

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL MODELO ÓPTIMO DE INVENTARIOS  
PARA UNA EMPRESA FARMACÉUTICA**

**T E S I S**

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

FRANCISCO JAVIER FIGUEROA SOLARES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, noviembre de 1,999

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

<b>DECANO</b>	Ing. Herbert René Miranda Barrios
<b>VOCAL No. 1</b>	Ing. José Francisco Gómez Rivera
<b>VOCAL No. 2</b>	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
<b>VOCAL No. 3</b>	Ing. Jorge Benjamín Gutiérrez Quintana
<b>VOCAL No. 4</b>	Br. Oscar Stuardo Chinchilla Guzmán
<b>VOCAL No. 5</b>	Br. Mauricio Alberto Grajeda Mariscal
<b>SECRETARIA</b>	Inga. Gilda Marina Castellanos Baiza de Illescas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN  
GENERAL PRIVADO**

<b>DECANO</b>	Ing. Julio Ismael González Podszueck
<b>EXAMINADOR 1</b>	Ing. Edwin Bracamonte Orozco
<b>EXAMINADOR 2</b>	Inga. Guisela Gaitán Garavito
<b>EXAMINADOR 3</b>	Ing. Roberto Valle González
<b>SECRETARIO</b>	Ing. Francisco Javier González López

Guatemala, 07 de junio de 1,999

Ingeniero

**Francisco Gómez**

Director de Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Facultad de Ingeniería

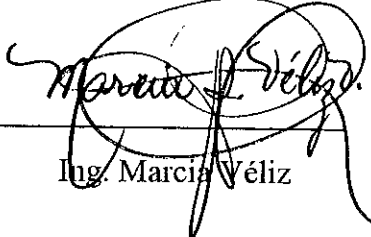
Presente.

Estimado ingeniero Gómez:

Por medio de la presente me permito informar a Usted que he asesorado el informe final de tesis del Br. Francisco Javier Figueroa Solares, titulado **“MODELO ÓPTIMO DE INVENTARIO PARA UNA EMPRESA FARMACEÚTICA”**, dejo constancia de aprobación para proceder a la autorización del mismo.

Sin otro particular me suscribo de Usted.

Atentamente,

  
Ing. Marcia Véliz

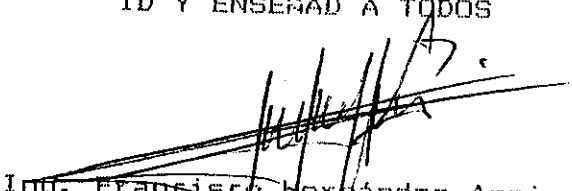
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Catedrático Revisor de Tesis de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor de Tesis al trabajo de tesis titulado **DISEÑO DEL MODELO OPTIMO DE INVENTARIOS PARA UNA EMPRESA FARMACEUTICA**, presentado por el estudiante universitario **Francisco Javier Figueroa Solares**, aprueba el presente trabajo y recomienda la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Ing. Francisco Hernández Arriaza  
Catedrático Revisor de la Tesis  
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL

Guatemala, septiembre de 1, 999.

/emds

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA

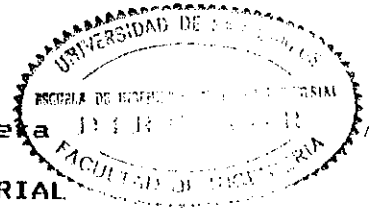


FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor con el Visto Bueno del Revisor de Tesis y del Licenciado en Letras, al trabajo de tesis titulado **DISEÑO DEL MODELO OPTIMO DE INVENTARIOS PARA UNA EMPRESA FARMACEUTICA**, presentado por el estudiante universitario **Francisco Javier Figueroa Solares**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

VERITAS LIBERABIT VOS

Ing. Francisco Gómez Rivera  
DIRECTOR  
INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL



Guatemala, noviembre de 1999.

emds



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de tesis titulado **DISEÑO DEL MODELO OPTIMO DE INVENTARIOS PARA UNA EMPRESA FARMACEUTICA**, presentado por el estudiante universitario **Francisco Javier Figueroa Solares**, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE

Ing. Herbert René Miranda Barrios  
DECANO



Guatemala, noviembre de 1999

emds

## DEDICATORIA

A: -DIOS

Por darme la vida y permitirme llegar a ver este momento.

-MIS PADRES

IRMA GUDIELIA SOLARES DE FIGUEROA (q.e.p.d.)

JUAN FRANCISCO FIGUEROA ARGUETA

Pilares de mi formación, que siempre estuvieron conmigo dandome su apoyo y consejo en todo momento.

-MI HERMANO

ING. EMILIO FIGUEROA, por su apoyo incondicional y por ser un ejemplo a seguir.

-MI ESPOSA

INGA. YADIRA SORIA, por brindarme su ayuda profesional y mucho amor.

-FAMILIA JOLON

Por ser mi segunda familia.

-MI CUÑADA

LICDA. FABIOLA DE FIGUEROA, por su sencillez y cariño.

-MIS AMIGOS

RODOLFO, JULIO, FELIX, MARIO ARRIVILLAGAY EMILIA,  
por estar conmigo en las buenas y en las malas.

-FAMILIA SORIA CABRERA

Por sus muestras de cariño y amistad sincera.

-LICDA. LEONORA ORTUÑO

Por su ayuda incondicional.

-MI ASESORA

INGA. MARCIA VÉLIZ, por compartir su experiencia.

-LA FACULTAD DE INGENIERÍA, U.S.A.C.

Por ser mi casa de estudio y brindarme sabiduría.



## ÍNDICE GENERAL

LISTA DE ILUSTRACIONES.....	v
LISTA DE SÍMBOLOS.....	viii
GLOSARIO.....	x
INTRODUCCIÓN .....	xi
1. TEORÍA FINANCIERA .....	1
1.1 Análisis de la teoría financiera .....	1
1.1.1. Concepto de la administración financiera .....	1
1.1.2. Características y elementos .....	1
1.1.2.1. Análisis financiero .....	2
1.1.2.2. Control financiero .....	2
1.1.2.3. Planeación financiera .....	3
1.2. Administración de inventarios .....	4
1.2.1. Concepto .....	4
1.2.2. Características y elementos .....	4
1.2.2.1. Recopilación de datos significativos .....	4
1.2.2.2. Manejo óptimo de niveles de existencia .....	4
1.2.2.3. Materia prima .....	5
1.2.2.4. Productos en proceso .....	5
1.2.2.5. Producto terminado .....	5
1.2.3. Estudio de inventarios .....	5
1.2.3.1. Concepto de inventario.....	5
1.2.3.2. Clasificación del inventario .....	6
1.2.3.2.1. Inventario de fabricación .....	6
1.2.3.2.2. Inventario de materia prima .....	6
1.2.3.2.3. Inventario de productos en proceso .....	7
1.2.3.2.4. Inventario de producto terminado .....	7
1.2.4. Rotación del inventario de materias primas .....	7

1.2.5. Rotación de inventario de productos en proceso .....	8
1.2.6. Plazo o ciclo de producción .....	9
1.2.7. Rotación del inventario de producto terminado .....	9
1.2.8. Plazo o ciclo de ventas del producto terminado .....	10
1.3. Distribución por valor – enfoque ABC .....	10
1.3.1. Concepto .....	10
1.3.2. ¿Cuándo se aplica al control de inventarios? .....	11
1.3.2.1. Procedimientos para colocar pedidos .....	14
1.4. Nota sobre cantidades de pedido económico .....	14
1.4.1. ¿Qué es una cantidad de pedido económico (CPE)? .....	14
1.4.2. Costos de mantenimiento en un período de tiempo .....	15
1.4.3. ¿Puede su organización utilizar CPE?.....	15
1.4.4. Verificación de los resultados de los cálculos de CPE .....	17
1.4.5. Mantenimiento de las cantidades de pedidos económicos .....	18
2. SITUACIÓN ACTUAL .....	19
2.1. Recopilación de datos necesarios para este estudio .....	19
2.1.1. Departamentos involucrados con el área de logística .....	19
2.1.2. Cantidad de MP y ME utilizados por los cuatro productos en estudio .....	21
2.1.3. Participación de venta de cada producto a ser evaluado .....	24
2.1.4. Costos de materia prima y material de empaque .....	24
2.1.5. Tiempos de espera dados por los proveedores de MP y ME .....	24
2.1.6. Recepción de materiales .....	25
2.1.6.1.Externos .....	26
2.1.6.2.Internos .....	26
2.1.7. Precios .....	26
2.2. Problemas que se dan con los proveedores .....	27
2.2.1. Pedidos mínimos .....	27



2.2.2.	Tipos de transporte .....	28
2.2.3.	No cumplir con la fecha estipulada de entrega .....	29
2.2.4.	Tener un solo proveedor .....	29
3.	ANÁLISIS DE ROTACIÓN DE INVENTARIOS.....	30
3.1.	Cálculos administrativos.....	30
3.1.1.	Rotación de inventarios .....	30
4.	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....	33
4.1	Situación actual presentada por medio de gráficas .....	33
4.1.1	Discusión de resultados de la situación actual .....	35
4.2	Ventajas y desventajas de situación actual .....	35
5.	DESARROLLO DE LA CANTIDAD DE PEDIDO ECONÓMICO (CPE) .....	37
5.1	Cálculos para la determinación del CPE.....	39
5.1.1	Datos y variables necesarios para el cálculo .....	39
5.1.2	Desarrollo de los cálculos para cada uno de los productos en estudio .....	40
5.1.3	Simulación del método propuesto .....	42
5.1.3.1	Cálculos de simulación .....	43
5.2	Ventajas y desventajas del método de CPE .....	45
5.2.1	Ventajas .....	45
5.2.2	Desventajas .....	46
5.3	Determinación de resultados .....	46
6	ANÁLISIS COMPARATIVO .....	47
6.1	Representación gráfica de los resultados .....	47
6.1.1	Manejo de variables .....	47

6.1.2 Gráficas de situación actual y propuesta .....	47
6.1.3 Comparación de costos entre las dos anteriores .....	47
6.1.4 Discusión del análisis final entre los dos resultados .....	48
CONCLUSIONES .....	49
RECOMENDACIONES .....	51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	52
BIBLIOGRAFÍA .....	53
APÉNDICES .....	54

## LISTA DE ILUSTRACIONES

### TABLAS

No.	TÍTULO	PÁGINA
I	Margen total anual	55
II	Costo anual para Analgésic	56
III	Costo anual para Antibiótic	57
IV	Costo anual para Antidiabétic	58
V	Costo anual para Diurétic	59
VI	Tiempo de espera para los materiales	60
VII	Tiempo de aprobación de materiales	62
VIII	Pedido mínimo de materiales	64
IX	Rotación de materia prima	65
X	Desarrollo de cálculos para Analgésic	66
XI	Desarrollo de cálculos para Antibiótic	67
XII	Desarrollo de cálculos para Antidiabétic	68
XIII	Desarrollo de cálculos para Diurétic	69
XIV	Cálculos de CPE para Analgésic	70
XV	Cálculos de CPE para Antibiótic	70
XVI	Cálculos de CPE para Antidiabetic	71
XVII	Cálculos de CPE para Diurétic	71
XVIII	Cálculo del costo del pedido por importación y exportación	72
XIX	Simulación de CPE de los productos para año 1999	74
XX	Simulación de CPE de los productos para años 2000 y 2001	75

## FIGURAS

No.	TÍTULO	PÁGINA
1	Costo invertido actualmente en Analgésic	76
2	Costo invertido actualmente en Antibiótic	77
3	Costo invertido actualmente en Antidiabétic	78
4	Costo invertido actualmente en Diurétic	79
5	CPE de Sustancia activa A	80
6	CPE de Est. para Analgésic	80
7	CPE de Alum. para Analgésic	81
8	CPE de PVC para Analgésic	81
9	CPE de semiterminado para Antibiótic	82
10	CPE de Est. para Antibiótic	83
11	CPE de solvente para Antibiótic	83
12	CPE de inst. para Antibiótic	84
13	CPE de panal para Antibiótic	84
14	CPE para sustancia activa B	85
15	CPE de inst. para Antidiabétic	85
16	CPE de est. para Antidiabétic	86
17	CPE de alum. para Antidiabétic	86
18	CPE de PVC para Antidiabétic	87
19	CPE de sustancia activa C	88
20	CPE de inst. para Diurétic	88
21	CPE de est. para Diurétic	89
22	CPE de PVC para Diurétic	89
23	CPE de alum. para Diurétic	90
24	Comparación entre el método actual y propuesto para Analgésic	91

25	Comparación entre el método actual y propuesto para Antibiótic	92
26	Comparación entre el método actual y propuesto para Antidiabétic	93
27	Comparación entre el método actual y propuesto para Diurétic	94

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>ABC</b>	Categoría de inventarios que establecen la importancia de los mismos. (Ver Capítulo No.1).
<b>CPE</b>	Método utilizado en el buen manejo de la planificación en el campo empresarial y sus siglas significan Cantidad de Pedido más Económico.
<b>MP</b>	Material prima
<b>ME</b>	Material de empaque
<b>Est</b>	Material de empaque secundario (Ver glosario)
<b>Alum</b>	Aluminio utilizado para el empaque primario de los comprimidos
<b>PVC</b>	Tipo específico de plástico utilizado para el empaque primario de los comprimidos
<b>Depto</b>	Abreviatura de Departamento de trabajo
<b>Solv</b>	Abreviatura de solvente, que se utiliza como complemento de los medicamentos enyectables



**Amp. Crist.** Abreviatura de Ampolla Cristalina

**CMP** Siglas que significan consumo de materia prima

**PIM** Siglas que significan Promedio de Inventario de Materiales

**RMP** Siglas que significan Rotación de Materias Primas

## GLOSARIO

<b>Estuche</b>	Material de empaque secundario que se utiliza para introducir el producto terminado.
<b>Excipiente</b>	Materia prima secundaria que se utiliza para completar las propiedades que se requieren para el producto y, en algunos casos, para darle forma o peso a los comprimidos.
<b>Instructivo</b>	Material de soporte informativo que contienen algunos productos en donde se establece el contenido, modo de usarse y contraindicaciones de los mismos.
<b>Sobrestock</b>	Cantidad de materia prima y material de empaque que se compra de más, y provoca un acumulamiento de los mismos en almacén sin ninguna razón.
<b>Sustancia activa</b>	Es la materia prima más importante que lleva el producto terminado, y tiene como función específica regular o curar la enfermedad.
<b>Vial</b>	Expresión que se le da a un medicamento cuando éste tiene como presentación un líquido y su empaque primario es una ampolla. (vía oral, intramuscular o intravenosa).

## INTRODUCCIÓN

Muchas empresas industriales han tenido que hacer grandes esfuerzos e inversiones, en cuanto a llevar el control de la logística general, pero el mayor interés ha sido muy particularmente en el manejo de inventarios. Cuando se habla de inventarios, se piensa en el área contable de una empresa y efectivamente tiene mucha relación con el tema, pero éste estudio se enfoca al manejo industrial que tienen los inventarios (compra de materia prima, material de empaque, semiterminados, etc.), y está muy ligado a espacios en bodega y principalmente a formas y sistemas de control que se pueden aplicar en el área de planificación y compras de una empresa.

La temática del manejo óptimo de inventarios es muy extenso y complicado, ya que regularmente surgen incontables problemas que pueden ocurrir con el control de inventarios. Al resumir estos problemas, a una cantidad mínima, el problema número uno casi siempre ha sido el de faltantes de materiales y/o sobre stock de materiales. Por lo que éste estudio plantea un método eficaz que lleva por nombre Cantidad de Pedido más Económico, que tiene como objetivo primordial el establecer un equilibrio en las compras de materiales de los productos más importantes de la empresa (los que dejan mayor rentabilidad), y lo más relevante de este método que es el de minizar costos en estas compras. Es aconsejable que este método en particular sea desarrollado con la ayuda de los departamentos involucrados en la empresa, ya que una de las herramientas más importantes es la comunicación, para obtener datos y resultados significativos.

# 1 TEORÍA FINANCIERA

## 1.1 Análisis de la teoría financiera

### 1.1.1. Concepto de administración financiera

“Técnica de la financiera, que tiene por objeto reunir antecedentes, datos, conceptos y cifras importantes, oportunos, veraces y suficientes, en cantidad y calidad, internos y externos de una empresa, para tomar decisiones y lograr maximizar el capital contable a largo plazo”. (2)

### 1.1.2. Características-elementos

Las características que deben reunir los datos significativos recopilados, para que sirvan de base en el análisis, planeación, control y toma de decisiones acertadas, son:

- Oportunidad
- Confiabilidad
- Selectividad
- Relevancia
- Integridad
- Comprensibilidad
- Accesibilidad

La oportunidad de recopilarse los datos en tiempo, para que cumplan su misión, ya que los datos que constituyen una verdadera herramienta gerencial confiable, por lo que deben ser precisamente aquellos que necesitan y suficientemente digeridos y relevantes, es decir, que se destacará lo que es importante y se desechará lo que no lo

es. La información deberá contener todos los antecedentes, datos y elementos de juicio, también deberán de ser simples y sencillos con terminología no-técnica, para poder servir de base en la aplicación de las técnicas o herramientas gerenciales de análisis, planeación, control y toma de decisiones acertadas.

#### 1.1.2.1 Análisis financiero.

Es una técnica de la administración financiera, que tiene por objeto estudiar y evaluar el pasado económico-financiero de una empresa, para tomar decisiones y lograr maximizar el capital contable a largo plazo. (1)

El análisis de razones financieras es utilizado por tres importantes grupos:

a) *Los administradores*, quienes emplean las razones financieras para analizar, controlar y de tal forma mejorar las operaciones de una empresa; b) *Los analistas de crédito*, tales como los funcionarios de préstamos bancarios y los analistas de obligaciones, quienes analizan las razones financieras para ayudar a investigar la capacidad de una compañía para pagar sus deudas, y c) *Los analistas de valores*, que incluyen tanto a los analistas de acciones, que se interesan en la eficiencia y en los prospectos de crecimiento de una empresa, como los analistas de obligaciones, quienes se interesan en la capacidad de una compañía para pagar intereses sobre sus bonos, así como en el valor de liquidación de los activos en caso de que la compañía caiga en quiebra. (2)

### **1.1.2.2 Control financiero.**

Técnica de la administración financiera, que tiene por objeto asegurarse que los recursos sean obtenidos y aplicados eficientemente, al estudiar y evaluar simultáneamente los conceptos y las cifras reales, proyectadas y variación, para tomar decisiones y lograr maximizar el capital contable a largo plazo. (1)

Es la fase en la cual se implantan los planes financieros; el control trata del proceso de retroalimentación y ajuste que se requiere para garantizar la adherencia a los planes y la oportuna modificación de los mismos, debida a cambios imprevistos. Se refiere a la fase de ejecución, 1) para asegurar que se sigan los planes, y 2) para modificar los planes existentes en respuesta a los cambios e el medio ambiente operativo. (2)

### **1.1.2.3 Planeación financiera.**

Técnica de la administración financiera que tiene por objeto estudiar, evaluar y proyectar el futuro económico-financiero de una empresa, para tomar decisiones y lograr maximizar el capital contable a largo plazo. Los planes financieros son conjunto de proyectos o planes normativos, estratégicos, tácticos, operativos y contingentes, cuantificables en tiempo y cifras monetarias, para precisar el desarrollo de actividades futuras de la empresa, a corto, mediano y largo plazo. (2)

La proyección de las ventas, el ingreso y los activos, tomando como base estrategias alternativas de producción y mercadotecnia, así como la determinación de los recursos que se necesitan para lograr estas proyecciones. También implica la elaboración de proyectos en donde se decide cómo serán satisfechos los requerimientos financieros pronosticados. En el proceso de planeación financiera, los

administradores también deben evaluar los planes e identificar aquellos cambios en las operaciones que mejorarían los resultados. (1).

## **1.2 Administración de inventarios**

### **1.2.1 Concepto**

Fase de la administración general, mediante la cual se recopilar datos significativos, analizan, planean, controlan y evalúan para tomar decisiones acertadas con la coordinación de elementos de una empresa, para maximizar su patrimonio y reducir el riesgo de una crisis de producción y ventas, mediante el manejo óptimo de niveles de existencias de materia prima, productos en proceso y productos terminados. Aquí se toman en cuenta los conceptos establecidos anteriormente sobre el análisis, planeación y control financiero para llevar a cabo un buen estudio de inventarios.

### **1.2.2 Características-elementos**

#### **1.2.2.1 Recopilación de datos significativos**

Reunión de conceptos y cifras importantes internos y externos de la empresa, para servir de base en la toma de decisiones relativos a inventarios para el logro y objetivos propuestos de antemano.

#### **1.2.2.2 Manejo óptimo de niveles de existencias**

Esto se debe de aplicar para evitar escasez o sobreinversión de inventarios, al tener menos existencias de las indispensables, o tener más de las necesarias.

### **1.2.2.3 Materia prima**

Inversión en el inventario del principal elemento corpóreo necesario para la fabricación de productos terminados. La materia prima se compra al contado o a crédito con los proveedores de la empresa.(5)

### **1.2.2.4 Productos en proceso**

Es la inversión en inventario de productos parcialmente terminados, que se encuentran en una etapa intermedia de fabricación.(5)

### **1.2.2.5 Producto terminado**

Es una inversión en inventario de artículos totalmente fabricados, pero aún no vendidos. Este inventario se presenta en las empresas industriales de fabricación.(5)

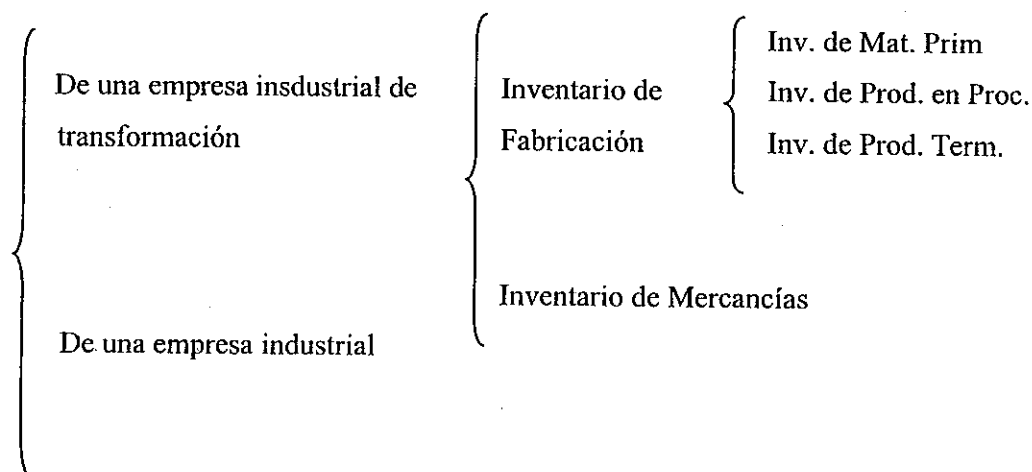
## **1.2.3 Estudio de inventarios**

### **1.2.3.1 Concepto de inventario**

Para poder formar una idea, se dirá que un inventario es la relación clara, ordenada y valorada de los bienes corpóreos comprendidos en el activo circulante de una empresa y destinados a la venta, ya sea en su forma original o después de haber sido elaborados o transformados parcial o totalmente. (5)



### 1.2.3.2 Clasificación del inventario



#### 1.2.3.2.1 Inventario de fabricación

Relación clara, ordenada y valorada de los bienes corpóreos comprendidos en el activo circulante de una empresa industrial de transformación por concepto de materia prima, productos en proceso y productos terminados destinados a la venta o bien el importe del inventario de materia prima más el importe del inventario de productos en proceso, y más el importe del inventario de productos terminados, en las empresas industriales de transformación. (5)

#### 1.2.3.2.2 Inventario de materia prima

Relación clara, ordenada y valorada de los bienes corpóreos adquiridos de proveedores, y sobre los cuales se efectuarán actos de transformación, consumo o adaptación posterior. (5)

#### **1.2.3.2.3 Inventario de productos en proceso**

Relación clara, ordenada y valorada de los bienes corpóreos, cuya producción se encuentra en máquinas aún sin terminar, es decir, que no son aún artículos terminados, sino producción preventiva, semiterminado o semielaborada.

#### **1.2.3.2.4 Inventario de producto terminado**

Es la relación clara, ordenada y valorada de los bienes corpóreos, que son el resultado final de una serie de actos de transformación y que están listos para su venta, es decir, son bienes materiales comprendidos en el activo circulante y destinados a la venta, después de haber sido elaborados o transformados.

El inventario de productos terminados se integra por los productos terminados en existencia que se encuentran en nuestro poder y que nos pertenecen, más los productos terminados que nos pertenecen y se encuentran en bodegas y locales ajenos por concepto de productos terminados en consignación, pignorados, dados a vistas, etc.

#### **1.2.4 Rotación del inventario de materias primas**

Respecto a la materia prima, lo ideal es haber comprado materiales o componentes que lleguen diariamente, o incluso con mayor frecuencia, en un porcentaje igual al de su uso en la fabricación. Con frecuencia, los métodos de producción del proveedor y la economía del transporte hacen que esto resulte poco práctico; en tales casos, se compran tamaños de lote de compra-transporte que resulten económicos. (1)

La rotación de inventario de materias primas da una razón de número de veces en que la materia prima sale a producción, en cierto período de tiempo, generalmente un año.

Su relación es como sigue:

Consumo de materia prima = CMP

Promedio de inventario de MP = PIM

Rotación de materia prima = RMP

$$\mathbf{RMP = CMP / PIM}$$

### **1.2.5 Rotación de inventario de productos en proceso**

El valor de la producción en proceso depende de los resultados de la producción planeada y el tiempo de obtención de manufactura. El método más sencillo para calcular la producción en proceso proyectada es estimarlo como un porcentaje de la producción planeada. Este porcentaje se puede calcular mediante una comparación entre la anterior producción en proceso real y las cantidades de la producción planeada.

Su rotación de inventarios se determina con base en el número de veces que se transforma en producción terminada, tomando en cuenta el Costo de Producción (CP) y el Promedio de inventario de productos en proceso (PIP), de la siguiente forma: (1)

$$\mathbf{RPP = CP / PIP}$$

### **1.2.6 Plazo o ciclo de producción**

Este va muy ligado con la rotación de inventarios de productos en proceso, el cual consiste en relacionar esta rotación con los días del año comercial (DAC), de la siguiente forma:

$$\text{PCP} = \text{DAC} / \text{RPP},$$

el cual da como resultado el tiempo en el cual permanece el producto en las máquinas, dado en días, antes de transformarse en productos terminados.

### **1.2.7 Rotación del inventario de producto terminado**

La rotación del inventario de productos terminados es muy importante, para el desarrollo y control de las ventas, ya que da como resultado el promedio de ventas en número de veces durante un período de tiempo, regularmente en un año. Esto se logra relacionando el Costo de Ventas Netas (CVN), con el promedio de inventario de productos (PIT), de la siguiente forma:

$$\text{RPT} = \text{CVN} / \text{PIT}$$

### **1.2.8 Plazo o ciclo de ventas del producto terminado**

Este concepto va muy ligado a la rotación del inventario de productos terminados, ya que su objetivo es determinar el tiempo en que permanece el producto en bodegas o almacenaje, antes de ser vendido a los clientes. Su cálculo es muy sencillo y consiste en relacionar la RPT con los días del año comercial (DAC), de la siguiente forma:

$$PCV = DAC / RPT$$

### **1.3 Distribución por valor – el enfoque ABC**

Para cualquier grupo dado, un pequeño número de artículos en el grupo darán cuenta de la mayor parte del valor total. Cerca del 20% de la población tiene el 80% de la riqueza; cerca del 20% de los empleados son responsables por el 80% del ausentismo; alrededor del 20% de las diversas marcas de carros dan cuenta del 80% de las ventas anuales de automóviles. Este es un concepto útil en los negocios, cuando se aplica el control de inventarios, al control de producción, al control de calidad, y a muchos otros problemas gerenciales. El análisis ABC es uno de los más fáciles de comprender, de aplicar y de poner en efecto; sin embargo, es el menos explotado de los principios básicos de administración. (3)

#### **1.3.1 Concepto**

“Es clasificar los artículos del inventario sobre la base de su importancia relativa, y establecer controles de administración para las distintas clasificaciones, con el grado de control apropiado a la importancia concedida a cada clasificación.” (3)

### 1.3.2 ¿Cuándo se aplica al control de inventarios ?

El enfoque ABC divide al inventario en tres partes distintas:

- Artículos "A": representan **alto valor** , los relativamente pocos artículos, cuyo uso en dólares da cuenta del 75 al 80% del valor total del uso del inventario. Estos normalmente serán de 15 al 20% de los artículos.
- Artículos "B": representan **mediano valor** , que es un número más grande en medio de la lista, generalmente cerca del 30 al 40% de los artículos cuyo uso total en dólares da cuenta de cerca del 15% del uso total en dólares.
- Artículos "C": Representan **bajo valor** , el volumen de los artículos (40 al 50%), cuyo valor de uso es pequeño, y da cuenta solamente del 5 al 10% del uso total en dólares.(5)

La Figura No.1 muestra una distribución ABC típica para un grupo de artículos. La escala horizontal representa el porcentaje del número total de artículos, mientras que la escala vertical representa el porcentaje del uso total anual en dólares. Nótese que un número muy pequeño de artículos da cuenta de la gran mayoría del uso del inventario. Estos son los artículos A que se muestran en la curva. En la sección B de la curva, es típico encontrar que el porcentaje de los artículos B es casi igual al porcentaje de dólares, representado por estos artículos. Los artículos C, en el extremo opuesto de la escala, representan un gran número de artículos que dan cuenta de una pequeña fracción del uso en dólares del inventario total. (5)



Respecto al control de inventarios en general, hay dos reglas que recordar respecto al enfoque ABC:

- ◆ Mantenga bastantes artículos de bajo valor a mano.
- ◆ Use el esfuerzo de control ahorrado en los artículos de bajo valor para controlar cuidadosamente el inventario de los artículos de alto valor.

Si por medio de la concentración de los máximos esfuerzos en los artículos A, este inventario puede ser reducido en 25%, una reducción muy sustancial en el inventario total resultaría, aun cuando el inventario de los artículos C se incrementara en 50%, debido a la reducción de atención y a controles menos estrictos.

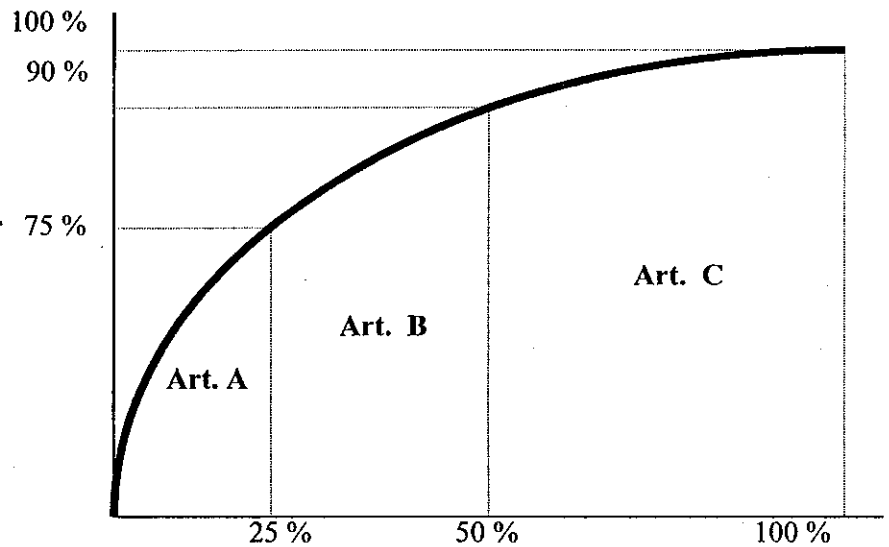


FIGURA No.1

Se debe notar que se puede utilizar otros criterios, aparte del uso en dólares para clasificar los artículos. Es con frecuencia útil, por ejemplo, clasificar los artículos por tamaño típico o promedio de la orden de ventas. Tal desglose puede ser

de incalculable valor cuando se planea una nueva facilidad de producción o cuando se trata de comprender lo que está pasando en una operación en curso.

- Mantener bastantes artículos de bajo valor a mano.
- Usar el esfuerzo de control ahorrado en los artículos de bajo valor para controlar cuidadosamente el inventario de los artículos e alto valor.

Los profesionales normalmente utilizan los resultados de un análisis ABC en control de inventarios como sigue:

**Artículos A:** los controles más estrictos posibles, incluyendo registros completos y exactos; revisión regular de parte de la supervisión de alto nivel; seguimiento estrecho junto con el vendedor para reducir el tiempo de entrega, etc.

**Artículos B:** controles normales, buenos registros y atención regular.

**Artículos C:** los controles más simples posibles, tales como revisión periódica del inventario físico sin registros o solamente las anotaciones más simples de que el reabastecimiento e la existencia ha sido ordenado. Inventarios y cantidades de pedidos grandes para evitar las faltas de existencias. Prioridad baja en el programa de fabricación. (3)



### 1.3.2.1 Procedimientos para colocar pedidos:

**Artículos A:** determinación cuidadosa y exacta de las cantidades que se van a pedir y de los puntos de colocación de pedidos. Revisión frecuente. Se deberá tener cuidado particular cuando se aplique el concepto CPE (Cantidad de Pedido Económico) a estos artículos. Las cantidades que se van a pedir deberán reflejar no solamente los consumos estándares de CPE, sino también las opiniones subjetivas acerca de las tendencias del mercado, las expectativas de precio y entrega, etc.

**Artículos B:** son de buen análisis para la determinación del CPE y del punto de colocación de pedidos, pero revisados periódicamente solamente o cuando ocurran cambios importantes.

**Artículos C:** ningún cálculo de CPE o de punto de colocación de pedidos. Pídase el suministro de un año, mientras haya bastante a mano. (4)

## 1.4 Nota sobre cantidades de pedido económico

### 1.4.1 ¿Qué es una cantidad de pedido económico (CPE) ?

Una de las decisiones básicas en el manejo de inventarios es **cuánto pedir**. En muchos casos, la cantidad apropiada para pedirse puede ser determinada balanceando los costos de inversión de inventario (costo de mantenimiento) contra los costos de colocación de pedidos de reabastecimiento de inventario (costo de colocación del pedido). La Cantidad del Pedido Económico (CPE) es **aquella para la cual el costo total de colocación del pedido y de mantenimiento de inventario es minimizado**. (4)

### **1.4.2 Costos de mantenimiento en un período de tiempo**

Para determinar el efecto que tiene el tamaño del pedido sobre la inversión de inventario, la Compañía debe de calcular los costos de mantenimiento de inventario que resultarían de hacer pedidos de tamaño  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $N_3$ ,...,  $N_m$ . donde este cálculo consta de tres pasos:

1.- Encontrar la inversión promedio de inventario (número promedio de unidades en existencia por el costo unitario), que resultaría de cada tamaño de pedido.

2.- Después de encontrar la inversión del inventario promedio asociada con cada tamaño de pedido, la Compañía calcula una cifra porcentual de cargo de mantenimiento que representa el costo de la compañía para llevar el inventario. Entre estos costos, están: costo de oportunidad, costo de obsolescencia, costo de daño y merma, almacenamiento, seguro y costo misceláneo; y costo total anual.

3.- La cifra porcentual de cargo de mantenimiento que se calculó arriba se multiplica por la inversión del inventario promedio calculada en el paso 1, que resulta en el costo de mantenimiento que se espera para cada tamaño de pedido bajo consideración.

### **1.4.3 Puede su organización utilizar CPE ?**

Casi cada organización que mantiene inventarios se beneficiará del uso del concepto de CPE, para determinar las cantidades de los pedidos. Sin embargo, hay pocas compañías que deberían usar la fórmula para todos los artículos de inventario. Para determinar a cuáles artículos el usuario debería aplicar el concepto CPE, deberá eliminar los artículos que no llenan las siguientes condiciones:

- El artículo deberá ser uno, cuyo reabastecimiento se hace en lotes o grupos, ya sea comprándose o fabricándose.
- Las ventas o las tasas de uso deberán ser relativamente uniformes y predecibles y bajas, en comparación con la tasa a la cual el artículo es normalmente producido de manera que resulte un inventario.
- Deberá haber suficiente uso del artículo para justificar la incomodidad de llevar a cabo el análisis y los cálculos del CPE. (Un método para determinar qué artículos son suficientemente significativos para justificar el tratamiento CPE es hacer un análisis de inventario "ABC", no solamente asistiría al usuario del CPE en determinar cuáles artículos son significativos, sino que también será útil en resolver otros problemas de manejo de inventarios).

Los artículos que pasan las pruebas de arriba deberán ser considerados para la aplicación de los CPE.

La mayor parte de las compañías que están considerando el uso del concepto CPE encontrarán alguna dificultad para determinar los diversos factores requeridos en la fórmula CPE. En la práctica, muchos de los costos involucrados en los CPE son difíciles de analizar correctamente. Sin embargo, los usuarios potenciales no deberán desanimarse con el uso de los CPE por la falta de datos, y no obtener datos precisos de costo. Hay dos razones para esto:

- Las cantidades de pedidos establecidas por medio de un método consistente y ordenado dan resultados muy superiores, comparados con aquellos determinados por reglas prácticas o por suposiciones, tales como "pide el equivalente a dos meses". (4)



- La curva de costo total es relativamente aplastada en un rango bastante amplio en ambos lados del CPE (ver figura No.1). Esto significa que, cantidades de pedido relativamente “económicas”, se pueden encontrar aún con datos imperfectos. También significa que se pueden hacer ajustes al CPE (tales como redondear un CPE de 871 a 900) sin pérdidas significantes de ahorro.

#### **1.4.4 Verificación de los resultados de los cálculos de CPE**

Como se mencionó arriba, cada cálculo e CPE (especialmente para los artículos A) debería ser revisado por personal experimentado para asegurar su razonabilidad. Hay muchos factores que entran en la determinación de las cantidades que han de pedirse que no están comprendidas en la fórmula CPE. (4) Ejemplo de estos factores son:

- Situaciones de cambio del mercado: sí su producto o los productos de su vendedor están sujetos a fluctuaciones frecuentes del mercado, el CPE tendrá que ser modificado o podría ser completamente inapropiado.
- Espacio de almacenamiento limitado: particularmente en el caso de los artículos que requieren facilidades especiales de almacenamiento, puede ser necesario ajustar el CPE calculado, para que se ajuste a las facilidades disponibles. En algunos casos, sin embargo, la gerencia puede decidir que los ahorros indicados de cantidades a pedirse más grandes justificarán la instalación e facilidades adicionales.

- La vida de la herramienta o del troquel: si el CPE que se calculó es de 5000 unidades, pero la vida de la herramienta o del troquel utilizado para hacer los artículos es de 7000 unidades, puede que tenga sentido aumentar la cantidad de pedido a 7000.
- Las restricciones del tamaño de lote: un vendedor puede especificar que un artículo debe de ser pedido en múltiplos de 1000.

#### **1.4.5 Mantenimiento de las cantidades de pedidos económicos**

Cada uno de los factores desarrollados para calcular el CPE está sujeto a cambios a medida que pasa el tiempo. En una compañía sujeta a amplias oscilaciones del negocio, por ejemplo, el costo de oportunidad puede ser bien alto en los picos del ciclo de negocio, cuando hay muchas alternativas lucrativas de uso para el capital que está amarrado en inventario, y el costo de oportunidad puede ser tan bajo como el rendimiento de valores a corto plazo, cuando hay pocas oportunidades de inversión disponibles. Por la misma razón, el costo de almacenamiento, el riesgo por obsolescencia, el uso proyectado y el costo de colocación de pedidos, pueden cambiar de un año a otro.

Por esta razón, es aconsejable recalcular las cantidades de pedidos económicos periódicamente. Los CPE, si se mantienen inalterables durante un período de años, se volverán tan irrelevantes y tan desperdiciados como las cantidades conjeturadas de pedido que eliminaron. Esto puede ser particularmente costoso en términos de los artículos (A) de alto uso en dólares, discutidos anteriormente.

En adición a este mantenimiento periódico recomendado, el mantenimiento de artículos individuales se puede requerir de vez en cuando, como en el caso de los cambios de precio. (4)

## **2. SITUACIÓN ACTUAL**

### **2.1 Recopilación de datos necesarios para este estudio**

#### **2.1.1 Departamentos involucrados con el área de logística**

Los departamentos involucrados con esta área son básicamente cuatro, que son los que más relacionados están con el requerimiento de materiales:

- Planeación
- Compras
- Finanzas (Contabilidad)
- Bodega o almacenes

Cada una de estas áreas tienen un papel importante en el manejo y buen desarrollo de una empresa en general, sin embargo, en cuanto a empresas farmacéuticas, se debe de tener un cuidado muy especial, ya que se está hablando de algunos insumos perecederos, como son las materias primas, que en su mayoría cuando se trata de ingredientes activos son traídos regularmente por vía marítima del extranjero, y representan el 70% de los gastos más fuertes de una empresa farmacéutica. El resto son excipientes y materiales de empaque, que en su mayoría son comprados localmente.

## **Planeación**

Esta área, se encarga de la planificación, tanto mensual como proyectada a doce meses de todos los insumos, materiales de acondicionamiento y fabricación necesarios para la producción, y para llevar un balance logístico, en cuanto a no permitir que existan faltantes o sobrestock en estos materiales. Esto se puede llevar a cabo; tanto de forma sistematizada como manual, y depende del tamaño de la empresa. Actualmente existen una gran cantidad de empresas encargadas en suministrar paquetes de software y hardware, suficientemente grandes y adecuados para cada tipo de empresa y necesidades de las mismas.

## **Compras**

Esta área es la encargada de realizar las compras tomando en cuenta las cantidades planificadas que fueron proporcionadas por el área de Planificación; esta área elige por su experiencia al proveedor más conveniente para la compra, ya sea localmente o por importación.

## **Finanzas (Contabilidad)**

Este departamento es el que lleva el control de todos los gastos realizados por la empresa mensualmente, el cual le da esta información a la Gerencia Administrativa para su evaluación y control de todas las salidas monetarias, que se invierten tanto en materia prima como en material de empaque en forma separada.

## **Almacenes (Bodega)**

En este departamento, es donde se almacena la MP que es comprada, materiales de empaque, así como también el producto semiterminado y terminado, y lleva un control muy a detalle de todas las entradas y salidas de producto que hay, tanto en movimiento interno (MP y semiterminado), como en movimiento externo (Producto terminado).

### **2.1.2 Cantidad de MP y ME utilizados por los 4 productos en estudio**

Los productos que se analizarán son los cuatro más importantes y de mayor venta en la empresa farmacéutica,

- **Analgésic**
- **Antibiótic**
- **Antidiabétic**
- **Diurétic**

Estos cuatro productos tienen varias características importantes,

- **Analgésic**

Este es un producto, cuya fabricación y empaque son elaborados localmente, por lo que hay necesidad de compra de MP y ME, para transformarlo en producto final para la venta.



***Materiales de fabricación:***

- Sustancia activa A
- Excipientes A

***Materiales de acondicionamiento:***

- Est. del Analgésic
- Inst. del Analgésic
- Alum. de 139 mm.
- PVC de 139 mm.

- Antibiótic

Este producto ya viene por importación como un semiterminado; consta de un vial (frasco de 10 ml ) que contiene el medicamento en forma de polvo; este frasco viene herméticamente cerrado por medio de un tapón de hule y una banda aseguradora de metal. Localmente se fabrica sólo el solvente que lleva el producto final, que consta de los siguientes materiales:

***Materiales de fabricación:***

- Amp. Crist. de 10 ml.
- Solv. para Antibiótic

***Materiales de acondicionamiento:***

- Est. del Antibiótic
- Inst. del Antibiótic
- Panal del solvente

- **Antidiabético**

Este producto se fabrica y acondiciona localmente; su MP es importada del exterior, y se elabora su fabricación en el área de producción, para luego pasar al Depto. de empaque, que lo convierte en producto terminado.

***Materiales de fabricación:***

- Sustancia activa B
- Excipientes B

***Materiales de empaque:***

- Est. para Antidiabético
- Inst. para Antidiabético
- Genotherm de 129 mm
- Alum. para Antidiabético

- **Diurético**

Este producto es también fabricado y acondicionado localmente; se importa la sustancia activa del extranjero, se lleva el proceso completo en la empresa, hasta convertirse en un producto terminado para la venta.

***Materiales de fabricación:***

- Sustancia activa C
- Excipientes C

***Materiales de empaque:***

- Est. para el Diurético
- Inst. para el Diurético
- Genotherm para Diurético 129 mm
- Alum. para el Diurético

**2.1.3 Participación de venta de cada producto a ser evaluado**

Los productos considerados en este trabajo fueron tomados por encontrarse en un nivel de inventario de clase A; son productos muy rentables y tienen un porcentaje de venta muy alto, que deja un margen total significativo para la empresa en un año. (Tabla I, apéndices)

**2.1.4 Costos de materia prima y material de empaque**

Los costos de MP y ME de los cuatro productos en estudio se presentan detallando los costos por cada uno de los materiales que usan los cuatro productos en estudio, donde se totaliza la cantidad de materiales que lleva cada uno de los productos en un período de un año. (Tabla II a la V, apéndices).

### 2.1.5 Tiempos de espera dados por los proveedores de MP y ME

El tiempo de espera es una variable muy importante que se debe considerar en estudios como éste, para no caer en faltantes de materiales o sobrestocks. Cada uno de los proveedores tiene su tiempo de producción específica, y obviamente un tiempo determinado para el proceso de obtención de un material final, pero regularmente, y en condiciones normales, los elaborados localmente tienen un tiempo de espera de uno a dos meses para la entrega de los mismos; mientras que los que son elaborados en el extranjero y pedidos por importación, oscilan entre los tres y cuatro meses de espera, que es el tiempo que se debe de tomar en cuenta para establecer la fecha de pedido.

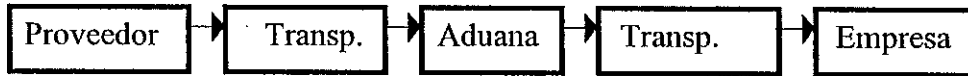
En la **Tabla VI, apéndices**, se muestra el tiempo aproximado de espera para cada uno de los materiales utilizados en los cuatro productos en estudio.

Para ninguna empresa, los tiempos de espera son fáciles de determinar; la razón más importante es por estar trabajando con agentes externos a la empresa. Cada uno de los proveedores trabaja de distinta forma y regularmente se debe de hacer entrar a estos en el círculo de trabajo propia de la empresa que quiere sus servicios; trabajo hecho por el departamento de compras para hacerlos cumplir con las fechas de recepción de pedidos.

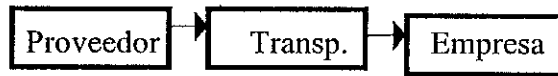
### 2.1.6 Recepción de materiales

Para poder visualizar de una forma más acertada la recepción de los materiales, se puede decir que éstos vienen de dos destinos: externos y locales.

### 2.1.6.1 Externos



### 2.1.6.2 Internos



Ya en la empresa, el producto, como primera instancia, es recibido por bodega, pasando una etapa de cuarentena, que es establecida y llevada a cabo por el Laboratorio de Control de Calidad, para determinar si estos materiales cumplen con las normas que rigen una empresa farmacéutica; seguidamente, si está todo en orden, es liberado el material para su uso en la planta de producción.

En la **Tabla VII, apéndices**, se muestran los tiempos de espera internos para la utilización de los materiales adquiridos.

### Precios

Este es un tema muy bien trabajado por el Depto. de Compras, ya que éste es el encargado de elegir al proveedor o proveedores de los materiales que se van a utilizar, y convenir con ellos los precios de los mismos. El objetivo primordial es obtener el material al más bajo precio, sin dejar por un lado la calidad del mismo, para que no exista ningún problema en el momento de analizarlos en el laboratorio.

En algunos casos, no se tiene opción de negociar el precio, ya que sólo se cuenta con un proveedor, sin embargo, si hay rebaja del mismo, según la cantidad que se pida. Es aquí a donde se necesita llegar en este estudio, y establecer la cantidad de pedido óptimo al costo más económico.

En cuanto a las materias primas, éstas se dividen en dos categorías: sustancias activas y excipientes, que son manejadas en cuanto a su precio, en dos formas:

#### ■ Sustancia activa

Estas regularmente son traídas de Alemania, país que cuenta con el mayor mercado de materias primas para medicina de toda clase; se negocia con ellos hasta llegar a un acuerdo mutuo en cuanto al precio de la misma.

El precio varía respecto a dos variables muy importantes, la cantidad de pedido y el transporte que se utiliza.

#### ■ Excipientes

Estos materiales, a menudo, son adquiridos localmente y sus precios varían mucho, según la cantidad pedida y al proveedor que es solicitado. También pueden ser adquiridos por importación de lugares; cerca de la región, en este caso, podrían ser El Salvador, Costa Rica y hasta México, cuyos tiempos de entrega muy cortos.

## 2.2 Problemas que se dan con los proveedores

### 2.2.1 Pedidos mínimos

Cada proveedor maneja la cantidad mínima de despacho a su conveniencia, para no incurrir en pérdida por el trámite de papelería que se tiene, armado de máquinas, consumo de material, movimiento de personal, etc., que tiene mucha relación con el precio de los materiales. Es aún mucho más riguroso, si el material es

hecho específicamente para una empresa en particular, de los pedidos mínimos para los materiales a utilizar en estos cuatro productos. (Tabla VIII, apéndices)

### 2.2.2 Tipos de transporte

Existen tres tipos de transportes, que son los más utilizados por el medio:

#### ■ Terrestre

Este es utilizado, cuando se trata de un traslado de material a nivel local; es éste el más barato de todos, pero es el que más riesgo tiene en cuanto a deterioro de las cajas transportadas (se dañan) y en cuanto a robos.

#### ■ Marítimo

Este es usado en la mayoría de los casos, cuando se trata de materiales importados y es un pedido normal, o sea que es un pedido previamente planificado, al haberse tomado en cuenta el tiempo de espera más el tiempo que se lleva el material en ser analizado y aprobado dentro de la empresa, ya que es el medio de transporte más barato y más seguro en cuanto a pedidos por importación.

#### ■ Aéreo

Este medio de transporte es utilizado generalmente, cuando se trata de una emergencia de uso de materiales para una cierta producción, ya que es el medio de transporte más caro que existe, aunque el más seguro y más rápido.

### **2.2.3 No cumplir con la fecha estipulada de entrega**

Cuando esto sucede, se investiga la razón del incumplimiento y al mismo tiempo se reacciona para conseguir lo antes posible el material necesitado. Se habla con el proveedor y se determina la falla, regularmente los incumplimientos son por problemas internos del proveedor, y otras veces por irresponsabilidad por parte del proveedor y muy pocas veces por robo del material. Si el proveedor esta fallando regularmente en la fecha de entrega del material, se toma la medida de buscar un proveedor alternativo que pueda surtir el mismo material con cabalidad y hacerlo entrar al sistema de trabajo de la empresa farmacéutica desde un principio.

### **2.2.4 Tener un solo proveedor**

Éste es un riesgo muy importante que corren las empresas en general y en este caso una empresa farmacéutica no es la excepción. Cuando se cuenta con un solo proveedor, se está sujeto a fechas de entrega dadas por el mismo, según sus fechas de producción, y esto ocasiona graves problemas de incumplimiento con los clientes y demanda de la empresa farmacéutica, ya que el producto que utiliza ese material que tiene un solo proveedor será surtido en la fecha dada por el proveedor y no por la empresa farmacéutica.

Tampoco es recomendable tener muchos proveedores para una materia prima o material de empaque, ya que la calidad varía entre un proveedor y otro; lo más sano y recomendable es tener de dos a tres proveedores de calidad que sepan la forma de trabajo de la empresa farmacéutica a la que le van a surtir, para no caer en demoras y tener la opción de entrega de materiales siempre a tiempo, sin perder la calidad y características del material que se necesita.



### 3. ANÁLISIS DE ROTACIÓN DE INVENTARIOS

#### 3.1 Cálculos administrativos

En esta parte de cálculos, se tomará en cuenta la rotación de inventario que tiene cada uno de los materiales para conocer la cantidad de veces promedio que se utilizan estos en la producción durante un período de un año, por medio de la fórmula siguiente, presentada también en la primera parte de este estudio:

$$\text{RMP} = \text{CMP} / \text{PIM}$$

Aplicándoles esta fórmula a cada uno de los productos en estudio, se sabrá de una forma muy sencilla cuál es la rotación de cada uno de estos productos.

##### 3.1.1 Rotación de inventarios

Para analizar esta rotación en cada uno de los productos, se tomará como base una de las materias primas utilizadas por el producto para saber con certeza la rotación de todas las demás, ya que si una de éstas entra a producción forzosamente, tiene que entrar el resto de ellas para la fabricación del producto final.

Ejemplo:

## ANALGÉSIC

Se conoce que de la sustancia activa A se consumen Q. 67,209 (CMP), y el promedio de inventario de esta sustancia (PIM) es de Q. 1,740 , por lo tanto, el número de veces que entra esta sustancia a producción son 39; en otras palabras, se fabrican en promedio 39 lotes del producto ANALGESIC en un año. (Tabla IX, apéndices)

Por lo que se pudo determinar, que la rotación de inventario de los materiales de los productos en estudio son los siguientes:

PRODUCTO	ROTACIÓN DE MP
<i>ANALGESIC</i>	<i>39 veces</i>
<i>ANTIBIOTIC</i>	<i>4 veces</i>
<i>ANTIDIABETIC</i>	<i>4 veces</i>
<i>DIURETIC</i>	<i>4 veces</i>

Esta rotación de inventarios es clave para ver la importancia del movimiento que tiene el producto líder de la empresa; en este caso, se puede ver con claridad, que es el ANALGÉSIC.

La opción para lograr bajar costos y establecer un equilibrio en la compra de materiales para estos cuatro productos importantes se presenta en el capítulo No.5, con la utilización del CPE, se visualiza más adelante su comportamiento y se dan conclusiones del mismo.

## 4. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

### 4.1 Situación actual presentada por medio de gráficas

A continuación, se detallan las variables que identifican cada uno de los materiales utilizado en cada producto en estudio, y los costos anuales de cada uno de ellos:

<b>ANALGÉSIC</b>		
	<b>Cant. anual</b>	<b>Costo anual</b>
Sustancia activa A	30,000 kg	67,209
Est. para Analgésic	440,000 pza	4,706
Alum. para Analgésic	2,100 kg	12,543
PVC para Analgésic	6,000 kg	16,114

<b>ANTIBIÓTIC</b>		
	<b>Cant. anual</b>	<b>Costo anual</b>
Semiterminado comprado	120,000 pza	166,798
Est. para Antibiótic	126,000 pza	3,754
Inst. para Antibiótic	145,000 pza	1,577
Solvente para Antibiótic	120,000 pza	3,880
Panal para Antibiótic	130,000 pza	2,199

<b>ANTIDIABÉTIC</b>		
	<b>Cant. anual</b>	<b>Costo anual (Q)</b>
Sustancia activa B	50 kg	40,740
Est. para Antidiabético	50,000 pza	1,279
Inst. para Antidiabético	60,000 pza	954
PVC de 129mm p/antidia.	2,000 kg	8,891
Alum. para Antidiabético	400 kg	8,240

<b>DIURÉTIC</b>		
	<b>Cant. anual</b>	<b>Costo anual (Q)</b>
Sustancia activa C	350 kg	36,718
Est. para Diurético	20,000 pza	1,814
Inst. para Diurético	25,000 pza	919
PVC de 129mm p/Diurético	700 kg	8,023
Alum. para Diurético	300 kg	4,003

Estos costos anuales fueron obtenidos de reportes históricos que se tienen en la empresa farmacéutica, véanse las **Gráficas No. 1,2,3 y 4 apéndices**, en las cuales se puede apreciar el costo anual en cada uno de los materiales, que utilizan los productos en estudio actualmente.

#### **4.1.1 Discusión de resultados de la situación actual**

Como se puede apreciar en las gráficas anteriormente citadas, el costo total invertido en los cuatro productos más importantes es de **Q. 390,361**, en los cuales siempre se ha tratado de mantener una cobertura de dos a cuatro meses de inventario, según si se trata de materia prima o de material de empaque, que se basa en los pronósticos de venta de la empresa.

Actualmente se aplica una planificación mensual, en la cual se revisan todos los materiales de los productos existentes, se hace un análisis de cada uno de ellos y se verifica si hay necesidad de hacer algún pedido de los materiales en utilización, tomando en cuenta una proyección de un año para seguir manteniendo la cobertura establecida.

En esta planificación, se considera un stock de seguridad de los materiales, que es equivalente regularmente a dos lotes de producción, el cual sirve como indicador de faltante de material y así poner los pedidos de materiales en tiempo.

#### **4.2 Ventajas y desventajas de situación actual**

##### **- Ventajas**

- a) Actualmente se revisan todos los materiales utilizados en todos los productos manufacturados por la empresa, para lograr mantener un inventario general más o menos estable.

- **Desventajas**

- a) No se toma en cuenta de forma detallada el manejo de los materiales utilizados en los productos más importantes, los cuales representan el mayor costo invertido.
- b) Se tiene riesgo de caer en sobre stock y/o faltante de materiales, debido a que se analiza de forma general todos los materiales, sin contar con un método confiable específico.
- c) Se pierde el esquema de la importancia que tiene el valor de mantenimiento de inventario y ahorro, en costos que podría ofrecer un método de aplicación.
- d) No existe un control serio en cuanto a precios dados por los proveedores de descuentos por compras mayores o cantidades balanceadas en el año y en cantidades que tenga congruencia, según las necesidades de demanda y lotes de producción de la empresa (tablas de precios).

## 5. DESARROLLO DE LA CANTIDAD DE PEDIDO ECONÓMICO (CPE)

La cantidad de pedido económico es una de las herramientas esenciales para un mejor manejo de la administración de inventarios; en este caso, de materiales y materia prima utilizados en la producción. Como todo método o fórmula que sirve para mejorar parte de un sistema administrativo o para solucionar alguna problemática, tiene como ya explicado en el marco teórico la cantidad de pedido su porcentaje de error y variantes que sólo pueden ser determinadas de forma experimental o por comportamientos observados con anterioridad en trabajo o rutina diaria.

Este método en particular permite visualizar en una forma certera y mejor aprovechado, el manejo de materiales e insumos, ya que tiene como objetivo dos funciones muy importantes en la visión y meta de la mayoría de empresas, que son:

- Control en los faltantes y sobrestock de materiales en bodega
- Minimización de costos en la compra de materiales que se van a utilizar

Por lo tanto, el CPE determina la cantidad óptima, y logra un equilibrio, en el que no existan faltantes ni sobrestock de estos materiales, y obtenerlos al costo más bajo.

Para poder llevar acabo el desarrollo del CPE, se necesita tener la información precisa de los siguientes puntos:

- Costo de cada material e insumo que se comprará.
- Cantidad de materiales e insumos que se esperan comprar en un período X, generalmente para obtener buenos resultados se hace el estudio anualmente.



- Cuánto se pide en cada solicitud de compra y cuántas veces al año.
- Con cuantos proveedores se cuenta para la compra de estos materiales e insumos.

Este desarrollo llevar tres pasos esenciales que son:

1. Encontrar la inversión promedio de inventario (número promedio de unidades en existencia por el costo unitario), que resultaría de cada tamaño de lote.
2. Calcular una cifra porcentual de cargo de mantenimiento, que represente el costo que se recarga por mantenimiento del inventario en bodega:

12 % Costo de oportunidad

3 % Costo de obsolescencia

2 % Costo de daño y merma

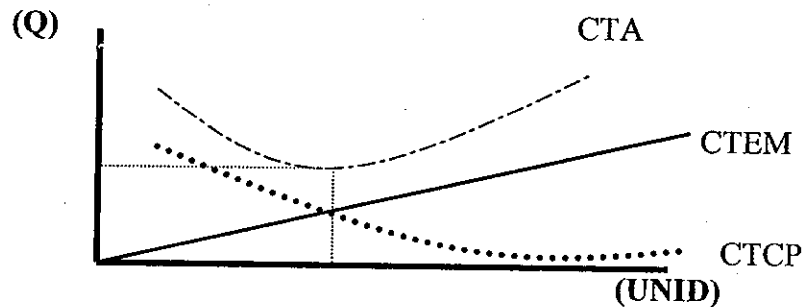
3 % Almacenamiento, seguro y costo misceláneo

3. Luego esta cifra porcentual, que llega a tener una suma total maxima del 20%, se multiplica por la inversión del inventario promedio calculada en el paso 1, o que incide en el costo de mantenimiento que se espera para cada tamaño de pedido.

Estos pasos dan como resultado tres curvas representadas en un mismo plano que son:

- Costo total esperado de mantenimiento (CTEM)
- Costo total de colocación de pedidos (CTCP)
- Costo total anual (CTA)

Éstas, trazando una línea imaginaria vertical en la intersección del CTEM y el CTCP, da como resultado en el eje de las X's la cantidad optima que se va a pedir, y se traza una línea imaginaria horizontal en la parte más baja de la curva CTA, que regularmente se intercepta con la línea imaginaria vertical, y da como resultado en el eje de las Y's el costo más económico del pedido, como se muestra en la figura:



La fórmula que se va a utilizar para determinar con datos exactos la cantidad de pedido económico es:

$$CPE = \text{SQRT}((2 \times \text{Cant. Annual Requerida} \times \text{Costo del Pedido}) / (\text{Costo Unit} \times \% \text{ de Costo de Mant.}))$$

## 5.1 Cálculos para la determinación del CPE

### 5.1.1 Datos y variables necesarios para el cálculo

Los datos y variables más importantes para lograr determinar el CPE, utilizando la fórmula descrita anteriormente, son:

- Tamaño del pedido o cantidad de material a utilizar en un año
- Número promedio a utilizar en un año
- Costo unitario de cada material
- Inventario promedio
- Porcentaje del costo de mantenimiento
- Número de pedidos colocados en un año
- CTEM
- Costo de colocación del pedido
- CTCP
- CTA

Respecto a la variable de costo de colocación del pedido se tomaron los datos de los gastos directos e indirectos en los que se incurren en el proceso de compra de algún material, ya sea comprado localmente o por importación (Tabla XVIII, apéndices)

#### **5.1.2 Desarrollo de los cálculos para cada uno de los productos en estudio**

Se tomarán como base las tablas en las cuales se detallan los datos de cada una de las variables descritas anteriormente como herramienta para el desarrollo de la fórmula CPE. (Tablas X,XI,XII y XIII, apéndices)

## ANALGÉSIC

- Sustancia activa A

$$\text{CPE} = \text{SQRT}((2 \times \text{Cant. Anual Requerida} \times \text{Costo del Pedido}) / (\text{Costo Unit} \times \% \text{ de Costo de Mant.}))$$

$$\text{CPE} = \text{SQRT}((2 \times 30,000 \times 2,519) / (137 \times 0.15))$$

$$\text{CPE} = 2,712 \quad \text{Aprox.} = \underline{\underline{2,800 \text{ kg}}}$$

$$\text{CTA} = ((\text{CPE}/2) \times \text{Costo Unit} \times \% \text{ Costo de Mant}) + (\text{No. de Ped al año} \times \text{Costo del Pedido})$$

$$\text{CTA} = (1400 \times 137 \times 0.15) + (11 \times 2519)$$

Por lo tanto:

$$\text{CTA} = \underline{\underline{\text{Q. } 56,635.42}}$$

- Estuche para Analgésic

$$\text{CPE} = \text{SQRT}(2 \times 440,000 \times 298) / (0.34 \times 0.10)$$

$$\text{CPE} = 87,823 \quad \text{Aprox} = \underline{\underline{90,000 \text{ pza}}}$$

$$\text{CTA} = (45,000 \times 0.34 \times 0.10) + (5 \times 298)$$

$$\text{CTA} = \underline{\underline{\text{Q. } 3,023}}$$

- Alum. para Analgésic

$$\text{CPE} = \text{SQRT}(2 \times 2100 \times 2519) / (94 \times 0.10)$$

$$\text{CPE} = 1,061 \text{ pza} \quad \text{Aprox.} = \underline{\underline{1,100 \text{ kg.}}}$$

$$CTA = (600 \times 94 \times 0.10) + (2 \times 2519)$$

$$CTA = \underline{\underline{Q. 10,156.23}}$$

- **PVC para Analgésic**

$$CPE = \text{SQRT}(2 \times 6000) \times 2519 / (20 \times 0.10)$$

$$CPE = 3,888 \quad \text{Aprox.} = \underline{\underline{4,000 \text{ kg.}}}$$

$$CTA = (2000 \times 20 \times 0.10) + (2 \times 2519)$$

$$CTA = \underline{\underline{Q. 7,887.67}}$$

El resto de los cálculos, para los otros tres productos en estudio, se pueden visualizar en las Tablas XIV, XV, XVI y XVII apéndices, en las cuales se detallan de una mejor forma, para cada uno de los materiales utilizados en los cuatro productos.

### 5.1.3 Simulación del método propuesto

La simulación que se propone para el método de CPE consiste en hacer un incremento en las variables que afectan el método.

VARIABLES AFECTADAS:

1.- **Tamaño del pedido:** éste se basa en el supuesto de un incremento del 20 % anual en la utilización del material, el cual va muy ligado a los pronósticos de venta determinados por el Depto. de Mercadeo y Ventas.

2.- **El costo del pedido y el costo unitario:** su incremento se basará en las tasas de inflación y de devaluación para los materiales comprados localmente y los que se compran por importación respectivamente.

Tasas de inflación y de devaluación a la fecha dada por el Banco de Guatemala.

TASA	1999	2000	2001
Tasa de inflación	15 %	15 %	15 %
Tasa de devaluación	13 %	26 %	32 %

Los costos utilizados para el presente trabajo de tesis tienen como base las tasas de inflación y devaluación de 15% y 13% (\$1.00, equivalente a Q.7.30) respectivamente.

### 5.1.3.1 Cálculos de simulación

Aplicando la fórmula de CPE para las variantes propuestas que se harán en las cantidades descritas en las **Tablas XIV, XV, XVI y XVII, apéndices**, los resultados son los siguientes:

#### ANALGÉSIC en 1999

- **Sustancia activa A**

$$\text{CPE} = \text{SQRT}((2 \times \text{Cant. Anual Requerida} \times \text{Costo del Pedido}) / (\text{Costo Unit} \times \% \text{ de Costo de Mant.}))$$

$$\text{CPE} = \text{SQRT}((2 \times 30,000 \times 2,519) / (137 \times 0.15))$$

$$\text{CPE} = 2,712 \quad \text{Aprox.} = 2,800 \text{ kg}$$

- **Estuche para Analgésic**

$$\text{CPE} = \text{SQRT}(2 \times 440,000 \times 298) / (0.34 \times 0.10)$$

$$\text{CPE} = 87,823 \quad \text{Aprox} = 90,000 \text{ pza}$$

- **Alum. para Analgésic**

$$\text{CPE} = \text{SQRT}(2 \times 2100 \times 2519) / (94 \times 0.10)$$

$$\text{CPE} = 1,061 \text{ pza} \quad \text{Aprox.} = 1,100 \text{ kg.}$$

- **PVC para Analgésic**

$$\text{CPE} = \text{SQRT}(2 \times 6000) \times 2519) / (20 \times 0.10)$$

$$\text{CPE} = 3,888 \quad \text{Aprox.} = 4,000 \text{ kg.}$$

Aplicando esta misma fórmula para el resto de productos en estudio, los resultados se encuentra en la **Tabla XIX apéndices.**

#### **ANALGÉSIC en el 2000**

Aplicando las tasas anteriormente descritas, tendríamos como variables:

**Tamaño de pedido o cantidad anual requerida x 120 %**

**Costo del pedido y costo unitario se tomará haciendo el uso de las tasas como sigue:**

Para la sustancia activa A, el costo del pedido es igual  $\text{Q.}2,519 / 7.30 = \$ 345$ , que multiplicando la cantidad de quetzales por dólar a la fecha (7.30)x la tasa de devaluación (26 %), dará como resultado un tipo de cambio de **Q. 9.20**, que al multiplicarlo por los \$345 se obtendrá un costo de pedido proyectado de **Q.3,174** para el año 2000, y el costo unitario simplemente se multiplicará por la tasa de inflación anual del 15 % , el costo que se obtendrá como resultado en esta sustancia activa es de **Q.157.55** para el 2000.

Por lo tanto

- **Sustancia activa A**

$$\text{CPE} = \text{SQRT}((2 \times \text{Cant. Anual Requerida} \times \text{Costo del Pedido}) / (\text{Costo Unit} \times \% \text{ de Costo de Mant.}))$$

$$\text{CPE} = \text{SQRT}((2 \times 36,000 \times 3,174) / (157.55 \times 0.15))$$

$$\text{CPE} = 3,110 \quad \text{Aprox.} = 3200 \text{ kg}$$

- **Estuche para Analgésic**

$$\text{CPE} = \text{SQRT}(2 \times 528,000 \times 343) / (0.39 \times 0.10)$$

$$\text{CPE} = 96,371 \quad \text{Aprox} = 97,000 \text{ pza}$$

- **Alum. para Analgésic**

$$\text{CPE} = \text{SQRT}(2 \times 2520 \times 3174) / (108 \times 0.10)$$

$$\text{CPE} = 1,217 \text{ pza} \quad \text{Aprox.} = 1,220 \text{ kg.}$$

- **PVC para Analgésic**

$$\text{CPE} = \text{SQRT}(2 \times 7200 \times 3174) / (23 \times 0.10)$$

$$\text{CPE} = 4457 \quad \text{Aprox.} = 4,500 \text{ kg.}$$

Igualmente se calculan los demás productos para el 2000 y el 2001, aplicando las tasas y sustituyendo las variables, y los resultados se presentan en la **Tabla XX, apéndices.**

## **5.2 Ventajas y desventajas del método propuesto (CPE)**

### **5.2.1 Ventajas**

- a) Llevar un mejor control de los materiales que representan mayor costo para la empresa.
- b) Llegar a tener un equilibrio del inventario en bodega y una mejor rotación del mismo.
- c) Se lleva el control total de los materiales utilizados en los productos, que representan mayor rentabilidad y costo de materiales para la empresa.
- d) Forma sencilla de visualización gráfica de los resultados obtenidos por el método, para poder establecer un mejor análisis de los mismos.



### **5.2.2 Desventajas**

- a) Este método no se puede aplicar para todos los productos, ya que fue diseñado para los productos de clasificación A de inventarios, que son todos aquellos que representan mayor rentabilidad e inversión para la empresa; si este es utilizado para todos los productos, podría generar resultados incongruentes o no aplicables en la realidad.

### **5.3 Determinación de resultados**

Estas cantidades, como se puede apreciar, llevan un incremento anual, que al relacionarlo con los resultados obtenidos con el método actual, se puede notar muy claramente que siempre existirá un ahorro significativo que justifique la aplicación del CPE. Hay que tener presente que con este incremento anual que se puede observar, se debe de considerar si las cantidades siguen manteniéndose dentro de los pedidos mínimos que los proveedores pueden surtir; de no ser así, se podrían hacer renegociaciones de los mismos.

En el caso de empresas multinacionales, el método de cantidad de pedido más económico debe de llevar o incluirse un procedimiento de seguimiento a corto plazo (dos o tres meses), de las fluctuaciones de la tasa de inflación (para los materiales de empaque y materias primas compradas localmente), y la tasa de devaluación (para los materiales, sustancias activas y excipientes compradas por importación), que repercutirán en los resultados finales y decisiones que se tomen a partir de éstos.

## 6. ANÁLISIS COMPARATIVO

### 6.1 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS RESULTADOS

#### 6.1.1 Manejo de las variables utilizadas

Para esta comparación, se utilizarán las variables globales siguientes:

- Met. Prop.
- Met. Actual
- Cantidades totales de cada material utilizado en cada producto (Q)
- Materiales utilizados en cada producto en estudio

#### 6.1.2 Gráficas de situación actual y propuesta

Como se puede apreciar en las Gráficas No. 24,25,26 y 27 apéndices, el método propuesto en este trabajo de tesis, logra satisfacer los objetivos esperados, que es una reducción en el costo y una optimización de la cantidad de materiales que se van a pedir, se trata en este caso de los cuatro productos más importantes de la empresa.

#### 6.1.3 Comparación de costos entre las dos anteriores

El método actual presenta una situación en la cual el costo invertido en materias primas y material de empaque es significativamente mayor a la presentada en el método propuesto, como se puede ver en la siguiente relación:

MÉTODO ACTUAL	Q. 390,361.00
MÉTODO PROPUESTO	Q. 304,371.00

Por lo tanto:

$$\begin{aligned} \text{Met. Actual} - \text{Met. Propuesto} &= \text{Diferencia} \\ \text{Q.390,361} - \text{Q.304,371} &= \text{Q. 85,990.00} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Entonces la } (\text{Diferencia} / \text{Met. Actual}) \times 100 &= \text{Porcentaje ahorrado} \\ (\text{Q.85,990} / \text{Q.390,361}) \times 100 &= \text{22.1 \%} \end{aligned}$$

#### 6.1.4 Discusión de análisis final entre los dos resultados

Se puede ver que utilizando el Método Propuesto se estarían ahorrando, en forma general un 22.1 % del dinero destinado para la compra de materias primas y material de empaque para estos cuatro productos.

En cuanto a las cantidades de compra para cada uno de los materiales, tanto para el método actual, como para el propuesto, tienen su forma de negociación en tiempo y costo, según sea su caso específico, debido a que en este campo entran en juego las características y forma de trabajo de los proveedores con quienes se está operando .

En el caso de las materias primas y semiterminados comprados, que regularmente son traídas del extranjero, también hay que tomar muy en cuenta los tiempos de espera, tiempos de reacción y cantidades mínimas que tienen estos proveedores para el despacho final de las materias.

## **CONCLUSIONES**

### **CONCLUSIONES ESPECÍFICAS**

1. Utilizando el método de CPE, se minimiza el costo invertido en la compra de materias primas, semiterminado y materiales de empaque en un **22.1 %** de lo utilizado en el proceso actual, en los productos que representan el margen de rentabilidad más significativo para la empresa, que son en este caso los cuatro productos en estudio.
2. Al aplicar el método de CPE, se disminuye significativamente el costo financiero global de la empresa, al contar con el equilibrio deseado en el ingreso de materiales.

### **CONCLUSIONES GENERALES**

1. Se logra una estabilidad o equilibrio en las cantidades de materiales comprados, sin caer en faltantes y sobre stocks.
2. Al aplicar el método de CPE, se pueden analizar varios puntos o características muy importantes que poseen cada uno de los productos en sus componentes, como el tamaño del pedido en el año utilizado, porcentaje del costo de mantenimiento, costo anual, etc., los cuales dan como resultado un mejor control en cada uno de éstos, ya que el mal uso de los datos o la poca importancia que se les den, puede repercutir en grandes pérdidas para una empresa.

3. El método de CPE es funcional, si se toma como base y muy en cuenta los agentes externos que lo alimentan: los proveedores con quienes se trabaja, los tiempos de reacción de los mismos, el tiempo de espera de la compra, la fiabilidad de los datos que se consideren, y sobre todo la flexibilidad de los resultados obtenidos.
  
4. Al contar con los resultados obtenidos del método en estudio, se pueden introducir al sistema de informática, y lograr así con esto una mejor eficiencia en el área de planificación de la empresa.

## RECOMENDACIONES

1. Se debe tener un sistema informático que sirva realmente como soporte, para la agilización y confiabilidad de los datos, para que sea integral y competitivo en el mercado.
2. Hay que aplicar el método de CPE exclusivamente a los productos que generen la mayor rentabilidad para la empresa (utilizar inventarios ABC), ya que los resultados para los demás productos serían irreales al aplicar este método, por los datos, variables y desarrollo de trabajo que se utiliza en el mismo.
3. Antes de aplicar este método, hay que integrar a los departamentos involucrados en logística, las compras, planificación, contabilidad y almacenes. Es necesario que haya comunicación transparente y sobre todo con el agente externo más importante, que en este caso son los proveedores.
4. Abolir todo tipo de trabajo empírico en el desarrollo del proceso, sin dejar por un lado la creatividad y experiencias adquiridas, a través de los años.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Wilson Cárdenas, **Administración Financiera Empresarial**.  
(México: Industria Editorial Mexicana, 1987), p.22, 24, 27, 43- 47, 423
2. Lawrence J. Gitman, **Administración Financiera Básica**  
( México: HARLA, 1987), p. 14, 150, 245
3. William K. Hodson, **Manual del Ingeniero Industrial**, Tomo II, Cap. 10  
( MacGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V.), p. 78-79, 90-101
4. Robert Lawrence, “**Cantidad de Pedido más Económica (CPE)**”.  
INCAE, Casos Reales 1,993, Sección Cuatro; Documento IN-1064, p. 4-18
5. American Management Association, **Técnicas de Control y Administración de Inventarios**. (The Global Excellence Series , Sec. 7-10), p. 85, 94-97, 114-117

## BIBLIOGRAFÍA

1. DONALD W. DOBLER, David N. Burt, and Lamar Lee, Jr., **Purchasing and Materials Management**. McGraw-Hill, New York, 1,990.
2. KARMARKAR, U. S., "Getting Control of Just-In-Time". Harvard Business Review. s.I., s.e., September-October 1,990.
3. KOONTZ, Harold y Heinz Weihrich. **Administración: una perspectiva global**. Decima edición. México: McGraw-Hill, 1,994.
4. KRUPKA, D. C., y B. T. Doshi, "Integración de la Planificación y Ejecución de Operaciones". AT&T Technical Journal, Agosto-Septiembre 1,990.
5. PLOSSL, G. W. **Producción y Control de Inventarios: Principios y técnicas**. 2da. Edición. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1,985.
6. SCHONBERGER, R. J., **Técnicas de Control de Inventario**. 3ra. Edición. New York: s.e, 1,982.





# APÉNDICES

**TABLA I MARGEN TOTAL ANUAL**

<b>PRODUCTO</b>	<b>MARGEN TOTAL ANUAL (Q)</b>
ANALGESIC	11,115,768
ANTIBIOTIC	11,123,952
ANTIDIABETIC	2,768,112
DIURETIC	2,013,096

**Fuente:** datos obtenidos de análisis anual realizado por el Depto. de Ventas de la Empresa Farmacéutica, año 1998.

**TABLA II *COSTO ANUAL PARA ANALGÉSIC***

<b>PRODUCTO</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>COSTO EN (Q)</b>
<b>ANALGÉSIC</b>	Sustancia activa A	67,209
	Est. p/Analgésic	4,706
	Alum. p/Analgésic	12,543
	Genotherm p/Analgésic	16,114
<b>TOTAL</b>		<b>100,572</b>

**Fuente:** datos obtenidos del reporte de plan de abastecimiento de materiales utilizado actualmente por la empresa farmacéutica.

**TABLA III COSTO ANUAL PARA ANTIBIÓTIC**

<b>PRODUCTO</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>COSTO EN (Q)</b>
<b>ANTIBIÓTIC</b>	Semit. comprado	166,798
	Solvento p/Antibiótic	3,880
	Est. p/Antibiótic	3,754
	Inst. p/Antibiótic	1,577
	Panal p/solvente	2,199
<b>TOTAL</b>		<b>178,208</b>

**Fuente:** datos obtenidos del reporte de plan de abastecimiento de materiales utilizado actualmente por la empresa farmacéutica.

**TABLA IV COSTO ANUAL PARA ANTIDIABÉTIC**

<b>PRODUCTO</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>COSTO EN (Q)</b>
<b>ANTIDIABÉTIC</b>	Sust. activa B	40,740
	Est. p/Antidiabético	1,279
	Inst. p/Antidiabético	954
	PDVC AM Claro	8,891
	Alum. p/Antidiabético	8,240
<b>TOTAL</b>		<b>60,104</b>

**Fuente:** datos obtenidos del reporte de plan de abastecimiento de materiales, utilizado actualmente por la empresa farmacéutica.

**TABLA V COSTO ANUAL PARA DIURÉTIC**

<b>PRODUCTO</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>COSTO EN (Q)</b>
<b>DIURÉTIC</b>	Sust. activa C	36,718
	Est. p/Diurétic	1,814
	Inst. p/Diurétic	919
	Genotherm p/Diurétic	8,023
	Alum. p/Diurétic	4,003
<b>TOTAL</b>		<b>51,477</b>

**Fuente:** datos obtenidos del reporte de plan de abastecimiento de materiales, utilizado actualmente por la empresa farmacéutica.

El siguiente cuadro muestra los tiempos de espera aproximados que se tienen, en cuanto a los pedidos que se hacen a los proveedores, tanto locales como externos, de los materiales utilizados para los cuatro productos.

**TABLA VI TIEMPO DE ESPERA PARA LOS MATERIALES**

<b>PRODUCTO</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>TIEMPO DE ESPERA</b>
<b>ANALGÉSIC</b>	Sustancia activa A	4 meses
	Excipientes A	2 meses
	Est. para Analgésic	1.5 meses
	Alum. para Analgésic	3 meses
	Genotherm para Analgésic	3.5 meses
	Caja Multiple para Analgésic	1 mes
<b>ANTIBIÓTIC</b>	Semiterminado comprado	2 meses
	Solvente para Antibiótic	1 mes
	Est. para Antibiótic	1.5 meses
	Inst. para Antibiótic	1.5 meses
	Panal para solvente	1 mes

<b>PRODUCTO</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>TIEMPO DE ESPE.</b>
<b>ANTIDIABÉTIC</b>	Sustancia activa B	4 meses
	Excipientes B	2 meses
	Est. para Antidiabético	1.5 meses
	Inst. para Antidiabético	1.5 meses
	Genotherm para Antidiabético	3 meses
	Alum. para Antidiabético	3 meses
<b>DIURÉTIC</b>	Sustancia activa C	4 meses
	Excipientes C	2 meses
	Est. para Diurético	1.5 meses
	Inst. para Diurético	1.5 meses
	Genotherm para Diurético	3 meses
	Alum. para Diurético	3 meses

**Fuente:** datos históricos obtenidos a través del Depto. de Compras de la empresa farmacéutica.



En el siguiente cuadro, se muestra el tiempo que utiliza el Laboratorio de Control de Calidad para aprobar una materia prima o material de empaque para liberar los mismos, y poder ser fabricados los productos en el área de producción:

**TABLA VII TIEMPO DE APROBACIÓN. DE MATERIALES**

<b>PRODUCTO</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>TIEMPO DE APROBADO</b>
<b>ANALGÉSIC</b>	Sustancia activa A	1 semana
	Excipientes A	1 semana
	Est. para Analgésic	3 días
	Alum. para Analgésic	3 días
	Genotherm para Analgésic	3 días
	Caja Multiple para Analgésic	3 días
<b>ANTIBIÓTIC</b>	Semiterminado comprado	1 semana
	Solvente para Antibiótic	1.5 semanas
	Est. para Antibiótic	3 días
	Inst. para Antibiótic	3 días
	Panal para solvente	3 días

<b>ANTIDIABÉTIC</b>	Sustancia activa B	1 semana
	Excipientes B	1 semana
	Est. para Antidiabético	3 días
	Inst. para Antidiabético	3 días
	Genotherm para Antidiabético	3 días
	Alum. para Antidiabético	3 días
<b>DIURÉTIC</b>	Sustancia activa C	1 semana
	Excipientes C	1 semana
	Est. para Diurético	3 días
	Inst. para Diurético	3 días
	Genotherm para Diurético	3 días
	Alum. para Diurético	3 días

**Fuente:** datos obtenidos a través del laboratorio de control de calidad de la empresa farmacéutica.



**TABLA VIII PEDIDO MÍNIMO DE MATERIALES**

<b>PRODUCTO</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>PEDIDO MINIMO</b>
<b>ANALGÉSIC</b>	Sustancia activa A	1000 Kg.
	Excipientes A	100 Kg.
	Est. para Analgésic	1000 Un.
	Alum. para Analgésic	100 Kg.
	Genotherm para Analgésic	1000 Kg.
	Caja Multiple para Analgésic	1000 Un.
<b>ANTIBIOTIC</b>	Semiterminado comprado	5000 Un.
	Solvente para Antibiótic	100 Kg.
	Est. para Antibiótic	1000 Un.
	Inst. para Antibiótic	1000 Un.
	Panal para solvente	10000 Un.
<b>ANTIDIABÉTIC</b>	Sustancia activa B	5 Kg.
	Excipientes B	100 Kg.
	Est. para Antidiabétic	1000 Un.
	Inst. para Antidiabétic	1000 Un.
	Genotherm para Antidiabétic	500 Kg.
	Alum. para Antidiabétic	100 Kg.
<b>DIURÉTIC</b>	Sustancia activa C	25 Kg.
	Excipientes C	100 Kg.
	Est. para Diurétic	1000 Un.
	Inst. para Diurétic	1000 Un.
	Genotherm para Diurétic	500 Kg.
	Alum. para Diurétic	100 Kg.

**Fuente:** datos históricos obtenidos a través de los proveedores con los que trabaja la empresa farmacéutica.

**TABLA IX ROTACIÓN DE MATERIA PRIMA (en número de veces)**

<b>Producto</b>	<b>CMP</b>	<b>PIM</b>	<b>RMP</b>
<b>ANALGÉSIC</b>	<b>67,209</b>	<b>1,740</b>	<b>39</b>
<b>ANTIBIÓTIC</b>	<b>166,798</b>	<b>33,000</b>	<b>4</b>
<b>ANTIDIABÉTIC</b>	<b>40,740</b>	<b>10,000</b>	<b>4</b>
<b>DIURÉTIC</b>	<b>36,718</b>	<b>9,000</b>	<b>4</b>

**Fuente:** datos obtenidos, según movimientos de inventario generados por el Departamento de Producción en un año.

TABLA X ANALGÉSIC

Tamaño del pedido	No. Prom. en unid.	Inventario promedio	Costo unitario	Costo de Manten.	CTEM	Ped. en un año	Costo del pedido	CTCP	CTA
30,000	15,000	2,055,000	137	0.15	308,250	1	2,519	2,519	310,769
15,000	7,500	1,027,500	137	0.15	154,125	2	2,519	5,038	159,163
10,000	5,000	685,000	137	0.15	102,750	3	2,519	7,557	110,307
5,000	2,500	342,500	137	0.15	51,375	6	2,519	15,114	66,489
1,000	500	68,500	137	0.15	10,275	30	2,519	75,570	85,845
Tamaño del pedido	No. Prom. en unid.	Inventario promedio	Costo unitario	Costo de Manten.	CTEM	Ped. en un año	Costo del pedido	CTCP	CTA
440,000	220,000	75,460	0.34	0.10	7,546	1	298	298	7,844
220,000	110,000	37,730	0.34	0.10	3,773	2	298	596	4,369
88,000	44,000	15,092	0.34	0.10	1,509	5	298	1,490	2,999
55,000	27,500	9,433	0.34	0.10	943	8	298	2,384	3,327
40,000	20,000	6,860	0.34	0.10	686	11	298	3,278	3,964
Tamaño del pedido	No. Prom. en unid.	Inventario promedio	Costo unitario	Costo de Manten.	CTEM	Ped. en un año	Costo del pedido	CTCP	CTA
2,100	1,050	98,700	94.00	0.10	9,870	1	2,519	2,519	12,389
1,050	525	49,350	94.00	0.10	4,935	2	2,519	5,038	9,973
700	350	32,900	94.00	0.10	3,290	3	2,519	7,557	10,847
300	150	14,100	94.00	0.10	1,410	7	2,519	17,633	19,043
100	50	4,700	94.00	0.10	470	21	2,519	52,899	53,369
Tamaño del pedido	No. Prom. en unid.	Inventario promedio	Costo unitario	Costo de Manten.	CTEM	Ped. en un año	Costo del pedido	CTCP	CTA
6,000	3,000	60,000	20.00	0.10	6,000	1	2,519	2,519	8,519
3,000	1,500	30,000	20.00	0.10	3,000	3	2,519	7,557	10,557
1,000	500	10,000	20.00	0.10	1,000	6	2,519	15,114	16,114
850	425	8,500	20.00	0.10	850	7	2,519	17,633	18,483
600	300	6,000	20.00	0.10	600	10	2,519	25,190	25,790

TABLA XI ANTIBIÓTIC

Tamaño del pedido	No. Prom. en unid.	Inventario promedio	Costo unitario	Costo de Manten.	CTEM	Ped. en un año	Costo del pedido	CTCP	CTA
120,000	60,000	10,200,000	170	0.15	1,530,000	1	2,519	2,519	1,532,519
60,000	30,000	5,100,000	170	0.15	765,000	2	2,519	5,038	770,038
40,000	20,000	3,400,000	170	0.15	510,000	3	2,519	7,557	517,557
30,000	15,000	2,550,000	170	0.15	382,500	4	2,519	10,076	392,576
24,000	12,000	2,040,000	170	0.15	306,000	5	2,519	12,595	318,595
Tamaño del pedido	No. Prom. en unid.	Inventario promedio	Costo unitario	Costo de Manten.	CTEM	Ped. en un año	Costo del pedido	CTCP	CTA
126,000	63,000	21,609	0.34	0.10	2,161	1	298	298	2,459
63,000	31,500	10,805	0.34	0.10	1,080	2	298	596	1,676
42,000	21,000	7,203	0.34	0.10	720	3	298	894	1,614
18,000	9,000	3,087	0.34	0.10	309	7	298	2,086	2,395
6,000	3,000	1,029	0.34	0.10	103	21	298	6,258	6,361
Tamaño del pedido	No. Prom. en unid.	Inventario promedio	Costo unitario	Costo de Manten.	CTEM	Ped. en un año	Costo del pedido	CTCP	CTA
145,000	72,500	4,350	0.06	0.10	435	1	298	298	733
72,500	36,250	2,175	0.06	0.10	218	2	298	596	814
29,000	14,500	870	0.06	0.10	87	5	298	1,490	1,577
14,500	7,250	435	0.06	0.10	44	10	298	2,980	3,024
7,250	3,625	218	0.06	0.10	22	20	298	5,960	5,982
Tamaño del pedido	No. Prom. en unid.	Inventario promedio	Costo unitario	Costo de Manten.	CTEM	Ped. en un año	Costo del pedido	CTCP	CTA
120,000	60,000	126,000	2.10	0.10	12,600	1	298	298	12,898
24,000	12,000	25,200	2.10	0.10	2,520	5	298	1,490	4,010
12,000	6,000	12,600	2.10	0.10	1,260	10	298	2,980	4,240
4,800	2,400	5,040	2.10	0.10	504	25	298	7,450	7,954
4,000	2,000	4,200	2.10	0.10	420	30	298	8,940	9,360
Tamaño del pedido	No. Prom. en unid.	Inventario promedio	Costo unitario	Costo de Manten.	CTEM	Ped. en un año	Costo del pedido	CTCP	CTA
130,000	65,000	24,700	0.38	0.10	2,470	1	298	298	2,768
65,000	32,500	12,350	0.38	0.10	1,235	2	298	596	1,831
26,000	13,000	4,940	0.38	0.10	494	5	298	1,490	1,984
16,250	8,125	3,088	0.38	0.10	309	8	298	2,384	2,693
13,000	6,500	2,470	0.38	0.10	247	10	298	2,980	3,227

**ANTIDIABÉTIC**

**TABLA XII**

Tamaño del pedido	No. Prom. en unid.	Inventario promedio	Costo unitario	Costo de Manten.	CTEM	Ped. en un año	Costo del pedido	CTCP	CTA
50	25.0	938,175	37,527	0.15	140,726	1	2,519	2,519	143,245
25	12.5	469,088	37,527	0.15	70,363	2	2,519	5,038	75,401
10	5.0	187,635	37,527	0.15	28,145	5	2,519	12,595	40,740
5	2.5	93,818	37,527	0.15	14,073	10	2,519	25,190	39,263
2	1.0	37,527	37,527	0.15	5,629	25	2,519	62,975	68,604
<b>Tamaño del pedido</b>	<b>No. Prom. en unid.</b>	<b>Inventario promedio</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo de Manten.</b>	<b>CTEM</b>	<b>Ped. en un año</b>	<b>Costo del pedido</b>	<b>CTCP</b>	<b>CTA</b>
50,000	25,000	3,500	0.14	0.10	360	1	298	298	648
25,000	12,500	1,750	0.14	0.10	175	2	298	596	771
10,000	5,000	700	0.14	0.10	70	5	298	1,490	1,560
5,000	2,500	350	0.14	0.10	35	10	298	2,980	3,015
2,000	1,000	140	0.14	0.10	14	25	298	7,450	7,464
<b>Tamaño del pedido</b>	<b>No. Prom. en unid.</b>	<b>Inventario promedio</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo de Manten.</b>	<b>CTEM</b>	<b>Ped. en un año</b>	<b>Costo del pedido</b>	<b>CTCP</b>	<b>CTA</b>
60,000	30,000	1,800	0.06	0.10	180	1	298	298	478
30,000	15,000	900	0.06	0.10	90	2	298	596	686
20,000	10,000	600	0.06	0.10	60	3	298	894	954
15,000	7,500	450	0.06	0.10	45	4	298	1,192	1,237
12,000	6,000	360	0.06	0.10	36	5	298	1,490	1,526
<b>Tamaño del pedido</b>	<b>No. Prom. en unid.</b>	<b>Inventario promedio</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo de Manten.</b>	<b>CTEM</b>	<b>Ped. en un año</b>	<b>Costo del pedido</b>	<b>CTCP</b>	<b>CTA</b>
2,000	1,000	40,000	40.00	0.10	4,000	1	2,519	2,519	6,519
1,000	500	20,000	40.00	0.10	2,000	5	2,519	12,595	14,595
500	250	10,000	40.00	0.10	1,000	10	2,519	25,190	26,190
400	200	8,000	40.00	0.10	800	25	2,519	62,975	63,775
200	100	4,000	40.00	0.10	400	30	2,519	75,570	75,970
<b>Tamaño del pedido</b>	<b>No. Prom. en unid.</b>	<b>Inventario promedio</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo de Manten.</b>	<b>CTEM</b>	<b>Ped. en un año</b>	<b>Costo del pedido</b>	<b>CTCP</b>	<b>CTA</b>
400	200	20,400	102.00	0.10	2,040	1	2,519	2,519	4,559
200	100	10,200	102.00	0.10	1,020	2	2,519	5,038	6,058
100	50	5,100	102.00	0.10	510	4	2,519	10,076	10,586
80	40	4,080	102.00	0.10	408	5	2,519	12,595	13,003
50	25	2,550	102.00	0.10	255	8	2,519	20,152	20,407

TABLA XIII DIURÉTIC

Tamaño del pedido	No. Prom. en unid.	Inventario promedio	Costo unitario	Costo de Manten.	CTEM	Ped. en un año	Costo del pedido	CTCP	CTA
350	175.0	804,125	4,595	0.15	120,619	1	2,519	2,519	123,138
175	87.5	402,063	4,595	0.15	60,309	2	2,519	5,038	65,347
70	35.0	160,825	4,595	0.15	24,124	5	2,519	12,595	36,719
50	25.0	114,875	4,595	0.15	17,231	7	2,519	17,633	34,864
35	17.5	80,413	4,595	0.15	12,062	10	2,519	25,190	37,252
<b>Tamaño del pedido</b>	<b>No. Prom. en unid.</b>	<b>inventario promedio</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo de Manten.</b>	<b>CTEM</b>	<b>Ped. en un año</b>	<b>Costo del pedido</b>	<b>CTCP</b>	<b>CTA</b>
20,000	10,000	1,600	0.16	0.10	160	1	298	298	458
10,000	5,000	800	0.16	0.10	80	2	298	596	676
5,000	2,500	400	0.16	0.10	40	4	298	1,192	1,232
4,000	2,000	320	0.16	0.10	32	5	298	1,490	1,522
2,500	1,250	200	0.16	0.10	20	8	298	2,384	2,404
<b>Tamaño del pedido</b>	<b>No. Prom. en unid.</b>	<b>inventario promedio</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo de Manten.</b>	<b>CTEM</b>	<b>Ped. en un año</b>	<b>Costo del pedido</b>	<b>CTCP</b>	<b>CTA</b>
25,000	12,500	750	0.06	0.10	75	1	298	298	373
12,500	6,250	375	0.06	0.10	38	2	298	596	634
6,250	3,125	188	0.06	0.10	19	4	298	1,192	1,211
5,000	2,500	150	0.06	0.10	15	5	298	1,490	1,505
2,500	1,250	75	0.06	0.10	8	10	298	2,980	2,988
<b>Tamaño del pedido</b>	<b>No. Prom. en unid.</b>	<b>inventario promedio</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo de Manten.</b>	<b>CTEM</b>	<b>Ped. en un año</b>	<b>Costo del pedido</b>	<b>CTCP</b>	<b>CTA</b>
700	350	14,000	40.00	0.10	1,400	1	2,519	2,519	3,919
350	175	7,000	40.00	0.10	700	2	2,519	5,038	5,738
175	88	3,500	40.00	0.10	350	4	2,519	10,076	10,426
140	70	2,800	40.00	0.10	280	5	2,519	12,595	12,875
100	50	2,000	40.00	0.10	200	7	2,519	17,633	17,833
<b>Tamaño del pedido</b>	<b>No. Prom. en unid.</b>	<b>inventario promedio</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo de Manten.</b>	<b>CTEM</b>	<b>Ped. en un año</b>	<b>Costo del pedido</b>	<b>CTCP</b>	<b>CTA</b>
300	150	15,300	102.00	0.10	1,530	1	2,519	2,519	4,049
150	75	7,650	102.00	0.10	765	2	2,519	5,038	5,803
100	50	5,100	102.00	0.10	510	3	2,519	7,557	8,067
75	38	3,825	102.00	0.10	383	4	2,519	10,076	10,459
60	30	3,060	102.00	0.10	306	5	2,519	12,595	12,901



## CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE PEDIDO MÁS ECONÓMICA

TABLA XIV

MATERIAL	TAMAÑO DEL PEDIDO	COSTO DEL PEDIDO	COSTO UNITARIO	% COSTO DE MANTENIMIENTO	CPE	COSTO TOTAL ANUAL	NUMERO DE PEDIDOS AL AÑO	CPE REDONDEADA	COSTO TOTAL ANUAL
ANALGÉSIC	SUSTANCIA ACTIVA A	2519.00	137.00	0.15	2712	55574.80	11	2800	56635.42
	EST. PARA ANALGÉSIC	298.00	0.34	0.10	87823	2982.99	5	90000	3023.00
	ALUM. PARA ANALGÉSIC	2519.00	94.00	0.10	1061	10024.70	2	1100	10156.23
	PVC PARA ANALGÉSIC	2519.00	20.00	0.10	3888	8926.00	2	4000	7887.67

TABLA XV

MATERIAL	TAMAÑO DEL PEDIDO	COSTO DEL PEDIDO	COSTO UNITARIO	% COSTO DE MANTENIMIENTO	CPE	COSTO TOTAL ANUAL	NUMERO DE PEDIDOS AL AÑO	CPE REDONDEADA	COSTO TOTAL ANUAL
ANTIBIÓTIC	SEMITERMINA DO COMPRADO	2519.00	170.00	0.15	4869	125054.75	25	4900	124556.16
	EST. PARA ANTI BIÓTIC	298.00	0.34	0.10	46997	1692.95	3	50000	1648.95
	INST. PARA ANTI BIÓTIC	298.00	0.06	0.10	120014	658.04	1	120000	720.04
	SOLVENTE P/ ANTI BIÓTIC	298.00	2.10	0.10	18455	4023.78	7	18500	3880.23
	PANAL PARA ANTI BIÓTIC	298.00	0.38	0.10	45155	1751.94	3	45200	1716.74

TABLA XVI

MATERIAL	TAMAÑO DEL PEDIDO	COSTO DEL PEDIDO	COSTO UNITARIO	% COSTO DE MANTENIMIENTO	CPE	COSTO TOTAL ANUAL	NUMERO DE PEDIDOS AL AÑO	CPE REDONDEADA	COSTO TOTAL ANUAL
ANTIABIÉTIC	SUSTANCIA ACTIVA B	2519.00	37527.00	0.15	7	37334.68	7	7	38529.56
	EST. PARA ANTIABIÉTIC	298.00	0.14	0.10	46136	620.95	1	50000	672.96
	INST. PARA ANTIABIÉTIC	298.00	0.06	0.10	77201	529.60	1	80000	471.60
	PVC 129 mm P/ ANTIABIÉTIC	2519.00	40.00	0.10	1587	5693.00	1	1600	6374.27
ALUM. PARA ANTIABIÉTIC	400	2519.00	102.00	0.10	444	4783.40	1	450	4561.88

TABLA XVII

MATERIAL	TAMAÑO DEL PEDIDO	COSTO DEL PEDIDO	COSTO UNITARIO	% COSTO DE MANTENIMIENTO	CPE	COSTO TOTAL ANUAL	NUMERO DE PEDIDOS AL AÑO	CPE REDONDEADA	COSTO TOTAL ANUAL	
DIURÉTIC	SUSTANCIA ACTIVA C	2519.00	4595.00	0.15	51	35208.88	7	51	35006.84	
	EST. PARA DIURÉTIC	298.00	0.16	0.10	27295	516.36	1	30000	458.36	
	INST. PARA DIURÉTIC	298.00	0.06	0.10	49833	447.50	1	50000	299.50	
	PVC 129 mm P/ DIURÉTIC	700	2519.00	40.00	0.10	939	4397.00	1	950	3777.92
	ALUM. PARA DIURÉTIC	300	2519.00	102.00	0.10	385	4482.50	1	400	4003.18

**TABLA XVIII**

<b>GASTOS PROMEDIO DEL CENTRO DE COSTOS EN LA COLOCACIÓN DE UN PEDIDO</b>	
Sueldo compras	Q. 15,000.00
Bonificaciones compras	4,577.00
Aguinaldos compras	1,632.00
Bono 14 compras	1,632.00
Cuota Seguridad Social	1,800.00
Servicio de comedor	600.00
Seguro Médico	500.00
Mantenimiento equipo de transporte	200.00
Seguro incendios	200.00
Seguro dinero y valores	50.00
Correo	1,345.00
Teléfono y fax	1,000.00
Materiales de oficina	300.00
Fotocopias	650.00
Parqueos	10.00
<b>TOTAL</b>	<b>Q. 29,496.00</b>

Actualmente se hace un promedio de 26 pedidos por importación y 99 pedidos locales, que hacen un total de 125 pedidos al mes.

Por lo que la colocación de un pedido local, es:

$$\text{CPL} = 29,496 / 99 = \underline{\underline{\text{Q. 298.00}}}$$

la colocación de un pedido por importación es:

$$\text{CPI} = \text{Total gastos} + (\text{flete, acarreo, almacenaje y otros}) / \# \text{. Ped. Imp.}$$

$$\text{CPI} = (29,496 + 36,000) / 26 = \underline{\underline{\text{Q. 2,519.00}}}$$

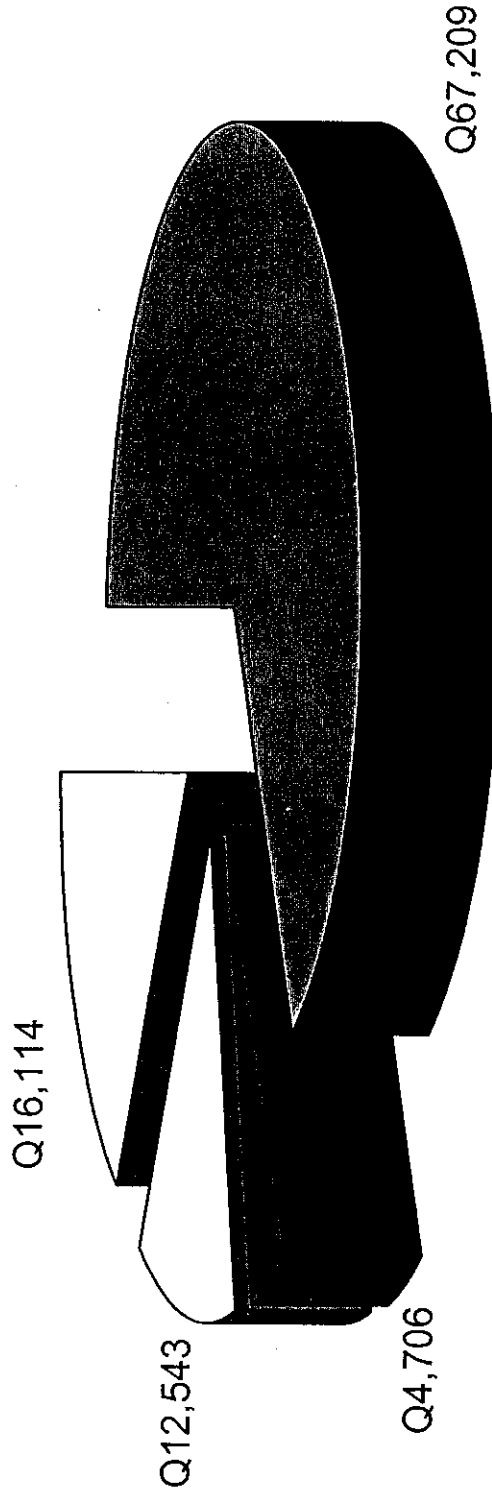
**TABLA XIX. Simulación de CPE de los productos para el año 1999**

<b>ANALGÉSIC 1999</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>TAMAÑO DEL PEDIDO</b>	<b>COSTO DEL PEDIDO</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>% COSTO DE MANTENIMIENTO</b>	<b>CPE REDONDEADA</b>
	SUSTANCIA ACTIVA A	30000	2519.00	137.00	0.15	2800
	EST. PARA ANALGÉSIC	440000	298.00	0.34	0.10	90000
	ALUM. PARA ANALGÉSIC	2100	2519.00	94.00	0.10	1100
	PVC PARA ANALGÉSIC	6000	2519.00	20.00	0.10	4000
<b>ANTIBIÓTIC 1999</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>TAMAÑO DEL PEDIDO</b>	<b>COSTO DEL PEDIDO</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>% COSTO DE MANTENIMIENTO</b>	<b>CPE REDONDEADA</b>
	SEMITERMINADO COMPRADO	120000	2519.00	170.00	0.15	4900
	EST. PARA ANTIBIÓTIC	126000	298.00	0.34	0.10	50000
	INST. PARA ANTIBIÓTIC	145000	298.00	0.06	0.10	120000
	SOLVENTE ANTIBIÓTIC	120000	298.00	2.10	0.10	18500
	PANAL PARA ANTIBIÓTIC	130000	298.00	0.38	0.10	45200
<b>ANTIABIÉTIC 1999</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>TAMAÑO DEL PEDIDO</b>	<b>COSTO DEL PEDIDO</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>% COSTO DE MANTENIMIENTO</b>	<b>CPE REDONDEADA</b>
	SUSTANCIA ACTIVA B	50	2519.00	37527.00	0.15	7
	EST. PARA ANTIABIÉTIC	50000	298.00	0.14	0.10	50000
	INST. PARA ANTIABIÉTIC	60000	298.00	0.06	0.10	80000
	PVC 129 mm ANTIABIÉTIC	2000	2519.00	40.00	0.10	1600
	ALUM. PARA ANTIABIÉTIC	400	2519.00	102.00	0.10	450
<b>DIURÉTIC 1999</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>TAMAÑO DEL PEDIDO</b>	<b>COSTO DEL PEDIDO</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>% COSTO DE MANTENIMIENTO</b>	<b>CPE REDONDEADA</b>
	SUSTANCIA ACTIVA C	350	2519.00	4595.00	0.15	51
	EST. PARA DIURÉTIC	20000	298.00	0.16	0.10	30000
	INST. PARA DIURÉTIC	25000	298.00	0.06	0.10	50000
	PVC 129 mm P/ DIURÉTIC	700	2519.00	40.00	0.10	950
	ALUM. PARA DIURÉTIC	300	2519.00	102.00	0.10	400

**TABLA XX. Simulación de CPE de los productos para años 2000 y 2001**

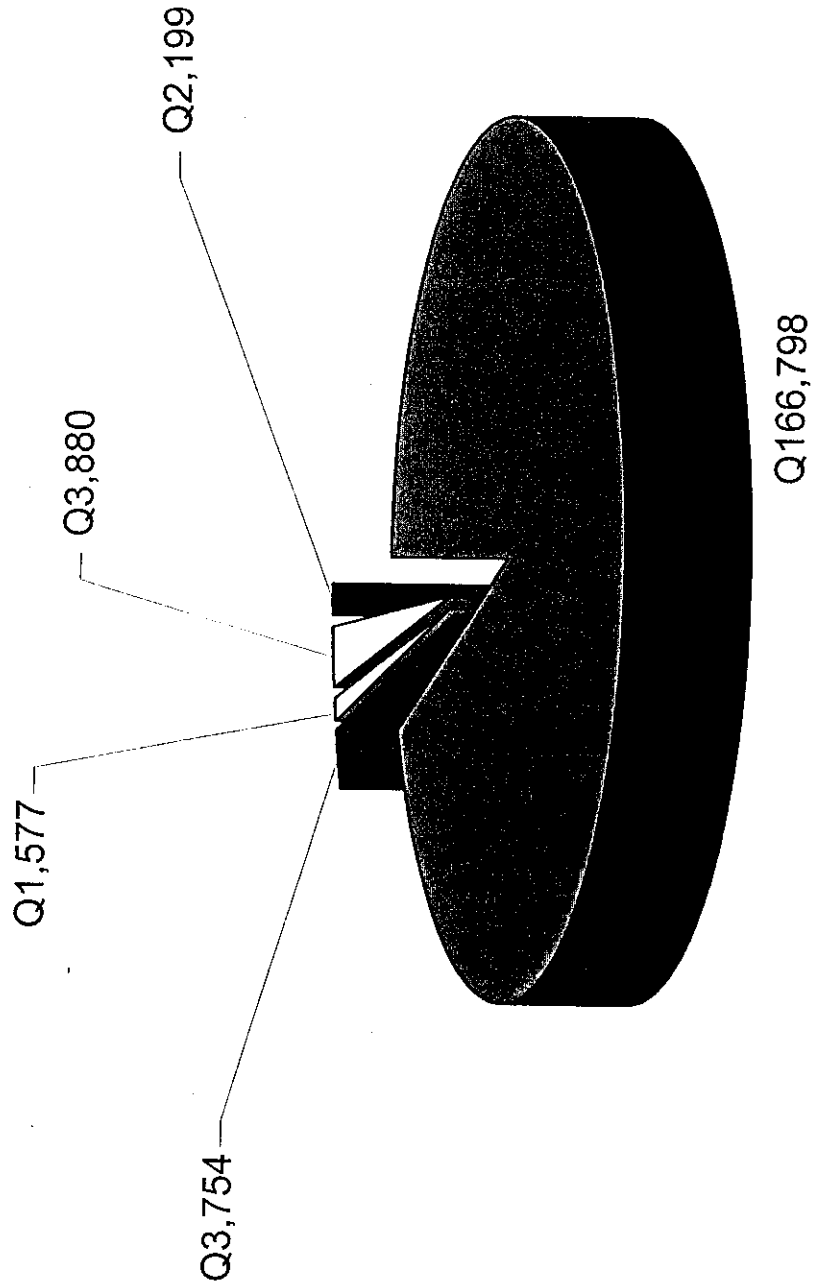
ANALGÉSIC	MATERIAL	CPE APROX. 1999	CPE APROX. 2000	CPE APROX. 2001
	SUSTANCIA ACTIVA A	2800	3200	3649
	EST. PARA ANALGÉSIC	90000	97000	106000
	ALUM. PARA ANALGÉSIC	1100	1220	1500
	PVC PARA ANALGÉSIC	4000	4500	5300
ANTIBIÓTIC	MATERIAL	CPE APROX. 1999	CPE APROX. 2000	CPE APROX. 2001
	SEMITERMI NADO COMPRADO	4900	5600	7050
	EST. PARA ANTIBIÓTIC	50000	52000	57000
	INST. PARA ANTIBIÓTIC	120000	131000	145000
	SOLVENTE P/ANTIBIÓTIC	18500	21000	23000
	PANAL PARA ANTIBIÓTIC	45200	50000	55000
ANTIDIABÉTIC	MATERIAL	CPE APROX. 1999	CPE APROX. 2000	CPE APROX. 2001
	SUSTANCIA ACTIVA B	7	8	9
	EST. PARA ANTIDIABÉTIC	50000	51000	57000
	INST. PARA ANTIDIABÉTIC	80000	84000	93000
	PVC 129 mm ANTIDIABÉTIC	1600	2000	2150
	ALUM. PARA ANTIDIABÉTIC	450	510	600
DIURÉTIC	MATERIAL	CPE APROX. 1999	CPE APROX. 2000	CPE APROX. 2001
	SUSTANCIA ACTIVA C	51	58	68
	EST. PARA DIURÉTIC	30000	31000	32000
	INST. PARA DIURÉTIC	50000	55000	60000
	PVC 129 mm DIURÉTIC	950	1100	1300
	ALUM. PARA DIURÉTIC	400	450	520

# GRÁFICA No.1 "COSTO INVERTIDO ACTUALMENTE EN ANALGÉSIC"



■ Sust. A  
■ Est.  
□ Alum.  
□ PVC

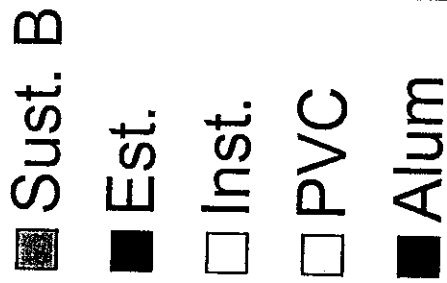
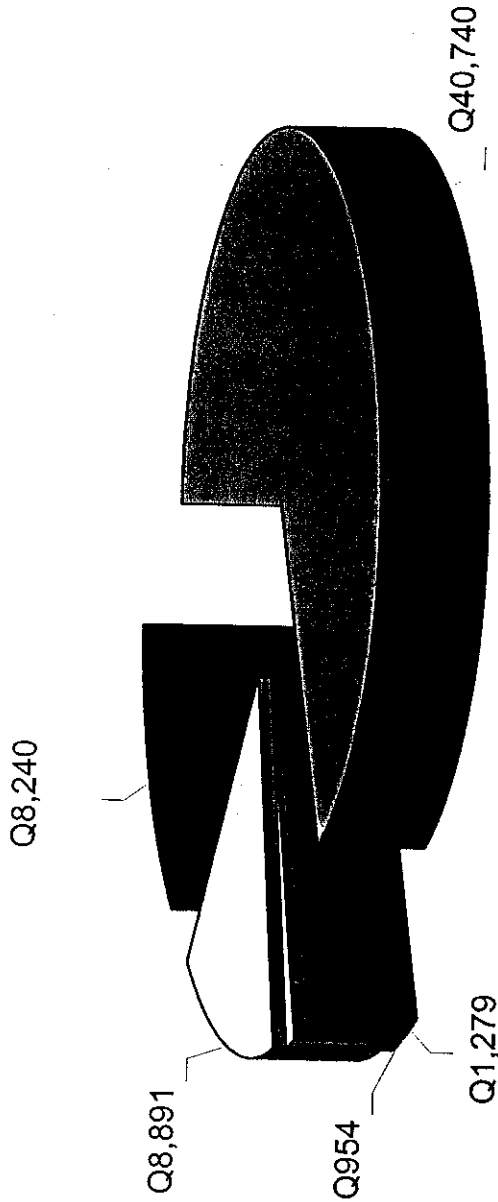
# GRÁFICA No.2 "COSTO INVERTIDO ACTUALMENTE EN ANTIBIÓTIC"



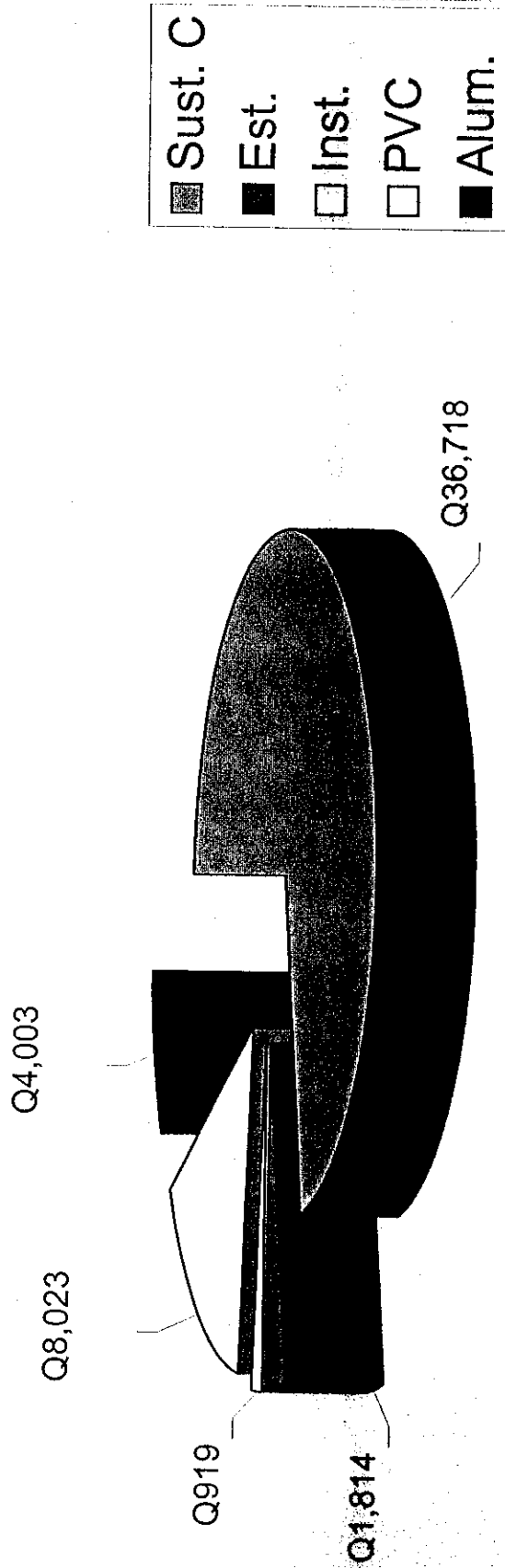
- Semit.
- Est.
- Inst.
- Solv.
- Panal



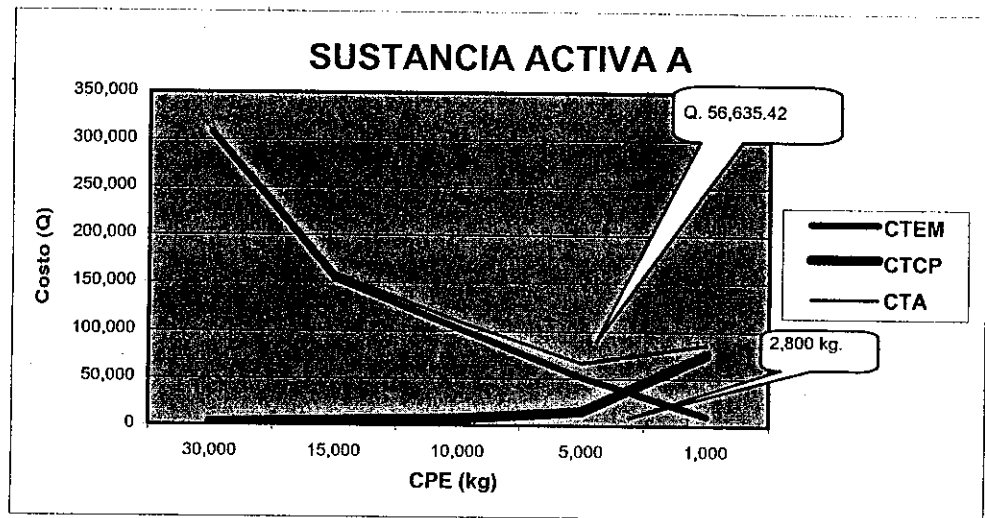
# GRÁFICA No.3 "COSTO INVERTIDO ACTUALMENTE EN ANTIDIABÉTIC"



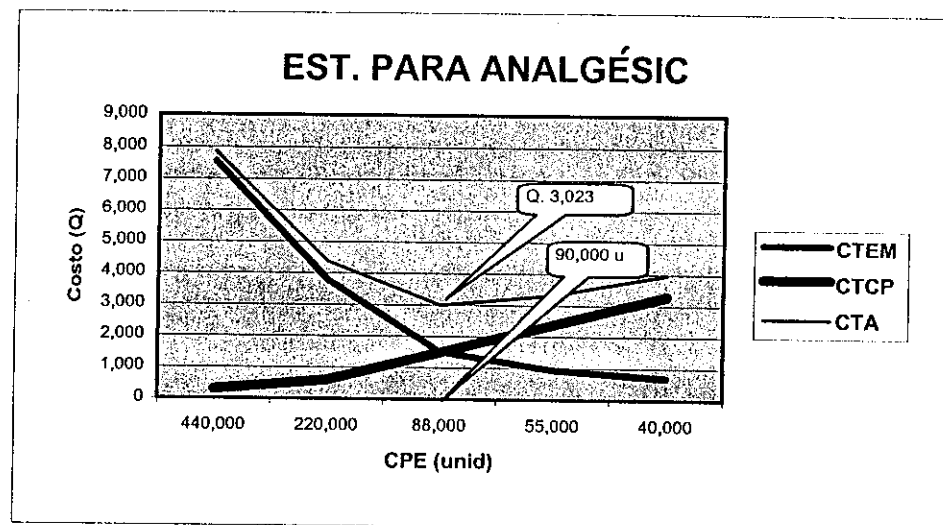
# GRÁFICA No.4 "COSTO INVERTIDO ACTUALMENTE EN DIURÉTIC"



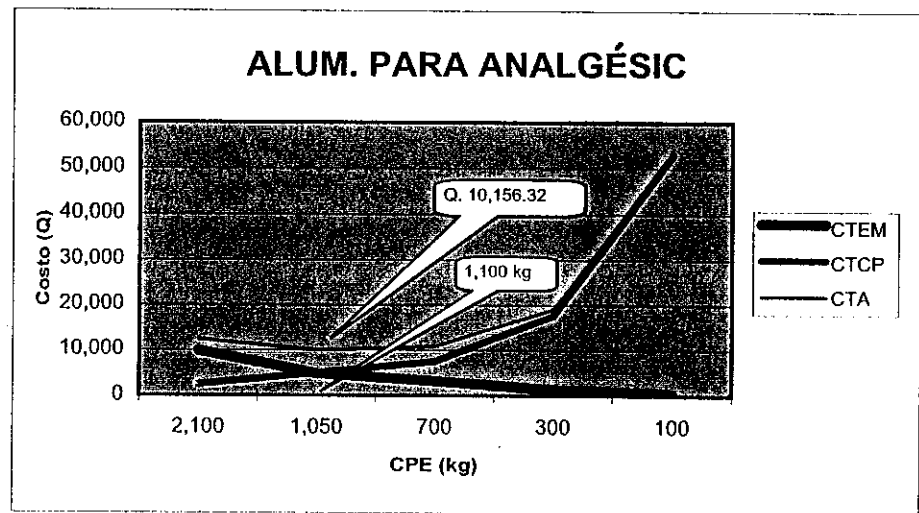
**GRÁFICA No.5**



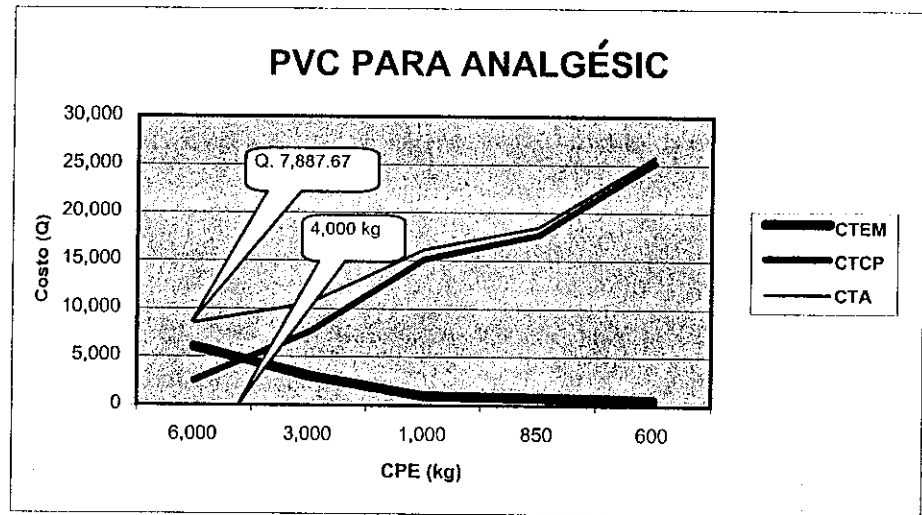
**GRÁFICA No.6**



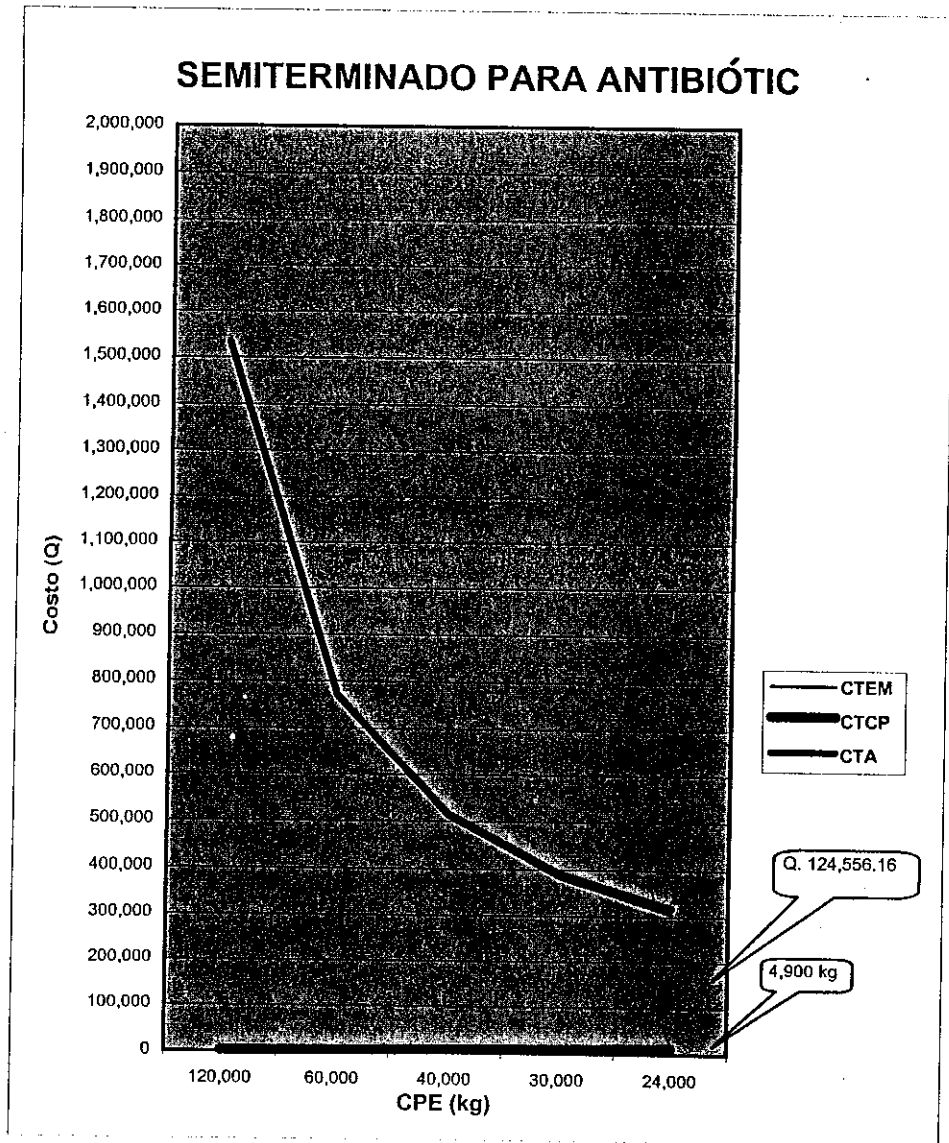
**GRÁFICA No.7**



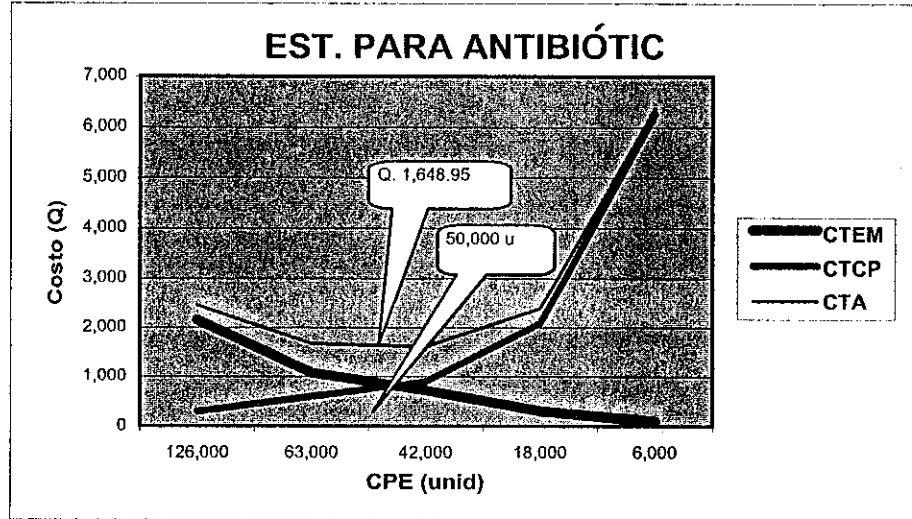
**GRÁFICA No.8**



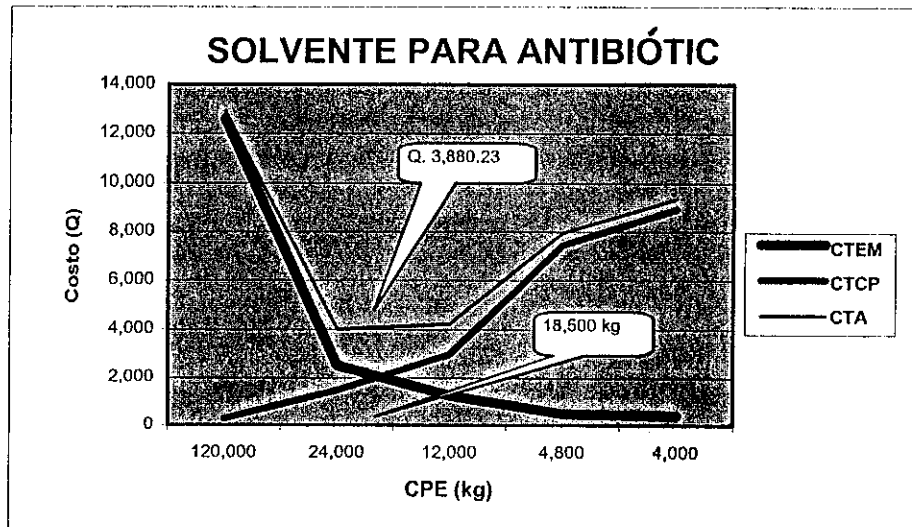
GRÁFICA No. 9



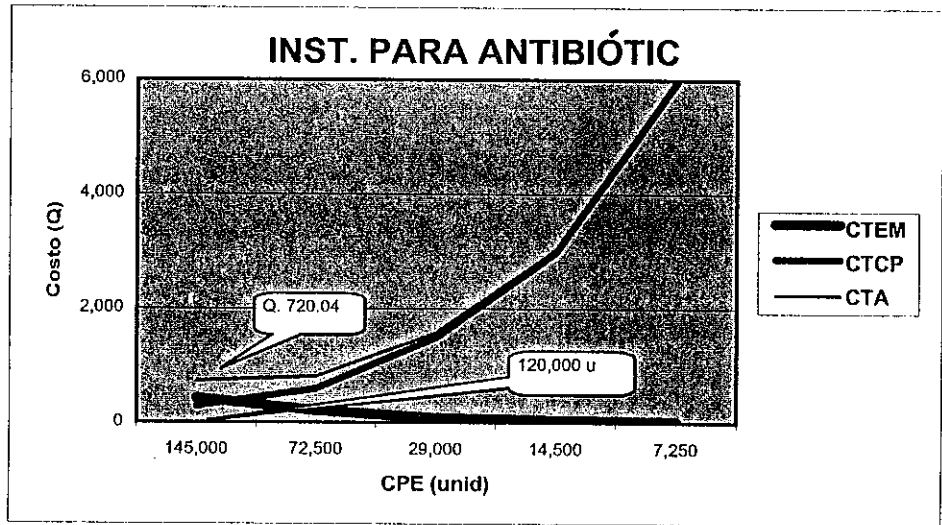
GRÁFICA No. 10



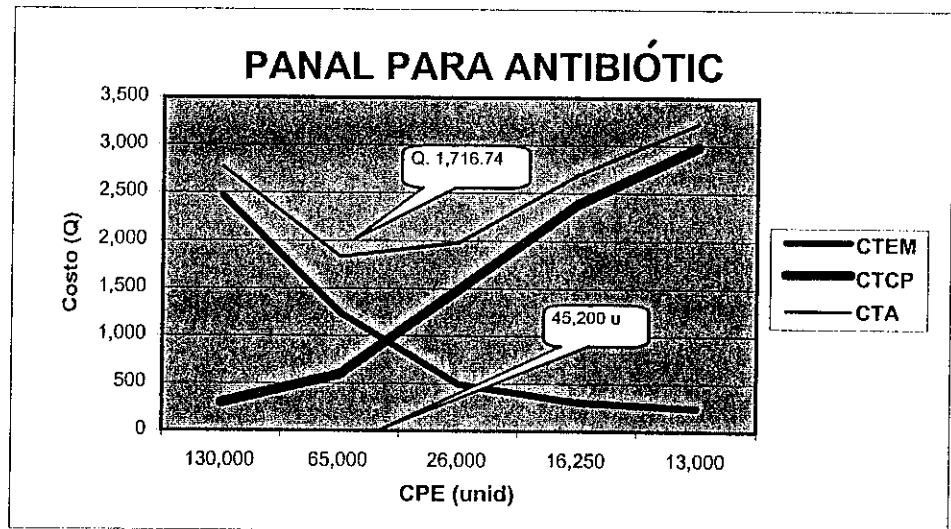
GRÁFICA No. 11



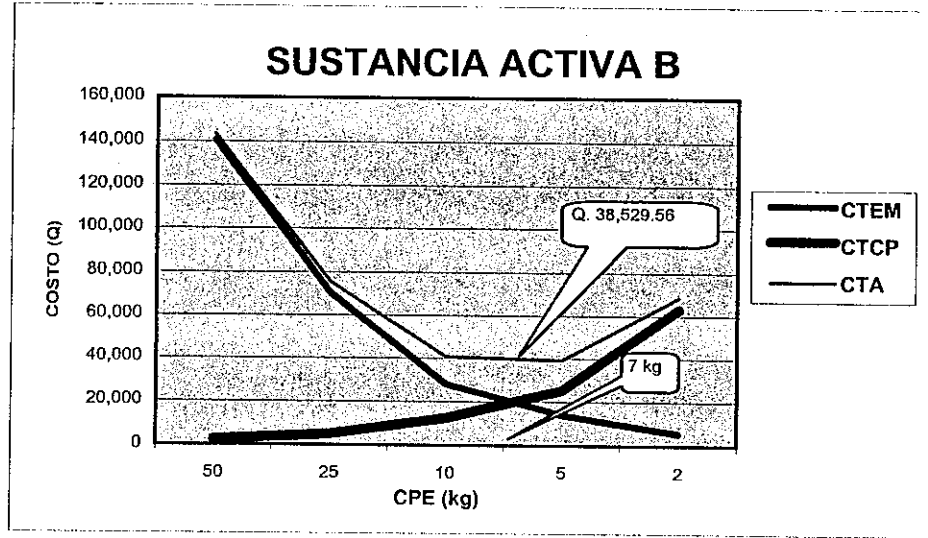
**GRÁFICA No. 12**



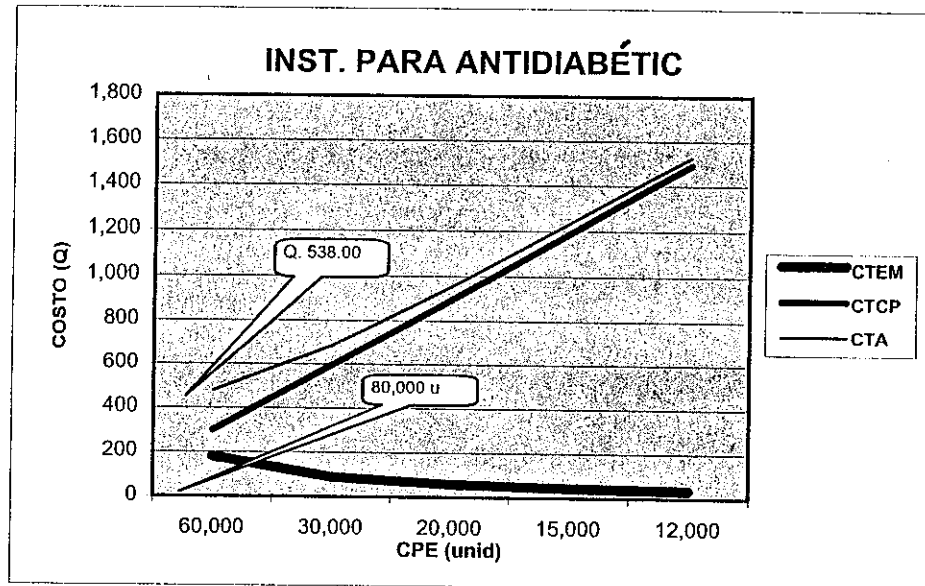
**GRÁFICA No. 13**



**GRÁFICA No. 14**

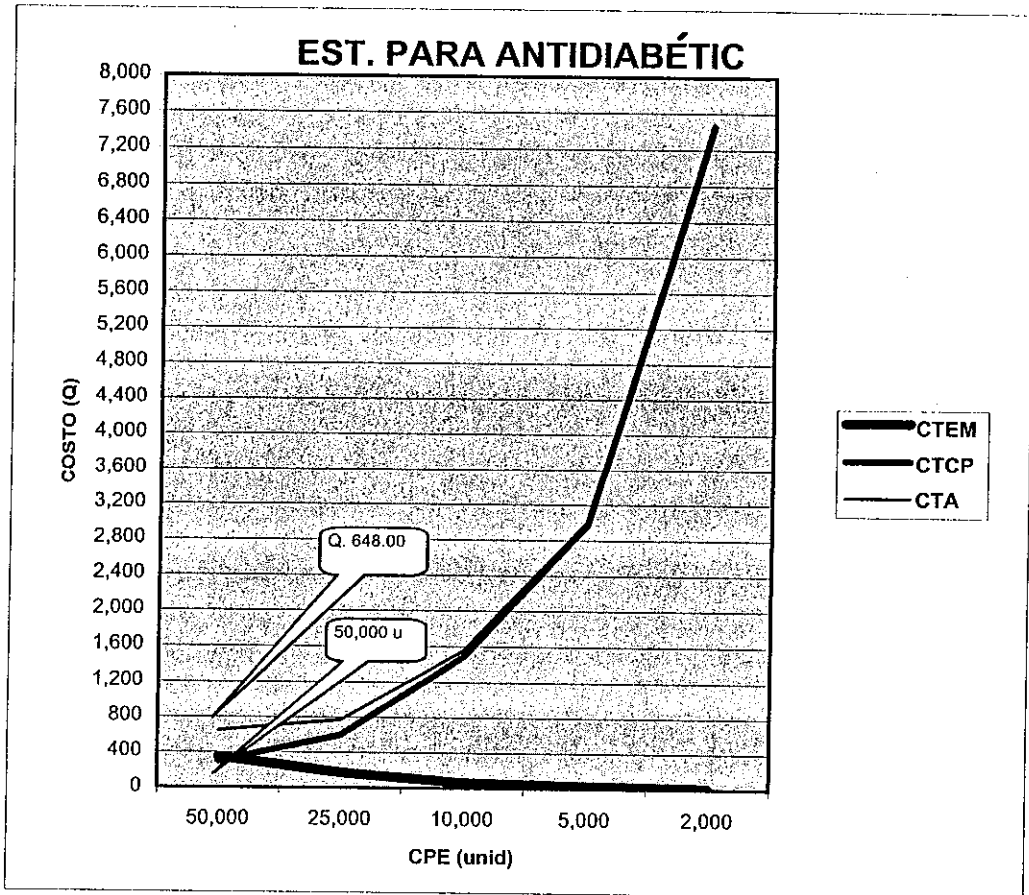


**GRÁFICA No. 15**

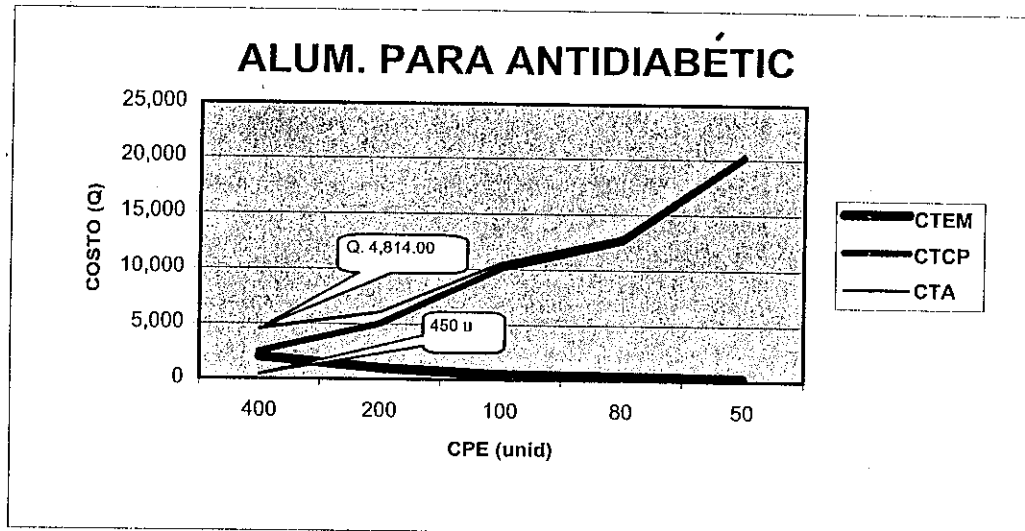




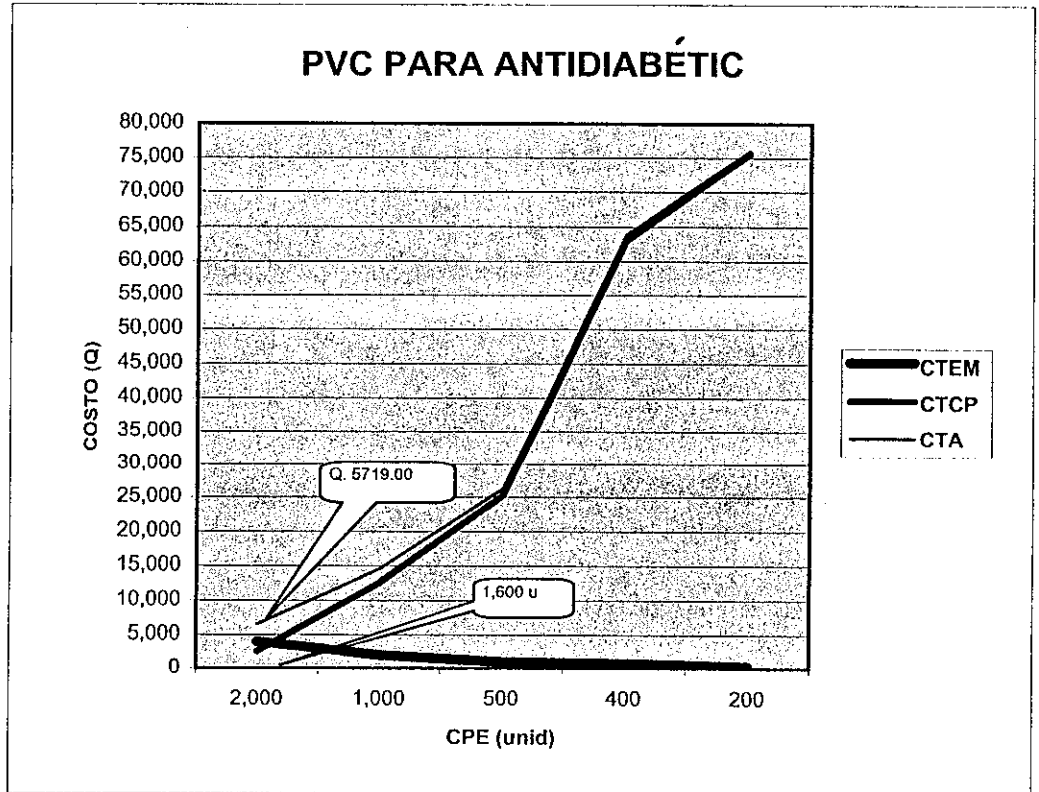
GRÁFICA No. 16



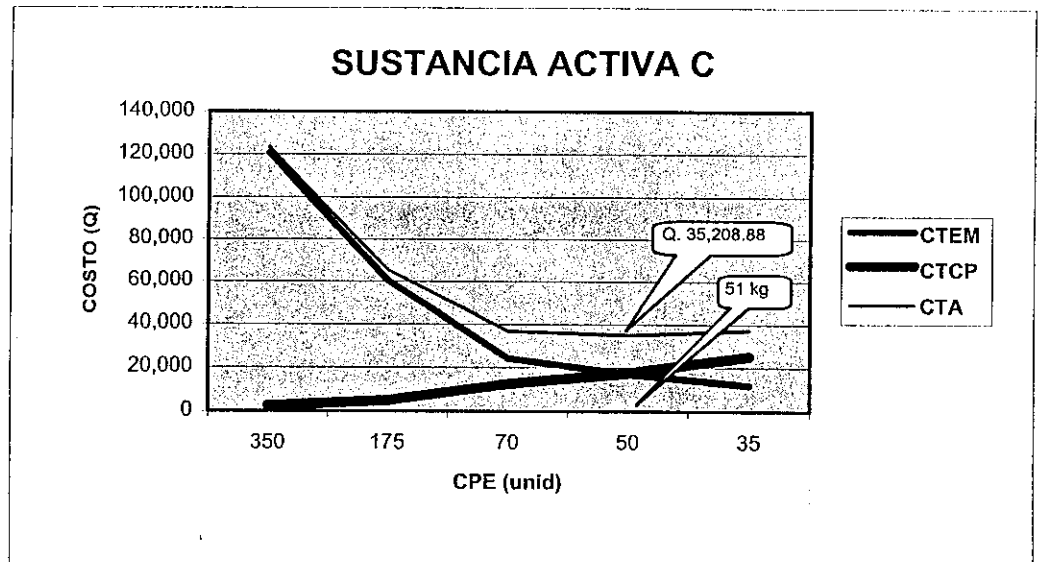
GRÁFICA No. 17



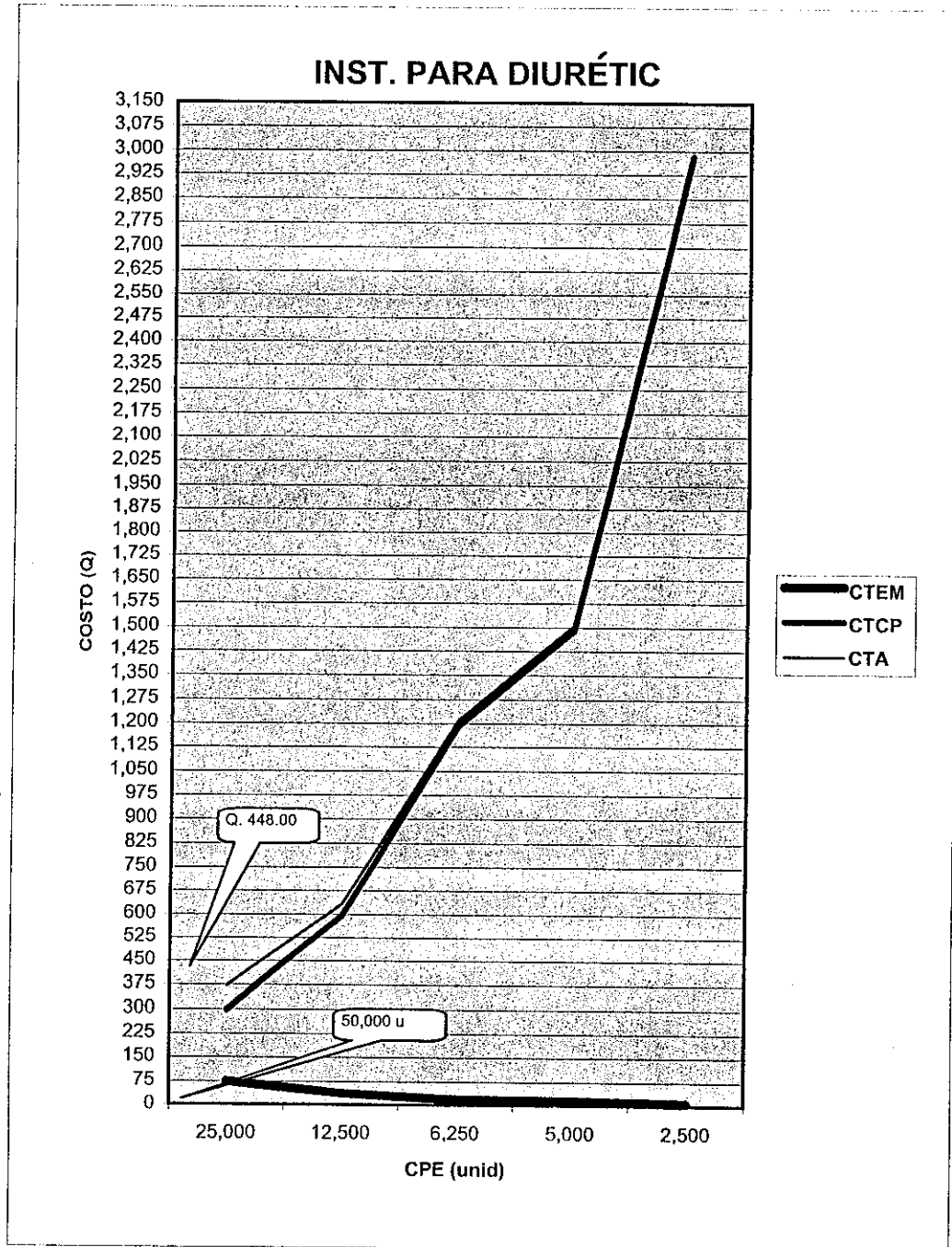
**GRÁFICA No. 18**



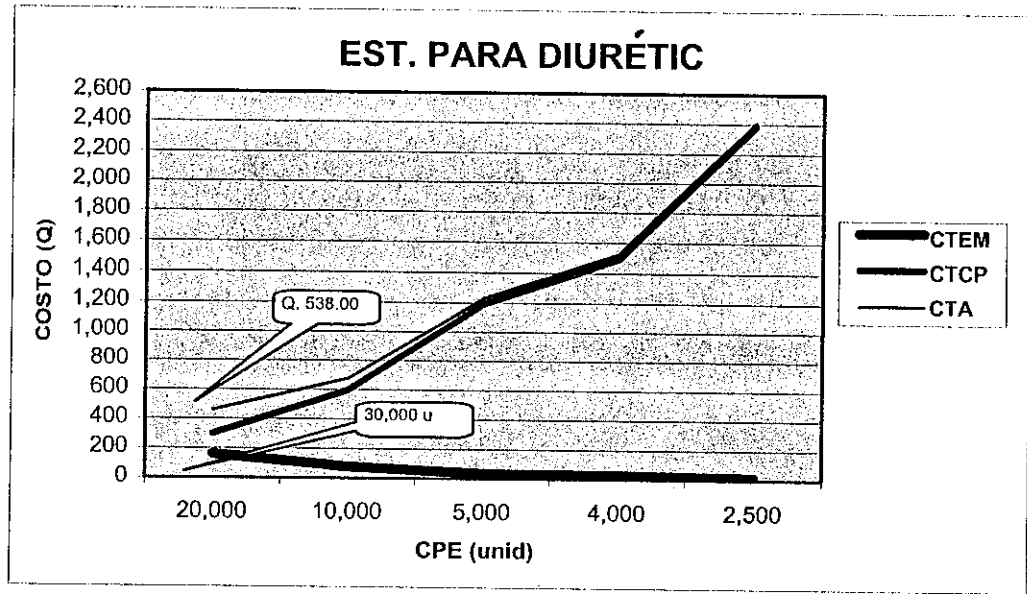
**GRÁFICA No. 19**



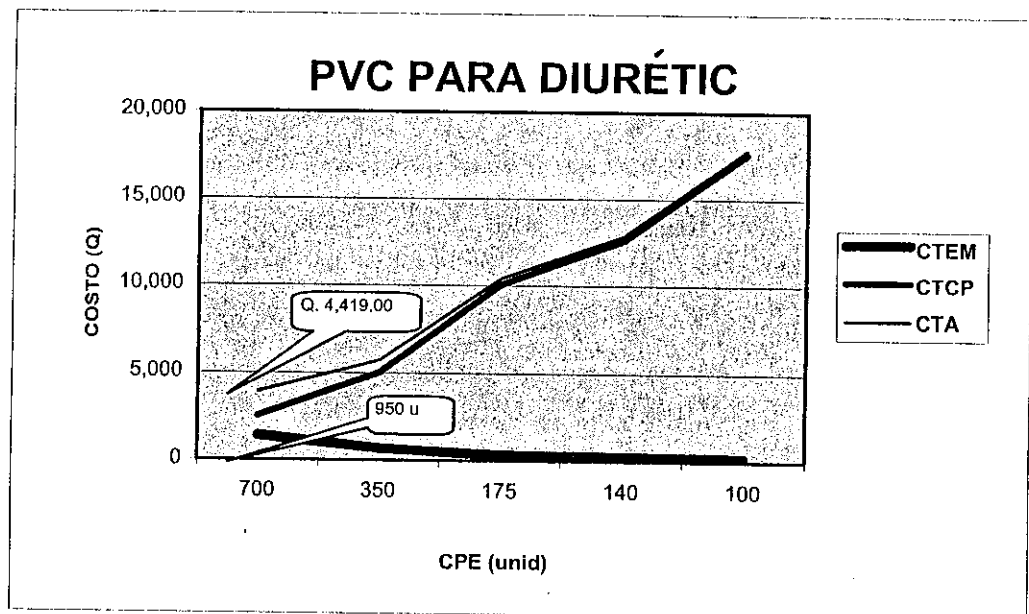
GRÁFICA No. 20



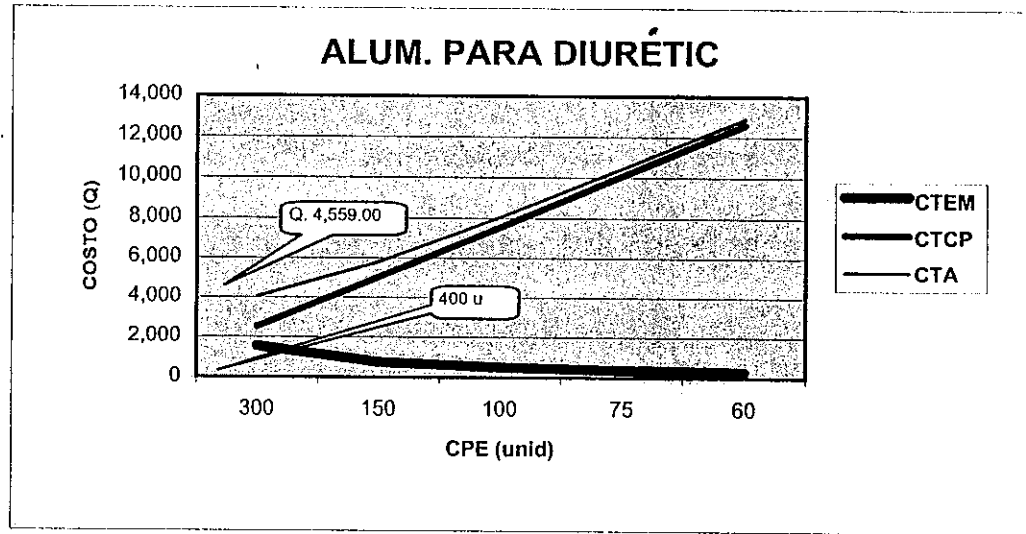
**GRÁFICA No. 21.**



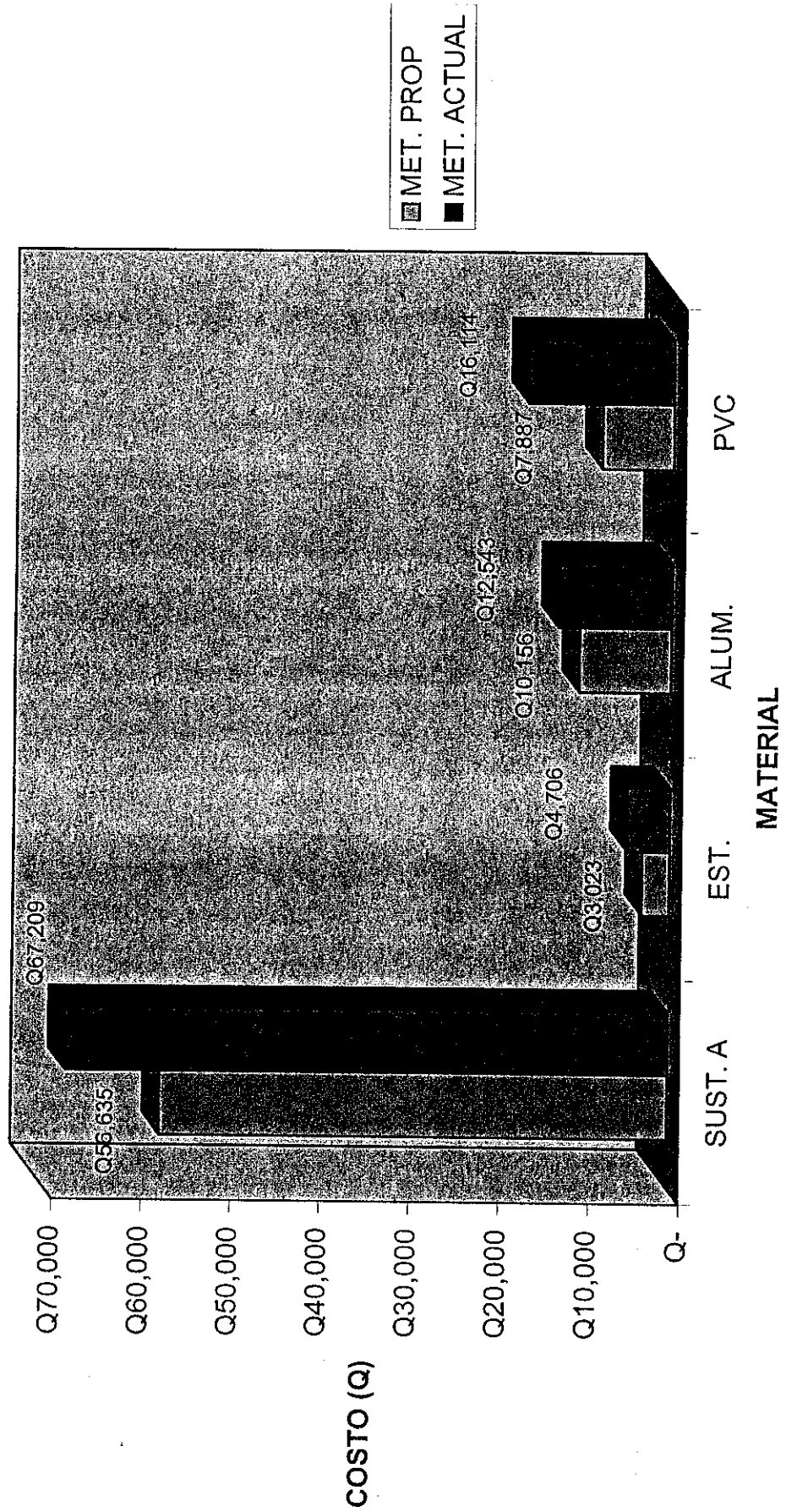
**GRÁFICA No. 22**



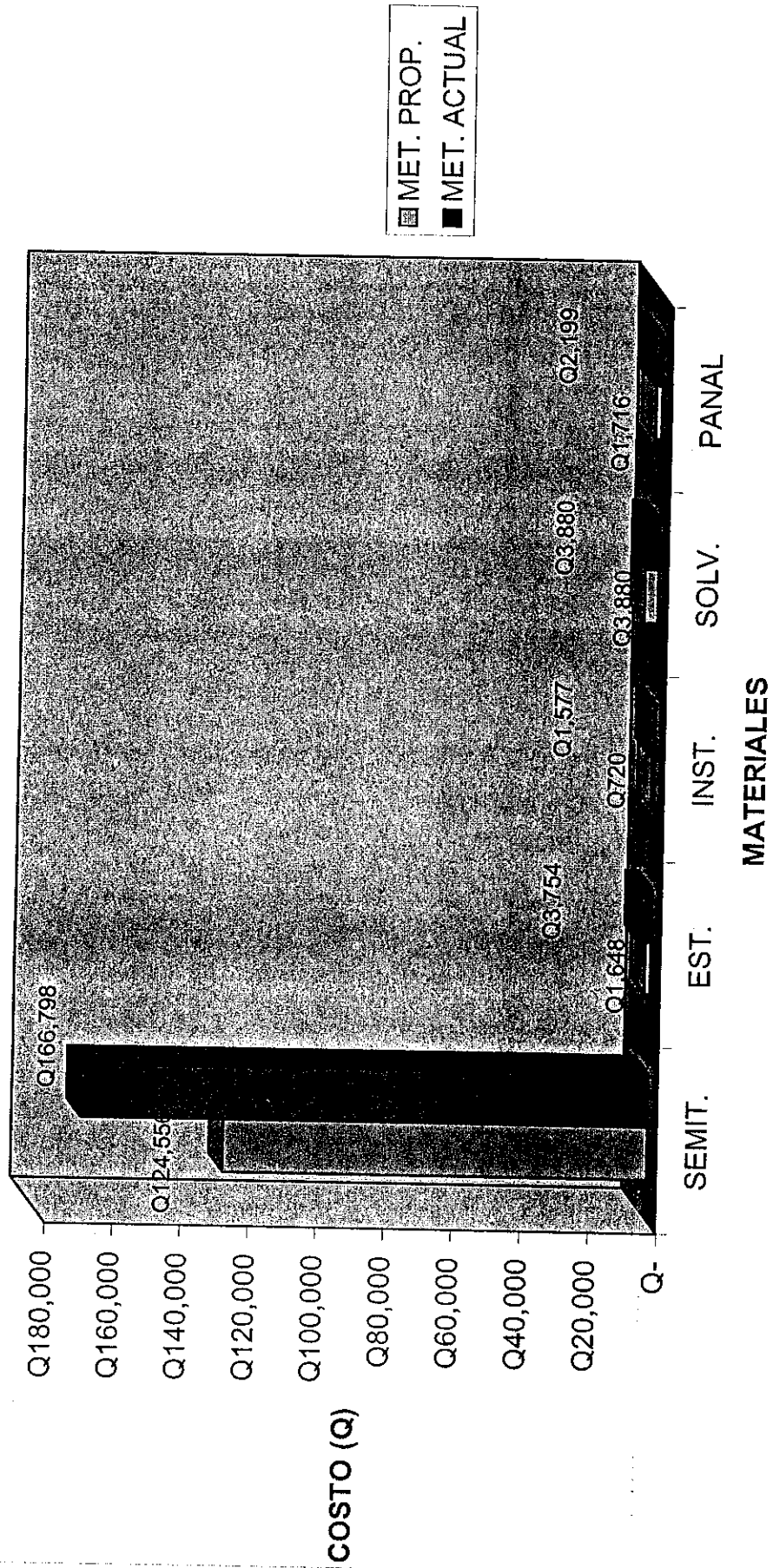
# GRÁFICA No. 23



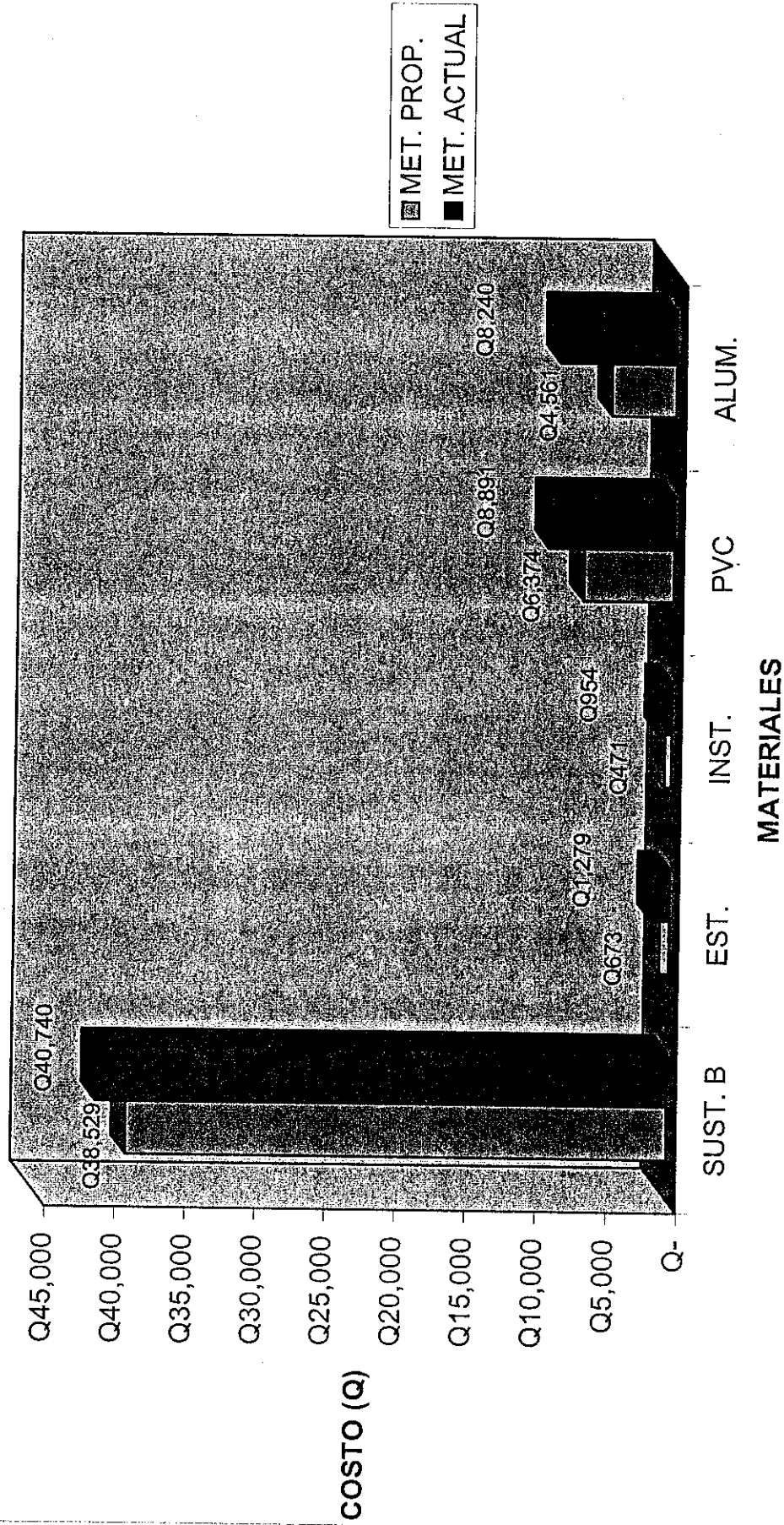
# GRÁFICA No. 24 "COMPARACIÓN ENTRE MÉTODO ACTUAL Y PROPUESTO PARA ANALGÉSIC"



# GRÁFICA No. 25 "COMPARACIÓN ENTRE MÉTODO ACTUAL Y PROPUESTO PARA ANTIBIÓTIC"



# GRÁFICA No. 26 "COMPARACIÓN ENTRE MÉTODO ACTUAL Y PROPUESTO PARA ANTIADIABÉTIC"





# GRÁFICA No. 27 "COMPARACIÓN ENTRE MÉTODO ACTUAL Y PROPUESTO PARA DIURÉTIC"

