt{16} = 4$$

$$Cto = \frac{\text{Cop}(D)}{N} = \frac{500(1600)}{400} = \frac{500(4)}{1} = 2000 \text{ costo de ordenar}$$

$$Ctm = \frac{10(400)}{2} = 10(200) = 2000 \text{ Costo de manejo}$$

$$Ct = 2000 + 2000 = 4000 \text{ Costo mínimo de inventario}$$

#### COSTO DE MANEJO EXPRESADO EN PORCENTAJE

**EJEMPLO 3.** La empresa "Quinceañera" S.A., demanda anualmente 3,000 (D) aplicaciones de chaquiras y lentejuela, la cantidad que ordena por remesa es de 500 (Xo) unidades, cada unidad de inventario tiene un valor de \$100.00. La empresa incurre en los siguientes costos de manejo.

- Almacenamiento 10% del valor en dinero del inventario.
- Seguro e impuestos 2% del valor en dinero del inventario
- Deterioro 35 del valor en dinero del inventario.
- Costo de capital 10% del valor en dinero del inventario.

**COSTO DE MANEJO SUMA 25% (i)**

El costo de ordenar por pedido es de \$500.00 (Cop)

Se requiere calcular:

- Inventario promedio.
- Costo total de manejo.
- El costo total.
- El lote económico.
- El número óptimo de pedidos.

Datos:

D = 3,000  
 Xo = 500  
 L = \$100.00  
 i = 25%  
 Cop = \$50.00

**CALCULO DEL INVENTARIO PROMEDIO**

$$I_p = \frac{X_o}{2}$$

$$I_p = \frac{500}{2}$$

$$I_p = 250$$

**COSTO TOTAL DE MANEJO**

$$C_{tm} = L(i) \left( \frac{X_o}{2} \right)$$

$$C_{tm} = 100(0.25) \left( \frac{500}{2} \right)$$

$$C_{tm} = 25(250)$$

$$C_{tm} = \$6,250.00$$

**COSTO TOTAL**

$$Ct = Cop \left( \frac{D}{X_0} \right) + L(i) \left( \frac{X_0}{2} \right)$$

$$Ct = 50 \left( \frac{3,000}{500} \right) + 100 (0.25) \left( \frac{500}{2} \right)$$

$$Ct = 50 (6) + 25 (250)$$

$$Ct = 300 + 6,250$$

$$Ct = \$ 6,550.00$$

**LOTE ECONOMICO**

$$CEP = \sqrt{\frac{2 \text{ Cop } D}{i(L)}}$$

$$CEP = \sqrt{\frac{2 (50) (3,000)}{0.25 (100)}}$$

$$CEP = \sqrt{\frac{300,000}{25}}$$

$$CEP = \sqrt{12,000}$$

$$CEP = 109.5$$

**NUMERO OPTIMO DE PEDIDOS**

$$N = \frac{D}{CEP} = N = \frac{D}{X_0}$$

$$N = \frac{3,000}{109}$$

$$N = 27 \text{ Pedidos}$$

Son el número óptimo de pedidos a solicitar al año.

NUMERO OPTIMO DE DIAS que duran las existencias por pedido.

$$T = \frac{365}{N}$$

$$T = \frac{365}{27}$$

$$T = 13.5$$

Significa que cada trece días habrá que ordenarse cada uno de los 27 pedidos con los que habrá de minimizarse el costo.

**EJEMPLO 4.** "Herendira" S.A. es una empresa fabricante de blusas para dama, su demanda anual de rollos de tela es de 260 y efectúa 13 pedidos durante el año, el costo por pedido es de \$50.00 y el costo de manejo por unidad es de \$2.00, se requiere conocer:

1. ¿Cuál es el costo total del manejo del inventario?
2. ¿Cuál es el costo total de ordenar?
3. ¿Cuál es el costo total de manejo del inventario promedio?
4. ¿Cuál es el CEP o lote económico?
5. ¿Cuál es el costo total?

**SOLUCION.**

**DATOS:**

$$D = 260$$

$$N = 13$$

$$\text{Cop} = \$50.00$$

$$\text{Cu} = \$2.00$$

$$\text{Xo} = 260/13 = 20$$

**1. COSTO TOTAL DE MANEJO DEL INVENTARIO.**

$$\text{ctm} = \text{Cu} \left( \frac{\text{Xo}}{2} \right)$$

$$\text{ctm} = 2 \left( \frac{20}{2} \right)$$

$$\text{ctm} = 2(10)$$

$$\text{ctm} = \$20.00$$

**2. COSTO TOTAL DE ORDENAR.**

$$\text{cto} = \text{Cop} \left( \frac{D}{\text{Xo}} \right)$$

$$\text{cto} = 50 \left( \frac{260}{20} \right)$$

$$Cto = 50 (13)$$

$$Cto = \$650.00$$

### 3. COSTO TOTAL DE MANEJO DEL INVENTARIO PROMEDIO

$$Ctm/2 = Cu \left( \frac{Xo}{2} \right)$$

$$Ctm/2 = 2 \left( \frac{20}{2} \right)$$

$$Ctm/2 = 2 (10)$$

$$Ctm/2 = 20$$

$$Ctm/2 = \text{Costo Total de Manejo del Inventario Promedio}$$

### LOTE ECONOMICO o CEP

$$CEP = \sqrt{\frac{2 \text{ Cop } D}{Cu}}$$

$$CEP = \sqrt{\frac{2(50)(260)}{2}}$$

$$CEP = \sqrt{\frac{100(260)}{2}}$$

$$CEP = \sqrt{\frac{26,000}{2}}$$

$$CEP = \sqrt{13,000}$$

$$CEP = 114.0$$

### 5. COSTO TOTAL

$$Ct = \text{Cop} \left( \frac{D}{Xo} \right) + Cu \left( \frac{Xo}{2} \right)$$

$$Ct = 50 \left( \frac{260}{20} \right) + 2 \left( \frac{20}{2} \right)$$

$$Ct = 50 (13) + 2(10)$$

$$Ct = 6,500 + 20$$

$$Ct = \$ 6,520.00$$

#### 4.4.7.2 MODELO DE CEP CON ANALISIS MARGINAL.

El análisis marginal se refiere al cambio que experimenta una variable cuando se adiciona una unidad en otra variable. En otras palabras, si el aumento marginal de una variable es igual a la disminución marginal de la variable opuesta, el total de las dos variables representa un costo mínimo.

En esta forma de determinar el lote económico también se encuentra en donde se igualan los costos marginales de ordenar y de manejo.

#### NOMENCLATURA UTILIZADA EN EL MODELO DE CEP CON ANALISIS MARGINAL.

CEP	=	Cantidad Económica de Pedido.
Ip	=	Inventario Promedio.
Y marginal	=	Cambio que experimenta la variable Y (costo).
$\Delta$	=	Delta Simboliza el aumento de una variable
X marginal	=	Cambio que experimenta la variable X.
$\Delta Y$	=	Costo incrementado o cantidad a ordenar, ya sea un pedido o una pieza más, a conservar.
$\Delta X$	=	Cantidad ordenada incrementada.
$\Delta Cto$	=	Incremento en el costo total de ordenar
$\Delta Ctm$	=	Incremento en el costo total de manejo.
Cmo	=	Costo marginal de ordenar.
Xo	=	Cantidad a ordenar o remesa sin incremento.
Xi	=	Cantidad a ordenar o remesa con incremento.
Yo	=	Costo anual de ordenar sin incremento.
Yl	=	Costo anual de ordenar con incremento.
Cmm	=	Costo marginal de manejo.

Los costos marginales se calculan como una razón entre el cambio ocurrido en una variable y el cambio correspondiente ocurrido de una variable relacionada.

$$\text{FORMULA: } Y \text{ marginal cmo} = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{Y_1 - Y_0}{X_1 - X_0}$$

**EJEMPLO 5.** La empresa "Vaquero" fabricante de pantalones de mezclilla utiliza 12,000 (D) cierres al año los cuales ordena en lotes de cantidades muy variables que van desde (Xo) 2,900 hasta 3,100, cada vez aumenta 20 piezas, el costo de ordenar por pedido es de \$225.00 (cop) y el costo de manejo por unidad promedio es de \$0.60 (Cu).

Desea saber cual es:

- ¿El número de pedidos durante el año en cada caso?
- ¿El costo anual de ordenar?
- ¿El costo marginal de ordenar?
- ¿Su inventario promedio?
- ¿El costo anual de manejo?
- ¿El costo marginal de manejo?
- ¿El costo anual total del inventario?
- ¿La cantidad económica de pedido (CEP), que debe ordenar para minimizar su costo?

**CALCULO DEL NUMERO DE PEDIDOS** en cada tamaño de lote (Tabla IV.30)

$$N = \frac{D}{X_0}$$

$$N = \frac{12,000}{2,900} = 4.138$$

$$N = \frac{12,000}{3,020} = 3.974$$

$$N = \frac{12,000}{2,920} = 4.110$$

$$N = \frac{12,000}{3,040} = 3.947$$

$$N = \frac{12,000}{2,940} = 4.082$$

$$N = \frac{12,000}{3,060} = 3.922$$

$$N = \frac{12,000}{2,960} = 4.054$$

$$N = \frac{12,000}{3,080} = 3.896$$

$$N = \frac{12,000}{2,980} = 4.027$$

$$N = \frac{12,000}{3,100} = 3.871$$

$$N = \frac{12,000}{3,000} = 4,000 \quad *$$

**CALCULO DEL COSTO ANUAL DE ORDENAR (Tabla IV.30)**

FORMULA:  $\Delta \text{Cto} = \text{Cop} \left( \frac{D}{X_0} \right)$

Cop x N

$$\begin{aligned} \Delta \text{Cto} &= 225 \times 4.138 = 931.03 & \text{Yo} &= 225 \times 3.974 = 894.00 \\ \Delta \text{Cto} &= 225 \times 4.110 = 924.75 & \text{Y1} &= 225 \times 3.947 = 888.07 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cto} &= 225 \times 4.082 = 918.45 & \text{Cto} &= 225 \times 3.922 = 882.45 \\ \text{Cto} &= 225 \times 4.054 = 912.15 & \text{Cto} &= 225 \times 3.896 = 876.60 \\ \text{Cto} &= 225 \times 4.027 = 906.07 & \text{Cto} &= 225 \times 3.871 = 870.97 \end{aligned}$$

$$\text{Cto} = 225 \times 4.000 = 900.00 \quad *$$

**CALCULO DEL COSTO MARGINAL DE ORDENAR (Cmo) (Tabla IV.30)**

FORMULA:  $\text{Cmo} = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{Y_1 - Y_0}{X_1 - X_0}$

$\Delta$  = incremento.

Y = está representando el cambio que experimenta la variable Y, o sea el costo anual de ordenar, en este caso.

Y1 = es el costo anual de ordenar del volumen con incremento.

Yo = es el costo anual de ordenar del volumen sin incremento.

Xo = cambio que experimenta la cantidad ordenada.

X1 = cantidad con el incremento.

$$\text{Cmo} = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{924}{2,920} - \frac{931}{-2,900} = \frac{-6.28}{20} = -0.314$$

$$\text{Cmo} = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{918.5}{2,940} - \frac{924.7}{2,920} = \frac{-6.3}{20} = -0.315 \approx -0.32$$

$$Cmo = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{912.1}{2,960} - \frac{918.4}{-2,940} = \frac{-6.3}{20} = -0.315 \approx -0.32$$

$$Cmo = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{906.0}{2,980} - \frac{912.0}{-2,960} = \frac{-6.08}{20} = -0.304 \approx -0.30$$

$$Cmo = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{900}{3,000} - \frac{906}{-2,980} = \frac{-6.07}{20} = -0.30$$

$$Cmo = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{894}{3,020} - \frac{900}{-3,000} = \frac{-0.60}{20} = -0.30$$

$$Cmo = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{888.07}{20} - \frac{894.0}{20} = \frac{-5.94}{20} = \frac{-0.2965}{20} \approx -0.30$$

$$Cmo = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{882.45}{20} - \frac{888.07}{20} = \frac{-5.62}{20} = -0.28$$

\*

**NOTA:** las cifras empleadas para Y1, Yo en este caso, fueron redondeadas, ejemplo Y1 = 924.75  $\approx$  924

$$Cmo = \frac{Y}{X} = \frac{876.60}{20} - \frac{882.45}{20} = \frac{-5.85}{20} = -0.29$$

$$Cmo = \frac{Y}{X} = \frac{870.97}{20} - \frac{876.60}{20} = \frac{-5.63}{20} = -0.28$$

#### CALCULO DEL INVENTARIO PROMEDIO (Tabla IV.30)

FORMULA:  $I_p = \frac{X_0}{2}$

$$I_p = \frac{2,900}{2} = 1,450$$

$$I_p = \frac{3,020}{2} = 1,510$$

$$I_p = \frac{2,920}{2} = 1,460$$

$$I_p = \frac{3,040}{2} = 1,520$$

$$I_p = \frac{2,940}{2} = 1,470$$

$$I_p = \frac{3,060}{2} = 1,530$$

$$I_p = \frac{2,960}{2} = 1,480$$

$$I_p = \frac{3,080}{2} = 1,540$$

$$Ip = \frac{2,980}{2} = 1,490$$

$$Ip = \frac{3,100}{2} = 1,550$$

$$iP = \frac{3,000}{2} = 1,500 *$$

#### CALCULO DEL COSTO ANUAL DE MANEJO (Tabla IV.30)

$$\text{FORMULA} = \text{Ctm Cu} \left( \frac{Xo}{2} \right)$$

$$\text{Ctm} = 0.60 \times 1,450 = 870$$

$$\text{Ctm} = 0.60 \times 1,510 = 906$$

$$\text{Ctm} = 0.60 \times 1,460 = 876$$

$$\text{Ctm} = 0.60 \times 1,520 = 912$$

$$\text{Ctm} = 0.60 \times 1,470 = 882$$

$$\text{Ctm} = 0.60 \times 1,530 = 918$$

$$\text{Ctm} = 0.60 \times 1,480 = 888$$

$$\text{Ctm} = 0.60 \times 1,540 = 924$$

$$\text{Ctm} = 0.60 \times 1,490 = 894$$

$$\text{Ctm} = 0.60 \times 1,550 = 930$$

$$\text{Ctm} = 0.60 \times 1,500 = 900 *$$

#### CALCULO DEL COSTO MARGINAL DE MANEJO (Cmm)

$$\text{FORMULA: } \text{Cmm} = \frac{\Delta \text{Ctm}}{\Delta \text{Xo}} = \frac{Y1 - Y0}{X1 - X0}$$

$$\text{Cmm} = \frac{870 - 870}{2,920 - 2,900} = \frac{6}{20} = 0.30$$

$$\text{Cmm} = \frac{882 - 876}{2,940 - 2,920} = \frac{6}{20} = 0.30$$

$$\text{Cmm} = \frac{888 - 882}{2,960 - 2,940} = \frac{6}{20} = 0.30$$

$$\text{Cmm} = \frac{894 - 888}{2,980 - 2,960} = \frac{6}{20} = 0.30$$

$$\text{Cmm} = \frac{900 - 894}{3,000 - 2,980} = \frac{6}{20} = 0.30 *$$

$$\text{Cmm} = \frac{906 - 900}{3,020 - 3,000} = \frac{6}{20} = 0.30$$

$$\text{Cmm} = \frac{912 - 906}{3,040 - 3,020} = \frac{6}{20} = 0.30$$

$$\text{Cmm} = \frac{918 - 912}{3,060 - 3,040} = \frac{6}{20} = 0.30$$

$$\text{Cmm} = \frac{924 - 918}{3,080 - 3,060} = \frac{6}{20} = 0.30$$

$$\text{Cmm} = \frac{930 - 924}{3,100 - 3,080} = \frac{6}{20} = 0.30$$

**CALCULO DEL COSTO ANUAL TOTAL DE INVENTARIO (Tabla IV.30)**

$$\text{Ct} = 931.03 + 870 = 1801.03 \quad \text{Ct} = 894.00 + 906 = 1800.00$$

$$\text{Ct} = 924.75 + 876 = 1800.75 \quad \text{Ct} = 888.07 + 912 = 1800.00$$

$$\text{Ct} = 918.45 + 882 = 1800.45 \quad \text{Ct} = 882.45 + 918 = 1800.45$$

$$\text{Ct} = 912.15 + 888 = 1800.15 \quad \text{Ct} = 876.60 + 924 = 1800.60$$

$$\text{Ct} = 906.7 + 894 = 1800.07 \quad \text{Ct} = 870.96 + 930 = 1800.97$$

$$\boxed{\text{Ct} = 900.00 + 900 = 1800.00} \quad *$$

Los resultados pueden ser comprobados aplicando directamente el método Algebráico y calculando la CEP.

$$\text{CEP} = \sqrt{\frac{2 \text{ Cop D}}{\text{Cu}}}$$

$$\text{CEP} = \sqrt{\frac{2(225)(12,000)}{0.60}}$$

$$\text{CEP} = \sqrt{\frac{450 \times 12,000}{0.60}}$$

$$\text{CEP} = \sqrt{\frac{5'400,000}{0.60}}$$

$$CEP = \sqrt{9,000,000}$$

$$CEP = 3,000$$

$$N = \frac{12000}{3000} = 4$$

$$Cto = Cop\left(\frac{D}{X_0}\right)$$

\* en este caso  $X_0$  equivale a CEP

$$Cto = 225\left(\frac{12,000}{3,000}\right) = 225(4) = 900$$

$$Cmo = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{Y_1 - Y_0}{X_1 - X_0}$$

#### INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS EN LA TABLA IV.30

Este ejemplo en especial, puede prestarse a confusiones, por el hecho de que aparecen cantidades iguales en el costo marginal de ordenar a volúmenes de 2980 piezas a 3000, 3020 y 3040; Lo mismo sucede en todos los costos marginales de manejo y en el cálculo del costo anual total de inventario en donde los resultados arrojan 2 cantidades de 1800 a volúmenes de 3000 y 3020 piezas.

Por otra parte puede observarse que los costos anuales de ordenar y de manejo a partir del volumen de 3000 piezas, son iguales pero en forma inversa.

**NOTA:** EL No. 425 sólo tenía el señalamiento de la tabla sin embargo, para disipar la duda, debe recordarse que el resultado óptimo es aquel en donde se igualan los costos anuales de ordenar y de manejo a un mismo volumen; por lo tanto, de acuerdo con los resultados, a la empresa le conviene ordenar 4 pedidos al año de un volumen de 3000 piezas c/u que es la parte en donde el costo anual de ordenar y de manejo es de \$900 y el costo mínimo anual de inventario es \$1800.00

## CALCULO CON EL METODO TABULAR Y ALGEBRAICO

EJEMPLO 5 EMPRESA "VAQUERO"

TABLA IV.30

CANTIDAD ORDENADA	NUMERO DE PEDIDOS POR AÑO	COSTO ANUAL DE ORDENAR	COSTO MARGINAL DE ORDENAR	INVENTARIO PROMEDIO	COSTO ANUAL DE MANEJO	COSTO MARGINAL DE MANEJO	COSTO ANUAL TOTAL INVENTARIO
$X_0$	N	CTO	$\frac{CTO}{X_0}$	$IP = \frac{X_0}{2}$	CTM	$\frac{CTM}{X_0}$	CTO+CTM
2900	4.138	931.03	-0.31	1450	870	0.30	1801.03
2920	4.110	924.75	-0.31	1460	876	0.30	1800.75
2940	4.082	918.45	-0.32	1470	886	0.30	1800.45
2960	4.054	912.15	-0.32	1480	886	0.30	1800.15
2980	4.027	905.87	-0.30	1490	894	0.30	1800.07
3000	4.000	900.00	-0.30	1500	900	0.30	1800.00
3020	3.974	894.00	-0.30	1510	906	0.30	1800.00
3040	3.947	888.07	-0.30	1520	912	0.30	1800.07
3060	3.922	882.45	-0.28	1530	918	0.30	1800.45
3080	3.896	876.60	-0.29	1540	924	0.30	1800.60
3100	3.871	870.97	-0.28	1550	930	0.30	1800.97

■ Son los resultados óptimos buscados.

#### 4.4.7.3 MODELO DE CEP CON PUNTO DE REORDEN

El modelo clásico o básico estableció 9 supuestos en los que se apoya; de todos ellos, 6 quedarán vigentes para el presente modelo y se modificarán los incisos 3 y 5 que a la letra dicen:

**Inciso 3)** especifica que el fabricante puede esperar a que su nivel de inventario llegue a cero, ya que el proveedor surtirá inmediatamente su pedido, en el momento de recibir la solicitud, es decir, que el tiempo de anticipación es cero.

**Inciso 5)** menciona que no se permiten agotamientos ya que el abastecimiento es instantáneo.

El modelo de CEP con punto de reorden se basa en los supuestos:

- 1) Los inventarios se revisan continuamente, ya que se utiliza el punto de reorden.
- 2) La demanda se conoce con certidumbre y es constante, uniforme y continua.
- 3) El fabricante no puede esperar a que su nivel de inventario llegue a cero ya que el proveedor no reabastece instantáneamente, sino que tarda un determinado lapso de días y en consecuencia el tiempo de anticipación es mayor que cero.
- 4) Dado que el proveedor no surte inmediatamente, el fabricante debe tomar la precaución de conservar existencias de seguridad a fin de evitar en lo posible los costos de "no tener" o de agotamiento.
- 5) Puede darse el caso de incurrir en agotamientos sobre todo si no se tiene la política de conservar inventario de seguridad.
- 6) Los descuentos por compras de grandes volúmenes no existen.
- 7) Se conserva el costo de manejo e incluso en algunos casos, puede aumentar al mantener inventario de seguridad.
- 8) El costo de ordenar puede equipararse al costo de manejo.

- 9) La depreciación del inventario en el transcurso del tiempo, es prácticamente nula.
- 10) Se conozca el tiempo que tarda en surtir el proveedor.

**NOMENCLATURA UTILIZADA EN EL MODELO DE CEP CON PUNTO DE REORDEN.**

CEP = Cantidad económica de pedido.  
 Pr = Punto de reorden-  
 Ta = Tiempo de anticipación o de adelanto con el que se solicita un nuevo pedido.  
 Xd = Consumo diario.  
 D = Demanda en unidades por período estandar  
 T = Ciclo de inventario o intervalo entre pedidos.  
 Tad = Demanda durante el tiempo de adelanto.

**EJEMPLO 6:** La empresa "Confecciones Eva" ya conoce cual es la cantidad óptima de pedido de telas que debe ordenar cada vez, ahora le interesa saber en qué momento debe colocar el pedido, pues de hecho necesita hacerlo con cierta anticipación, ya que el proveedor tarda 10 días hábiles para entregar la mercancía y su consumo diario es de 2 rollos de tela:

**PRIMERA FORMA DE ENCONTRAR EL PUNTO DE REORDEN:**

$$Pr = Ta (Xd)$$

Sustituyendo:  $Pr = 10 (2) = 20$

Es decir que en el momento en que las existencias lleguen a 20 rollos de tela, se habrá de hacer la solicitud y colocarla con los proveedores, para que llegado el momento en que se termine el material, inmediatamente se disponga de nuevo material para continuar la producción.

**SEGUNDA FORMA DE ENCONTRAR EL PUNTO DE REORDEN**

Cuando se desconoce el consumo diario, pero se conocen los días que tarda el proveedor en reabastecer y la demanda total anual.

FORMULA:  $Pr = \frac{D (Ta)}{365}$

**EJEMPLO 7:** "Ilusión" es una empresa de confecciones para dama, que demanda 2,000 hebillas para cinturón al año, (D) su costo es de \$5.00 cada uno, el proveedor tarda 6 días (TA) para surtir el pedido, el costo de ordenar por pedido es de \$5.00, el costo de mantenimiento o manejo por unidad es de \$1.50 más el 10% del precio unitario por año, correspondiente al costo de oportunidad.

Calcule su punto de reorden:

$$Pr = \frac{D (TA)}{365}$$

$$Pr = \frac{2,000 (6)}{365}$$

$$Pr = \frac{12,000}{365} = 32.87 \approx 33$$

Pr = 33 Unidades.

Es decir que la empresa deberá solicitar otra remesa de hebillas cuando sus existencias bajen a 33 unidades.

#### **TERCERA FORMA DE CALCULAR EL PUNTO DE REORDEN Y TIEMPO DE ADELANTO.**

Existen 2 casos en el punto de reorden, que son determinados tanto por la demanda como por el tiempo de adelanto y puede ser que:

- Durante el tiempo de adelanto la demanda disminuya, esto implica que el tiempo de adelanto es menor que el ciclo de inventario o intervalo óptimo entre pedido.
- Durante el tiempo de adelanto la demanda aumenta, esto significa que el tiempo de adelanto es mayor que el ciclo de inventario o intervalo óptimo entre pedidos.

A fin de no dejar lugar a dudas, debe aclararse que en el punto a) en donde la demanda disminuye, se cuenta con más inventario que el que se conservaba en el punto de reorden, puesto que no se utilizaron todas las unidades que esperaban; esta situación implica que los pedidos habrán de colocarse en períodos posteriores al acostumbrado.

En el caso b) significa que la cantidad de inventario que se mantenía para soportar el período de reabastecimiento resultó insuficiente y que los pedidos deben colocarse en períodos anteriores en lugar de hacerlo en el período corriente acostumbrado con el propósito de satisfacer la demanda que se presente en el período de reabastecimiento.

La siguiente fórmula, se utilizará para calcular: el punto de reorden en ambos casos:

Cuando  $T_a < T$  ó cuando  $T_a > T$

$$\text{FORMULA: } Pr = Ta D - \left[ \frac{Ta}{T} \right] CEP$$

**EJEMPLO 8:** Si los datos de "Confecciones Ilusión" fueran los siguientes: el Intervalo entre pedidos (T) es de 12 días, la demanda anual (D) es de 365 piezas, lo que implica un consumo de 1 por día, el tiempo de adelanto o anticipación (TA) con el que se piden los pedidos es de 7 días; el lote económico es de 12 unidades.

$$T = 21 \text{ días}$$

$$D = 365 \text{ unidades al año, 1 por día.}$$

$$Ta = 7 \text{ días.}$$

$$CEP = 12 \text{ unidades.}$$

Caso en el que  $T_a < T$

El tiempo de espera es menor que el ciclo de inventario.

El punto de reorden se calcula así:

Sustituyendo:

$$Pr = (7 \text{ días}) \times (1 \text{ unidad al día}) - \left[ \frac{7 \text{ días}}{21 \text{ días}} \right] (12) \quad 3.99 \approx 4$$

$$Pr = 7 - (.3333...) 12 = 7 - 3.99 = 7 - 4$$

$$Pr = 3 \text{ unidades.}$$

Esto significa que la empresa debe ordenar con 3 días de anticipación.

Retomando en su mayoría los datos anteriores, ahora se calculará el punto de reorden, cuando el tiempo de espera es mayor que el ciclo de inventario.

$T_a > T$

Datos:

$T = 12$  días

$D = 365$  unidades, 1 al día

$T_a = 24$  días

CEP = 12 unidades.

Cálculo del punto de reorden:

sustituyendo en la fórmula:

$$Pr = TA \times D - \frac{TA}{12} \text{ (12 unidades)}$$

$$Pr = 30 \text{ días} \times (1 \text{ unidad al día}) - \left[ \frac{24 \text{ días}}{12 \text{ días}} \right] (12 \text{ unidades})$$

$$Pr = 30 - (2)(12)$$

$$Pr = 30 - 24$$

$$Pr = 6 \text{ unidades}$$

Significa que debe ordenarse el pedido cuando se llegue a 6 unidades.

#### 4.4.7.4 MODELO DE CEP CON DESCUENTO POR COMPRAS DE GRANDES VOLÚMENES.

Es una variante del modelo clásico o básico de CEP, por lo que se basa en la mayoría de sus supuestos y sólo se modifica en los supuestos que se mencionan a continuación, por el hecho de recibir del proveedor descuentos por grandes volúmenes de compra.

- Este modelo sí tiene descuentos por las compras en volúmenes grandes.
- El costo de manejo también se modifica, es decir, puede permanecer constante o puede variar.

Los proveedores pueden tener varias políticas de descuento sin embargo, se analizarán únicamente los siguientes casos:

- a) Descuento único.
- b) Diferentes niveles de descuento a diferentes niveles de compra.

**a) DESCUENTO UNICO.** Se obtiene, por parte del proveedor, la oferta de descuento de una cantidad mínima en adelante, o sea que no se ofrecen diferentes descuentos a diferentes niveles sino uno sólo de una cantidad mínima de compra en adelante.

#### NONENCLATURA UTILIZADA EN EL MODELO DE CEP CON DESCUENTO POR GRANDES VOLÚMENES DE COMPRA.

- CEP = Cantidad económica de pedido.
- Ctb = Costo total a precio base o sea sin descuento
- Cop = Costo de ordenar por pedido
- D = Demanda por período estandar.
- Cu = Costo de manejo por unidad por año.
- Ctd = Costo total a precio de descuento.
- Qd = Cantidad de unidades a partir de los que se obtiene descuento por parte del proveedor, pueden ser diferentes rangos.
- Pd = Precio de descuento.
- Pb = Precio base; en algunos modelos se manejará como precio base aun cuando también es precio unitario (precio sin descuento).
- ccb = Costo de compra a precio base.
- ccd = Costo de compra a precio de descuento.

El proceso de solución es el siguiente:

- 1) Se calcula el costo total del inventario óptimo a precio base, es decir, al precio sin descuento.
- 2) Se calcula el costo total de inventario óptimo a precio de descuento.

La fórmula para calcular el costo total, no es exactamente la que se manejó originalmente ya que ahora se debe incluir en ella el costo de las compras por período, con el precio base o sea sin descuento y con descuento, en este caso el costo de la compra está representado por Dpb y Dpd.

Las fórmulas son:

Para el caso 1)

$$Ctb = Cop \left( \frac{D}{CEP} \right) + Cu \left( \frac{CEP}{2} \right) + D (Pb)$$

Para el caso 2)

$$Ctd = Cop \left( \frac{D}{Qd} \right) + Cu \left( \frac{Qd}{2} \right) + D (Pd)$$

3) Una vez calculados ambos tipos de costos totales, se comparan y se selecciona la opción de menor costo.

#### EJEMPLIFICACION

**EJEMPLO 9:** La empresa de "Modas Quinceañera" demanda anualmente 365 piezas de encaje, su lote óptimo lo logra con 12 unidades, el costo de ordenar por pedido es de \$20.00, el costo de manejo por unidad es de \$100.00, el precio base de cada pieza es de \$500.00; en el último pedido, su proveedor le propuso un descuento del 2% sobre el precio base si la empresa compra de 20 piezas en adelante. Se desea saber si es conveniente aumentar el inventario ya que esto aumentaría el Costo de Manejo aunque disminuiría el costo de ordenar.

Datos:

D = 365 piezas.  
CEP = 12 unidades o piezas  
Cop = \$20.00  
Cu = \$ 100.00  
Pb = \$500.00  
Qd = 20  
Descuento = 2%

## PROCEDIMIENTO

### 1) CALCULO DEL COSTO TOTAL A PRECIO BASE

$$Ctb = 20 \left( \frac{365}{12} \right) + 100 \left( \frac{12}{2} \right) + 365 (500)$$

$$Ctb = 604.33 + 600 + 182,500$$
$$Ctb = \$183,704.33 \text{ al año}$$

### 2) CALCULO DEL COSTO TOTAL A PRECIO DE DESCUENTO.

$$Pd = \$490.00$$

$$Ctd = 20 \left( \frac{365}{20} \right) + 100 \left( \frac{20}{2} \right) + 365 (490)$$

$$Ctd = 365 + 1,000 + 178.850$$
$$Ctd = \$180,215.00$$

### 3) COMPARANDO AMBOS COSTOS

$$Ctb = 183,704.33$$

$$Ctd = 180,215.00$$

$$\underline{3,489.33}$$

Puede apreciarse que el costo con descuento ofrece más ventaja; por lo tanto se debe seleccionar la opción con menor costo que en este caso es la que ofrece descuento ya que se tiene un ahorro de \$3,489.33.

**UNA VARIANTE DEL DESCUENTO UNICO** es en el que no sólo se compara el monto de los costos totales con descuento y sin descuento, sino que se hace un análisis más elaborado, respecto a: el ahorro entre el costo total de compra con descuento y sin descuento, el lote económico con descuento y sin descuento; una valuación cuando el lote económico es mayor o menor a la cantidad mínima con la que se obtiene el descuento.

- Analizar si el costo de mantener un inventario adicional está compensado con la reducción del costo de compra.
- Comparar el aumento de los costos de manejo de inventario, con el ahorro en el costo de compra.

**El PROCEDIMIENTO** a seguir para tomar una decisión de si conviene comprar más inventario, tomando en cuenta el descuento es:

10. Determinar la CEP con el precio base, es decir, sin descuento.

- a) Si el resultado obtenido de este cálculo de la CEP es mayor que la cantidad mínima de descuento entonces se efectuará el cálculo de la CEP, ahora considerando el precio de descuento y lo que resulte será la cantidad que debe ordenarse.
- b) Si la CEP con el precio base es menor que la cantidad mínima de descuento se efectúa lo siguiente:
  - b1) Se calcula el costo anual total de inventario (CT) con el precio base.
  - b2) Se calcula el costo anual total de inventario (CT) con el precio descontado, considerando que también cambia el costo de manejo unitario y suponiendo que se ordena la cantidad mínima de descuento.
  - b3) Se establece una comparación entre ambos costos anteriores, por medio de una sustracción para conocer la disminución o el aumento en los costos anuales de inventario.
  - b4) Se calcula el costo total de compra con el precio base.
  - b5) Se calcula el costo total de compra con el precio de descuento.
  - b6) Se establece una relación entre ambos costos de compra para determinar el ahorro en el precio anual de compra con descuento los cual se obtiene mediante una sustracción.
  - b7) Se analiza el aumento (o disminución) que haya arrojado el costo anual de inventario y el ahorro que se obtendrá en la compra con descuento, si este ahorro que se obtendrá en la compra con descuento, si este ahorro es mayor que el costo, entonces conviene aprovechar y hacer una compra con descuento.

20. Si resulta que el costo total con descuento en la más barata se calcula la CEP con el costo de mantenimiento más bajo, es decir, considerando el precio de descuento a fin de comprobar si se debe pedir más que la cantidad mínima, y en caso de que el resultado de la CEP arroje una cantidad menor que la cantidad mínima de descuento significa que no es conveniente comprar más de la cantidad mínima de descuento.

**EJEMPLO 10:** La empresa "La Ilusión" de confecciones para dama demanda 2000 hebillas para cinturón al año, su costo por unidad o sea el precio base es de \$5.00 cada uno, el proveedor tarda 7 días para surtir su pedido, el costo de ordenar por pedido es de \$5.00, el costo de manejo por unidad es de \$1.50 más el 10% del precio base por año, correspondiente al costo de oportunidad, lo cual equivale a \$2.00: el proveedor ofrece un descuento del 5% en caso de ordenar 200 unidades en adelante.

Datos:

D = 2,000 unidades.  
 Pb = 5.00  
 Cop = \$5.00  
 Cu = \$2.00  
 Qd = 200  
 Xo = 100  
 Descuento = 5%  
 Pb = Precio base

#### DESARROLLANDO EL PROCEDIMIENTO

10. Determinación de la CEP a precio base o sea sin descuento

$$\text{FORMULA: CEP} = \sqrt{\frac{2 \text{ Cop D}}{\text{Cu}}}$$

Sustituyendo en la fórmula:

$$\text{CEP} = \sqrt{\frac{2(5)(2000)}{2}}$$

$$\text{CEP} = \sqrt{10,000}$$

$$\text{CEP} = 100$$

Obsérvese que esta CEP con el precio base es de 100, o sea una cantidad menor que la cantidad mínima con la que se obtiene el descuento que son 200 en adelante, por lo tanto se continua con:

b1) Calcular el costo total de inventario con el precio base

$$\text{FORMULA: } Ctb = Cop \left( \frac{D}{Xo} \right) + Cu \left( \frac{Xo}{2} \right)$$

Sustituyendo:

$$Ctb = 5 \left( \frac{2000}{100} \right) + 2 \left( \frac{100}{2} \right)$$

$$Ctb = 5(20) + 2(50)$$

$$Ctb = 100 + 100$$

$$Ctb = \$200.00$$

b2) Se calcula el costo anual de inventario a precio de descuento considerando la cantidad mínima de unidades con la que se obtiene el descuento:

$$Ctd = Cop \left( \frac{d}{Qd} \right) + Cu \left( \frac{Qd}{2} \right)$$

Nótese que aquí debe modificarse el Cu, ya que el precio de manejo se modifica debido a que el costo de manejo por unidad es de 1.50 + 10% del precio base por año, lo cual equivalía a \$2.00 al año pero ahora es de \$1,975.

Calcular primero:

$$\text{Precio con descuento} = 0.05 \times 5 = 0.25 = \$5 - 0.25 = 4.75$$

$$Cu = 1.50 + 0.10 \times 4.75$$

$$Cu = 1.50 + 0.475$$

$$Cu = \$1,975$$

Con este dato ya puede calcularse el costo total con descuento.

$$Ctd = 5 \left( \frac{2000}{200} \right) + 1,975 \left( \frac{200}{2} \right)$$

$$Ctd = 5(10) + 1,975(100)$$

$$Ctd = 50 + 1,975$$

$$Ctd = \$247.50$$

b3) Estableciendo una comparación entre ambos costos totales:

$$Ctb = \$200.00$$

$$Ctd = \$247.50$$

$$\underline{\quad\quad\quad}$$
$$\$47.50$$

Se puede observar que el costo de inventario aumenta en \$47.50.

b4) Cálculo del costo total de compra a precio base:

$$\begin{aligned} \text{ccb} &= 5 \times 2000 = \$ 10,000.00 \\ \text{ccd} &= 4.75 \times 2000 = \$ 9,500.00 \\ &\underline{\hspace{10em}} \\ &\$ 500.00 \end{aligned}$$

Estableciendo una relación entre el ahorro de compra que es de \$500.00 y el aumento del costo total que es de \$47.50 se sigue teniendo un ahorro, por lo tanto es conveniente, a primera vista, aprovechar el descuento; no obstante, es recomendable que si la opción parece atractiva, se calcule nuevamente la CEP con el costo de manejo de descuento para probar si se debe pedir más que la cantidad mínima de 200.

FORMULA:  $CEP = \sqrt{\frac{2 \text{ Cop } D}{Cu}}$

$$CEP = \sqrt{\frac{2(5)(2,000)}{1,975}} = \sqrt{10,127}$$

$cep = 100.6$

Esta cantidad económica de pedido es aun menor que 200, lo cual indica que no se tendrá ahorro si se compra un volumen mayor a 200 unidades.

**b) DIFERENTES NIVELES DE DESCUENTO A DIFERENTES NIVELES DE COMPRA.**

Puede ser que los proveedores ofrezcan descuentos diferentes a diferentes niveles de compra, en estos casos es necesario que el fabricante valore cual es el lote económico que le conviene comprar a fin de tener un ahorro y minimizar sus costos.

Existen 2 formas de calcular el lote económico para problemas de este tipo.

**FORMA 1. Procedimiento:**

1a) Se calcula el lote económico para cada uno de los distintos precios de compra.

- 1b) Si alguna de las cantidades económicas de pedido (CEP) o lotes económicos, quedan fuera del rango del precio con el que se calculó, se dice que NO SON FACTIBLES y en tal caso se eliminarán el o los lotes económicos que caigan en estos casos.
- 1c) Se calcula el COSTO TOTAL de compra y de inventario para cada uno de los lotes económicos que sí, son factibles y para cada cantidad de descuento en el precio de compra; si todas las cantidades económicas de pedido resultaron factibles, entonces se calculan los costos totales para todos ellos; en la fórmula para calcular el costo total se debe incluir el costo de las compras representado por L D.
- 1d) En el caso donde sólo un lote económico, de un grupo, por ejemplo de 3, haya sido factible, entonces se calcula el costo total de compra del lote económico factible.
- 1e) Se calculan los costos para cada cantidad de descuento.
- 1f) El lote económico que proporcione el menor costo total se seleccionará como cantidad a ordenar o en su defecto:
- 1g) Se seleccionará el descuento que proporcione el menor costo total.

**FORMA 2. Procedimiento.**

Esta segunda forma de calcular el lote económico (CEP) a precios de descuento diferentes, no requiere que se determinen todos los lotes económicos ni tampoco los costos para cada rango, el procedimiento consiste en:

- 2a) Determinar el tamaño del lote económico con el costo unitario más pequeño, es decir la cantidad que brinde el mayor descuento de todos los rangos.
- 2b) Si el lote económico, calculado en el punto anterior es factible, o sea que esté por encima del punto de descuento, quiere decir que se ha encontrado el lote económico óptimo y se obtendrá la solución al problema.
- 2c) Si el lote económico, determinado en el punto 2a) no es factible se calcula un siguiente lote económico con el siguiente precio más bajo; si aún no se encuentra la cantidad factible, se continúa calculando lotes económicos hasta que se encuentre la cantidad factible o hasta que todos los precios hayan sido utilizados en los cálculos.

- 2d) Se calcula el costo total del lote económico, si es que se encontró.
- 2e) Se calcula el costo total de los descuentos más altos.
- 2f) El mínimo de estos costos totales indica que se trata del lote óptimo o cantidad económica del pedido.

**EJEMPLO 11:** La fábrica de camisas "Galante" utiliza 1000 cajas de botones, su costo de ordenar por pedido es de \$10.00, la tasa de interés de manejo de inventario por unidad es de 20%. El proveedor le ha ofrecido diferentes niveles de descuento a diferentes niveles de compra como se indica:

L1 = \$5.00 por unidad de 0 a 199.

L2 = \$4.50 por unidad de 200 a 499.

L3 = \$4.25 por unidad de 500 o más.

L1 = Precio con descuento 1

L2 = Precio con descuento 2

L3 = Precio con descuento 3

#### UTILIZANDO LA FORMA 1 PARA CALCULAR LOS RESULTADOS

- 1a) Se calcula el lote económico CEP para cada uno de los distintos precios de compra

$$\text{FORMULA: } \text{CEP} = \sqrt{\frac{2 \text{ Cop } D}{i(L)}}$$

En donde:

L = Valor de una unidad en inventario; es equivalente en este caso a Pd o sea el precio de descuento.

Datos:

D = 1,000 cajas anuales.

Cop = \$10.00

i = 20%

Sustituyendo:

$$\text{CEP1} = \sqrt{\frac{2(10)(1,000)}{0.20(5)}}$$

$$CEP2 = \sqrt{\frac{20,000}{1}}$$

$$CEP2 = \sqrt{20,000}$$

$$CEP1 = 141$$

CEP1 = Cantidad económica de pedido con el descuento 1

$$CEP2 = \sqrt{\frac{2(10)(1,000)}{0.20(4.50)}}$$

$$CEP2 = \sqrt{\frac{20,000}{0.9}}$$

$$CEP2 = \sqrt{22,222.22} = 149$$

CEP2 = cantidad económica de pedido con descuento No. 2

$$CEP3 = \sqrt{\frac{2(10)(1,000)}{0.20(4.25)}}$$

$$CEP3 = \sqrt{\frac{20,000}{0.85}}$$

$$CEP3 = \sqrt{23,529.41}$$

$$CEP3 = 153.3$$

CEP3 = Cantidad económica de pedido con el descuento 3.

1b) En este caso los CEP2 y CEP3 no son factibles por lo tanto se eliminan.

1c) Cálculo del costo total de compra y de inventario, para el lote económico que resultó factible.

$$\text{FORMULA: } Ctd = Cop \left( \frac{D}{CEP1} \right) + i(Li) \left( \frac{CEP1}{2} \right) + (Li) D$$

$$Ctd = 10 \left( \frac{1000}{141} \right) + 0.20(5) \left( \frac{141}{2} \right) + 5(1000)$$

$$Ctd = 10(7.092) + 70.5 + 5000$$

$$Ctd = 70.92 + 70.5 + 5000$$

$$Ctd = \$5,141.00$$

Ctd = Costo Total con descuento

1d) Cálculo del costo total con el rango de compra de 200 a 499

$$\text{Ctd} = 10 \left( \frac{1000}{500} \right) + 0.20(4.50) \left( \frac{200}{2} \right) + 4.50(1000)$$

$$\text{Ctd} = 10(5) + 0.9(100) + 4500$$

$$\text{Ctd} = 50 + 90$$

$$\text{Ctd} = \$4,640.00$$

Cálculo del costo total con el rango de compra de 500

$$\text{Ctd} = 10 \left( \frac{1000}{500} \right) + 0.20(4.25) \left( \frac{500}{2} \right) + 4.25(1000)$$

$$\text{Ctd} = 10(2) + 0.85(250) + 4250$$

$$\text{Ctd} = 20 + 212.5 + 4250$$

$$\text{Ctd} = \$4,482.00$$

Obsérvese que el mínimo costo se obtiene comprando 500 unidades con el precio de \$4.25

#### 4.4.7.5 MODELOS DE CEP CON AGOTAMIENTOS.

El agotamiento, faltante o el "no tener", da origen a costos adicionales a que pueden propiciar el detenimiento de la producción, la pérdida de ventas, la proyección de una mala imagen de la empresa hacia los clientes, etc., de tal forma que si a la empresa le conviene trabajar con agotamientos periódicos habrá que planear estos agotamientos con el propósito de satisfacer los requerimientos de los clientes sin incurrir en el deterioro de las relaciones fabricante-cliente.

#### NOMENCLATURA UTILIZADA EN EL MODELO DE AGOTAMIENTOS.

CEP = Cantidad económica de pedido.

S = Unidades que corresponden a los pedidos que se atrasaron durante el período de falta de existencia, las que al completarse inician un reabastecimiento de inventario (cantidad atrasada máxima permisible), también llamada cantidad de pedidos retroactivos.

Ip = Inventario promedio.

Cu = Costo de manejo por unidad.

- Puf = Promedio de unidades faltantes por ciclo  
 N = Número de pedidos.  
 Ta = Tiempo de adelanto o anticipación por ciclo de inventario, se refiere a los pedidos que se atrasan durante el período de falta de existencias.  
 NM = Nivel máximo de inventario que se conserva (Xo-S).  
 Xo = Cantidad que se pide por remesa o tamaño del pedido.  
 T = Tiempo del ciclo de inventario, se subdivide en: to, t', t".  
 To = Intervalo entre pedidos sucesivos medido como una fracción del pedido estándar, comprende el tiempo desde que se abastece hasta que el nivel de existencias mínimo llega bajo cero.  
 t' = Parte del período to durante el cual se dispone de inventario.  
 t" = Parte del período to durante el cual no hay existencias y los pedidos se atrasan, es decir, existen agotamientos.  
 Cs = Costo de agotamiento por unidad por período.  
 K = Constante que expresa el número de pedidos intermedios por año, como 1 año; 12 meses, 52 semanas o 365 días.  
 Cts = Costo total de agotamiento por unidad.  
 Ctm = Costo total de manejo.  
 Ct = Costo total de inventario o costo total anual de inventario.  
 Cop = Costo de ordenar por pedido o remesa efectuado.  
 D = Demanda o consumo anual en unidades.

A continuación se proponen 2 modelos que ofrecen ventajas en la reducción de costos y son:

a) **Modelo de CEP, con agotamientos**, en el que se permiten pedidos retroactivos y el tiempo de espera o de adelanto es cero.

b) **Modelo de CEP, con agotamientos**, en el que se permiten pedidos retroactivos y el tiempo de espera o de adelanto es mayor a cero.

**a) MODELO DE CEP, CON AGOTAMIENTOS (SE PERMITEN PEDIDOS RETROACTIVOS) Y EL TIEMPO DE ADELANTO ES CERO.**

Este modelo se basa también en la mayoría de los supuestos del modelo clásico, es decir, supone que:

- La demanda es conocida y constante.
- El tiempo de adelanto es cero ( $Ta = 0$ ).
- El reabastecimiento es instantáneo.
- La cantidad de pedido es constante.

La diferencia de este modelo, con relación al clásico, es que el supuesto que indica que "el inventario se reabastece cuando llega a cero y no se permiten agotamientos" no funciona debido a que se basa en los supuestos que se listan a continuación, además de los mencionados con anterioridad.

- Ocurren agotamientos de los inventarios.
- El nivel de inventarios puede caer abajo de cero.
- El cliente está dispuesto a esperar a que le surtan su pedido hasta que el fabricante se reabastezca.

La empresa acumula pedidos que surtirá posteriormente, aun cuando su inventario ya se haya agotado.

La CEP para este modelo de agotamientos está configurada por la CEP del modelo clásico, multiplicada por la raíz cuadrada de la suma del costo de manejo unitario, más el costo de agotamiento entre el costo de agotamiento.

FORMULAS:

$$CEP = \sqrt{\frac{2 \text{ Cop } D}{Cu}} \times \sqrt{\frac{Cu + Cs}{Cs}}$$

EL NIVEL MÁXIMO de inventario que se conserva en almacén, aun cuando se ordena una mayor cantidad de lo que arrojó el nivel máximo, en almacén sólo permanecerán niveles inferiores de inventario puesto que parte de cada uno de los pedidos de reabastecimiento, se asigna de forma inmediata a fabricar la demanda atrasada y por tanto no todo el pedido va al almacén:

$$NM = \sqrt{\frac{2 \text{ Cop } D}{Cu}} \sqrt{\frac{Cs}{Cu + Cs}}$$

Número óptimo de pedidos

$$N = \sqrt{\frac{D (Cu)}{2 (\text{Cop})}} \sqrt{\frac{Cs}{Cu + Cs}}$$

Ciclo de inventario con agotamiento.

$$T = \sqrt{\frac{2 \text{ Cop } K}{Cu D}} \sqrt{\frac{Cu + Cs}{Cs}}$$

Costo total de inventario

$$Ct = \sqrt{2 \text{ Cop } (Cu) (D)} \sqrt{\frac{Cs}{Cu + Cs}}$$

Número de unidades que se ordenan retroactivamente

$$S = CEP - NM$$

Costo total de ordenar

$$Cto = Cop \left( \frac{D}{XO} \right)$$

El cálculo del costo total de manejo requiere del inventario promedio, que para este modelo de agotamientos no es el mismo que el del modelo de CEP clásico.

Para obtener el inventario promedio se requiere a su vez calcular la porción de inventario del ciclo  $t$  en el que aun se cuenta con existencias o sea  $t'$ ; por lo tanto, primero se tiene:

$$t' = \frac{T(NM)}{CEP}$$

Cantidad de inventario promedio durante el periodo en el que aun se tienen existencias.

La fórmula obtenida para calcular el inventario promedio durante el ciclo en el que aun se tienen existencias, se utiliza para obtener el promedio del inventario total, la cual se incorpora después de despejar y reducir ecuaciones.

Por lo tanto la ecuación queda así:

$$Ip = \left[ \frac{(NM)^2}{2(CEP)} \right]$$

Esta fórmula es aplicable para un ciclo o un número grande de ciclos, dado el carácter repetitivo de los inventarios.

Ahora, ya que se han obtenido las fórmulas anteriores, se está en condiciones de determinar la fórmula para el costo total de manejo:

$$ctm = \left[ \frac{(NM)^2}{2(CEP)} \right]$$

Para calcular el valor del costo de agotamiento se multiplica el costo de agotamiento unitario en el período por el número promedio de unidades de agotamiento o sea:

$$Cts = Cs$$

(Número promedio de unidades de agotamiento por ciclo)\*

\* Este número de unidades de agotamiento por ciclo, se obtiene considerando la parte durante la cual no hay existencias  $t''$  cuya fórmula es:

$$t'' = \frac{T(S)}{CEP}$$

Con esta fórmula ya puede calcularse el número de unidades faltantes por ciclo Puf.

$$Puf = \frac{S^2}{2CEP}$$

Promedio de unidades faltantes por ciclo

En virtud de que las fórmulas anteriores eran indispensables para calcular el costo total de agotamiento.

$$Cts = Cs \left( \frac{S^2}{2CEP} \right)$$

Costo total de agotamiento

EJEMPLO: La sastrería "El Principe" fabrica trajes para caballero, su demanda de casimir es de 1000 piezas al mes (12,000 piezas al año) el costo total de manejo de cada pieza de casimir es de \$5.00 el costo de ordenar un pedido hasta que el proveedor surta su mercancía, el costo de agotamiento es de \$0.50 por unidad al año.

Se requiere:

- Calcular la CEP.
- El nivel máximo de los inventarios.
- El costo total del inventario.
- El número óptimo de pedidos.
- El ciclo de inventario.

**CALCULO DE LA CEP**

$$\text{FORMULA: } CEP = \sqrt{\frac{2 \text{ Cop } D}{Cu}} \sqrt{\frac{Cu + Cs}{Cs}}$$

Datos:

D = 12,000 anual, 1000 por mes.  
 Cu = \$5.00  
 Cop = \$20.00  
 Cs = 0.50 por unidades por año  
 k = 365 días del año

$$CEP = \sqrt{\frac{2(20)(12000)}{5}} \sqrt{\frac{5 + 0.50}{0.50}}$$

$$CEP = \sqrt{96,000} \times \sqrt{11}$$

$$CEP = 309.84 (3.317)$$

$$CEP = 1027.7 \approx 1028$$

$$CEP = 1,028$$

Cantidad óptima a solicitar por pedido.

**CALCULO DEL NIVEL MAXIMO DE INVENTARIO**

$$NM = \sqrt{\frac{2 \text{ Cop } D}{Cu}} \sqrt{\frac{Cs}{Cu + Cs}}$$

$$NM = \frac{2(20)(12000)}{5} \frac{0.5}{5 + 0.5}$$

$$NM = \sqrt{96000} \sqrt{0.0909}$$

$$NM = 309.84 \times 0.3015$$

 $NM \approx 93$  Cantidad máxima que debe conservarse en almacén.

$$S = 1028 - 93$$

 $S = 935$  número de unidades que se ordenan retroactivamente.
**CALCULO DEL NUMERO OPTIMO DE PEDIDOS.**

$$N = \sqrt{\frac{D \text{ Cu}}{2 \text{ Cop}}} \sqrt{\frac{Cs}{Cu + Cs}}$$

$$N = \sqrt{\frac{12000(5)}{2(20)}} \sqrt{\frac{0.50}{5 + 0.50}}$$

$$N = \sqrt{\frac{60000}{40}} \sqrt{\frac{0.50}{5.5}}$$

$$N = \sqrt{1500} \sqrt{0.090909}$$

$$N = 38.72 \times 0.3015$$

$$N = 11.68 \approx 12$$

$N \approx 12$  Se deben hacer doce pedidos al año de un volumen equivalente al CEP.

#### CALCULO DEL CICLO DE INVENTARIO.

$$T = \sqrt{\frac{2 \text{ Cop } K}{\text{Cu } D}} \sqrt{\frac{\text{Cu} + \text{Cs}}{\text{Cs}}}$$

$$T = \sqrt{\frac{2(20)(365)}{5(12000)}} \sqrt{\frac{5 + 0.50}{0.50}}$$

$$T = \sqrt{\frac{40(133225)}{60000}} \sqrt{\frac{5.5}{0.5}}$$

$$T = \sqrt{88.81} \sqrt{11}$$

$$T = 9.42 \times 3.31 = 31.19 \approx 31$$

$T \approx 31$  días Las cantidades (CEP) pedidas, tendrán una duración de un mes aproximadamente.

#### CALCULO DEL COSTO TOTAL DE INVENTARIO.

$$Ct = \sqrt{2 \text{ Cop } D \text{ Cu}} \sqrt{\frac{\text{Cs}}{\text{Cu} + \text{Cs}}}$$

$$Ct = \sqrt{2(20)(12000)(5)} \sqrt{\frac{0.50}{5 + 0.50}}$$

$$Ct = \sqrt{2400000} \sqrt{0.090909}$$

$$Ct = 1549.19 \times 0.3015$$

$Ct = 467.08$  Este es el costo mínimo conservando el nivel máximo de inventario.

**NOTA:** En este modelo no se calcula el  $Pr$  = Punto de reorden debido a que se supone que el  $Ta$  = Tiempo de adelanto es cero, y por consiguiente el punto de reorden será cero.

**b) MODELO DE CEP, CON AGOTAMIENTOS (SE PERMITEN PEDIDOS RETROACTIVOS) Y EL TIEMPO DE ADELANTO MAYOR QUE CERO.**

En el modelo de agotamientos en el que se permiten pedidos retroactivos, se dispuso que el ( $T_a$ ) Tiempo de adelanto era igual a cero y en consecuencia el punto de reorden es cero, sin embargo, se da el caso en el que existen agotamientos y el tiempo de adelanto puede ser mayor que cero.

Los supuestos en que se basa este modelo son los mismos que los del modelo de agotamiento con pedidos retroactivos excepto que el tiempo de adelanto es mayor que cero y sí existe punto de reorden diferente a cero. El cálculo de la CEP se hace exactamente igual que en el modelo anterior, es decir, el hecho de que  $T_a > 0$  no le afecta absolutamente en nada a la CEP, ni al T, al N, al CT o al NM. Es importante recordar que en estos modelos con agotamientos el  $T = t' + t''$ .

En virtud de que ya se han trabajado las fórmulas de los elementos mencionados (CEP, T, N, Ct, NM) ahora resta determinar el punto de reorden para este modelo.

$$Pr = T_a D * - \left[ \frac{T_a}{T} \right] CEP - (CEP - NM)$$

\*Si T y  $T_a$  están expresados en días, la D habrá de expresarse en días.

Es pertinente señalar que si el costo por agotamiento por unidad es reducido en comparación con el costo de manejo por unidad, es ventajoso para la empresa incurrir en agotamientos, sin embargo no puede generalizarse esta situación ya que en muchos casos el costo de agotamiento puede ser mayor que el de manejo y aun así podría convenir incurrir en agotamientos; por lo anterior se recomienda evaluar esta situación probando con los cálculos respectivos comparando costos entre la CEP y el modelo de agotamiento.

**EJEMPLO:** Retomando la información de la sastrería "El Príncipe" se tienen los datos:

D	=	12,000 unidades al año.
Cu	=	\$5.00
Cop	=	\$20.00
Cs	=	\$0.50 por unidad por año.
K	=	365 días.

La sastrería solicita su pedido al proveedor con 5 días de anticipación. Los resultados obtenidos son:

Ta = 5 días.  
CEP = 1,028 unidades.  
NM = 93 unidades.  
N = 12 pedidos.  
T = 31 días.  
Ct = \$467.08

**CALCULANDO EL PUNTO DE REORDEN.**

$$Pr = Ta D * \left[ \frac{Ta}{T} \right] CEP - (CEP - NM)$$

$$Pr = 5(32.877) - \left[ \frac{5}{31} \right] (1028) - (1028 - 93)$$

$$Pr = 164.38 - 0(1028) - 935$$

$$Pr = 164.38 - 935$$

$$Pr = 770.62$$

\* D = 12,000 unidades al año pero como T y Ta están expresados en días, la D habrá de expresarse en días, por lo tanto.

$$D = \frac{12,000}{365} = 32.877$$

**NOTA:**  $5/31 = 0.1612$ , en virtud de que es una pequeña fracción de día, se considera como cero.

El resultado obtenido en el Pr, significa que cuando se hayan acumulado 770 pedidos atrasados será necesario colocar un pedido de 1,028 unidades, los pedidos retroactivos durante el periodo de adelanto de 5 días llegarán a sumar 935 unidades o pedidos y todos ellos se sutirán al recibir el material para fabricarlos.

## CONCLUSIONES

Las deficiencias padecidas por las pequeñas y medianas empresas del vestido, y en general por todo tipo de giro, no son temas novedosos, ni agotados, por siempre, se ha sabido de sus múltiples carencias y limitaciones, lo lamentable es que, a pesar de los años, sus problemas no disminuyen, por el contrario, en la actualidad, se han agravado, particularmente por la apertura comercial que, han traído consigo el GATT y el Tratado de Libre Comercio, motivo por el que hoy, más que nunca, requieren de orientación profesional, que los apoye en su desarrollo; desafortunadamente, este apoyo por lo general, lo reciben en forma escasa, debido en parte, a que los organismos como, la Cámara de Comercio, el Banco de Comercio Exterior, las instituciones financieras y las educativas, no difunden ampliamente, los servicios de asesoría que pueden otorgarles; Por otra parte, las pequeñas empresas, muestran desconfianza hacia toda dependencia oficial que intente un acercamiento con ellos, por el temor de ser sorprendidos en irregularidades que los hagan objeto de sanciones que impliquen daño en su patrimonio. Tal actitud de introversión, les ha impedido aprovechar los beneficios de asesoría que podrían adquirir a costos extremadamente menores a los que desembolsarían, si acudieran con asesores privados.

En muchas ocasiones, los problemas de baja productividad, calidad y competitividad, que enfrentan estas empresas, no son atribuibles al ineficaz manejo administrativo por parte de los dirigentes, sino, causados por el comportamiento de variables exógenas incontrolables; en cuyo caso, no hay soluciones viables inmediatas que ellos puedan emprender, en cambio cuando se está ante problemas motivados por factores no aleatorios, sino perfectamente identificables y controlables por la dirección, es imperdonable, no darse a la tarea de buscar soluciones estratégicas que, ayudarían a tomar las decisiones pertinentes; evidentemente y de acuerdo a los planteamientos que se han venido haciendo, se infiere, que una toma de decisiones racional, conllevaría a las pequeñas empresas, al desempeño eficaz de la administración, evitando, en cierta forma, su ingreso al cada vez mayor, índice de "economía subterránea".

En este sentido y bajo las premisas analizadas; debe reiterarse que el sistema de apoyo que se estructuró como solución, propone el uso de modelos cuantitativos que, aún cuando, han mostrado ampliamente sus bondades en diversos campos, habían sido soslayados por los hombres de empresa, a causa del temor que infundía su verdadera o aparente complejidad; actualmente, estas técnicas se han convertido en indispensables y de uso corriente para el quehacer administrativo, la llegada de las computadoras ha

desvanecido el temor de manejarlas, hoy, el mercado está invadido de programas de software para el área administrativa, no obstante, la diversidad de características que diferencian la naturaleza de cada empresa, hacen necesaria la adaptación de éstos a sus especificaciones.

El funcionamiento del Sistema propuesto, en especial para el caso de la industria del vestido, fue probado durante treinta días, en una de las pequeñas empresas encuestadas, en donde se fueron haciendo ajustes necesarios, de ello se deduce, que su aplicación aún en empresas del mismo giro siempre requerirán en menor grado, de adaptaciones que garanticen funcionalidad.

Por lo que se refiere al usuario, se destaca una vez más que el sistema mantiene un nivel de manejo sencillo, donde el usuario, no requiere poseer conocimientos, profundos, ni en computación, ni en matemáticas, ya que esta parte "dura" del proceso, es ejecutada internamente por la computadora, mas, si es indispensable que, el usuario posea un amplio bagaje de conocimientos sobre detalles de mecanismos que accionan a la empresa, a fin de alimentar adecuadamente las entradas del sistema y obtener resultados confiables, los cuales dependerán también de una correcta interpretación, avalada por el buen juicio y experiencia de su tomador de decisiones,

sobretudo, si consideramos, que los resultados, no son absolutos ni definitivos, solo constituyen una sugerencia. Asimismo, es aconsejable que, al aplicar cualquier parte del sistema, se analicen con anticipación, las limitaciones y considerandos, para tomar las reservas pertinentes.

Se confía plenamente, en que el Sistema diseñado, cumpla con las expectativas deseadas, aún con sus limitaciones, y llegue a representar una herramienta de apoyo, práctica y confiable para tomar decisiones.

Por ultimo es importante anfatizar que, la gama de problemas, que enfrentan las pequeñas y medianas empresas mexicanas, ofrecen un campo fértil para emprender otros muchos estudios de investigación, que lleven la firme intención, no sólo de diagnosticar, sino, de desarrollar propuestas de solución congruentes con su realidad.

## **A N E X O S**

**-ANEXO 1 CUESTIONARIO ( 1 )**

**-ANEXO 2 CUESTIONARIO ( 2 )**

**-ANEXO 3 MANUAL DEL USUARIO**

ANEXO 1

PRIMER CUESTIONARIO

Aplicado a una muestra de 300 empresas del vestido y la confección, de magnitudes; grande, mediana y pequeña.

- 1) Principal actividad que desarrolla dentro de la rama de la industria del vestido.
  - a) Sólo diseña.
  - b) Diseña, corta y vende sus propios modelos.
  - c) Corta y vende diseños de otras empresas.
  - d) Maquila.
- 2) Mercado que abarca.
  - a) Nacional.
  - b) De exportación.
  - c) Ambos.
- 3) Las operaciones de venta son de:
  - a) Mayoreo.
  - b) Menudeo.
  - c) Ambos.
- 4) Los volúmenes de ventas anuales ascienden a:
  - a) Hasta N\$ 900 miles.
  - b) Hasta N\$ 9.00 millones.
  - c) Hasta N\$ 20.00 millones.
  - d) Más de N\$ 20.00 millones.
- 5) Número de personas que emplea.
  - a) de 1 hasta 15.
  - b) de 16 hasta 100.
  - c) de 101 hasta 250.
  - d) Más de 250.
- 6) Tipo de maquinaria y equipo que ocupa en la producción.
- 7) Origen de sus principales fuentes de aprovisionamiento.
  - a) Nacionales.
  - b) Extranjeras.
  - c) Ambas.
- 8) Observaciones generales.

## ANEXO 2

### SEGUNDO CUESTIONARIO

Aplicado a una muestra depurada de 95 empresas del vestido, de magnitud mediana y pequeña.

#### ASPECTOS GENERALES:

- 1) Clasificación de empresa de acuerdo al tipo de prendas que fabrica.
- 2) Antigüedad o número de años de establecida la empresa.
- 3) Número de personas empleadas.
- 4) Tipo de organización y tipo de funciones que desempeña.
- 5) Tipo de maquinaria y equipo que utiliza en la fabricación de las prendas.

#### AREA DE PRODUCCION:

- 6) Forma de controlar la calidad.
- 7) Forma de establecer los volúmenes de producción.
- 8) Método para determinar los tiempo estandar en los procesos de producción.
- 9) Tiempo promedio de fabricación.
- 10) Rentabilidad por cada tipo de prenda de las diferentes líneas que producen.
- 11) Volúmenes de producción relacionados con la rentabilidad.
- 12) Volúmenes de producción por jornada, semana y mes.
- 13) Niveles mínimos y máximos entre los que oscila su producción por jornada, semana o mes.
- 14) Volumen de producción mínimo, con el que cubren sus costos.
- 15) Forma de programar su producción.
- 16) Volúmenes de producción con los cuales satisfacen las demandas de los clientes.
- 17) Presupuestos de producción.
- 18) Establecimiento de políticas de calidad de la producción.
- 19) Procedimientos de producción.
- 20) Capacidad de producción, de maquinaria y mano de obra.

## **ALMACEN**

- 21) Número de almacenes disponibles.
- 22) Extensión de los almacenes.
- 23) Registros de mercancía.
- 24) Frecuencia de levantamiento de inventarios.
- 25) Métodos de evaluación de inventarios.
- 26) Formas de registro de materiales recibidos.
- 27) Formas de registro de salidas de material.
- 28) Niveles máximos de materia prima a conservar en el almacén.
- 29) Niveles mínimos de materia prima a conservar en el almacén.
- 30) Frecuencia de requisición de materiales a proveedores.
- 31) Puntualidad en la entrega de materiales por parte de los proveedores.
- 32) Tipo de proveedores.
  - a) Nacionales.
  - b) Extranjeros.
  - c) Ambos.
- 33) Proveedores fijos o temporales.
- 34) Forma de elegir proveedores.
- 35) Costos de conservación de mercancías en almacén.
- 36) Número de pedidos de mercancía al año.
- 37) Escasez o disponibilidad de materias primas en cualquier época del año.
- 38) Volúmenes óptimos de productos terminados a mantener en reserva para cubrir demandas imprevistas.

## **VENTAS.**

- 39) Forma de realización de ventas.
  - a) De contado.
  - b) A crédito.
  - c) A comisión.
- 40) Cálculo anticipado sobre volúmenes de ventas.
- 41) Formas de determinación de precios.
- 42) Aumentos y disminuciones de precios, sus efectos sobre las utilidades.
- 43) Conocimiento sobre sus principales clientes.
- 44) Principales medios de publicidad utilizados.
- 45) Principales clientes.
- 46) Especificación de políticas de ventas.
- 47) Participación en mercados internacionales.
- 48) Principales rubros de inversión.
- 49) Políticas de inversión.
- 50) Elaboración de presupuestos generales.
- 51) Estimaciones anticipadas de posibles volúmenes de utilidades o pérdidas.
- 52) Créditos bancarios.
- 53) Créditos diversos.

**RECURSOS HUMANOS.**

- 54) Número de personas empleadas.
- 55) Horarios de trabajo.
- 56) Formas y períodos de capacitación del personal.
- 57) Tipo de mano de obra empleada.
- 58) Especialidades del personal empleado.
- 59) Formas y períodos de pago de sueldos y salarios.
- 60) Índices de ausentismo.
- 61) Formas y fuentes de reclutamiento.
- 62) Escases o abundancia de mano de obra.
- 63) Presentaciones e incentivos que brindan al personal.
- 64) Disposición del departamento de recursos humanos.
- 65) Tipos de asesoría solicitada y recibida, tanto de organismos oficiales como de asesores particulares.
- 66) Organismos a los que acuden en busca de asesoría.
- 67) Fuentes de información consultadas antes de tomar decisiones.

**MANUAL DEL USUARIO  
PARA LA EJECUCION, EN COMPUTADORA, DEL:**

**SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA  
TOMA DE DECISIONES SOBRE  
PLANEACION Y CONTROL, APLICADO  
A LA PEQUEÑA Y MEDIANA INDUSTRIA DEL  
VESTIDO EN MEXICO**

**MEXICO, 1994**

# MANUAL DEL USUARIO

## I N D I C E

	PAG.
INTRODUCCION .....	1
SECCION I INSTRUCCIONES GENERALES .....	3
1.1 Equipo de cómputo necesario.....	3
1.2 Instrucciones de inicio de sesión....	3
1.3 Procedimiento de inicio de sesión....	4
SECCION II MODULO DE PRONOSTICOS.....	5
2.1 Submenu de pronósticos.....	7
2.2 Modelo Simple.....	8
2.3 Modelo Aditivo.....	9
2.4 Modelo Aditivo con Promedio de los Cambios.....	9
2.5 Modelo Multiplicativo.....	10
2.6 Modelo Multiplicativo, con Promedio de los Cambios.....	10
2.7 Módulo de Ayuda sobre Pronósticos...11	
SECCION III MODULO SIMPLEX.....	15
3.1 Módulo de ayuda.....	17
3.1.1 Procedimiento de operación....	17
3.1.2 Ejemplo.....	18
SECCION IV MODULO, PUNTO DE EQUILIBRIO.....	19
4.1 Submenu de Punto de Equilibrio.....	21
4.2 Cálculo con Datos Desglosados.....	22
4.3 Método "Volumen Utilidad".....	23
4.4 Ejemplo Expresado en Unidades.....	25
4.5 Ejemplo para Varias Líneas de Productos.....	25
4.6 Método de "Hacer o Comprar".....	26
4.7 Método de "Arrendar o Hacer".....	26
4.8 Método del "Exceso de Capacidad de Planta".....	27
4.9 Dumping de un Producto.....	28
4.10 Módulo de Ayuda sobre Punto de Equilibrio.....	28

**SECCION V      MODULO DE CONTROL DE INVENTARIOS.....33**

**5.1 Submenu.....35**  
**5.2 Modelo de LOTE Económico.....36**  
**5.3 Modelo de CEP, con Análisis Marginal.....37**  
**5.4 Modelo de CEP, con Punto de Reorden.38**  
**5.5 Modelo de CEP, con Descuentos en los Precios.....38**  
**5.6 Modelo de CEP, con Agotamientos.....39**  
**5.7 Módulo de Ayuda sobre Inventarios...39**

## INTRODUCCION.

El manejo, de todas las herramientas, siempre requiere de ser descrito ampliamente, ya sea que, vaya a ser utilizado por primera vez, o bien, que en un momento dado, al avanzar en la ejecución de algún proceso se desee conocer a fondo algún detalle del mismo; por tal razón, se ha elaborado el presente manual, a fin de que el usuario del Sistema automatizado para la toma de decisiones, en la Industria del Vestido, cuente con un instructivo sencillo y rápido que lo oriente en esta labor.

El presente manual consta de cinco secciones sintetizadas:

La primera, indica el tipo de equipo necesario, las instrucciones y procedimiento a seguir al iniciar cada sesión.

En la sección dos, se presentará información general sobre pronósticos, así como un ejemplo por cada modelo.

En la sección tres. Se desarrolla el módulo correspondiente al Método Simplex, el cual incluye información general, que servirá de ayuda, así como la ejemplificación de aplicaciones específicas.

Las secciones cuatro y cinco, Punto de Equilibrio y Control de Inventarios respectivamente, describen contenidos similares sobre información general para auxiliar al usuario, en la comprensión de algunos términos propios de cada tema y presentan además el desarrollo de ejemplos específicos.

## SECCION I INSTRUCCIONES GENERALES.

### 1.1 EQUIPO DE COMPUTO NECESARIO.

1. Una PC IBM Compatible de 512 Kb. de memoria RAM, como mínimo, dos unidades de disco de 3 1/2 o se recomienda una configuración de disco duro, y una unidad de disco de 3 1/2.
2. Un monitor tipo TTL ó CGA como mínimo.

### 1.2 INSTRUCCIONES DE INICIO DE SESION.

1. El sistema cuenta con dos discos de 3 1/2; por lo tanto si se tiene disco duro, se colocará en el drive A: el disco No. 1 y se tecleará (A> INSTALA Y <RETURN>) y a continuación se inserta el disco No. 2 y se repite el proceso.
2. Finalmente, ya instalada en el drive C: se tecleará lo siguiente: (C> DEMO y <return>) y se ejecutará el sistema.
3. En el caso de contar con dos drives, se inserta en el drive A> el disco No. 1 y se tecllea (A> DEMO y <return>). En este momento ya se está dentro del sistema; para poder correr la tercera opción general del sistema, será necesario insertar en el drive B> el disco No. 2 y tecllear B> LINDO y <return>).
4. El sistema es fácil de usar, debido a que los 4 módulos están enlazados, aunque cada uno tiene su submenú de opciones independiente, que le permite trabajar al usuario en forma sencilla y rápida.

### 1.3 PROCEDIMIENTO DE INICIO DE SESION.

1. Tener disponible una PC.
2. Cargar el sistema operativo MS-DOS V.3.x ó V.4.x
3. Instalar el sistema en disco duro con la instrucción:  
(A: INSTALA y 'return')
4. Correr la aplicación con la instrucción:  
(C> DEMO y <return>)
5. Conforme los módulos del sistema, el usuario podrá navegar por los submenús y opciones de cada opción general. Y cuando llegue a la última opción, se dará por terminada la sesión y devolverá el control al directorio del disco duro.
6. Finalmente apagará su equipo (MONITOR y CPU).

**NOTA:** Cada módulo del sistema incluye una opción de ayuda, que le permite familiarizarse con los términos empleados. Además el internarse en el sistema es mediante submenús y mensajes para continuar.

**SECCION II MODULO PRONOSTICOS**

**SISTEMA DE APOYO PARA LA TOMA DE DECISIONES  
EN LA INDUSTRIA DEL VESTIDO**

**SUBMENU DE PRONOSTICOS:**

**PRONOSTICOS  
SALIDA**

**Arriba Abajo Izq. Der. "Enter" Ejecuta "Del" Abortar**

**2.1 SUBMENU DE PRONOSTICOS:**

**SELECCIONE LA OPCION DESEADA:**

Modelo Simple.....<1>  
Modelo Aditivo.....<2>  
Modelo Aditivo con Promedios de los Cambios.....<3>  
Modelo Multiplicativo.....<4>  
Modelo Multiplicativo con Promedio de los Cambios..<5>  
Promedios Móviles.....<6>  
Promedios Móviles Ordinarios.....<7>  
  
Módulo de AYUDA.....<8>  
  
REGRESO AL MENU PRINCIPAL.....<9>  
  
TECLEA EL NUMERO DE LA OPCION SELECCIONADA-----> <9>

## 2.2 MODELO SIMPLE

SELECCIONA EL TIEMPO PARA EL PRONOSTICO. (S) EMANAS (M) ESES  
(A) ÑOS..... (M)

DAME EL NUMERO DE MESES QUE DESEAS PRONOSTICAR (1-12): 4

# MESES: MONTO DE VENTAS (UNIDADES):

1	1000
2	2500
3	5000
4	6000

RESULTADOS DEL PRONOSTICO POR MESES:

PRONOSTICO PARA EL SIGUIENTE MES 6000

DAME LA CANTIDAD QUE REALMENTE SE VENDIO: 5900

ERROR DE PREDICION EN (UNIDADES): 100

ERROR DE PREDICION EN (PORCENTAJE): 2%

DESEAS CONTINUAR (S/N)

**2.3 MODELO ADITIVO:**

ELECCIONA EL TIEMPO PARA EL PRONOSTICO (S)EMANAS (M)ESES  
(A)ÑOS.....(M)

DAME EL NUMERO DE MESES QUE DESEAS PRONOSTICAR (1-12): 4

#MESES:	MONTO DE VENTAS (UNIDADES)	CAMBIO DURANTE LOS DOS ULTIMOS MESES ANTERIORES MAS RECIENTES:	PRONOSTICO PARA EL MES SIGUIENTE:
1	200		
2	400		
3	800		
4	1600	800	2400

DESEAS CONTINUAR (S/N)?

**2.4 MODELO ADITIVO CON PROMEDIOS DE LOS CAMBIOS:**

SELECCIONA EL TIEMPO PARA EL PRONOSTICO (S)EMANAS (M)ESES  
(A)AÑOS .....(M)

DAME EL NUMERO DE MESES QUE DESEAS PRONOSTICAR (1-12): 4

#MESES	MONTO DE VENTAS (UNIDADES)	CONSTANTE DE CAMBIO:	PRONOSTICO PARA EL MES SIGUIENTE:
1	20		
2	40	20	
3	60	20	
4	100	40	

**2.5 MODELO MULTIPLICATIVO:**

SELECCIONA EL TIEMPO PARA EL PRONOSTICO (S)EMANAS (M)ESES  
(A)ÑOS.....(M)

DAME EL NUMERO DE MESES QUE DESEAS PRONOSTICAR (1-12): 4

# MESES:	MONTO DE VENTAS (UNIDADES):	CAMBIO PROPORCIONAL DE LOS DOS ULTIMOS MESES ANTERIORES MAS RECIENTES:	PRONOSTICO PARA EL MES SIGUIENTE:
----------	--------------------------------	---	---

1	100		
2	200		
3	400		
4	800	200%	1600

DESEAS CONTINUAR (S/N)?

**2.6 MODELO MULTIPLICATIVO CON PROMEDIOS DE LOS CAMBIOS:**

SELECCIONA EL TIEMPO PARA EL PRONOSTICO (S)EMANAS (M)ESES  
(A)ÑOS .....(M)

DAME EL NUMERO DE MESES QUE DESEAS PRONOSTICAR (1-12): 4

# MESES:	MONTO DE VENTAS (UNIDADES):	CAMBIO PROPORCIONAL:	PRONOSTICO PARA EL MES SIGUIENTE:
----------	--------------------------------	-------------------------	---

1	8700		
2	9100	105	
3	10000	110	
4	10500	105	

11182

## **2.7 MODULO DE AYUDA SOBRE PRONOSTICOS.**

### **2.7.1 INFORMACION GENERAL**

#### **DEFINICION DE PRONOSTICOS:**

En un cálculo o estimación cuantitativa, respecto a la tendencia futura de un evento. En otras palabras, podría decirse que, un pronóstico es la predicción de sucesos futuros, y está orientado a reducir la incertidumbre inherente a ellos.

#### **OBJETIVO DE LOS PRONOSTICOS.**

El objetivo de un pronóstico, es proporcionar bases para prever acciones, que ayuden al buen logro de ciertas metas fijadas por la empresa; asimismo tiene la finalidad de reducir o eliminar, situaciones, que puedan afectar al buen desempeño, en el funcionamiento de la empresa.

#### **IMPORTANCIA DEL PRONOSTICO EN LA INDUSTRIA DEL VESTIDO:**

La industria del vestido, basa gran parte de su éxito, en sus ventas, las cuales están sujetas en muchas ocasiones a cambios rápidos y drásticos, determinados por variaciones en el clima, competencia, poder adquisitivo, ingreso per cápita, uso de publicidad, etc.

Por lo anterior, resulta de vital importancia conocer en lo posible aspectos sobre:

- Cálculo de la demanda futura, de estilos de ropa para las diferentes épocas del año.
- Establecer objetivos factibles de venta, basados en el cálculo de la demanda.
- Establecer objetivos de ventas futuras.
- Proporciona bases para programar con anticipación la producción.
- El aprovisionamiento de materiales, es decir, fijar programas y objetivos de compra, especificando cuándo y cuánto, comprar, reordenar y mantener los materiales en el almacén.

- Prever el mantenimiento óptimo, de productos terminados en el almacén.
- Anticipar necesidades de mano de obra.
- Analizar la capacidad productiva disponible.

**¿EN QUE CONSISTE LA TECNICA, PARA PRONOSTICAR: DE SERIES DE TIEMPO:?**

Es la generación de pronósticos, empleando los datos históricos, de la variable que se desea pronosticar; esta técnica supone que, la información sobre el comportamiento anterior de la variable, es útil para determinar un pronóstico, ya que es probable que lo sucedido en el pasado continúe ocurriendo en el futuro.

**ELEMENTOS INVOLUCRADOS EN LA TECNICA DE SERIES DE TIEMPO:**

- **Serie de tiempo:** Es una sucesión de observaciones, de un fenómeno, que es variable con respecto al tiempo; la serie de tiempo, se compone de cuatro elementos importantes:
  - .Tendencia a largo plazo.
  - .Efecto cíclico.
  - .Efecto estacional.
  - .Variación aleatoria.
- **Tendencia a largo plazo:** Es el componente, que refleja un movimiento básico constante y direccional, que a largo plazo puede resultar curva o recta, hacia arriba o hacia abajo, el cual, se presenta a causa del crecimiento constante de, la población, del producto nacional bruto, del efecto de la competencia y otros factores, que no llegan a producir cambios violentos en la variable observada, el cambio que representa, es gradual y estable en función del tiempo.
- **Componente cíclica:** Es la existencia de un patrón de cambios, impredecibles en punto fijos en el tiempo, con duración mayor a un año, se reconocerá como una oscilación a manera de onda que suben y bajan suavemente. Su comportamiento es relativamente uniforme en torno a la tendencia, indica patrones de movimiento a largo plazo, porque abarcan varios años. Los efectos cíclicos pueden ser causados, por ejemplo, por cambio en la demanda de un producto, acumulación de bienes y particularmente por la incapacidad de la oferta, para satisfacer las necesidades del usuario.

- **Variable aleatoria:** Como su nombre lo indica, es un movimiento variable y a corto plazo, cambios o variaciones al azar, de la variable que se observa. A la variable aleatoria, también se le conoce como movimiento irregular o al azar, y podría decirse que, representa los movimientos de una serie, después de haber ajustado la tendencia a largo plazo, el efecto cíclico y el estacional. Todas las series de tiempo, contienen variable aleatoria.
- **Componente estacional:** Refleja cambios hacia arriba o hacia abajo, en puntos fijos en el tiempo, por lo general, esta componente ocurre dentro de un periodo de un año o menos, y se conoce como movimiento de temporada, es decir, que exhiben un patrón basado en la época del año; en este caso, la demanda de ropa que sigue un patrón estacional de 12 meses.

La diferencia, entre los movimientos estacionales y los cíclicos, es que, los primeros pueden predecirse y ocurren a un intervalo de tiempo fijo, de la última ocurrencia y los movimientos cíclicos son impredecibles.

Período de:

- **Largo plazo:** Se considera un espacio de tiempo, de dos años o más hacia el futuro, se usa como base en la planeación, para la toma de decisiones, respecto a líneas de productos e inversión de capital.
- **Mediano plazo:** Período considerado entre seis meses a dos años.
- **Corto plazo,** Se refiere a un período menor de un año, o en ocasiones menor a seis meses, normalmente tiene que ver, con cambios de precio y demanda de algún producto.

SECCION III MODULO SIMPLEX

SISTEMA DE APOYO PARA LA TOMA DE DECISIONES  
EN LA INDUSTRIA DEL VESTIDO

SUBMENU DE METODO SIMPLEX

METODO SIMPLEX  
SALIDA

Arriba Abajo Izq. Der. "Enter" Ejecuta "Del" Abortar

### 3.1 MODULO DE AYUDA PARA EL METODO SIMPLEX.

Para resolver ecuaciones lineales y discretas con aplicación a la industria textil y del vestido: manejaremos el paquete de software conocido como:

LINDO /PC  
(Linear Interactive and Discrete Optimizer) for the IBM PC.

#### 3.1.1 PROCEDIMIENTO DE OPERACION:

- 1.- Tecliar ya sea el caso del drive lógico en el que se esté trabajando: Por ejemplo: A>LINDO, B>LINDO o C>LINDO y finalmente <RETURN>.
- 2.- Aparecerá el prompt del sistema (indica modo listo para usarse): (:)
- 3.- En este momento podrá editar la matriz de entrada que será resuelta por el método simplex. ver:(ejemplo #1.)
- 4.- Con la instrucción (: COM y <Return>); se desplegará una lista de los comando que se podrán emplear y para mayor información específica de cada uno de ellos se tecliará (: HELP y <Nombre del comando> y <Return>).
- 5.- Con el comando (: GO y <Return>); se visualizará la corrida de los resultados de la matriz de entrada (M. Simplex).
- 6.- Aparecerá después un mensaje (? DO RANGE (SENSITY) ANALYSIS?); esto indica que puedo ocupar cualquier otro comando para profundizar en el análisis de los resultados. Por ejemplo podrian tecliar: (? SOLU).
- 7.- Finalmente con la instrucción (: QUIT y <Return>); damos por terminada la sesión con el sistema (Método Simplex).

Nota: Información General.

- (1) El máximo tamaño de la matriz de entrada es de: 299 columnas por 119 filas.
- (2) El nombre de las variables (columnas), puede ser desde 1 a 8 caracteres, el primer caracter de la variable debe de ser letra y los siguientes pueden ser letras o números.

### 3.1.2 EJEMPLO #1.

Planteamiento Normal:

$$\text{MAX } Z=2x_1+3x_2$$

$$4x_1+5x_2 < 9$$

$$7x_1+6x_2 < 13$$

$$x_1, x_2 \leq 0;$$

Forma de Capturarlo en el Sistema:

$$: \text{MAX } 2x_1 + 3x_2 \quad y \text{ <Return>}$$

? ST

$$? 4x_1 + 5x_2 < 9 \quad y \text{ <Return>}$$

$$? 7x_1 + 6x_2 < 13 \quad y \text{ <Return>}$$

? END

: GO

Los resultados esperados, después de haber tecleado (:GO), aparecerán en pantalla. Finalmente si así lo desea puede terminar la sesión con el sistema, tecleando (:QUIT).

SECCION IV    MODULO PUNTO DE EQUILIBRIO

SISTEMA DE APOYO PARA LA TOMA DE DECISIONES  
EN LA INDUSTRIA DEL VESTIDO.

SUBMENU: PUNTO DE EQUILIBRIO:

PUNTO DE EQUILIBRIO  
SALIDA

Arriba    Abajo    Izq. Der.    "Enter"    Ejecuta    "Del"    Abortar

#### 4.1 SUBMENU DE PUNTO DE EQUILIBRIO

##### SELECCIONE LA OPCION DESEADA

- Punto de Equilibrio Lineal (Datos Desglosados)....<1>
- Análisis de: (Volumen - Utilidad) .....<2>
- Análisis de: (Costo - Volumen - Utilidad) .....<3>
- Punto de Equilibrio (Líneas de Producción) .....<4>
- Decisiones de Hacer o Comprar .....<5>
- Decisiones de Arrendar o Comprar .....<6>
- Exceso de Capacidad de planta .....<7>
- Dumping de un producto .....<8>
- Módulo de AYUDA .....<9>
- REGRESO AL MENU PRINCIPAL .....<10>
- TECLEA EL NUMERO DE LA OPCION SELECCIONADA.....<10>

**4.2 CALCULO DEL PUNTO DE EQUILIBRIO, A PARTIR DE DATOS DEBGLSADOS**

-----  
**COSTOS =>**

MATERIA PRIMA (POR UNIDAD) .....	\$ 600,000
MANO DE OBRA (POR UNIDAD) .....	\$ 300,000
GASTOS INDIRECTOS (POR UNIDAD) .....	\$ 20,000
<b>TOTAL:</b>	<b>\$ 920,000</b>

**GASTOS =>**

SUELDOS DE ADMINISTRACION (MENS.).....	\$ 300000
COMISIONES A AGENTES DE VENTA (% S/VENTAS)..	\$ 5
INGRESOS MERCANTILES (% S/VENTAS) ..	\$ 4
RENTA DE LA PLANTA (MENS.) .....	\$ 100000

**DATOS ADICIONALES =>**

PRECIO DE VENTA (POR UNIDAD)	
PRODUCCION MENSUAL VENDIDA (UNIDADES)	
UNIDADES VENDIDAS (UNIDADES)	

**SOLUCION:**

(1) SEPARACION DE LOS COSTOS (FIJOS - VARIABLES):

CONCEPTO	COSTOS	
	FIJOS	VARIABLES
MATERIA PRIMA		\$ 600000
MANO DE OBRA VARIABLE		\$ 300000
GASTOS INDIRECTOS VARIABLES		\$ 20000
COMISION A AGENTES		\$ 2500
INGRESOS MERCANTILES		\$ 2000
SUELDOS DE ADMINISTRACION	\$ 3600000	
RENTA DE LA PLANTA	\$ 1200000	
<b>TOTALES:</b>	<b>\$ 4800000</b>	<b>\$ 924500</b>

PUNTO DE EQUILIBRIO (P.E.) = -5

DESEAS CONTINUAR (S/N)?

### 4.3 METODO "VOLUMEN UTILIDAD":

Al calcular el P.E., éste arroja resultados que sirven de base para tomar acciones pertinentes para lograr el objetivo sobre utilidades y, concretamente, se calcula cuánto hay que vender, a qué precio para lograr determinadas utilidades antes y después de impuestos.

Datos requeridos:

M.I. = MONTO DE INVERSION DE ACTIVOS.  
C.V. = COSTOS VARIABLES.  
P.V. = PRECIO DE VENTA.  
C.F. = COSTOS FIJOS.  
(1-T) = COMPLEMENTO DE LA TASA FISCAL (IMPUESTO A PAGAR = "T")

TECLEA LOS SIGUIENTES VALORES:

C.F. = 4000 M.I. = 50000  
P.V. = 3000 C.V. = 2000  
T = 6

UNIDADES POR VENDER (A/I) : 46  
UNIDADES POR VENDER (D/I) : 3990

DESEAS CONTINUAR (S/N)?

1er. Caso: Cambios en el Costo Variable:

A. Por reducción en los (C.V.) Datos Requeridos:  
C.V.A. = COSTOS VARIABLES ACTUALES  
C.F. = COSTOS FIJOS  
P.V. = PRECIO DE VENTA  
R.C.V. = REDUCCION DE LOS COSTOS VARIABLES

TECLEA LOS SIGUIENTES VALORES:

C.V.A. = 20000 P.V. = 6000  
C.F. = 3 R.C.V. = 40000 PUNTO DE EQUILIBRIO: 0

B. Por Aumento en los (C.V.) Datos Requeridos:  
C.V.A. = COSTOS VARIABLES ACTUALES.  
C.F. = COSTOS FIJOS.  
P.V. = PRECIO DE VENTA.  
A.C.V. = AUMENTO DE LOS COSTOS VARIABLES.

TECLEA LOS SIGUIENTES VALORES:

C.V.A. = 3000 P.V. = 6000  
C.F. = 70000 A.C.V. = 123 PUNTO DE EQUILIBRIO: 24

2do. Caso: Cambios en la Variable (Precio):

- A. Por reducción en el (Precio). Datos Requeridos:  
C.V. = COSTOS VARIABLES UNITARIOS.  
C.F. = COSTOS FIJOS.  
P.V.P. = PRECIO DE VENTA PROPUESTO.

TECLEA LOS SIGUIENTES VALORES:

C.V. = 4000      P.V.P. = 8000  
C.F. = 6000      PUNTO DE EQUILIBRIO: 2

- B. Por Aumento en los (Precios). Datos requeridos:  
P.V.A. = PRECIO DE VENTA ACTUAL.  
C.F. = COSTOS FIJOS.  
C.V. = COSTOS VARIABLES.

TECLEA LOS SIGUIENTES VALORES:

P.V.A. = 5000      C.V. 60000  
C.F. = 800000      PUNTO DE EQUILIBRIO: 13

3er. Caso: Cambios en la Variable (Costos Fijos):

- A. Por aumento en el (C.F.) Datos Requeridos:  
C.V. = COSTOS VARIABLES UNITARIOS.  
A.C.F. = COSTOS FIJOS AUMENTADOS.  
P.V. = PRECIO DE VENTA.

TECLEA LOS SIGUIENTES VALORES:

C.V. = 600      P.V. = 540  
A.C.F. = 2000      PUNTO DE EQUILIBRIO: 33

4to. Caso: Cambios de la Variable (Volumen).

- A. Por aumento en el (Volumen y C.F.). Datos requeridos:  
P.V. = PRECIO DE VENTA ACTUAL.  
A.C.F. = COSTOS FIJOS AUMENTADOS.  
C.V. = COSTOS VARIABLES.

TECLEA LOS SIGUIENTES VALORES:

P.V. = 6000      C.V. = 5000  
A.C.F. = 1000      PUNTO DE EQUILIBRIO: 1

DESEAS CONTINUAR (S/N)?

#### 4.4 Ejemplo expresado en Unidades.

- (1) Punto de Equilibrio y Utilidad o Pérdida expresado en Unidades:

Datos Requeridos:

C.V. = COSTOS VARIABLES

C.F. = COSTOS FIJOS

M.C. = MARGEN DE CONTRIBUCION POR LINEA DE PRODUCCION.

%P = PORCENTAJE DE PENETRACION EN EL MERCADO PARA C/LINEA

P.V. = PRECIO DE VENTA DE CADA LINEA.

TECLEA LOS SIGUIENTES VALORES:

C.V. = 5000 P.V. = 300

C.F. = 60000 %P. = 5

- A. Se Calcula el margen de contribución de cada línea:  
M.C. = 4700
- B. Se calcula el margen de contribución ponderado:  
M.C.P. = 23500
- C. Se calcula el punto de equilibrio: 3

#### 4.5 (2) Punto de Equilibrio para Varias Líneas de Productos, expresado en Pesos:

Datos Requeridos:

C.M. =CONTRIBUCION MARGINAL DE C/LINEA.

C.F. =COSTOS FIJOS

M.C.P. =MARGEN DE CONTRIBUCION PONDERADA.

%P.V. =PORCENTAJE TOTAL DE PESOS VENDIDOS POR C/LINEA

P.V. =PRECIO DE VENTA DE CADA LINEA

TECLEA LOS SIGUIENTES VALORES:

C.M. = 6000 P.V. = 2000

C.F. = 50000 %p.V. = 3

- A. Se calcula el % de contribución de cada línea:  
%C. = 300
- B. Se calcula el margen de contribución ponderado:  
M.C.P. = 14100
- C. Se calcula el punto de equilibrio: 4

DESEAS CONTINUAR (S/N)?

**4.6 METODO PARA TOMAR LA DECISION DE "HACER O COMPRAR":** Aquí se decide, a qué volumen de producción debe hacerse un artículo en vez de comprarlo, es determinar, en qué, punto los costos por unidad son más bajos, y cubren los costos fijos si se produce el artículo. Suponiendo que cuando se compre no hay costo fijo y se trata de un sólo producto.

Datos requeridos:

C.F. = COSTOS FIJOS EN CASO DE FABRICARLO  
C.V. = COSTOS VARIABLES  
P.C. = PRECIO DE COMPRA  
Q = NUMERO DE UNIDADES A PRODUCIR

TECLEA LOS SIGUIENTES VALORES:

C.F. = 50000                      C.V. = 3000  
P.C. = 4000

NUMERO DE UNIDADES A PRODUCIR: 50

DESEAS CONTINUAR (S/N)?

**4.7 METODO PARA TOMAR LA DECISION DE "ARRENDAR O HACER":** Aplicando este método, se logra el equilibrio cuando el costo total de compra y el costo total de arrendamiento son iguales, por lo tanto, si el equipo o máquina que se quiere arrendar, se va a utilizar para fabricar una cantidad mayor a la que resulta con la aplicación de la fórmula, será más económico comprar por lo contrario, si se va a utilizar por una cantidad menor, será más barato arrendar.

Datos requeridos:

C.F. = COSTOS FIJOS.  
C.V.U. = COSTO VARIABLE UNITARIO.  
C.A.U. = COSTO DE ALQUILER UNITARIO.  
Q = CANTIDAD DE UNIDADES A FABRICAR.

TECLEA LOS SIGUIENTES VALORES:

C.F. = 50000                      C.V.U. = 3000  
C.A.U. = 4000

CANTIDAD DE UNIDADES A FABRICAR: 50

DESEAS CONTINUAR (S/N)?

**4.8 METODO DEL "EXCESO DE CAPACIDAD DE PLANTA":** Sólo se emplea, cuando se tienen costos incrementales por exceso de planta. En este caso, se procede de la siguiente manera:

Datos requeridos: Saber a qué, capacidad de planta se está operando, y se aplica, sólo en caso de que esté operando a una capacidad parcial del total:

- C.A. = CAPACIDAD A LA QUE ESTA OPERANDO EN PIEZAS.
- C = CAPACIDAD TOTAL DE PLANTA EN PIEZAS.
- C.V. = COSTOS VARIABLES
- X.P. = VOLUMEN DE PRODUCCION QUE SE PROPONE.
- P.P. = PRECIO QUE LE PROPONE EL INTERESADO EN QUE LE FABRIQUEN.
- I.I. = INGRESO INCREMENTAL.
- C.V.T. = COSTO VARIABLE TOTAL INCREMENTAL.
- G.I. = GANANCIA INCREMENTAL.

TECLEA LOS SIGUIENTES VALORES:

C.A. = 4000	C = 200
C.V. = 300	X.P. = 60
P.P. = 5000	

PORCENTAJE DE LA CAPACIDAD DE OPERACION DE LA PLANTA: 2000%

INGRESO INCREMENTAL	: 300000
COSTO VARIABLE TOTAL INCREMENTAL	: 18000
GANANCIA INCREMENTAL	: 282000

DESEAS CONTINUAR (S/N)?

#### **4.9 DUMPING DE UN PRODUCTO:**

Es otra de las decisiones sobre el exceso de capacidad de planta, y consiste en ofrecer los productos, derivados del exceso de producción, a un precio menor de lo que se vende en el mercado nacional; por lo general, esta venta se proyecta hacia mercados internacionales y es una operación para obtener ganancias adicionales o incrementales.

El precio, se puede bajar, a un nivel que siempre resulte mayor que el de los costos variables unitarios. Cualquier ingreso sobre los costos variables se agrega a las utilidades.

#### **4.10 MODULO DE AYUDA SOBRE PUNTO DE EQUILIBRIO.**

##### **4.10.1 INFORMACION GENERAL**

##### **DEFINICION DEL PUNTO DE EQUILIBRIO.**

El Punto de Equilibrio, es el nivel de producción y ventas, con el cual, el ingreso total y el costo total son iguales; es decir, no se obtienen ganancias ni pérdidas.

##### **OBJETIVO DEL PUNTO DE EQUILIBRIO.**

El Punto de Equilibrio, persigue diversos objetivos, entre ellos está el de: Determinar cuánto debe producirse y venderse de un producto, o líneas de productos o servicios, para cubrir los costos, generados por la misma producción y venta, sin incurrir en pérdidas ni obtener ganancias.

##### **IMPORTANCIA EN LA INDUSTRIA DEL VESTIDO.**

La importancia del Punto de Equilibrio para la Industria del Vestido, radica principalmente, en las bases que proporciona, para determinar:

- el volumen más bajo de producción y venta, con el que la empresa puede operar sin incurrir en pérdida.

- el volumen de producción y ventas que le permite obtener utilidad.
- indicios que le conduzcan a la fijación y logro de metas de producción, ventas y utilidades entre otras.
- El nivel de operaciones que debe mantener, para cubrir todos sus costos de producción y venta.
- El apalancamiento operativo, es decir, la capacidad de la empresa, para utilizar activos o fondos de costo fijo, que incrementen al máximo los rendimientos, en favor de los propietarios.
- El efecto de probables cambios en, los precios, el volumen y el costo sobre la utilidad, así como, analizar la relación costo-volumen-utilidad.
- Decisiones respecto a, incrementar, suspender o reducir, la producción de prendas o líneas, que no generan beneficios, a fin de, no caer en producciones infructuosas.
- Señalamientos para establecer medidas de control que eviten pérdidas, sobretodo, si el punto de equilibrio ha sido determinado, en base a datos presupuestados, ya que, esto se constituye en una norma, a la que deberán de sujetarse los empresarios.
- El monto de utilidad o pérdida, a diferentes volúmenes de producción o ventas, antes y/o después de impuestos.
- Indicios que, ayuden a tomar decisiones, sobre aumento o disminución, de precio, volumen de producción así como de ventas y costos.
- Fundamentos objetivos, para evaluar el desempeño de la organización, y proporcionar premisas para emprender posibles acciones correctivas.
- Volúmenes altos de producción y venta, en especial, cuando las inversiones en activos fijos son considerables.
- Niveles óptimos de producción, antes de decidir invertir en nuevas instalaciones o comprar nuevo equipo o maquinaria.
- El aumento de los costos variables y de este modo, prever una posible pérdida de control en ellos.
- Un marco referencial para el control presupuestal, la planeación, el beneficio y la selección de procesos.

- Elementos clave, para estructurar estrategias tendientes a elevar al máximo, el valor de la empresa dentro de un marco inflacionario.
- Factores que ayudan a tomar decisiones de, "Comprar o fabricar"; "Comprar o arrendar".
- La conveniencia de llevar a cabo "Dumping" de sus prendas de vestir.
- El aprovechamiento de la capacidad de producción de la planta a diferentes niveles de fabricación.
- El nivel de producción y venta, de varios productos o líneas de productos, con los que se obtendrá utilidad.
- El nivel mínimo de producción y venta, con el que la empresa no presente pérdidas y pueda cubrir todos los gastos efectuados.
- Anticipadamente las utilidades, lo cual brinda la oportunidad de planear la forma de, cómo invertir, reinvertir, o distribuir las acciones ventajosas para la empresa.
- El grado de libertad con el que, podrán simular los incrementos en precio, cuando para ello se esté tomando en cuenta, el índice de inflación esperado.

#### **DEFINICION DE LOS ELEMENTOS INVOLUCRADOS EN EL PUNTO DE EQUILIBRIO.**

**COSTO Y GASTO:** Ambos son inversiones que se supone, deben ser recuperables, a través del precio de venta, por lo tanto:

**COSTO:** Es el valor adquirido por un bien o servicio, al incurrir en una serie de gastos, en otras palabras, el costo de un bien o servicio, es la suma de lo gastado para producirlo.

**GASTO:** Es la inversión efectuada en forma directa o indirecta, para la producción de un bien o servicio.

En conclusión, costo es un conjunto de gastos y en consecuencia gasto es una parte del costo.

- COSTOS FIJOS:** Son aquellos que no varían junto con el volumen de producción o venta, ya que, están en función del tiempo, su importe, permanece constante y es contractual, obligan al pago de una cantidad específica en cada periodo contable.
- COSTOS VARIABLES:** Son aquellos costos que varían directamente en función del volumen de producción y ventas, éstos sí son función del volumen, no del tiempo, aumentan o disminuyen según el ritmo en que se opere la producción o la venta.
- PRECIO DE VENTA.** Es la cantidad en dinero, que el cliente paga al adquirir un bien o servicio.
- MARGEN DE CONTRIBUCION TOTAL.** Es el excedente de los ingresos, respecto a los costos variables, prácticamente, es la parte que contribuye a cubrir los costos variables, pero además, proporciona una utilidad.
- COSTOS TOTALES.** Es la suma de los costos fijos y los costos variables totales.
- COSTO FIJO POR UNIDAD.** Es difícil calcularlo por unidad sobretodo cuando se fabrican múltiples productos, debido a que éste costo atribuible a un producto específico, implicaría decidir, por ejemplo, que parte del sueldo fijo anual de un contador o administrador corresponde a un artículo especial, o qué parte, del costo fijo de la depreciación, en línea recta, corresponde a un producto. El costo fijo unitario, se obtiene dividiendo el monto total, de este concepto, entre el volumen de piezas producidas y vendidas.
- MARGEN DE SEGURIDAD:** Es la diferencia, entre el punto de equilibrio de una empresa, y su objetivo o plan de ventas.

SECCION V    MODULO DE CONTROL DE INVENTARIOS

SISTEMA DE APOYO PARA LA TOMA DE DECISIONES  
EN LA INDUSTRIA DEL VESTIDO

SUB MENU CONTROL DE INVENTARIOS

CONTROL DE INVENTARIOS  
SALIDA

Arriba Abajo Izq. Der. "Enter" Ejecuta "Del" Abortar

### 5.1 SUBMENU DE CONTROL DE INVENTARIOS

SELECCIONE LA OPCION DESEADA:

Modelo de Lotes Económicos (CEP) .....<1>  
Modelo de CEP con Análisis Marginal.....<2>  
Modelo de CEP con Punto de Reorden.....<3>  
Modelo de CEP con Descuentos en los Precios.....<4>  
Modelo de CEP con Agotamientos.....<5>

Módulo de AYUDA .....<6>

REGRESO AL MENU PRINCIPAL .....<7>

TECLEA EL NUMERO DE LA OPCION SELECCIONADA.....<7>

OPCION	DESCRIPCION	PRECIO	CANTIDAD	VALOR	ESTADO
0001	...	...	...	...	...
0002	...	...	...	...	...
0003	...	...	...	...	...
0004	...	...	...	...	...
0005	...	...	...	...	...
0006	...	...	...	...	...
0007	...	...	...	...	...
0008	...	...	...	...	...
0009	...	...	...	...	...
0010	...	...	...	...	...
0011	...	...	...	...	...
0012	...	...	...	...	...
0013	...	...	...	...	...
0014	...	...	...	...	...
0015	...	...	...	...	...
0016	...	...	...	...	...
0017	...	...	...	...	...
0018	...	...	...	...	...
0019	...	...	...	...	...
0020	...	...	...	...	...



### 5.3 MODELO DE CEP CON ANALISIS MARGINAL:

La Empresa: GALA INFANTIL fabrica: ROPONES

Dime el volumen de pedidos anual del insumo: Desde:500  
Hasta:5000

Dime la demanda anual del insumo: 12000.

Dime el costo de ordenar por pedido: 225

Dime el costo de manejo por unidad: .60

La empresa: GALA INFANTIL desea saber:

- ¿Cuál debe ser su inventario promedio?
- ¿Cuál es el costo anual de ordenar?
- ¿Cuál es el número de pedidos al año?
- ¿Cuál es el costo anual de manejo?
- ¿Cuál es el costo marginal de manejo?
- ¿Cuál es el costo anual total de inventario?
- ¿Cuál es la cantidad económica de pedidos (CEP)?

Dime la (1) cantidad ordenada: 2900 Deseas continuar (S/N):S  
Dime la (2) cantidad ordenada: 2920 Deseas continuar (S/N):S  
Dime la (3) cantidad ordenada: 2940 Deseas continuar (S/N):S  
Dime la (4) cantidad ordenada: 2960 Deseas continuar (S/N):S  
Dime la (5) cantidad ordenada: 2980 Deseas continuar (S/N):S  
Dime la (6) cantidad ordenada: 3000 Deseas continuar (S/N):S  
Dime la (7) cantidad ordenada: 3020 Deseas continuar (S/N):S  
Dime la (8) cantidad ordenada: 3040 Deseas continuar (S/N):S  
Dime la (9) cantidad ordenada: 3060 Deseas continuar (S/N):S  
Dime la (10) cantidad ordenada:3080 Deseas continuar (S/N):S

XO:	N:	CTO:	IP:	CTM:	CTI:	CMO:	CMM:
2900	4.14	931.03	1450	870	1801	0.00	0.00
2920	4.11	924.66	1460	876	1801	-0.32	0.30
2940	4.08	918.37	1470	882	1800	-0.31	0.30
2960	4.05	912.16	1480	888	1800	-0.31	0.30
2980	4.03	906.04	1490	894	1800	-0.31	0.30
3000	4.00	900.00	1500	900	1800	-0.30	0.30
3020	3.97	894.04	1510	906	1800	-0.30	0.30
3040	3.95	888.16	1520	912	1800	-0.29	0.30
3060	3.92	882.35	1530	918	1800	-0.29	0.30
3080	3.90	876.62	1540	924	1801	-0.29	0.30

La cantidad económica de pedido (CEP): 3000  
Deseas continuar (S/N):

#### 5.4 MODELO DE CEP, CON PUNTO DE REORDEN:

La Empresa: GALA INFANTIL, ya conoce, cual es la cantidad óptima de pedido del (insumo) botón, que debe ordenar cada vez, ahora le interesa saber ¿en qué momento debe colocar el pedido, ya que, el proveedor tarda diez días hábiles para entregar la mercancía y su consumo diario es de: 600 unidades de botón.

El punto de reorden es igual a: 6000

#### 5.5 MODELO DE CEP, CON DESCUENTO EN LOS PRECIOS:

La Empresa: GALA INFANTIL, demanda anualmente (cantidad): 365 unidades de (insumo): ENCAJE.  
Su lote óptimo se logra con: 12 unidades, el costo de ordenar por pedido, es de: \$20; el costo de manejo por unidad es de: \$100

El costo base de c/unidad, es de: \$500 ; en el último pedido, su proveedor le propuso un descuento de: 2%, sobre el precio base, si la empresa compra de: 20 unidades en adelante; se desea saber, si es conveniente, aumentar el inventario.

La empresa quiere saber:

El costo total a precio base:  
El costo total a precio de descuento.

El Costo Total a Precio de Base es igual: 183708

El Costo Total a Precio de Descuento: 180215

Comparando ambos costos concluimos que:

183700
180215
-----
3493

Se selecciona la opción con menor costo, ya que, es la que representa un Ahorro considerable, con respecto a la otra opción.

## 5.6 MODELO DE CEP CON AGOTAMIENTOS:

La Empresa: GALA INFANTIL      fabrica: ROPA INFANTIL

Su demanda de: TELAS al mes de: 1000 piezas, el costo de ordenar un pedido es de: \$20,000 . Y el costo de agotamiento es de: \$.50 por unidad.

La empresa: GALA INFANTIL      desea calcular:

- La CEP
- El nivel máximo de los inventarios
- El costo total del inventario
- El número óptimo de pedidos
- El ciclo de inventario

La cantidad económica de pedidos (CEP) es de : 30984

El nivel máximo de los inventarios es : 0

El costo total del inventario es : \$ 15492

El número óptimo de pedidos es : 0

El ciclo de inventario es : 942

## 5.7 MODULO DE AYUDA SOBRE INVENTARIOS

### 5.7.1 INFORMACION GENERAL

#### DEFINICION DE CONTROL DE INVENTARIOS:

Es el proceso, mediante el cual, se evalúa y mide la efectividad, con la que se están administrando los inventarios de materiales, de productos en proceso, o de productos terminados de la empresa, a fin de, detectar desviaciones respecto a: mantenimiento óptimo de niveles de existencias, costos de manejo y de ordenar, períodos ideales de reabastecimiento, períodos de duración de existencias, por intervalo de tiempo, etc. y de este modo introducir las medidas correctivas pertinentes.

#### **OBJETIVO DEL CONTROL DE INVENTARIOS:**

- Minimizar la inversión en inventario, y a la vez, contar con suficientes existencias que ayuden a hacer frente a la demanda.
- Desarrollar las funciones de producción y venta sin tener obstáculos.
- Mantener niveles óptimos de inventario, es decir, conocer cuándo y cuánto inventario conservar.
- Conocer la incidencia, de las variaciones, del nivel de inventario sobre el costo.
- Determinar un inventario promedio, de c/partida de las existencias.
- Conocer cuándo debe reabastecerse c/partida del inventario.
- Minimizar los costos relacionados con el inventario.

#### **IMPORTANCIA DEL CONTROL DE INVENTARIOS, EN LA INDUSTRIA DEL VESTIDO:**

##### **Manejar un eficiente control de inventarios, permitirá:**

- Tener precauciones contra escases o agotamiento inesperados de materiales.
- Hacer frente a los cambios de precios.
- Enfrentar la competencia, haciendo entregas rápidas.
- No mantener grandes inversiones ociosas, en inventarios.
- Ganar tiempo, para que una venta no se demore períodos largos, hasta la terminación y entrega de la mercancía.
- Reducir los costos a que da lugar el agotamiento de materiales, lo que implica el retrasar el proceso de producción, sobretodo, cuando se manejan modelos de prendas, que resultan más laboriosos en su fabricación.
  
- Llevar a cabo, análisis para saber, si debe o no, aprovechar descuentos, por la compra de grandes volúmenes.
- Conocer, como afectan o benefician a los costos, las variaciones, en volúmenes de inventario.
- Determinar el número de pedidos óptimos que deben ordenarse al año.
- Determinar el nivel de inventario promedio.
- Calcular el costo anual, de ordenar diferentes niveles de pedido.
- Conocer, el costo anual de conservar, los materiales en el almacén.
- Determinar la cantidad óptima de pedido, en cada período, cada cuantos días, semanas o meses, debe ordenarse, así como la cantidad que debe mantenerse, durante los períodos de reabastecimiento, si la demanda es conocida o aleatoria.

- Determinar cuánto le cuesta tener faltantes.
- Conocer los cambios que se generan en los costos, si se aumentan o disminuyen existencias en inventario.

#### **ELEMENTOS INVOLUCRADOS EN EL MODELO DE INVENTARIOS:**

**COSTO DE PEDIDO O DE ORDENAR:** Son los costos fijos de oficina, de colocar y recibir un pedido, es decir, la preparación de órdenes de compra, procesamiento de papeleo, recibo y verificación de la mercancía, timbres, llamadas telefónicas, gastos secretariales, pago de quien registra la orden de pedido (contador), estos costos no van en función de la cantidad.

**COSTO DE MANTENIMIENTO DE INVENTARIO:** Estos costos se formulan en términos de costos por unidad por período y puede decirse que son costos variables por unidad, están formados por: costos de almacenamiento, renta, costos de seguro, de deterioro, obsolescencia, alumbrado, mantenimiento del edificio, impuesto predial, depreciación, servicio de vigilancia, seguros contra robos o incendios: todos estos costos varían de acuerdo con el volumen de inventario que se ordena y conserva.

Los costos de manejo a su vez están formados por tres tipos de costo:

- A) Costo de obsolescencia deterioro y pérdida: Se asigna el costo de obsolescencia, a los artículos como, telas que en ciertos períodos están de moda, o accesorios que en cierto tipo de prendas se usan, pero pasado el tiempo resultan anticuadas.

El costo de deterioro es el que se asigna a productos terminados o materias primas que se van maltratando por el movimiento propio en almacén.

Pérdida: El costo por este concepto, se presenta cuando los productos son hurtados o consumidos por siniestros.

- B) Costo de capital: Se refiere al capital invertido en los materiales almacenados, este capital, prácticamente, está ocioso, y podría emplearse en otras funciones, representa lo que se conoce con el nombre de costo de oportunidad.
- C) Costo de almacenaje: Se compone de elementos como: el costo variable, del espacio que ocupan los diferentes niveles de productos, los seguros y los impuestos. Debe aclararse que, si el almacén es propiedad de la empresa está considerado como un costo fijo, en cuyo caso no

deben formar parte del costo de almacenaje, lo mismo sucede con el impuesto a los seguros, sólo deben considerarse como parte del costo de almacenaje, si éstos varían en función del volumen, de lo contrario, forman parte de costos fijos y no habrán de entrar en el costo de almacenaje.

**COSTOS DE FALTANTE O DE AGOTAMIENTO:** Estos costos, pueden ser considerados de dos maneras:

- A) Si se permiten pedidos retroactivos; es decir, cuando la empresa acumula pedidos atrasados para surtirlos después de que se reciba el material, los costos serían: costos administrativos y de oficina, costo de esfuerzos especiales en estas áreas, tiempo extra, manejo y transporte especial, así como, el seguimiento; cabe señalar que los pedidos retroactivos también pueden provocar la pérdida del cliente.
- B) No se permiten pedidos retroactivos: Es decir, que el cliente no está dispuesto a esperar que le surtan su compra hasta después de que el fabricante reciba sus materiales, en este caso se tendrá como resultado la pérdida definitiva de la venta.

El cálculo de los costos de faltantes o de agotamiento, puede efectuarse, basándose en diferentes situaciones:

- 1.- Se supone un costo fijo por agotamiento, sin importar la magnitud del faltante, o el período en que se agote el material; esta regla desde luego puede resultar muy costosa.
- 2.- Se considera un costo de agotamiento por unidad.
- 3.- Se pueden considerar, tanto el número de unidades que no se tienen, como la duración del agotamiento.
- 4.- Puede incluirse, el porcentaje que se haya establecido por incumplimiento de entrega, en una fecha específica; en caso de que se trabaje por contratos.
- 5.- Puede estimarse, en función de las utilidades que dejan de obtenerse, por concepto de "no tener" o de agotamiento.

En conclusión, este tipo de costos, es el más difícil de estimar, porque incluso en algunos casos no podría medirse la proyección de una mala imagen de la empresa, hacia los clientes insatisfechos, así como, un costo de oportunidad, es decir, lo que "deja de ganarse", si se incurre en faltantes y lo que se ganaría, si no se incurre en faltantes.

**COSTO DEL ARTICULO:** Es el costo, que se asigna a un artículo por unidad, multiplicado por la cantidad comparada; se obtiene el costo de la compra, a éste se le pueden aplicar descuentos, por la adquisición de grandes volúmenes más los impuestos, costos de transporte y otros.

**AGOTAMIENTO O FALTANTE:** Es la carencia de existencias, se presentan por diferentes razones, ya que, pueden ser accidentales o planeadas, pero uno de los comunes denominadores, es que la demanda excede a la cantidad que se tiene en inventario.

**PEDIDOS RETROACTIVOS:** Es cuando la demanda se acumula y no se satisface de inmediato, a causa de faltantes, pero cuando se reabastece, se está en condiciones de surtir la demanda atrasada.

**ANTICIPACION O TIEMPO DE ADELANTO.** Es el tiempo transcurrido entre la colocación de un pedido y su recepción.

## B I B L I O G R A F I A

- 1.- ACKOFF, RUSSELL.  
Planeación de Empresas.  
Editorial Limusa - Willey, México, 1972.
- 2.- ALATRISTE SEALTIEL,  
Técnica de los Costos.  
Editorial Porrúa, México, 1980.
- 3.- ANTHONY ROBERT.  
La Contabilidad en la Administración de Empresas.  
Editorial tipográfica, Editorial Hispano-americana,  
México, 1980.
- 4.- BENJAMIN, ROBERT I.  
Control de Desarrollo del Ciclo de Sistemas de  
Información.  
Editorial Limusa, México, 1978.
- 5.- BOLTEN, STEVEN.  
Administración Financiera.  
Editorial Limusa, México, 1990.
- 6.- BUFFA, ELWOOD  
Administración y Dirección Técnica de la Producción.  
Editorial Limusa, México, 1978.
- 7.- BURCH, IHON / STRATER, FELIX  
Sistemas de Información Teoría y Práctica.  
Editorial Limusa, México, 1987.
- 8.- GALLAGHER, C. / WATSON H.I.  
Métodos Cuantitativos para la Toma de Decisiones.  
Editorial Mc Graw Hill. México, 1985.
- 9.- GITMAN, LAWRENCE J.  
Fundamentos de Administración Financiera.  
Editorial Harla, México, 1979.
- 10.- HSIAO JC. / CLEAVER D.S.  
Aplicaciones de Técnicas de Investigación de  
Operaciones.  
Editorial Limusa, México, 1987.

- 11.- KIRBY, WARREN C.  
Planeación a Largo Plazo.  
Editorial Diana, México, 1981.
- 12.- KOTLER, PHILIP.  
Dirección de Mercadotecnia Análisis. Planeación y Control.  
Editorial Diana, México, 1981.
- 13.- MEGGINSON, LEON. ET, AL.  
Conceptos y Aplicaciones.  
Editorial Continental, México, 1988.
- 14.- MENDENHALL / REINMUTH.  
Estadística para Administración y Economía.  
Editorial Wadsworth Internacional Iberoamericana E.U.  
1978.
- 15.- MERCADO SALVADOR.  
Mercadotecnia Programada.  
Editorial Centro de Investigaciones para el desarrollo  
de México, México, 1975.
- 16.- MURDICK, ROBERT  
Sistemas de Información basados en Computadoras para  
Administración Moderna.  
Editorial Diana, México, 1983.
- 17.- PADILLA, RAMIREZ D.  
Contabilidad Administrativa.  
Editorial Mc Graw Hill, México 1989.
- 18.- PEREA FRANCISCO/BELMARES JAVIER  
Información Financiera.  
Editorial Ecasa, México, 1982.
- 19.- PLOSSL, GEORGE  
Manual de Control de la Producción y de Inventarios. VI  
Editorial Prentice Hall Hispanoamericana México, 1978.
- 20.- QUIROZ, C. / FOURNIER, L.  
SPSS. Enfoque Aplicado.  
Editorial Mc Graw Hill, México, 1978.
- 21.- ROSCOE DAVIS K. / Mc KEOWN G. PATRICK.  
Modelos Cuantitativos para Administrativos para  
Administración.  
Editorial, Grupo Editorial Iberoamericana, México, 1986.

- 22.- SCHROEDER ROGER.  
Toma de Decisiones en la Función de Operaciones.  
Editorial Mc Graw Hill, México, 1986
- 23.- STANTON, WILLIAM  
Fundamentos de marketing.  
Editorial Mc Graw Hill, México, 1981.
- 24.- STEINER, GEORGE  
Planeación Estratégica, lo que todo Director debe saber.  
Editorial C.E.C.S.A. México, 1983.

## REVISTAS

1. CANACINTRA MEXICO  
TRANSFORMACION AÑO XXXVI  
Vol. XXXVI No. 5, MAYO, 1992 / p.18,19,23,24,25.
2. CONCAMIN  
INDUSTRIA.
3. DIRECC. GRAL. DE INDUST. MED. Y PEQ.  
INDUSTRIA MED. Y PEQ. EN MEXICO  
ESTADISTICA BASICA (1982-1989)  
CUADERNOS INFORMATIVOS No. 6, AGO. 1989.
4. H & S INTERNACIONAL  
REVISTA DE ECONOMIA E INFORMATICA  
ABRIL-MAYO, 1989
5. HEWLETT PACKARD. 1er. TRIMESTRE 1989  
INTERACCION, p.16, 17, 20
6. ALTO NIVEL, AÑO 1, No. 6, FEBRERO, 1989.  
ECONOMIA, FINANZAS, MERCADOTECNIA Y NEGOCIOS.  
p.18,23 A 44, p.60 A 62,
7. "EL MERCADO DE VALORES"  
NACIONAL FINANCIERA  
INDUSTRIA MEDIANA Y PEQUEÑA EN MEXICO  
No. 2, p. 26 a 29 Y No. 4, p. 11 a 15, AÑO XI VIII
8. NACIONAL FINANCIERA  
PEQUEÑA Y MEDIANA INDUSTRIA "BIENES DE CAPITAL"  
(PROGRAMA DE APOYO INTEGRAL A LA INDUSTRIA MED. Y PEQ.)
9. SRIA. DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL  
INDUST. MED. Y PEQUEÑA  
PUBLICACION MENSUAL

10. SUBSECRETARIA DE FOMENTO INDUSTRIAL  
INDUST. MED. Y PEQUEÑA / PUBLICACION MENSUAL  
No. 24, JULIO, 1988.
11. SRIA. DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL / CERTIFICADO DE  
ORIGEN
12. LA INDUSTRIA MEXICANA POR ESCALA DE PRODUCTIVIDAD 1987  
SRIA. DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL.  
p. 18-19