

**Análisis Situacional y Propuesta De Mejora Para La Gestión de Inventarios  
En La Cooperativa De Ganaderos De Cartagena Ltda.  
CODEGAN.**

**IVET L. CARVAJAL GALVIS.  
JOSÉ E. ZAPATA PAYARES.**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR.  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL.  
MINOR DE LOGÍSTICA EMPRESARIAL.  
CARTAGENA.**

**2004**

**Análisis Situacional y Propuesta De Mejora Para La Gestión de Inventarios  
En La Cooperativa De Ganaderos De Cartagena Ltda.  
CODEGAN.**

**IVET L. CARVAJAL GALVIS. Cod. 01 01 901**

**JOSÉ E. ZAPATA PAYARES. Cod. 02 01 853**

**ASESOR:  
GONZALO CARDOZO CORREA.  
Ingeniero Industrial.**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR.  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL.  
MINOR DE LOGÍSTICA EMPRESARIAL.  
CARTAGENA.**

**2004**

Nota de aceptación

---

---

---

---

Presidente del jurado

---

Jurado

---

Jurado

Cartagena, 25 de octubre de 2004.

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan sus agradecimientos a:

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR, por brindarnos el conocimiento necesario para nuestra realización como profesionales.

COOPERATIVA DE GANADEROS DE CARTAGENA LTDA. CODEGAN, por permitirnos realizar nuestro estudio dentro de sus instalaciones.

GONZALO CARDOZO CORREA, Ingeniero Industrial y asesor del estudio, por su valiosa orientación.

FABIÁN PINEDA LÓPEZ, Economista y Jefe de Recursos Humanos de CODEGAN LTDA. Por su colaboración en la búsqueda de la información requerida.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.	1
OBJETIVOS.	2
JUSTIFICACIÓN.	3
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.	5
1. ASPECTOS GENERALES.	7
1.1 RESEÑA HISTÓRICA.	8
1.2 MISIÓN Y VISIÓN.	10
1.3 POSICIONAMIENTO.	11
1.4 CUBRIMIENTO.	13
1.5 ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA.	14
1.6 PRODUCTO PRINCIPAL Y GAMA DE PRODUCTO.	16
2. MARCO CONCEPTUAL Y ESTÁNDARES.	20
2.1 ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS.	20
2.2 CLASIFICACIÓN DE INVENTARIOS MEDIANTE EL SISTEMA ABC.	22
2.2.1 CLASE A	22
2.2.2 CLASE B	23
2.2.3 CLASE C	23

	<b>Pág.</b>
2.2.4 MATRIZ ABC	24
2.3 MODELOS DE INVENTARIOS.	26
2.3.1 MODELO LOTE ECONOMICO.	26
2.3.2 MODELO INVENTARIO MÁXIMO - LOTE ECONOMICO.	28
2.3.3 MODELO DE REAPROVISIONAMIENTO PERIÓDICO.	29
2.4 SISTEMA P Y Q.	31
2.4.1 MODELO Q.	31
2.4.2 MODELO P.	32
2.5 PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES	33
3. PROPUESTA.	35
3.1 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA.	35
4. ANÁLISIS DE LOS PRONÓSTICOS DE LOS PRODUCTOS ESCOGIDOS Y ELABORACIÓN DE SU MRP.	55
5. CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES DE REPUESTO MEDIANTE EL SISTEMA ABC.	68
5.1 ARTÍCULOS CLASE A	68
5.2 ARTÍCULOS CLASE B	69
5.3 ARTÍCULOS CLASE C	69
6. PROYECCIÓN DE LA DEMANDA INTERNA DE LOS REPUESTOS ESCOGIDOS SEGÚN LA CLASIFICACIÓN ABC.	71
6.1 PROYECCIÓN DEL REPUESTO CLASE A	71
6.2 PROYECCIÓN DEL REPUESTO CLASE B	75

	<b>Pág.</b>
6.3 PROYECCIÓN DEL REPUESTO C	79
7. MODELOS DE LOS SISTEMAS DE INVENTARIOS	83
7.1 ANÁLISIS DEL REPUESTO CLASE A	83
7.2 ANÁLISIS DEL REPUESTO CLASE B	85
7.3 ANÁLISIS DEL REPUESTO CLASE C	87.
8. SISTEMA P Y Q	88
8.1 SISTEMA Q	88
CONCLUSIONES	
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

## LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
GRAFICA 1. VENTA DE LECHE EN BOLSA DE 946 cc	36
GRAFICA 2. VENTA DE YOGURT 150 cc	40
GRAFICA 3. VENTA DE MANTEQUILLA 500 gr	44
GRAFICA 4. VENTA DE QUESO ESPECIAL 1000 gr	48
GRAFICA 5. VENTA DE GELATINA 120 gr	52
GRAFICA 6. CONSUMO INTERNO DEL FREON	72
GRAFICA 7. CONSUMO INTERNO DEL AISLANTE MICALEX	76
GRAFICA 8. CONSUMO INTERNO DEL AMORTIGUADOR CAUCHO # 150	80

## INTRODUCCIÓN

Mejorar el control y la administración del inventario es un objetivo clave en el impulso que realiza cada compañía para controlar la inversión, mejorar el flujo de efectivo y aumentar las utilidades y el rendimiento sobre la inversión.

Por tal razón, las compañías no pueden darse el lujo de tener amortiguadores de inventarios o “existencias de seguridad” excesivos, si quieren ser competitivas en los mercados globales. Así que, mientras que para algunas compañías puede ser necesario tener algún inventario, manejarlo, y controlarlo de manera eficiente, convirtiéndose en una prioridad; para otras puede ser un mal necesario, que conlleva a grandes costos, considerándolo como un pasivo más dentro de la empresa.

Con el fin de lograr que la empresa en estudio CODEGAN LTDA cuente con un sistema que mejore el manejo de sus inventarios, decidimos analizar cada uno de los aspectos predominantes dentro de este, utilizando información suministrada por ciertos departamentos de la misma, como ventas, almacén, mantenimiento, entre otros, con el fin de realizar el pronóstico de la demanda, el plan de requerimientos de materiales (MRP), para realizar posteriormente la clasificación de sus inventarios. Logrando de una u otra manera que los resultados finales a nuestro estudio, tengan gran trascendencia en la posición financiera y competitiva de la empresa.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Optimizar la gestión de inventarios dentro de la empresa, teniendo en cuenta los estándares establecidos mundialmente.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 🌐 Determinar las situaciones causantes del mal manejo de inventario y almacenaje de los diferentes recursos implicados en la elaboración y conservación de la gama de productos de la empresa.
  
- 🌐 Encontrar las acciones de tipo previsivo, preventivo y correctivo para evitar que se repitan, con el fin de tomar decisiones con respecto a la misma.
  
- 🌐 Determinar la estructura de gestión del sistema de control de inventario que permita su seguimiento y sostenibilidad a través del tiempo.

## JUSTIFICACIÓN

Las empresas en su afán de lograr éxito en su aspecto económico, brindarle un mejor servicio al cliente y demás aspectos que le preocupan para asegurar su crecimiento y desarrollo en el mercado, siempre han estado en constante estudio y análisis de cada uno de los hechos que dentro del área de la economía y del funcionamiento de la empresa, le han de asegurar su continuidad en el proceso de producción.

Esto sin mencionar el desconocimiento por parte de muchas empresas de herramientas tales como: Pronósticos de demanda, Stat:Fit, entre otros; que ayudan a controlar y mejorar la gestión de inventarios.

Los inventarios hacen parte importante en el proceso de producción afectando de manera considerable los aspectos económicos, de seguridad y de calidad del producto, por tal motivo y teniendo en cuenta lo estudiado en el proceso de aprendizaje, decidimos desarrollar como tema de monografía el Análisis Situacional y Propuesta De Mejora Para La Gestión de Inventarios dentro de la Cooperativa De Ganaderos De Cartagena.

El control de inventarios es uno de los procesos más complejos de la organización, ya que a menudo enfrenta intereses y consideraciones en conflictos por las múltiples incertidumbres que éste encierra.

Su planeación y ejecución implica la participación activa de varios segmentos de la organización, como ventas, finanzas, compras, producción, almacén y mantenimiento, concluyendo así que tanto el inventario como el almacenaje son parte fundamental de la empresa.

## DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Mediante la observación de cómo se lleva el manejo de materiales e inventario de la empresa CODEGAN encontramos que presenta ciertas anomalías tales como: Agotamiento de materia, de repuestos y exceso de inventario de material de baja utilización influyendo directamente en la disponibilidad de los equipos y la eficiencia de la producción; razón por la cual consideramos trabajar en pro del mejoramiento de esta área, haciendo uso de las técnicas estudiadas en la ingeniería industrial.

Por otra parte, el inventario ha de recoger las modificaciones que se produzcan con respecto a la **situación jurídica** de los bienes, ya que incide directamente en la valoración que pueda darse a los mismos.

También, observamos que la entrega de algunos insumos utilizados para la elaboración y conservación de los productos no se realiza de manera adecuada, ya que no se lleva un control específico de los mismos; afectando, no sólo el impacto en la producción sino también la determinación de los costos de materiales de empaques, costos unitarios de fabricación y las gestiones realizadas por el personal de compras.

Todo lo anteriormente expuesto nos motiva a analizar las diferentes situaciones causantes de dichos problemas, con el fin de proponer mejoras al sistema de inventario de la empresa.

## 1. ASPECTOS GENERALES

🌐 NOMBRE DE LA EMPRESA:

COOPERATIVA DE GANADEROS DE CARTAGENA LTDA. (CODEGAN)

🌐 LOCALIZACIÓN:

BOSQUE Dg 21 Tr. 51 Av. PRINCIPAL.

🌐 TELÉFONOS:

6694613 – 6694617

🌐 GERENTE GENERAL:

MAURICIO CAVALIER.

🌐 TIEMPO EN EL MERCADO:

TREINTA Y OCHO (38) AÑOS.

🌐 MERCADO QUE ATIENDE:

SUPERMERCADOS.

TIENDAS.

## 1.1 RESEÑA HISTÓRICA

Con el gran interés de proveer a la ciudadanía de Cartagena de un producto tan importante y necesario en la canasta familiar como la leche, en 1951, los ganaderos de la región de Bolívar, Sucre, Córdoba y Atlántico se organizaron y unieron para hacer montaje de una planta pasteurizadora de leche que recibiría como nombre en aquel entonces *LECHERÍA HIGIÉNICA S.A. LESA*, la cual años mas tarde pasó a manos de CICOLAC (hoy NESTLE), donde accionistas fundadores disminuyen su número de acciones y por ende queda el arbitrio de la planta en manos de esa firma que hasta entonces no contaba con sede en esta región.

En 1966, este acontecimiento impulsa a los ganaderos de la región a organizar una estructura cooperativa del sector solidario que poseyera como propósito el incrementar en óptimas condiciones la calidad de abastecimiento de leche a la población que sería traída de las fincas de los cooperados, ofreciendo así una mayor remuneración por la leche y eliminando ganancias de los intermediarios monopolistas de la leche procesada, quienes imponían a los ganaderos independientes los precios de compra de la leche cruda, controlando precios y plazos de pago (precios bajos, pagados a plazos muy largos).

La Cooperativa de ganaderos CODEGAN, fue fundada el 19 de septiembre de 1966 por 24 socios que suscribieron 6.950 acciones o certificados de aportación a razón de \$80 (ochenta pesos) cada una, para un capital suscrito de \$556.000 (quinientos cincuenta y seis mil pesos). Por resolución #00655 del día 13 de diciembre de 1966 fue concedida su personería jurídica, la cual fue protocolizada en la notaria pública Primera de Cartagena # 1991 del 20 de diciembre del mismo año

## 1.2. MISIÓN Y VISIÓN

### MISIÓN

Elaborar y comercializar productos lácteos y agrícolas de calidad cumpliendo con las regulaciones exigidas a precios cómodos y distribución oportuna apoyados en un recurso humano y tecnológico que nos garantiza el adecuado servicio y el mayor cubrimiento en ventas de la ciudad, colmando las necesidades y expectativas de nuestros consumidores procurando el bienestar de sus colaboradores, asociados, consumidores finales y la comunidad en general.

### VISIÓN

Elaborar y comercializar una variedad de productos lácteos de excelente calidad, mediante la aplicación de un sistema de calidad y buenas practicas de manufactura, utilizando tecnología de punta y recursos humanos calificado, que nos permita ser reconocido por nuestros proveedores y clientes internos y externos como la mejor empresa de lácteos de la región con proyección nacional e internacional.

### 1.3. POSICIONAMIENTO

El crecimiento de su capacidad de recepción de leche fue rápidamente aumentando con los años, al igual que la infraestructura de distribución. En los años setenta, NESTLE decidió desmontar su planta procesadora de Cartagena, y CODEGAN quedó sola en el mercado del departamento de Bolívar, alcanzando a procesar y vender mas de 40.000 litros de leche líquida. La cooperativa se fortaleció económicamente, llegando a tener mas de 200 cooperados en estos años. Hoy día, se aproxima a los 300 cooperados, grandes, medianos y pequeños ganaderos, con sede propia en el barrio Bosque, diagonal 21 con transversal 51, (avenida principal) a pocos metros del sitio donde funcionó LESA años atrás. CODEGAN cuenta con un patrimonio superior a 9.000 millones en 2002, aun cuando no ha innovado cambios tecnológicos en la planta procesadora.

En 1999, los consumidores Bolivarenses y especialmente los Cartageneros recordamos a la leche líquida CODEGAN como el producto de tradición, calidad y confianza. La empresa se encuentra posicionada en la mente de sus consumidores como una de las procesadora láctea del departamento, con la filosofía del sector solidario, sin ánimo de lucro, la cual se enfrenta a diario a nuevos retos de desarrollar planes estratégicos de mercadeo a mediano y largo plazo. Actualmente CODEGAN pasa por momentos difíciles debido a la poca

planeación de sus actividades dentro y fuera de sus instalaciones, afectando esto no sólo en el ámbito del mercadeo sino también en la producción de sus productos, convirtiéndose esta debilidad de la empresa en una fortaleza para sus competidores.

Es posible que CODEGAN muy a pesar de ofrecer a sus consumidores productos de buena calidad, no pueda en años posteriores afrontar los cambios que se presenten a nivel competitivo, razón por la cuál se vean obligados a salir del mercado, quedando sólo en el recuerdo del personal que lo apoyó incondicionalmente durante su trayectoria como una empresa dedicada a la producción de productos lácteos.

#### **1.4. CUBRIMIENTO**

CODEGAN cubre los Municipios de Cartagena, Túrbaco, Turbana, Arjona, Santa Catalina, Clemencia, Santa Rosa, San Estanislao, María la Baja, Mahates, San Juan, San Jacinto, El Carmen de Bolívar y Zambrano en el Departamento de Bolívar y San Onofre, Tolú viejo y Tolú en el Departamento de Sucre. Tenemos un cubrimiento de catorce municipios en el departamento de Bolívar y tres municipios más en el departamento de Sucre.

## **1.5.ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA**

La estructura administrativa está conformada por la Asamblea general de asociados, Consejo de administración, Junta de vigilancia, revisoría fiscal, comité de apelaciones, comité de solidaridad, comité de ahorro y crédito, comité de educación, Gerencia general y jefes de departamentos. El hecho de que los honorable consejeros, directivos y la gran mayoría del personal de la empresa son de orígenes de la sabana de Bolívar, sumado al hecho de que muchos empleados y distribuidores de LESA pasaron a CODEGAN, marcó en los clientes una imagen confiable, de leche pura, natural, traída de fincas, sin adulteraciones. CODEGAN ha fortalecido un estilo administrativo particular de ejercer poder ejecutivo en períodos bianuales, además una cultura organizacional de estructura primaria en la procesadora en donde los distintos organismos y empleados son hijos de cooperados, permitiendo inclusive parejas de matrimonios.

CODEGAN desde el año de 1971 constituye un sindicato, de los más antiguos de la ciudad, el cual cuenta actualmente con 52 afiliados de un total de 89 empleados directos.



## 1.6. GAMA DE PRODUCTOS

### PRODUCTO PRINCIPAL

#### 🌐 LECHE LIQUIDA

DESCRIPCIÓN : Leche sometida a los procesos de filtración, enfriamiento, pasteurización, estandarización, y homogeneización. Enriquecida con vitaminas



A, B1, B2, D y niacina.

PRESENTACIONES:

EMPAQUES	Bolsas de Polietileno		
CONTENIDO NETO (c.c.)	946	476	200
UNDS / CAJAS	24	40	100

#### 🌐 LECHE ENTERA EN POLVO

DESCRIPCIÓN: Leche sometida a los procesos de filtración, enfriamiento, pasteurización, estandarización, homogeneización y secado.



PRESENTACIONES:

EMPAQUES	Bolsas de Papel		Aluminio
	CONTENIDO NETO	25 Kg	400 GR
UNDS / CAJAS	1	25	45

### 🌐 CREMA DE LECHE

DESCRIPCIÓN : Producto obtenido del descreme de la Leche entera sometida a los procesos de estandarización, pasterización y homogeneización.



PRESENTACIONES:

EMPAQUES	Vasos plásticos	
CONTENIDO NETO (gr)	400	1000
UNDS / CAJAS	20	12

## 🌐 MANTEQUILLA

DESCRIPCIÓN: Producto obtenido exclusivamente de la crema de la leche pasteurizada, sometida a batido y amasada; sin sal o con sal.



PRESENTACIONES:

EMPAQUES	Bolsas de Polietileno	Vasos Plásticos	Papel parafinado
CONTENIDO NETO	25 Kg	5 GR      200 GR	5 barras de 100gr.
UNDS / CAJAS	1	500      20	50

## 🌐 YOGURT ENTERO

DESCRIPCIÓN: Producto preparado de la leche entera pasteurizada, adicionando cultivos lácticos, azúcar, pulpa de frutas, colorantes y saborizantes.



## QUESO FRESCO

DESCRIPCIÓN: Leche sometida a los procesos de filtración, enfriamiento, pasterización, estandarización, adición de cuajo, amasado, prensado y empacado.

PRESENTACIÓN:

-  Campesino 500 gr
-  Especial 1.000 gr
-  Para untar 120 gr
-  Cremoso 200 gr
-  Criollo 1.000 gr

Para nuestro análisis situacional del manejo de inventarios dentro de la empresa se tomaron aquellos productos que representan el 60% dentro de las ventas de la misma, teniendo en cuenta los reportes obtenidos del departamento de ventas (Anexo 1), tales como:

-  Leche en bolsa de 946 c.c.
-  Yogurt 150 gr
-  Mantequilla 500 gr
-  Queso Especial 1000 gr
-  Gelatina 120 gr

## **2. MARCO CONCEPTUAL Y ESTÁNDARES**

### **2.1 ADMINISTRACIÓN DEL INVENTARIO**

Desde el punto de vista de operaciones, uno de los objetivos de la administración del inventario es proveer los materiales necesarios, en las cantidades adecuadas, en el lugar apropiado, en el momento oportuno, es decir, justo a tiempo. Un segundo objetivo es el de minimizar la inversión en inventarios mientras se mantienen niveles altos de servicio al cliente. El tercer objetivo es tener el inventario suficiente para las operaciones de producción eficientes. El cuarto objetivo es minimizar las pérdidas que resultan de las mermas del inventario, de la obsolescencia o de la excedencia.

La administración de operaciones traduce los planes de la alta dirección en planes semanales de operación, específicos y detallados. Los planes de operación semanales incluyen la programación maestra de producción, el plan de materiales y el plan de capacidad.

La programación maestra de producción especifica la mezcla de lo que se va a fabricar, los planes de capacidad y materiales detallan los materiales y los recursos necesarios para apoyar la programación de producción y fabricar el producto, la calidad de los materiales planeados depende de la exactitud de la lista de los materiales y la información sobre la condición del inventario.

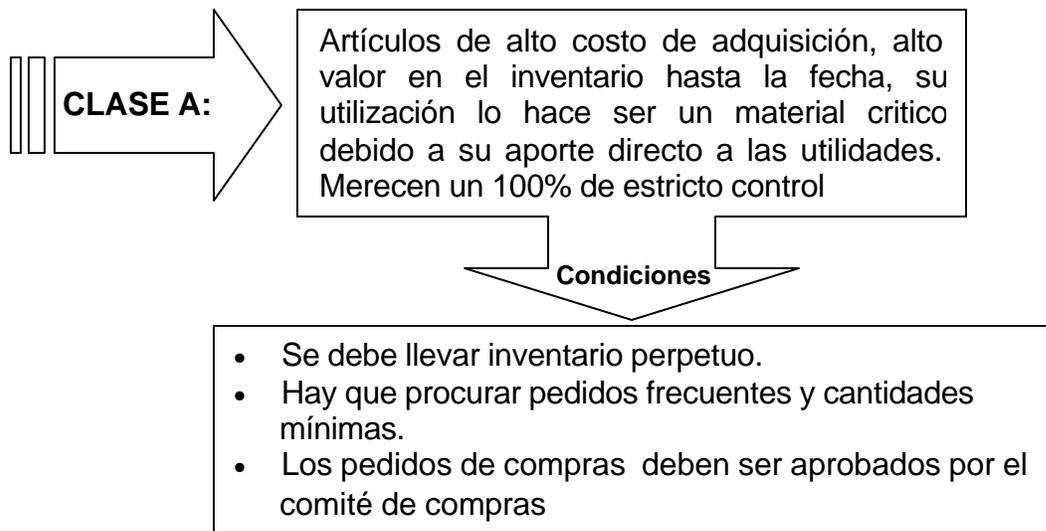
La administración del inventario eficiente se basa en la planeación exacta de la demanda de los mismos. La meta de la planificación de inventarios es satisfacer las demandas del cliente con la máxima eficiencia operativa y la mínima inversión en el inventario. El proceso de planeación empieza con los planes de ventas y producción para los siguientes 12 meses, basándose en los pronósticos de la demanda a largo plazo, siendo actualizados continuamente (por lo menos cada mes), con base en los cambios de la demanda del cliente y el ambiente competitivo.

La meta de una mejor administración de inventarios puede lograrse midiendo el desempeño, identificando las áreas problemáticas y mejorando la realización del proceso día a día; Conforme mejore la realización del proceso de planeación de inventarios, se reducirá la necesidad de inventario excedente.

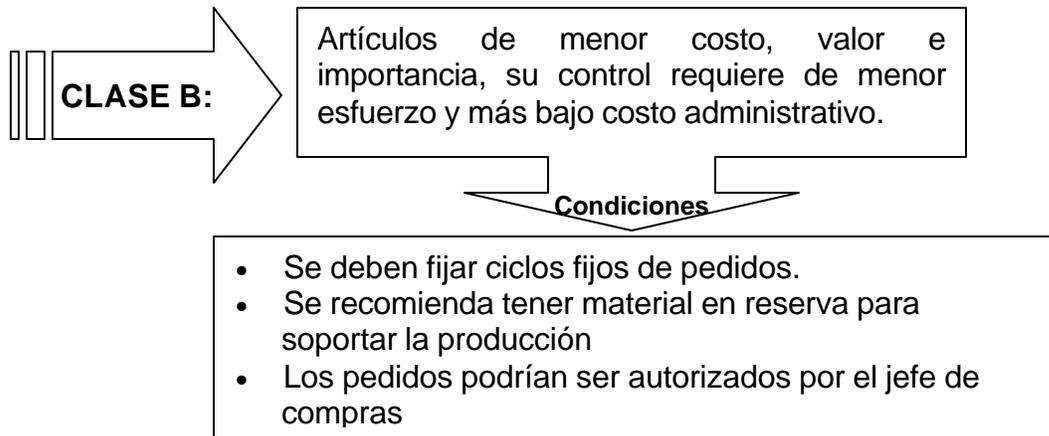
## 2.2 CLASIFICACIÓN DE LOS INVENTARIOS MEDIANTE EL SISTEMA ABC.

El propósito de este sistema, es la clasificación de los inventarios según ciertas variables tales como: costo de adquisición, valor e importancia. De ahí parte el principio de separar los inventarios en tres grandes clases: Clase A, Clase B y Clase C.

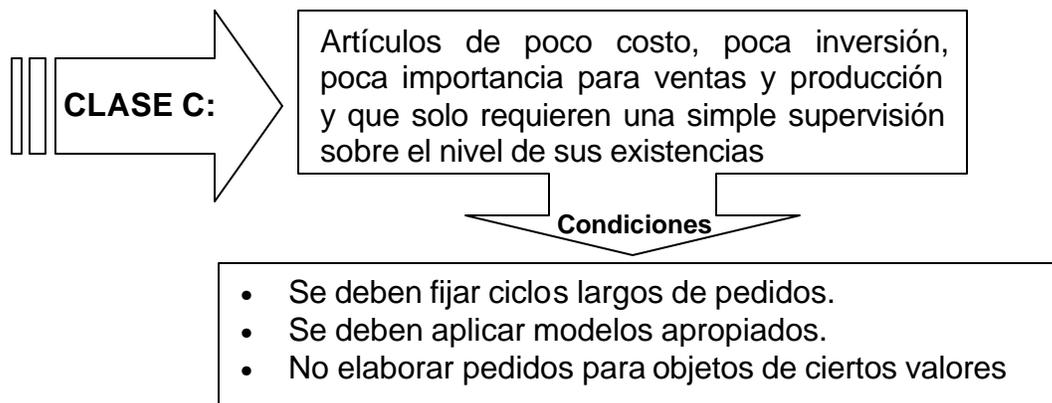
### 2.2.1 Clase A (20% DE LOS ÍTEMS, 80% DEL VALOR)



### 2.2.2 Clase B (30% DE LOS ÍTEMS, 15% DEL VALOR)



### 2.2.3 CLASE C (50% DE LOS ÍTEMS, 5% DEL VALOR)

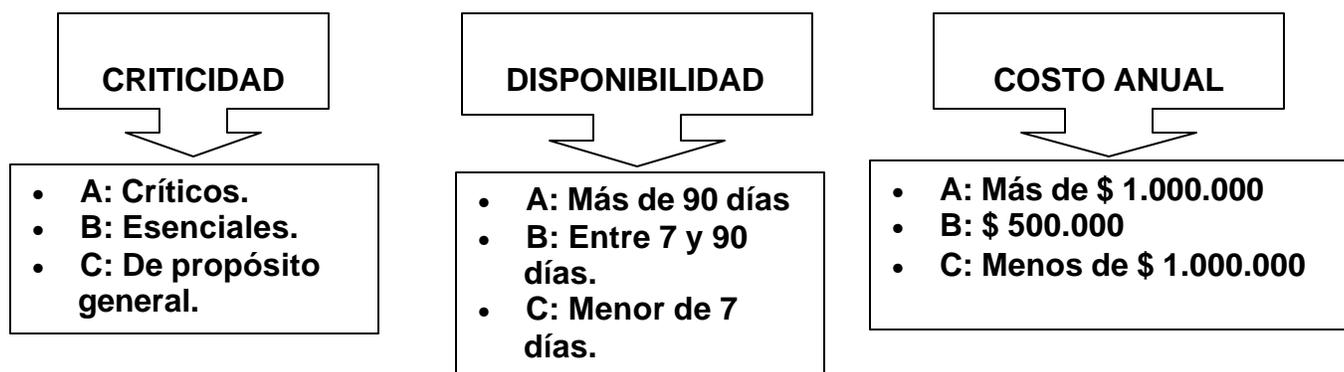


Con la anterior clasificación se reduce tiempo, esfuerzo y costo de los inventarios. Por ello, se hace necesario realizar una matriz ABC y clasificar sus inventarios por el grado de importancia que estos tengan para la empresa.

## 2.2.4 MATRIZ ABC

	<b>ALTO VOLUMEN</b>	<b>MEDIANO VOLUMEN</b>	<b>BAJO VOLUMEN</b>	
<b>ALTO COSTO</b>	Alto Costo Alto Volumen	Alto Costo Mediano Volumen	Alto Costo Bajo Volumen	<b>A</b>
<b>MEDIANO COSTO</b>	Mediano Costo Alto Volumen	Mediano Costo Mediano Volumen	Mediano Costo Bajo Volumen	<b>B</b>
<b>BAJO COSTO</b>	Bajo Costo Alto Volumen	Bajo Costo Mediano Volumen	Bajo Costo Bajo Volumen	<b>C</b>

Una vez realizada la clasificación se procede a la correcta calificación de los inventarios por medio de ciertos criterios tales como: Criticidad, Disponibilidad y Costo Anual.



- a) Criticidad: Mide el efecto que se produce en la productividad y en la seguridad de las personas y de las instalaciones, en caso de no disponer de ese material para atender una necesidad en forma inmediata.
  
- b) Disponibilidad: Este criterio mide el tiempo total de reposición requerido para suplir una necesidad de un cliente (interno o externo); incluye el tiempo de trámites internos en materiales, el tiempo de suministro que se toma un proveedor y el tiempo que se gasta en el transporte.
  
- c) Costo Anual: Con este criterio se mide el valor global de los recursos gastados para atender las necesidades de los clientes.

Teniendo en cuenta esta calificación, se propone realizar la asignación de los modelos de inventario a las diferentes clases de la siguiente manera:

- 🌐 Clase A: Se recomienda utilizar el Modelo Lote Económico.
  
- 🌐 Clase B: Se recomienda utilizar el Modelo de Inventario Máximo - Lote Económico.
  
- 🌐 Clase C: Se recomienda utilizar el Inventario Periódico. Con el fin de determinar las cantidades de materia prima.

## **2.3 MODELOS DE INVENTARIOS**

### **2.3.1 Modelo Lote Economico (EOQ):**

Este modelo se basa en las siguientes suposiciones:

1. La demanda es conocida y constante.
2. El tiempo de entrega, esto es, el tiempo entre la colocación de la orden y la recepción del pedido, se conoce y es constante.
3. La recepción del inventario es instantánea. En otras palabras, el inventario de una orden llega en un mismo momento.
4. Los descuentos por cantidad no son posibles.
5. Los únicos costos variables son el costo de preparación o de colocación de una orden (costo de preparación) y el costo del manejo o almacenamiento del inventario a través del tiempo (costo de manejo.).
6. Las faltas de inventario (faltantes) se pueden evitar en forma completa, si las ordenes se colocan en el momento adecuado.

La grafica de utilización del inventario a través del tiempo tiene la forma de dientes de serrucho. La letra Q representa la cantidad que se está ordenando.

Si la demanda es constante en un rango de tiempo, el inventario cae en una tasa uniforme a través el tiempo. Cuando un nivel de inventarios llega a cero, se coloca una orden nueva y se recibe y el nivel del inventario vuelve a saltar a Q.

Este proceso es continuo a través del tiempo y tiene las siguientes variables:

- $Q_o$ , número óptimo de unidades por orden.
- $D$ , demanda del material.
- $C_1$ , costo del manejo del inventario por unidad por mes.
- $C_3$ , costo de ordenar.
- $S$ , tamaño de llegada del pedido.
- $C_{qo}$ , costo de ordenar la cantidad optima.
- $N$ , numero esperado de órdenes.
- $T$ , tiempo esperado entre órdenes.
- $CT$ , costo total.

## FORMULAS

- $Q_o = \sqrt{\frac{2 \cdot C_3 \cdot D}{C_1}}$
- $C_1 = 8\%$  valor del material.
- $C_3 = \frac{D}{S} * \text{Costo de Preparar una Orden.}$
- $C_{qo} = \sqrt{2 * D * C_1 * C_3}$
- $N(\text{Numero de Pedidos}) = \frac{D}{Q_o}$
- $T(\text{Tiempo entre Pedidos}) = \frac{Q_o}{D}$
- $CT = \frac{Q_o * C_1}{2} + \frac{D * C_3}{Q_o} + \text{Costo Unitario} * D$

### 2.3.2 Modelo Inventario Máximo-Lote Economico:

Este modelo posee las mismas características que el modelo lote economico, con la diferencia de que permite agotamientos, teniéndose en cuenta un costo de dicho agotamiento. Con la ayuda de este modelo podemos saber cuanto es la cantidad máxima que puede haber de déficit del inventario en un momento específico del tiempo. Tiene las siguientes variables:

- D, demanda del material.
- S, tamaño de llegada del pedido.
- C<sub>1</sub>, costo del manejo del inventario por unidad por mes.
- C<sub>2</sub>, costo de agotamiento.
- C<sub>3</sub>, costo de ordenar.
- Q<sub>o</sub>, número óptimo de unidades por orden.
- K<sub>o</sub>, inventario máximo.
- (Q<sub>o</sub>-K<sub>o</sub>), déficit del inventario (cantidad de agotamiento)
- N, numero esperado de órdenes.
- T, tiempo esperado entre órdenes.
- CT, costo total.

#### FORMULAS

- C<sub>1</sub> = 8% valor del material.
- C<sub>2</sub> = Este valor resulta de multiplicar el tiempo de una hora de produccion por el tiempo de reposicion
- C<sub>3</sub> =  $\frac{D}{S}$  \* Costo de Preparar una Orden
- $Q_o = \sqrt{\left(\frac{2 * C_3 * D}{C_2}\right) * \left(\frac{C_1 + C_2}{C_1}\right)}$
- $K_o$  (Inventario Maximo) =  $\frac{C_2 * Q_o}{(C_1 + C_2)}$

- $(Q_o - K_o) = \sqrt{\left[ \left( \frac{C_2}{C_1 + C_2} \right) * \left( \frac{2 * C_3 * D}{C_1} \right) \right]}$
- $N(\text{Numero de Pedidos}) = \frac{D}{Q_o}$
- $T(\text{Tiempos entre Pedidos}) = \frac{Q_o}{D}$
- $CT = \sqrt{(2 * C_3 * C_1 * D) * \frac{C_2}{C_1 + C_2}} + \text{Costo Unitario} * D$

### 2.3.3 Modelo de Reaprovisionamiento Periódico:

En el caso de los modelos de reaprovisionamiento periódico la respuesta a la pregunta ¿cuánto pedir? es aparentemente sencillo: se lanza una orden de pedido cada cierto tiempo previamente establecido (una vez por semana, o una vez por mes, por ejemplo), denominado periodo de reposición. La cantidad a pedir en ese momento será la que restablece un cierto nivel máximo de existencias, o “nivel objetivo”.

Este modelo de reaprovisionamiento se utiliza cuando existen demandas reducidas de muchos artículos y resulta conveniente unificar las peticiones de varios de ellos en un solo pedido para reducir los costos de lanzamiento o para obtener descuentos por volumen.

El nivel objetivo de existencia sería, en la hipótesis del periodo de reposición nulo, aquel que garantiza los suministros durante el periodo de revisión. Es decir la demanda prevista en dicho periodo más un stock de seguridad asociada a dicho periodo si la demanda fuera (caso real) de un tipo Probabilístico. La cantidad a pedir en cada uno de los momentos preestablecido sería la diferencia entre los stocks existentes y el stock objetivo.

Si añadimos ahora el supuesto de que el periodo de reposición no es nulo el nivel objetivo antes calculado habría que sumarle la demanda prevista durante el plazo

de reposición, ya que solamente solicitamos en el momento de la revisión la diferencia entre los stocks existentes y el stock objetivo antes definido, en el momento de reposición del pedido, algunos días (o semanas) después no llegaríamos a alcanzar dicho objetivo. En resumen tendríamos que:

Nivel Objetivo = Demanda durante el Lead-time + Demanda durante el periodo de revisión + Stock de seguridad

El periodo de revisión suele ser fijado por razones de índole práctico, relacionado con las pautas temporales de gestión de la empresa, y por eso son tan frecuentes los periodos de revisión semanales, quincenales, mensuales, trimestrales etc. Sin embargo la fijación del periodo de revisión debe relacionarla, buscando el óptimo, con el concepto de lote económico de compra ( LEQ O EOQ).

De acuerdo con este criterio, el periodo de revisión debería coincidir o aproximarse en lo posible al intervalo medio entre dos pedidos que corresponden al lote económico de compra.

Puede suceder que el periodo de revisión coincida con una unidad de tiempo exacta (día, semana, mes, trimestre), si no fuera así, habrá que adecuar la revisión según el buen sentido común del responsable. Tiene las siguientes variables:

- D, demanda.
- T, periodo de visita.
- Q, cantidad óptima.
- L, lead time. (tiempo de llegada del pedido)
- $\sigma_d$ , desviación de las cantidades demandadas.
- $Z_{95\%}$ , nivel de confianza del 95%, siguiendo una distribución normal.

## FORMULAS

- $T = \frac{Q}{D} = \frac{1}{N}$

- $Q_o = \sqrt{\frac{2 * C_3 * D}{C_1}}$

- $I_{\max} = d(T + I) + Z_{95\%} \sigma_d \sqrt{T + I}$

## 2.4 SISTEMA P Y Q:

Existen dos tipos generales de sistemas de inventario: **los Modelos Q** (Cantidad Fija de Pedido) y **los Modelos P** (Periodo de Tiempo Fijo.).

La distinción básica es que los modelos Q son “impulsados por un evento”, y los modelos P son “impulsados por el tiempo”. El modelo Q inicia en un periodo cuando se presenta el evento de alcanzar un nivel específico para el nuevo pedido; este evento puede ocurrir en cualquier momento, dependiendo de la demanda de los artículos considerados. Por el contrario, el modelo P se limita a colocar los pedidos al final de un periodo de tiempo predeterminado; solo el paso del tiempo impulsa el modelo.

### 2.4.1 Modelo Q (Cantidad Fija de Pedido):

Los modelos Q tratan de determinar el punto de reorden (R) en el cual se colocara el pedido y el tamaño el mismo, Q. El punto de reorden será siempre un numero de unidades. Un pedido de tamaño Q se coloca cuando el inventario disponible alcanza el punto de reorden.

Características:

- la demanda del material es constante y uniforme durante todo el periodo.
- El plazo (tiempo que transcurre desde el pedido hasta el recibo) es constante.
- El precio por unidad del material es constante.
- El costo de almacenamiento se basa en el inventario promedio.
- El costo de reaprovisionamiento es constante.

$$Q_{opt} = \frac{2 * D * C_3}{C_1}$$

D, demanda anual.

$C_3$ , costo de reaprovisionamiento.

$C_1$ , costo de almacenamiento.

R (punto de reorden),  $R = d * L$

d, demanda promedio diaria (constante).

L, plazo en días (constante).

#### 2.4.2 Modelo P (modelo de periodo fijo):

En un modelo P, el inventario se cuenta solo en determinados momentos, en el momento de la revisión. Estos modelos generan cantidades de pedidos que varían de un periodo a periodo, dependiendo de la tasa de utilización. Estas requieren una reserva de seguridad de mayor nivel que la del modelo Q, pues las reservas de seguridad protegerán contra el agotamiento de las existencias durante el periodo de la revisión, al igual que el plazo transcurrido entre el momento de la colocación del pedido y aquel de la recepción del mismo.

$$Q_{opt} = d(T + L) + z\sigma_{t+L} + I$$

T, numero de días transcurridos entre las revisiones.

L, plazo en días.

d, demanda promedio diaria proyectada.

z, numero de desviaciones estándar para un nivel de servicio específico.

$\sigma_{t+L}$ , desviación estándar de la demanda durante la revisión y el plazo.

I, nivel actual el inventario

## 2.5 PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES

El plan de requerimiento de materiales es aplicable únicamente para los materiales de uso directo en el producto, en el caso de los productos fabricados por CODEGAN, este se aplica para la materia prima, tales como: leche, azúcar, sal, cultivos, saborizantes, etc.

El **MRP** se encarga de determinar las cantidades de materias primas, componentes, subensambles y ensambles requeridos en cada semana del horizonte de planeamiento para satisfacer el Programa Maestro de Producción (MPS)

El **MRP** crea las **órdenes de compra y de producción** para los artículos con **demanda dependiente**.

### Objetivos del MRP

**Mejorar el servicio al cliente**, mediante el cumplimiento de las promesas de entrega y acortando los plazos de entrega,

**Reducir la inversión en inventarios**, ya que el MRP sincroniza la compra y producción de los distintos materiales de acuerdo al momento en que se los va a requerir.

**Mejorar la eficiencia de operación de la planta**, mediante la mejora en el control de la entrega y sincronización de las entrega de insumos y materias primas para cada operación del proceso. Permite reducir el impacto de cambios en el MPS, acelerando o retrasando los flujos de insumos.

### 3. PROPUESTA.

#### 3.1 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA.

Con el fin de conocer la demanda futura de los productos seleccionados con anterioridad, hemos realizado con base a los datos obtenidos por los reportes de venta de la empresa, sus correspondientes pronósticos. Para luego realizar el MRP correspondiente a la materia prima utilizada en cada uno de los productos.

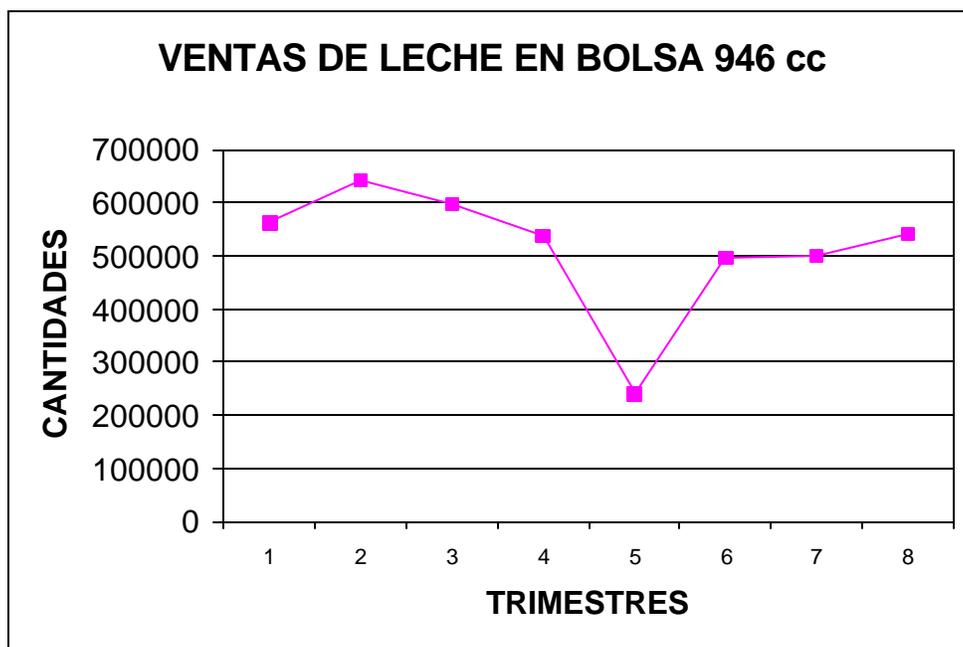
Datos de venta (Septiembre 2002 a Agosto 2004) para los productos seleccionados para el estudio.

**PRODUCTO: Leche de Bolsa 946 cc**

AÑO	MES	CANTIDAD (Unidades)	TRIMESTRES	PROMEDIO TRIMESTRE
2002	Sep	429.467	1	562.316
	Oct	611.751		
	Nov	645.730		
	Dic	698.940		
2003	Ene	659.315	2	641.967
	Feb	567.645		
	Mar	610.100		
	Abr	604.917	3	596.931
	May	575.775		
	Jun	542.576		
	Jul	560.207	4	538.033
	Ago	511.315		
	Sep	261.900		
	Oct	8.058	1	240.118
	Nov	450.396		
	Dic	527.183		
Ene	501.355			
2004	Feb	462.574	2	497.037
	Mar	500.639		
	Abr	483.708		
	May	516.835	3	500.394
	Jun	533.723		
	Jul	559.646		
	Ago	533.933	4	542.434

Paso 1: Graficar los valores de los trimestres y percibir la estacionalidad.

	<b>X</b>	<b>SUMAS TRIMESTRE</b>
	1	562316
	2	641967
	3	596931
	4	538033
	5	240118
	6	497037
	7	500394
	8	542434
<b>TOTALES</b>	<b>36</b>	<b>4119229</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>4,5</b>	<b>514904</b>



Gráfica 1: Venta de leche en bolsa 946 c.c

Paso 2: Calcular la estacionalidad y desestacionalizar la demanda real.

		Y
Promedios Trimestrales	Factor de Estacionalidad	Desestacionalidad
401217	0,779	721651
569502	1,106	580421
548662	1,066	560202
540233	1,049	512806
		308157
		449386
		469605
		517001
<b>TOTAL</b>		<b>4119229</b>

Paso 3: Aplicar la regresión, proyectar la demanda y ajustar la estacionalidad.

X	X^2	Y^2	X*Y
1	1	520779881464	721651
2	4	336888680338	1160842
3	9	313826388124	1680606
4	16	262970179913	2051225
5	25	94960447190	1540783
6	36	201947965795	2696317
7	49	220529079131	3287237
8	64	267290190868	4136009
<b>TOTALES</b>	<b>204</b>	<b>2,21919E+12</b>	<b>17274670</b>

<b>A</b>	650103,18
<b>B</b>	-30044,34

La ecuación de la regresión es  $Y = A + Bx$ , en este caso queda  $Y = 650.103,18 - 30.044,34x$  con esta ecuación obtenemos el pronóstico de la demanda para los cuatro trimestres siguientes:

**PRONOSTICO TRIMESTRES**

9	379704
10	349660
11	319615
12	289571

Paso 4: Calcular y ajustar el error estadístico.

<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>y</b>	<b>Y-y</b>	<b>(Y-y)^2</b>
1	620059	721651	-101592	10320925793
2	590015	580421	9593	92033046
3	559970	560202	-232	53789
4	529926	512806	17120	293082535
5	499881	308157	191725	36758463316
6	469837	449386	20451	418241410
7	439793	469605	-29812	888779970
8	409748	517001	-107253	11503133945
<b>TOTAL</b>				<b>60274713804</b>

**S = 86800,57**

Error estadístico

Paso 5: Ajustar la proyección por concepto de estacionalidad y factor de imprevistos.

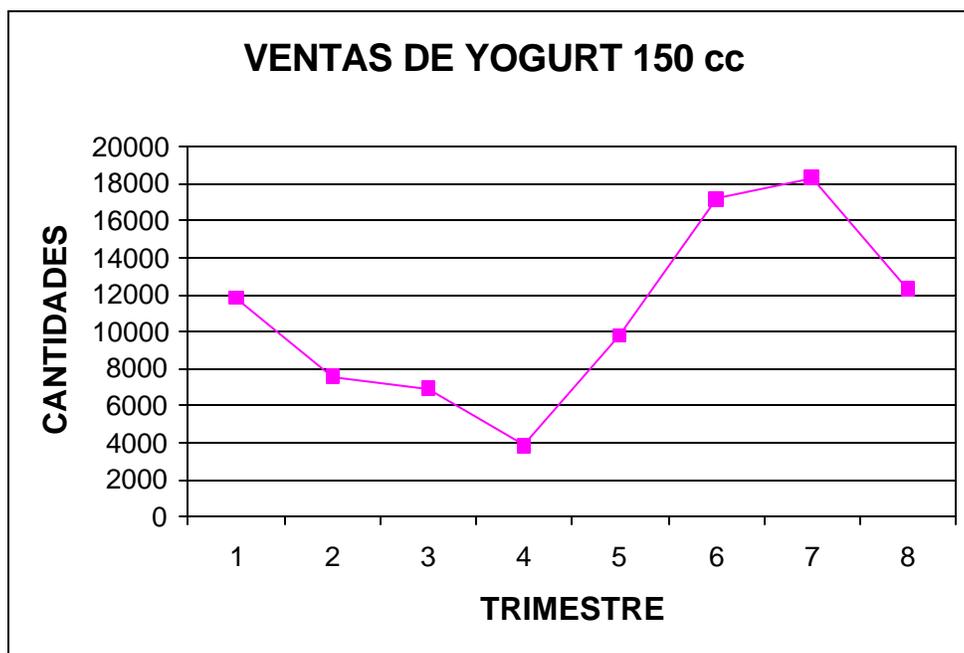
<b>AÑO 3</b>	<b>Error Estadístico</b>	<b>Ajuste por Factor Estacional</b>	-	+
			<b>5% Imprevistos</b>	<b>5% Imprevistos</b>
			Ajuste por Factor aleatorio	Ajuste por Factor aleatorio
1	466505	363504	<b>345329</b>	<b>381679</b>
1	292904	228233	<b>216821</b>	<b>239644</b>
2	436460	482741	<b>458604</b>	<b>506878</b>
2	262859	290732	<b>276195</b>	<b>305268</b>
3	406416	433062	<b>411409</b>	<b>454715</b>
3	232815	248079	<b>235675</b>	<b>260483</b>
4	376372	394887	<b>375142</b>	<b>414631</b>
4	202771	212745	<b>202108</b>	<b>223383</b>

**PRODUCTO: Yogurt 150 cc**

<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>CANTIDAD (Unidades)</b>	<b>TRIMESTRES</b>	<b>PROMEDIO TRIMESTRE</b>
<b>2002</b>	Sep	13.529	1	12.824
	Oct	13.397		
	Nov	11.547		
	Dic	10.664		
<b>2003</b>	Ene	9.869	2	9.284
	Feb	7.320		
	Mar	9.298	3	7.929
	Abr	8.079		
	May	6.411		
	Jun	4.482	4	4.977
	Jul	4.787		
	Ago	5.661		
	Sep	11.273	1	10.964
	Oct	12.806		
	Nov	8.814		
	Dic	11.042		
<b>2004</b>	Ene	19.038	2	17.563
	Feb	22.610		
	Mar	26.064	3	18.339
	Abr	12.582		
	May	16.372		
	Jun	13.348	4	12.329
	Jul	11.540		
	Ago	12.099		

Paso 1: Graficar los valores de los trimestres y percibir la estacionalidad.

	<b>X</b>	<b>SUMAS TRIMESTRE</b>
	1	11827
	2	7590
	3	6958
	4	3858
	5	9799
	6	17169
	7	18339
	8	12329
<b>TOTALES</b>	<b>36</b>	<b>87868</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>4,5</b>	<b>10984</b>



Gráfica 2: Venta de Yogurt 150 c.c

Paso 2: Calcular la estacionalidad y desestacionalizar la demanda real.

		Y
Promedios Trimestrales	Factor de Estacionalidad	Desestacionalidad
10812,7	0,984	12014
12379,2	1,127	6734
12648,7	1,152	6042
8093,7	0,737	5236
<b>TOTAL</b>		9954
		15233
		15925
		16731
		<b>87868</b>

Paso 3: Aplicar la regresión, proyectar la demanda y ajustar la estacionalidad.

X	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	X*Y
1	1	144325771	12014
2	4	45346878	13468
3	9	36505992	18126
4	16	27415342	20944
5	25	99072505	49768
6	36	232046553	91398
7	49	253607678	111475
8	64	279930281	133849
<b>TOTALES</b>	<b>204</b>	<b>1118250999</b>	<b>451042</b>

<b>A</b>	5022,71
<b>B</b>	1324,63

La ecuación de la regresión es  $Y = A + Bx$ , en este caso queda  $Y = 5.022,71 + 1.324,63x$  con esta ecuación obtenemos el pronostico de la demanda para los cuatro trimestres siguientes:

**PRONOSTICO TRIMESTRES**

9	16944
10	18269
11	19594
12	20918

Paso 4: Calcular y ajustar el error estadístico.

<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>y</b>	<b>Y-y</b>	<b>(Y-y)^2</b>
1	6347	12014	-5666	32106124
2	7672	6734	938	879768
3	8997	6042	2955	8729537
4	10321	5236	5085	25859878
5	11646	9954	1692	2864012
6	12970	15233	-2263	5119308
7	14295	15925	-1630	2656736
8	15620	16731	-1111	1235151
			<b>TOTAL</b>	<b>79450515</b>

**S = 3151,40**  
Error Estadístico

Paso 5: Ajustar la proyección por concepto de estacionalidad y factor de imprevistos.

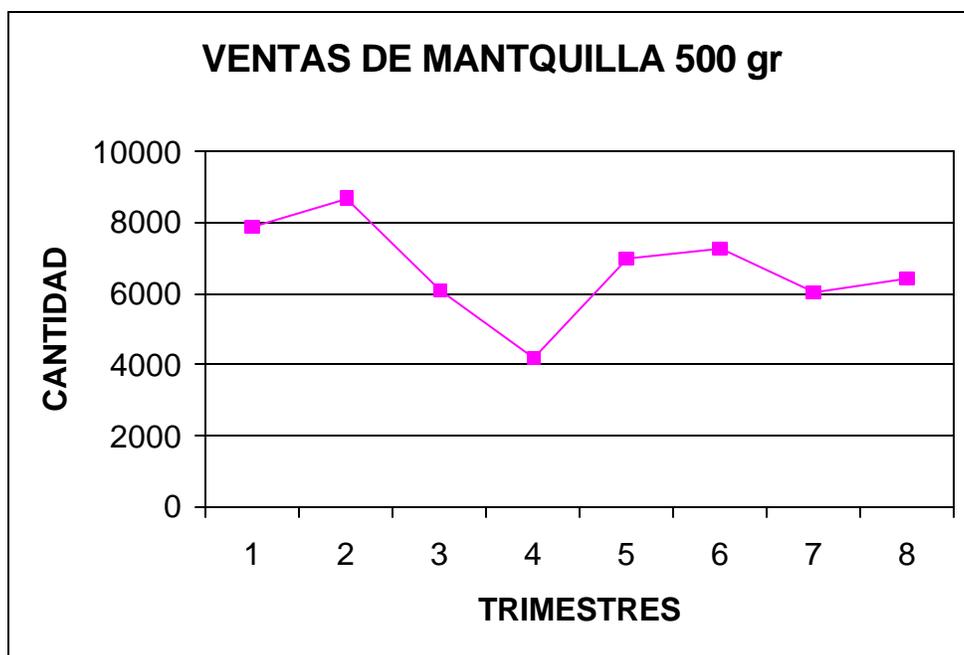
<b>AÑO 3</b>	<b>Error Estadístico</b>	<b>Ajuste por Factor Estacional</b>	<b>-</b>	<b>+</b>
			<b>5% Imprevistos</b>	<b>5% Imprevistos</b>
			<b>Ajuste por Factor aleatorio</b>	<b>Ajuste por Factor aleatorio</b>
1	20096	19783	<b>18794</b>	<b>20772</b>
1	13793	13578	<b>12899</b>	<b>14257</b>
2	21420	24142	<b>22935</b>	<b>25349</b>
2	15118	17039	<b>16187</b>	<b>17890</b>
3	22745	26193	<b>24884</b>	<b>27503</b>
3	16442	18935	<b>17988</b>	<b>19882</b>
4	24070	17737	<b>16850</b>	<b>18624</b>
4	17767	13092	<b>12438</b>	<b>13747</b>

**PRODUCTO: Mantequilla 500 gr**

<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>CANTIDAD (Unidades)</b>	<b>TRIMESTRES</b>	<b>PROMEDIO TRIMESTRE</b>	
<b>2002</b>	Sep	7.834	1	7.863	
	Oct	6.966			
	Nov	8.788			
	Dic	10.050			
<b>2003</b>	Ene	8.747	2	8.674	
	Feb	7.225			
	Mar	6.596	3	6.062	
	Abr	6.618			
	May	4.971			
	Jun	2.192	4	4.188	
	Jul	3.164			
	Ago	7.207			
		Sep	7.085	1	6.958
		Oct	7.732		
		Nov	6.056		
		Dic	7.622		
<b>2004</b>	Ene	7.705	2	7.267	
	Feb	6.475			
	Mar	6.653	3	6.032	
	Abr	6.326			
	May	5.116			
	Jun	6.370	4	6.401	
	Jul	6.612			
	Ago	6.220			

Paso 1: Graficar los valores de los trimestres y percibir la estacionalidad.

	<b>X</b>	<b>SUMAS TRIMESTRE</b>
	1	7863
	2	8674
	3	6062
	4	4188
	5	6958
	6	7267
	7	6032
	8	6401
<b>TOTALES</b>	<b>36</b>	<b>53443</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>4,5</b>	<b>6680</b>



Grafica 3: Ventas de Mantequilla 500 gr

Paso 2: Calcular la estacionalidad y desestacionalizar la demanda real.

		Y
Promedios Trimestrales	Factor de Estacionalidad	Desestacionalidad
7410,16667	1,109	7088
7970,66667	1,193	7270
6046,66667	0,905	6697
5294,16667	0,792	5284
		6272
		6091
		6664
		8077
<b>TOTAL</b>		<b>53443</b>

Paso 3: Aplicar la regresión, proyectar la demanda y ajustar la estacionalidad.

X	X^2	Y^2	X*Y
1	1	50244772	7088
2	4	52851418	14540
3	9	44849659	20091
4	16	27922615	21137
5	25	39343989	31362
6	36	37099492	36546
7	49	44406824	46647
8	64	65232242	64613
<b>TOTALES</b>	<b>204</b>	<b>361951011</b>	<b>242024</b>

<b>A</b>	6516,60
<b>B</b>	36,40

La ecuación de la regresión es  $Y = A + Bx$ , en este caso queda  $Y = 6.516,6 + 36,4x$  con esta ecuación obtenemos el pronóstico de la demanda para los cuatro trimestres siguientes:

**PRONOSTICO TRIMESTRES**

9	6844
10	6881
11	6917
12	6953

Paso 4: Calcular y ajustar el error estadístico.

<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>y</b>	<b>Y-y</b>	<b>(Y-y)^2</b>
1	6553	7088	-535	286601
2	6589	7270	-680	463068
3	6626	6697	-71	5066
4	6662	5284	1378	1898965
5	6699	6272	426	181595
6	6735	6091	644	414848
7	6771	6664	108	11574
8	6808	8077	-1269	1609899
			<b>TOTAL</b>	<b>4871616</b>

$$S = 780,35$$

Error Estadístico

Paso 5: Ajustar la proyección por concepto de estacionalidad y factor de imprevistos.

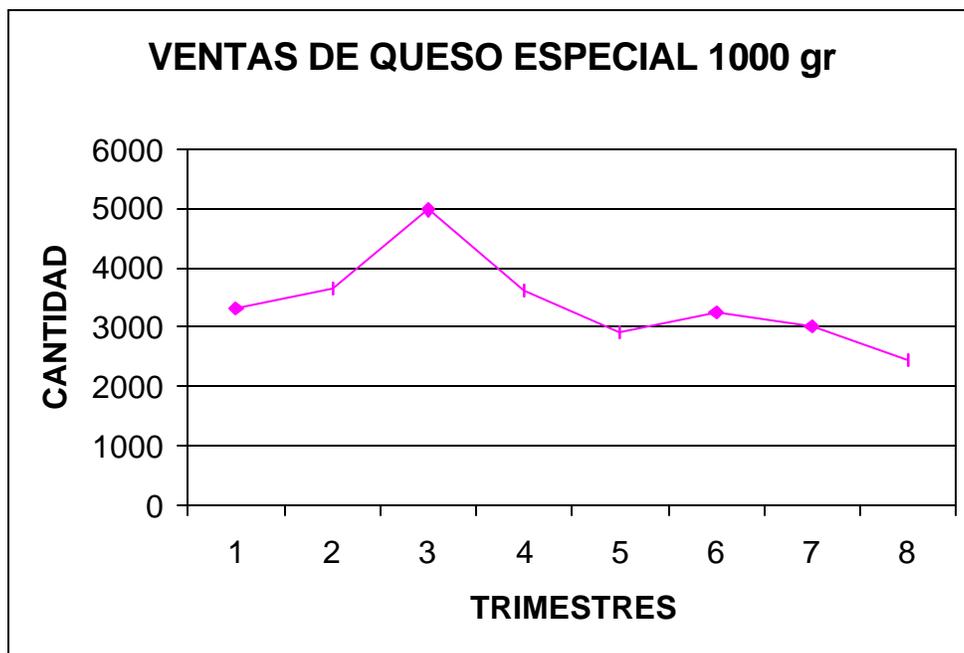
<b>AÑO 3</b>	<b>Error Estadístico</b>	<b>Ajuste por Factor Estacional</b>	<b>-</b>	<b>+</b>
			<b>5% Imprevistos</b>	<b>5% Imprevistos</b>
			<b>Ajuste por Factor aleatorio</b>	<b>Ajuste por Factor aleatorio</b>
1	7625	8457	<b>8035</b>	<b>8880</b>
1	6064	6726	<b>6390</b>	<b>7063</b>
2	7661	9141	<b>8684</b>	<b>9598</b>
2	6100	7278	<b>6915</b>	<b>7642</b>
3	7697	6967	<b>6619</b>	<b>7316</b>
3	6137	5555	<b>5277</b>	<b>5832</b>
4	7734	6129	<b>5823</b>	<b>6435</b>
4	6173	4892	<b>4648</b>	<b>5137</b>

**PRODUCTO: Queso Especial 1000 gr.**

<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>CANTIDAD (Unidades)</b>	<b>TRIMESTRES</b>	<b>PROMEDIO TRIMESTRE</b>			
<b>2002</b>	Sep	3.793	1	3.325			
	Oct	3.322					
	Nov	2.860					
	Dic	3.734					
<b>2003</b>	Ene	4.070	2	3.642			
	Feb	3.121					
	Mar	4.280	3	4.970			
	Abr	6.462					
	May	4.167					
	Jun	3.762	4	3.610			
	Jul	3.758					
	Ago	3.309					
	Sep	3.024					
	<b>2003</b>	Oct	3.176	1	2.913		
		Nov	2.539				
		Dic	3.440				
<b>2004</b>		Ene	3.493			2	3.233
		Feb	2.767				
	Mar	3.131	3	3.008			
	Abr	3.012					
	May	2.881					
	Jun	2.421	4	2.442			
	Jul	2.548					
	Ago	2.358					

Paso 1: Graficar los valores de los trimestres y percibir la estacionalidad.

	X	SUMAS TRIMESTRE
	1	3325
	2	3642
	3	4970
	4	3610
	5	2913
	6	3233
	7	3008
	8	2442
<b>TOTALES</b>	<b>36</b>	<b>27143</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>4,5</b>	<b>3393</b>



Gráfica 4: Ventas de Queso Especial 1000 gr

Paso 2: Calcular la estacionalidad y desestacionalizar la demanda real.

Promedios Trimestrales	Factor de Estacionalidad	Y
		Desestacionalidad
3119	0,919	3617
3437,5	1,013	3594
3988,8	1,176	4227
3026	0,892	4047
		3169
		3191
		2559
		2738
<b>TOTALES</b>		<b>27143</b>

Paso 3: Aplicar la regresión, proyectar la demanda y ajustar la estacionalidad.

X	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	X*Y
1	1	13082104	3617
2	4	12919331	7189
3	9	17868487	12681
4	16	16380283	16189
5	25	10040961	15844
6	36	10184521	19148
7	49	6546195	17910
8	64	7498892	21907
<b>TOTALES</b>	<b>204</b>	<b>94520773,76</b>	<b>114485</b>

<b>A</b>	4213,25
<b>B</b>	-182,31

La ecuación de la regresión es  $Y = A + Bx$ , en este caso queda  $Y = 4.213,25 - 182,32x$  con esta ecuación obtenemos el pronóstico de la demanda para los cuatro trimestres siguientes:

**PRONOSTICO TRIMESTRES**

9	2572
10	2390
11	2208
12	2025

Paso 4: Calcular y ajustar el error estadístico.

<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>y</b>	<b>Y-y</b>	<b>(Y-y)^2</b>
1	6553	3617	2936	8620591
2	6589	3594	2995	8970385
3	6626	4227	2399	5753750
4	6662	4047	2615	6838008
5	6699	3169	3530	12459990
6	6735	3191	3544	12557829
7	6771	2559	4213	17748297
8	6808	2738	4069	16560175
<b>TOTAL</b>				<b>89509026</b>

$$S = 3344,94$$

Error Estadístico

Paso 5: Ajustar la proyección por concepto de estacionalidad y factor de imprevistos.

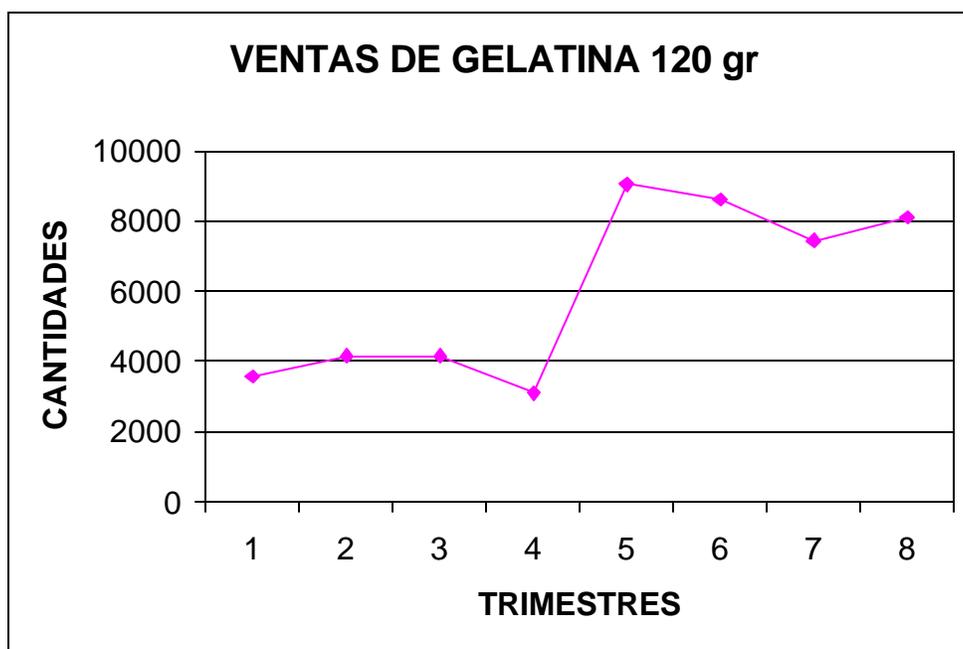
<b>AÑO 3</b>	<b>Error Estadístico</b>	<b>Ajuste por Factor Estacional</b>	<b>-</b>	<b>+</b>
			<b>5% Imprevistos</b>	<b>5% Imprevistos</b>
			<b>Ajuste por Factor aleatorio</b>	<b>Ajuste por Factor aleatorio</b>
1	5917	5440	<b>5168</b>	<b>5712</b>
1	-773	-710	<b>-675</b>	<b>-746</b>
2	5735	5811	<b>5520</b>	<b>6101</b>
2	-955	-967	<b>-919</b>	<b>-1016</b>
3	5553	6528	<b>6202</b>	<b>6855</b>
3	-1137	-1337	<b>-1270</b>	<b>-1404</b>
4	5370	4790	<b>4550</b>	<b>5029</b>
4	-1319	-1177	<b>-1118</b>	<b>-1236</b>

**PRODUCTO:** Gelatina 120 gr.

<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>CANTIDAD (Unidades)</b>	<b>TRIMESTRES</b>	<b>PROMEDIO TRIMESTRE</b>	
<b>2002</b>	Sep	3.354	1	3.567	
	Oct	3.823			
	Nov	3.524			
	Dic	3.844			
<b>2003</b>	Ene	4.163	2	4.155	
	Feb	4.457			
	Mar	4.757			
	Abr	3.767	3	4.163	
		May			3.965
		Jun			2.832
	Jul	2.998	4	3.084	
		Ago			3.422
	Sep	8.398	1	9.036	
		Oct			12.242
		Nov			6.467
		Dic			5.933
<b>2004</b>	Ene	11.182	2	8.602	
	Feb	8.692			
	Mar	10.336	3	7.446	
		Abr			4.101
		May			7.902
	Jun	5.660	4	8.115	
		Jul			8.102
		Ago			10.584

Paso 1: Graficar los valores de los trimestres y percibir la estacionalidad.

	<b>X</b>	<b>SUMAS TRIMESTRE</b>
	1	3567
	2	4155
	3	4163
	4	3084
	5	9036
	6	8602
	7	7446
	8	8115
<b>TOTALES</b>	<b>36</b>	<b>48168</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>4,5</b>	<b>6021</b>



Gráfica 5: Ventas de Gelatina 120 gr

Paso 2: Calcular la estacionalidad y desestacionalizar la demanda real.

Promedios Trimestrales	Factor de Estacionalidad	Y
		Desestacionalidad
6301,3	1,047	3408
6378,5	1,059	3922
5804,7	0,964	4318
5599,7	0,930	3316
		8634
		8120
		7724
		8726
<b>TOTAL</b>		<b>48168</b>

Paso 3: Aplicar la regresión, proyectar la demanda y ajustar la estacionalidad.

X	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	X*Y
1	1	11616748	3408,335108
2	4	15380786	7843,668923
3	9	18646680	12954,54049
4	16	10996327	13264,28418
5	25	74541608	43168,74113
6	36	65938442	48721,49323
7	49	59658680	54067,32219
8	64	76143290	69808,0983
<b>TOTALES</b>	<b>204</b>	<b>332922561,6</b>	<b>253236,4836</b>

<b>A</b>	2112,58
<b>B</b>	868,55

La ecuación de la regresión es  $Y = A + Bx$ , en este caso queda  $Y = 2.112,58 + 868,55x$  con esta ecuación obtenemos el pronóstico de la demanda para los cuatro trimestres siguientes:

**PRONOSTICO TRIMESTRES**

9	9930
10	10798
11	11667
12	12535

Paso 4: Calcular y ajustar el error estadístico.

<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>y</b>	<b>Y-y</b>	<b>(Y-y)^2</b>
1	6553	3408	3145	9888939
2	6589	3922	2668	7115944
3	6626	4318	2308	5325160
4	6662	3316	3346	11196678
5	6699	8634	-1935	3744727
6	6735	8120	-1385	1918853
7	6771	7724	-952	907213
8	6808	8726	-1918	3679424
			<b>TOTAL</b>	<b>43776937</b>

$$S = 2339,26$$

Error Estadístico

Paso 5: ajustar la proyección por concepto de estacionalidad y factor de imprevistos.

<b>AÑO 3</b>	<b>Error Estadístico</b>	<b>Ajuste por Factor Estacional</b>	<b>-</b>	<b>+</b>
			<b>5% Imprevistos</b>	<b>5% Imprevistos</b>
			<b>Ajuste por Factor aleatorio</b>	<b>Ajuste por Factor aleatorio</b>
1	12269	12840	<b>12198</b>	<b>13482</b>
1	7590	7944	<b>7546</b>	<b>8341</b>
2	13137	13917	<b>13221</b>	<b>14613</b>
2	8459	8961	<b>8513</b>	<b>9409</b>
3	14006	13503	<b>12827</b>	<b>14178</b>
3	9327	8992	<b>8543</b>	<b>9442</b>
4	14874	13833	<b>13142</b>	<b>14525</b>
4	10196	9482	<b>9008</b>	<b>9956</b>

#### **4. ANÁLISIS DE LOS PRONÓSTICOS DE LOS PRODUCTOS ESCOGIDOS Y ELABORACIÓN DE SU MRP.**

Para efectos del diseño y estructura del MRP se tomaron como base los pronósticos del capítulo 3, teniendo en cuenta que para efectos de cálculos posteriores se escogieron, la media entre los valores de cada trimestre; y el mayor valor arrojado mediante el ajuste por factor aleatorio, ya que este representa un inventario de seguridad que respalda a la empresa en caso que la demanda aumente.

🌐 Leche en Bolsa 946 cc.

<b>Trimestre</b>	<b>Rango de Unidades por Trimestre</b>	
1	<b>345329</b>	<b>381679</b>
1	<b>216821</b>	<b>239644</b>
2	<b>458604</b>	<b>506878</b>
2	<b>276195</b>	<b>305268</b>
3	<b>411409</b>	<b>454715</b>
3	<b>235675</b>	<b>260483</b>
4	<b>375142</b>	<b>414631</b>
4	<b>202108</b>	<b>223383</b>

🌐 Yogurt 150 cc

Trimestre	Rango de Unidades por Trimestre	
1	18794	20772
1	12899	14257
2	22935	25349
2	16187	17890
3	24884	27503
3	17988	19882
4	16850	18624
4	12438	13747

🌐 Mantequilla 500 gr

Trimestre	Rango de Unidades por Trimestre	
1	8035	8880
1	6390	7063
2	8684	9598
2	6915	7642
3	6619	7316
3	5277	5832
4	5823	6435
4	4648	5137

🌐 Queso Especial 1000 gr

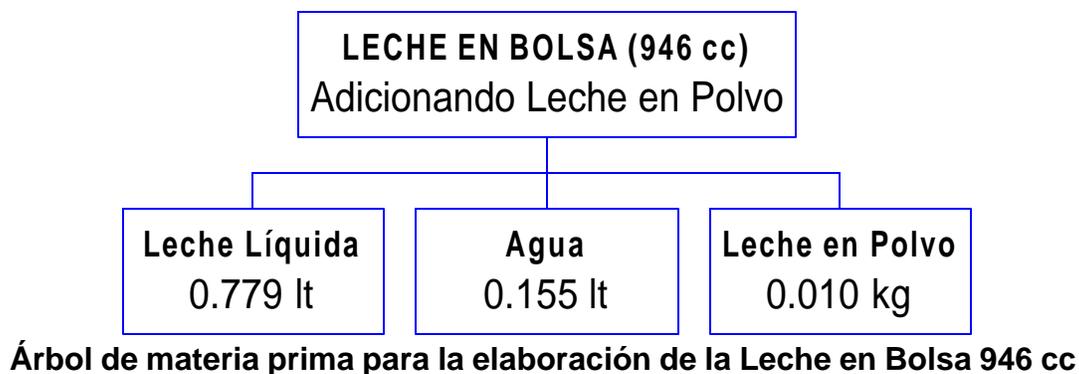
Trimestre	Rango de Unidades por Trimestre	
1	5168	5712
1	-675	-746
2	5520	6101
2	-919	-1016
3	6202	6855
3	-1270	-1404
4	4550	5029
4	-1118	-1236

🌐 Gelatina 120 gr

Trimestre	Rango de Unidades por Trimestre	
1	12198	13482
1	7546	8341
2	13221	14613
2	8513	9409
3	12827	14178
3	8543	9442
4	13142	14525
4	9008	9956

Estos valores serán multiplicados por las cantidades requeridas por cada uno de los productos analizados anteriormente, con el fin de elaborar el MRP.

A continuación se presenta el árbol de materia prima de cada uno de los productos y sus respectivos cálculos.



Materia prima requerida para la elaboración de la Bolsa de Leche de 946 cc en el primer trimestre del año siguiente:

Leche líquida 0.779 lt \* Proyección (363504) = 283169.62 lt

Leche líquida 0.779 lt \* Proyección (381679) = 297327.94 lt

Agua 0.155 lt \* Proyección (363504) = 56343.12 lt

Agua 0.155 lt \* Proyección (381679) = 78566.09 lt

Leche en polvo 0.010 kg \* Proyección (363504) = 3635.04 kg

Leche en polvo 0.010 kg \* Proyección (381679) = 3816.79 kg

Materia prima requerida para la elaboración de la Bolsa de Leche de 946 cc en el segundo trimestre del año siguiente:

Leche líquida 0.779 lt \* Proyección (482741) = 376055.24 lt

Leche liquida 0.779 lt \* Proyección (506878) = 394857.96 lt

Agua 0.155 lt \* Proyección (482741) = 74824.85 lt

Agua 0.155 lt \* Proyección (506878) = 78566.09 lt

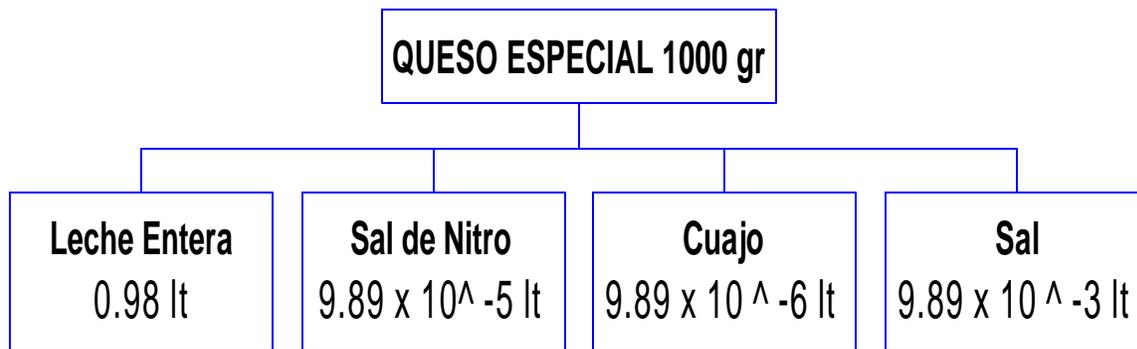
Leche en polvo 0.010 kg \* Proyección (482741) = 4827.41 kg

Leche en polvo 0.010 kg \* Proyección (506878) = 5068.78 kg

### MRP para la elaboración de una Bolsa con Leche.

	En Horas	6 p.m.	4 a.m.	5 a.m.	6 a.m.	7 a.m.	8 a.m.	9 a.m.
<b>Leche en Bolsa 946 cc</b>	Requerimiento Bruto							1
	Inventario Disponible							0
	Requerimiento Neto							1
	Fecha de recibo de pedido							1
	Fecha de expedición de la orden	1						
<b>Leche Liquida</b>	Requerimiento Bruto						0.779	
	Inventario Disponible						0	
	Requerimiento Neto						0.779	
	Fecha de recibo de pedido					0.779		
	Fecha de expedición de la orden	0.779						
<b>Leche en Polvo</b>	Requerimiento Bruto						0.010	
	Inventario Disponible						0	
	Requerimiento Neto						0.010	
	Fecha de recibo de pedido					0.010		
	Fecha de expedición de la orden	0.010						

En el caso del agua por ser un servicio con disponibilidad inmediata al momento de ser requerida su tiempo de uso es cero.



**Árbol de materia prima para la elaboración del Queso Especial de 1000 gr**

Materia prima requerida para la elaboración del Queso Especial de 1000 gr en el primer trimestre del año siguiente:

Leche entera 0.98 lt \* Proyección (5440) = 5331.2 lt

Leche entera 0.98 lt \* Proyección (5712) = 5597.76lt

Sal de nitro  $9.89 \times 10^{-5}$  lt \* Proyección (5440) = 0.542 lt

Sal de nitro  $9.89 \times 10^{-5}$  lt \* Proyección (5712) = 0.564 lt

Cuajo  $9.89 \times 10^{-6}$  lt \* Proyección (5440) = 0.053 kg

Cuajo  $9.89 \times 10^{-6}$  lt \* Proyección (5712) = 0.056 kg

Sal  $9.89 \times 10^{-3}$  lt \* Proyección (5440) = 53.80 kg

Sal  $9.89 \times 10^{-3}$  lt \* Proyección (5712) = 56.49 kg

Materia prima requerida para la elaboración del Queso Especial 1000 gr en el segundo trimestre del año siguiente:

Leche entera 0.98 lt \* Proyección (5810.5) = 5694.29 lt

Leche entera 0.98 lt \* Proyección (6101) = 5978.98 lt

Sal de nitro  $9.89 \times 10^{-5}$  lt \* Proyección (5810.5) = 0.579lt

Sal de nitro  $9.98 \times 10^{-5}$  Lt \* Proyección (6101) = 0.603 Lt

Cuajo  $9.89 \times 10^{-6}$  Lt \* Proyección (5810.5) = 0.057kg

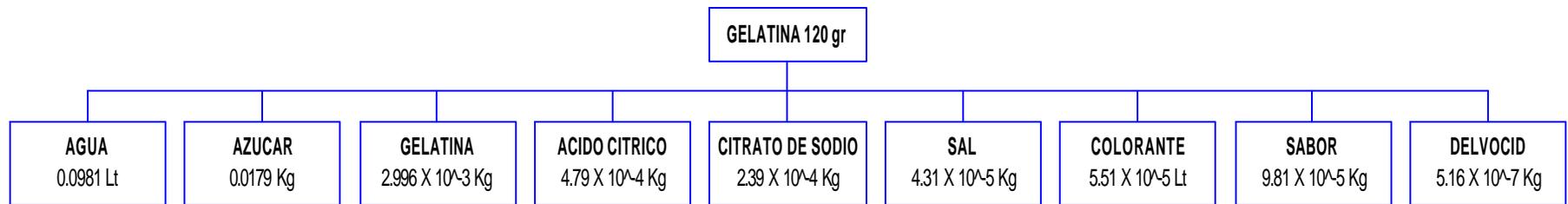
Cuajo  $9.89 \times 10^{-6}$  Lt \* Proyección (6101) = 0.060 kg

Sal  $9.89 \times 10^{-3}$  Lt \* Proyección (5810.5) = 57.46 kg

Sal  $9.89 \times 10^{-3}$  Lt \* Proyección (6101) = 60.33 kg

### MRP para la elaboración de un Queso Especial de 1000 gr

	Semanas	6	7	8	9
<b>Queso Especial 1000 gr</b>	Requerimiento Bruto				1
	Inventario Disponible				0
	Requerimiento Neto				1
	Fecha de recibo de pedido				1
	Fecha de expedición de la orden			1	
<b>Leche Entera</b>	Requerimiento Bruto			0.98	
	Inventario Disponible			0	
	Requerimiento Neto			0.98	
	Fecha de recibo de pedido		0.98		
	Fecha de expedición de la orden		0.98		
<b>Sal de Nitro</b>	Requerimiento Bruto			$9.89 \times 10^{-5}$	
	Inventario Disponible			0	
	Requerimiento Neto			$9.89 \times 10^{-5}$	
	Fecha de recibo de pedido		$9.89 \times 10^{-5}$		
	Fecha de expedición de la orden	$9.89 \times 10^{-5}$			
<b>Cuajo</b>	Requerimiento Bruto			$9.89 \times 10^{-6}$	
	Inventario Disponible			0	
	Requerimiento Neto			$9.89 \times 10^{-6}$	
	Fecha de recibo de pedido		$9.89 \times 10^{-6}$		
	Fecha de expedición de la orden	$9.89 \times 10^{-6}$			
<b>Sal</b>	Requerimiento Bruto			$9.89 \times 10^{-3}$	
	Inventario Disponible			0	
	Requerimiento Neto			$9.89 \times 10^{-3}$	
	Fecha de recibo de pedido		$9.89 \times 10^{-3}$		
	Fecha de expedición de la orden	$9.89 \times 10^{-3}$			



**Árbol de materia prima para la elaboración de la Gelatina 120 gr**

Materia prima requerida para la elaboración de la Gelatina 120 gr en el primer trimestre del año siguiente:

Agua 0.0981 lt \* Proyección (12840) = 1259.60 lt

Agua 0.0981 lt \* Proyección (13482) = 1322.5lt

Azúcar 0.0179 kg \* Proyección (12840) = 229.83 kg

Azúcar 0.0179 kg \* Proyección (13482) = 241.32 kg

Gelatina  $2.996 \times 10^{-3}$  kg \* Proyección (12840) = 37.23 kg

Gelatina  $2.996 \times 10^{-3}$  kg \* Proyección (13482) = 40.3 kg

Ácido cítrico  $4.79 \times 10^{-4}$  kg \* Proyección (12840) = 6.15 kg

Ácido cítrico  $4.79 \times 10^{-4}$  kg \* Proyección (13482) = 6.45 kg

Citrato de sodio  $2.39 \times 10^{-4}$  kg \* Proyección (12840) = 3.068 kg

Citrato de sodio  $2.39 \times 10^{-4}$  kg \* Proyección (13482) = 3.22 kg

Sal  $4.31 \times 10^{-5}$  kg \* Proyección (12840) = 0.55 kg

Sal  $4.31 \times 10^{-5}$  kg \* Proyección (13482) = 0.58 kg

Colorante  $5.51 \times 10^{-5}$  lt \* Proyección (12840) = 0.70 lt

Colorante  $5.51 \times 10^{-5}$  lt \* Proyección (13482) = 0.74 lt

Sabor  $9.81 \times 10^{-5}$  kg \* Proyección (12840) = 1.25 kg

Sabor  $9.81 \times 10^{-5}$  kg \* Proyección (13482) = 1.32 kg

Devolcid  $5.16 \times 10^{-7}$  kg \* Proyección (12840) =  $6.62 \times 10^{-3}$  kg

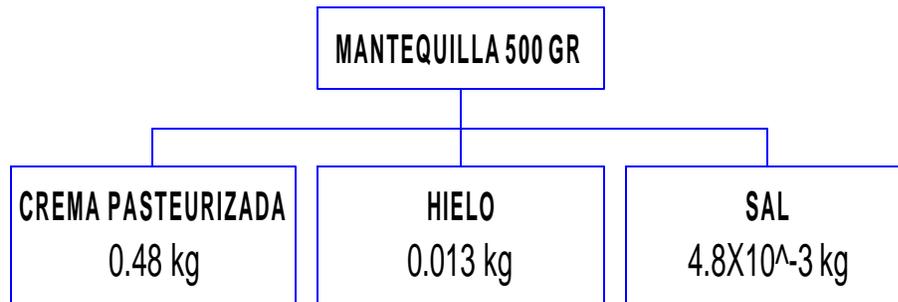
Devolcid  $5.16 \times 10^{-7}$  kg \* Proyección (13482) =  $6.95 \times 10^{-3}$  kg

### MRP para la elaboración de la Gelatina 120 gr

	Semanas	5	6	7	8	9
<b>Gelatina 120 gr</b>	Requerimiento Bruto					1
	Inventario Disponible					0
	Requerimiento Neto					1
	Fecha de recibo de pedido					1
	Fecha de expedición de la orden				1	
<b>Azúcar</b>	Requerimiento Bruto				0.0179	
	Inventario Disponible				0	
	Requerimiento Neto				0.0179	
	Fecha de recibo de pedido				0.0179	
	Fecha de expedición de la orden			0.0179		
<b>Gelatina</b>	Requerimiento Bruto				$2.996 \times 10^{-3}$	
	Inventario Disponible				0	
	Requerimiento Neto				$2.996 \times 10^{-3}$	
	Fecha de recibo de pedido			$2.996 \times 10^{-3}$		
	Fecha de expedición de la orden	$2.996 \times 10^{-3}$				
<b>Acido Cítrico</b>	Requerimiento Bruto				$4.79 \times 10^{-4}$	
	Inventario Disponible				0	
	Requerimiento Neto				$4.79 \times 10^{-4}$	
	Fecha de recibo de pedido			$4.79 \times 10^{-4}$		
	Fecha de expedición de la orden	$4.79 \times 10^{-4}$				
<b>Citrato de Sodio</b>	Requerimiento Bruto				$2.39 \times 10^{-4}$	
	Inventario Disponible				0	
	Requerimiento Neto				$2.39 \times 10^{-4}$	
	Fecha de recibo de pedido			$2.39 \times 10^{-4}$		
	Fecha de expedición de la orden	$2.39 \times 10^{-4}$				
<b>Sal</b>	Requerimiento Bruto				$4.31 \times 10^{-5}$	
	Inventario Disponible				0	
	Requerimiento Neto				$4.31 \times 10^{-5}$	
	Fecha de recibo de pedido			$4.31 \times 10^{-5}$		
	Fecha de expedición de la orden		$4.31 \times 10^{-5}$			

<b>Colorante</b>	Requerimiento Bruto				$5.51 \cdot 10^{-5}$	
	Inventario Disponible				0	
	Requerimiento Neto				$5.51 \cdot 10^{-5}$	
	Fecha de recibo de pedido			$5.51 \cdot 10^{-5}$		
	Fecha de expedición de la orden	$5.51 \cdot 10^{-5}$				
<b>Sabor</b>	Requerimiento Bruto				$9.81 \cdot 10^{-5}$	
	Inventario Disponible				0	
	Requerimiento Neto				$9.81 \cdot 10^{-5}$	
	Fecha de recibo de pedido			$9.81 \cdot 10^{-5}$		
	Fecha de expedición de la orden	$9.81 \cdot 10^{-5}$				
<b>Delvucid</b>	Requerimiento Bruto				$5.16 \cdot 10^{-7}$	
	Inventario Disponible				0	
	Requerimiento Neto				$5.16 \cdot 10^{-7}$	
	Fecha de recibo de pedido			$5.16 \cdot 10^{-7}$		
	Fecha de expedición de la orden	$5.16 \cdot 10^{-7}$				

En el caso del agua por ser un servicio con disponibilidad inmediata al momento de ser requerida su tiempo de entrega es cero.



**Árbol de materia prima para la elaboración de la Mantequilla 500 gr**

Materia prima requerida para la elaboración de la Mantequilla 500 gr en el primer trimestre del año siguiente:

Crema Pasteurizada 0.48 kg \* Proyección (8457.5) = 4059.6 kg

Crema Pasteurizada 0.48 kg \* Proyección (8880) = 4262.4 kg

Hielo 0.013 kg \* Proyección (8457.5) = 109.94 kg

Hielo 0.013 kg \* Proyección (8880) = 115.44 kg

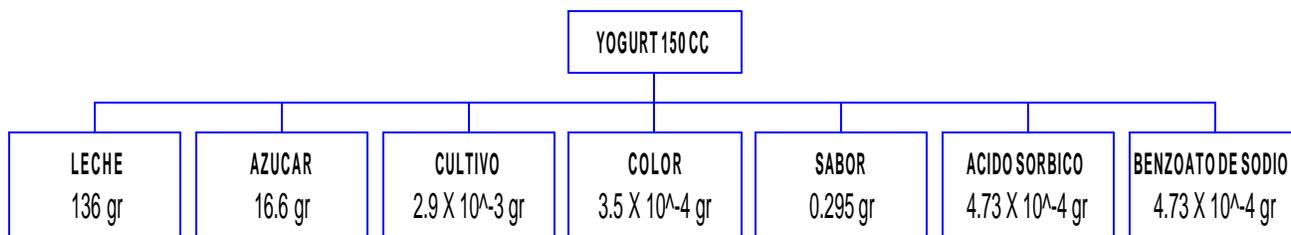
Sal  $4.8 \times 10^{-3}$  kg \* Proyección (8457.5) = 40.59 kg

Sal  $4.8 \times 10^{-3}$  kg \* Proyección (8880) = 42.62 kg

### MRP para la elaboración de la Mantequilla 500 gr

	Semanas	6	7	8	9
<b>Mantequilla de 500 gr</b>	Requerimiento Bruto				1
	Inventario Disponible				0
	Requerimiento Neto				1
	Fecha de recibo de pedido				1
	Fecha de expedición de la orden			1	
<b>Crema pasteurizada</b>	Requerimiento Bruto			0.48	
	Inventario Disponible			0	
	Requerimiento Neto			0.48	
	Fecha de recibo de pedido		0.48		
	Fecha de expedición de la orden		0.48		

<b>Hielo</b>	Requerimiento Bruto			0.013	
	Inventario Disponible			0	
	Requerimiento Neto			0.013	
	Fecha de recibo de pedido			0.013	
	Fecha de expedición de la orden			0.013	
<b>Sal</b>	Requerimiento Bruto			$4.8 \cdot 10^{-3}$	
	Inventario Disponible			0	
	Requerimiento Neto			$4.8 \cdot 10^{-3}$	
	Fecha de recibo de pedido		$4.8 \cdot 10^{-3}$		
	Fecha de expedición de la orden	$4.8 \cdot 10^{-3}$			



**Árbol de materia prima para la elaboración del Yogurt 150 cc**

Materia prima requerida para la elaboración del Yogurt 150 cc en el primer trimestre del año siguiente

Leche 136 gr \* Proyección (19783) = 2690488 gr

Leche 136 gr \* Proyección (20772) = 2824992 gr

Azúcar 16.6 gr \* Proyección (19783) = 3283978 gr

Azúcar 16.6 gr \* Proyección (20772) = 344815.2 gr

Cultivo  $2.9 \times 10^{-3}$  gr \* Proyección (19783) = 57.37 gr

Cultivo  $2.9 \times 10^{-3}$  gr \* Proyección (20772) = 60.23 gr

Sabor 0.295 gr \* Proyección (19783) = 5835.8 gr

Sabor 0.295 gr \* Proyección (20772) = 6127.74 gr

Color  $3.5 \times 10^{-4}$  gr \* Proyección (19783) = 6.924 gr

Color  $3.5 \times 10^{-4}$  gr \* Proyección (20772) = 7.27 gr

Ácido sórbico  $4.73 \times 10^{-4}$  gr \* Proyección (19783) = 9.35 gr

Ácido sórbico  $4.73 \times 10^{-4}$  gr \* Proyección (20772) = 9.82 gr

Benzoato de sodio  $4.73 \times 10^{-4}$  gr \* Proyección (19783) = 9.35 gr

Benzoato de sodio  $4.73 \times 10^{-4}$  gr \* Proyección (20772) = 9.82 gr

## MRP para la elaboración del Yogurt 150 cc

	<b>Semanas</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>Yogurt 150 cc</b>	Requerimiento Bruto					1
	Inventario Disponible					0
	Requerimiento Neto					1
	Fecha de recibo de pedido					1
	Fecha de expedición de la orden				1	
<b>Leche</b>	Requerimiento Bruto				0.98	
	Inventario Disponible				0	
	Requerimiento Neto				0.98	
	Fecha de recibo de pedido			0.98		
	Fecha de expedición de la orden			0.98		
<b>Azúcar</b>	Requerimiento Bruto				16.6	
	Inventario Disponible				0	
	Requerimiento Neto				16.6	
	Fecha de recibo de pedido				16.6	
	Fecha de expedición de la orden			16.6		
<b>Cultivo</b>	Requerimiento Bruto				$2.9 \cdot 10^{-3}$	
	Inventario Disponible				0	
	Requerimiento Neto				$2.9 \cdot 10^{-3}$	
	Fecha de recibo de pedido			$2.9 \cdot 10^{-3}$		
	Fecha de expedición de la orden	$2.9 \cdot 10^{-3}$				
<b>Color</b>	Requerimiento Bruto				$3.5 \cdot 10^{-4}$	
	Inventario Disponible				0	
	Requerimiento Neto				$3.5 \cdot 10^{-4}$	
	Fecha de recibo de pedido			$3.5 \cdot 10^{-4}$		
	Fecha de expedición de la orden	$3.5 \cdot 10^{-4}$				
<b>Sabor</b>	Requerimiento Bruto				0.295	
	Inventario Disponible				0	
	Requerimiento Neto				0.295	
	Fecha de recibo de pedido			0.295		
	Fecha de expedición de la orden	0.295				
<b>Ácido Sórbico</b>	Requerimiento Bruto				$4.73 \cdot 10^{-4}$	
	Inventario Disponible				0	
	Requerimiento Neto				$4.73 \cdot 10^{-4}$	
	Fecha de recibo de pedido			$4.73 \cdot 10^{-4}$		
	Fecha de expedición de la orden	$4.73 \cdot 10^{-4}$				
<b>Benzoato de Sodio</b>	Requerimiento Bruto				$4.73 \cdot 10^{-4}$	
	Inventario Disponible				0	
	Requerimiento Neto				$4.73 \cdot 10^{-4}$	
	Fecha de recibo de pedido			$4.73 \cdot 10^{-4}$		
	Fecha de expedición de la orden	$4.73 \cdot 10^{-4}$				

## 5. CLASIFICACIÓN DE LOS DE ALGUNOS MATERIALES DE REPUESTO MEDIANTE EL SISTEMA ABC.

Debido a las limitaciones de suministro de información sobre el inventario por parte de la empresa, se optó por tomar una muestra representativa de 30 ítem los cuales permiten en forma pedagógica desarrollar las técnicas de control de inventario. La empresa deberá realizar una replica a los demás ítem.

**Ver anexo 1** (Consumo interno de repuestos durante un año).

### 5.1 ARTÍCULOS CLASE A.

N°	DESCRIPCIÓN	TOTAL CONSUMO AÑO	VALOR CONSUMO AÑO
1	FREON 22 x 50 lb	14	4675368
2	REFRIGERANTE 22 x 57 kg	5	2210746
3	ACEITE MEROPA TEXACO 150	2	2103300
4	ACEITE CAPELLA	1	1621500
5	ARGÓN x 7.0 m <sup>3</sup>	6	1474583
6	RODILLOS PREENTINTADOS	12	859610

## 5.2 ARTÍCULOS CLASE B

N°	DESCRIPCIÓN	TOTAL CONSUMO AÑO	VALOR CONSUMO AÑO
7	AISLANTE MICALEX	9	768080
8	TUBO LINE LIGTH 48 W	139	565873
9	MOLDE DE HIELO DE 300 lb	34	546000
10	AMORTIGUADOR CAUCHO #100	50	300735
11	WAPE COCIDO	141	245457
12	CINTA ELÉCTRICA #33	24	232754
13	PULSADOR TELEMÁNQUE x B2B	6	185744
14	BALINERA 6306	8	166712
15	SELLO CARBÓN BOMBA	2	139949

## 5.3 ARTÍCULOS CLASE C

N°	DESCRIPCIÓN	TOTAL CONSUMO AÑO	VALOR CONSUMO AÑO
16	AMORTIGUADOR CAUCHO # 150	11	127600
17	CORREA C 096	3	126282
18	BALINERA 6207	5	117160
19	SELLO MECÁNICO 1 1/4	3	95247
20	EMPAQUE INSABOR	46	83080
21	GUANTE TIPO INGENIERO	7	56444
22	EMPAQUE DN50	10	45820
23	AMORTIGUADOR ESTRELLA	7	40600
24	EMPAQUE DN40	10	31320
25	ARRANQUE O STAR 40 W	35	21065
26	MASCARILLAS	24	12528
27	EMPAQUE VITON 81 x 71 x 5 mm	1	6960
28	ANILLO TORICO 6 x 3	2	4640
29	LIJA # 600	6	3894
30	RETENEDOR 30 x 42 x 10	1	3326

Es importante mencionar que para cada clasificación existe una manera de controlar su manejo y su sostenibilidad dentro de la empresa, en cuanto a cantidades y tiempos de reposición. Según lo presentado anteriormente se hizo mención de cada modelo que debe utilizarse para el control de los artículos.

- 🌐 Clase A: Se recomienda utilizar el Modelo Lote Económico.
- 🌐 Clase B: Se recomienda utilizar el Modelo de Inventario Máximo - Lote Económico.
- 🌐 Clase C: Se recomienda utilizar el Inventario Periódico. Con el fin de determinar las cantidades de materia prima a utilizar.

## 6. PROYECCIÓN DE LA DEMANDA INTERNA DE LOS REPUESTOS ESCOGIDOS SEGÚN LA CLASIFICACIÓN ABC.

Con el fin de conocer la demanda futura de los repuestos seleccionados con anterioridad, se realizó con base en los datos obtenidos por los reportes de consumo de la empresa, sus correspondientes pronósticos.

Datos de consumo (Septiembre 2003 a Agosto 2004) para los productos seleccionados para el estudio.

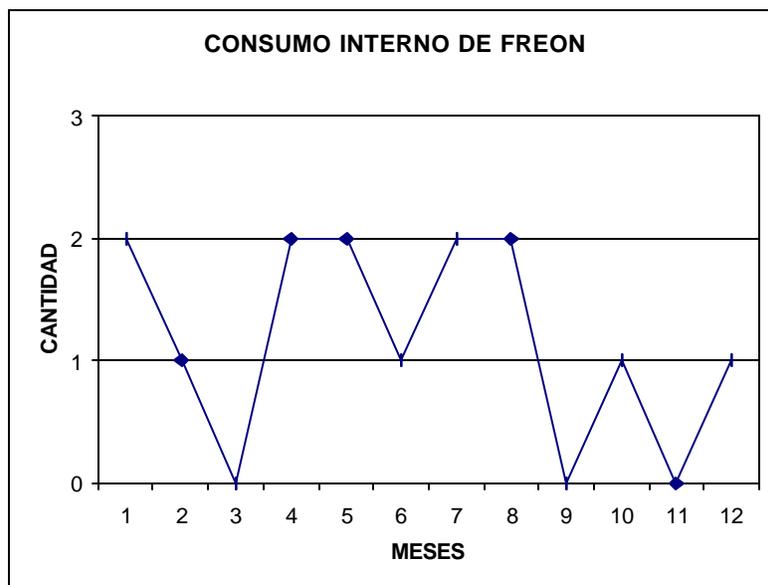
### 6.1 PROYECCIÓN DEL REPUESTO CLASE A:

**PRODUCTO: FREON  
22 x 50 lb**

<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>CANTIDAD (Unidades)</b>
<b>2003</b>	Sep	2
	Oct	1
	Nov	0
	Dic	2
<b>2004</b>	Ene	2
	Feb	1
	Mar	2
	Abr	2
	May	0
	Jun	1
	Jul	0
	Ago	1

Paso 1: Graficar los valores de los meses y percibir la estacionalidad.

X	CANTIDADES MENSUALES
1	2
2	1
3	0
4	2
5	2
6	1
7	2
8	2
9	0
10	1
11	0
12	1
<b>TOTALES</b>	<b>78</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>6,50</b>
	<b>1,17</b>



Gráfica 6: Consumo interno del Freon

Paso 2: Calcular la estacionalidad y desestacionalizar la demanda real.

Promedios Trimestrales	Factor de Estacionalidad	Y
		Desestacionalidad
1,750	1,500	1,333
1,250	1,071	0,933
0,500	0,429	0,000
		1,333
		1,867
		2,333
		1,333
		1,867
		0,000
		0,667
		0,000
		2,333
		<b>14</b>

**TOTAL**

Paso 3: Aplicar la regresión, proyectar la demanda y ajustar la estacionalidad.

X	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	X*Y
1	1	1,778	1,333
2	4	0,871	1,867
3	9	0,000	0,000
4	16	1,778	5,333
5	25	3,484	9,333
6	36	5,444	14,000
7	49	1,778	9,333
8	64	3,484	14,933
9	81	0,000	0,000
10	100	0,444	6,667
11	121	0,000	0,000
12	144	5,444	28,000
<b>TOTALES</b>	<b>650</b>	<b>2,45E+01</b>	<b>91</b>

<b>A</b>	-2,28
<b>B</b>	0,41

La ecuación de la regresión es  $Y = A + Bx$ , en este caso queda  $Y = -2.28 + 0.41x$  con esta ecuación se obtuvo el pronóstico de la demanda para los tres meses siguientes:

**PRONOSTICO**

13	<b>3</b>
14	<b>4</b>
15	<b>4</b>

Paso 4: Calcular y ajustar el error estadístico.

<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>y</b>	<b>Y-y</b>	<b>(Y-y)^2</b>
1	-1,869	1,333	-3,202	10
2	-1,455	0,933	-2,389	6
3	-1,042	0,000	-1,042	1
4	-0,628	1,333	-1,961	4
5	-0,214	1,867	-2,081	4
6	0,199	2,333	-2,134	5
7	0,613	1,333	-0,721	1
8	1,026	1,867	-0,840	1
9	1,440	0,000	1,440	2
10	1,853	0,667	1,187	1
11	2,267	1,333	0,934	1
12	2,681	1,867	0,814	1
<b>TOTAL</b>				<b>36</b>

**S = 2,12**  
Error Estadístico

El consumo interno promedio del Freon es de 2 unidades / mes.

## 6.2 PROYECCIÓN DEL REPUESTO CLASE B

**PRODUCTO: AISLANTE  
MICALEX**

<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>CANTIDAD (Unidades)</b>
<b>2003</b>	Sep	2
	Oct	0
	Nov	1
	Dic	1
<b>2004</b>	Ene	2
	Feb	0
	Mar	1
	Abr	2
	May	0
	Jun	0
	Jul	0
	Ago	0

Paso 1: Graficar los valores de los trimestres y percibir la estacionalidad.

<b>X</b>	<b>CANTIDADES MENSUALES</b>
1	2
2	0
3	1
4	1
5	2
6	0
7	1
8	2
9	0
10	0
11	0
12	0
<b>TOTALES</b>	<b>9</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>0,75</b>



Paso 3: Aplicar la regresión, proyectar la demanda y ajustar la estacionalidad.

<b>X</b>	<b>X<sup>2</sup></b>	<b>Y<sup>2</sup></b>	<b>X*Y</b>
1	1	2,250	1,500
2	4	0,000	0,000
3	9	9,000	9,000
4	16	0,563	3,000
5	25	2,250	7,500
6	36	0,000	0,000
7	49	0,563	5,250
8	64	2,250	12,000
9	81	0,000	0,000
10	100	0,000	0,000
11	121	0,000	0,000
12	144	0,000	0,000
<b>TOTALES</b>	<b>650</b>	<b>1,69E+01</b>	<b>38</b>

<b>A</b>	-3,24
<b>B</b>	0,45

La ecuación de la regresión es  $Y = A + B x$ , en este caso queda  $Y = -3.24 + 0.45 x$  con esta ecuación se obtuvo el pronóstico de la demanda para los tres meses siguientes:

**PRONOSTICO**

13	<b>3</b>
14	<b>3</b>
15	<b>3</b>

Paso 4: Calcular y ajustar el error estadístico.

X	Y	y	Y-y	(Y-y) <sup>2</sup>
1	-1,869	1,500	-3,369	11
2	-1,455	0,000	-1,455	2
3	-1,042	3,000	-4,042	16
4	-0,628	0,750	-1,378	2
5	-0,214	1,500	-1,714	3
6	0,199	0,000	0,199	0
7	0,613	0,750	-0,137	0
8	1,026	1,500	-0,474	0
9	1,440	0,000	1,440	2
10	1,853	0,000	1,853	3
11	2,267	0,750	1,517	2
12	2,681	1,500	1,181	1
<b>TOTAL</b>				<b>44</b>

$$S = 2,35$$

Error Estadístico

El consumo interno promedio del Aislante MICALEX es de 2 unidades / mes.

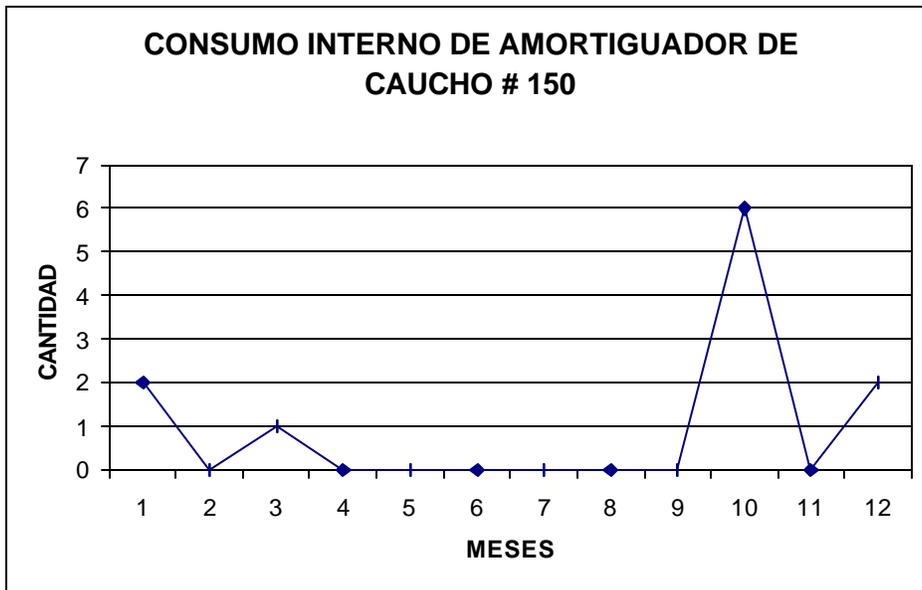
### 6.3 PROYECCIÓN DEL REPUESTO CLASE C

**PRODUCTO: AMORTIGUADOR  
CAUCHO # 150**

<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>CANTIDAD (Unidades)</b>
<b>2003</b>	Sep	2
	Oct	0
	Nov	1
	Dic	0
<b>2004</b>	Ene	0
	Feb	0
	Mar	0
	Abr	0
	May	0
	Jun	6
	Jul	0
	Ago	2

Paso 1: Graficar los valores de los trimestres y percibir la estacionalidad.

	<b>X</b>	<b>CANTIDADES MENSUALES</b>
	1	2
	2	0
	3	1
	4	0
	5	0
	6	0
	7	0
	8	0
	9	0
	10	6
	11	0
	12	2
<b>TOTALES</b>	<b>78</b>	<b>11</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>6,50</b>	<b>0,92</b>



Grafica 8: Consumo interno del Amortiguador de caucho # 150

Paso 2: Calcular la estacionalidad y desestacionalizar la demanda real.

Promedios Trimestrales	Factor de Estacionalidad	Y
		Desestacionalidad
2,000	2,182	0,917
0,000	0,000	0,000
0,750	0,818	1,222
		0,000
		0,000
		0,000
		0,000
		0,000
		0,000
		2,750
		0,000
		2,444
<b>TOTAL</b>		<b>7</b>

Paso 3: Aplicar la regresión, proyectar la demanda y ajustar la estacionalidad.

X	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	X*Y
1	1	0,840	0,917
2	4	0,000	0,000
3	9	1,494	3,667
4	16	0,000	0,000
5	25	0,000	0,000
6	36	0,000	0,000
7	49	0,000	0,000
8	64	0,000	0,000
9	81	0,000	0,000
10	100	7,563	27,500
11	121	0,000	0,000
12	144	5,975	29,333
<b>TOTALES</b>	<b>650</b>	<b>1,59E+01</b>	<b>61</b>

<b>A</b>	0,03
<b>B</b>	0,09

La ecuación de la regresión es  $Y = A + B x$ , en este caso queda  $Y = 0.03 + 0.09 x$  con esta ecuación se obtuvo el pronóstico de la demanda para los tres meses siguientes:

**PRONOSTICO**

13	<b>1</b>
14	<b>1</b>
15	<b>1</b>

Paso 4: Calcular y ajustar el error estadístico.

<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>y</b>	<b>Y-y</b>	<b>(Y-y)^2</b>
1	-1,869	0,917	-2,785	8
2	-1,455	0,000	-1,455	2
3	-1,042	1,222	-2,264	5
4	-0,628	0,000	-0,628	0
5	-0,214	0,000	-0,214	0
6	0,199	0,000	0,199	0
7	0,613	0,000	0,613	0
8	1,026	0,000	1,026	1
9	1,440	0,000	1,440	2
10	1,853	2,750	-0,897	1
11	2,267	0,000	2,267	5
12	2,681	0,000	2,681	7
<b>TOTAL</b>				<b>32</b>

$$S = 2,00$$

Error Estadístico

El consumo interno promedio del Amortiguador caucho # 150 es de 2 unidades / mes.

## **7. MODELOS DE LOS SISTEMAS DE INVENTARIO**

Siguiendo con la teoría planteada en el segundo capítulo de esta Monografía, el segundo elemento del Sistema de Control de los Inventarios son los Modelos de Inventarios; según esta teoría para los materiales de la clase A se recomienda utilizar el modelo lote económico EOQ, para los materiales de la clase B se recomienda utilizar el Modelo Inventario Máximo-Lote Económico y para los materiales de la clase C, se recomienda el Modelo de Inventario Periódico.

### **7.1 ANÁLISIS DEL REPUESTO CLASE A:**

Como se dijo anteriormente, para los materiales que se encuentran en la clasificación A, se recomienda utilizar el Modelo del Lote –Económico, en este caso se analizará el primer producto de la clasificación.

 FREON

D = 3 unid

S = 2 unid.

Costo Preparación de una Orden (horas):

Mano de Obra = \$ 5320.83

Material = \$700

Servicios = \$ 4096

- $$Q_o = \sqrt{\frac{2 \cdot C_3 \cdot D}{C_1}}$$

$$Q_o = \sqrt{\frac{2 * \$15175.2 * 3 \text{ und}}{\$16000}} = 2 \text{ und / pedido}$$
- $$C_1 = 8\% \text{ valor del material.}$$

$$C_1 = \$16000$$
- $$C_3 = \frac{D}{S} * \text{Costo de Preparar una Orden.}$$

$$C_3 = \frac{3}{2} * \$10116.83 = \$15175.2$$
- $$C_{qo} = \sqrt{2 * D * C_1 * C_3}$$

$$C_{qo} = \sqrt{2 * 3 \text{ und} * \$16000 * \$15175.2} = \$38168$$
- $$N(\text{Numero de Pedidos}) = \frac{D}{Q_o}$$

$$N(\text{Numero de Pedidos}) = \frac{3 \text{ und}}{2 \text{ und}} = 1.5 \approx 1 \text{ pedido / mes}$$
- $$T(\text{Tiempo entre Pedidos}) = \frac{Q_o}{D}$$

$$T(\text{Tiempo entre Pedidos}) = \frac{2 \text{ und}}{3 \text{ und}} = 0.66 \approx 1 \text{ mes}$$
- $$CT = \frac{Q_o * C_1}{2} + \frac{D * C_3}{Q_o} + \text{Costo Unitario} * D$$

$$CT = \frac{2 \text{ und} * \$16000}{2} + \frac{3 \text{ und} * \$15175.2}{2 \text{ und}} + \$200000 * 3 \text{ und} = \$638168$$

## 7.2 ANÁLISIS DEL REPUESTO CLASE B:

Para los materiales que se encuentran en la clasificación B, se recomienda utilizar el Modelo del Lote – Económico, debido a que ninguno de estos materiales son críticos y no generan un costo de agotamiento; en este caso se analizará el primer producto de la clasificación.

### 🌐 AISLANTE MICALEX

D = 3 und

S = 2 und

Costo Preparación de una Orden (hora):

Mano de Obra = \$ 5320.83

Material = \$ 700

Servicios = \$ 4096

- $C_1 = 8\%$  valor del material.

$$C_1 = \$7024$$

- $C_2 =$  Este valor resulta de multiplicar el tiempo de una hora de producción por el tiempo de reposición

$$C_2 = \$1500000$$

- $C_3 = \frac{D}{S} * \text{Costo de Preparar una Orden}$

$$C_3 = \frac{3}{2} * \$10116.83 = \$15175.2$$

- $Q_o = \sqrt{\left(\frac{2 * C_3 * D}{C_2}\right) * \left(\frac{C_1 + C_2}{C_1}\right)}$
- $Q_o = \sqrt{\left(\frac{2 * \$15175.2 * 3}{\$1500000}\right) * \left(\frac{\$7024 + \$1500000}{\$7024}\right)} = 3.59 \text{ unid} \approx 3 \text{ unid}$
- $K_o (\text{Inventario Maximo}) = \frac{C_2 * Q_o}{(C_1 + C_2)}$
- $K_o (\text{Inventario Maximo}) = \frac{\$150000 * 3 \text{Unid}}{(\$7024 + \$150000)} = 2.9 \approx 3 \text{ unid}$
- $(Q_o - K_o) = \sqrt{\left[\left(\frac{C_2}{C_1 + C_2}\right) * \left(\frac{2 * C_3 * D}{C_1}\right)\right]}$
- $(Q_o - K_o) = \sqrt{\left[\left(\frac{\$1500000}{\$7024 + \$1500000}\right) * \left(\frac{2 * \$15175.2 * 3 \text{Unid}}{\$7024}\right)\right]} = 3.5 \approx 3 \text{ unid}$
- $N (\text{Numero de Pedidos}) = \frac{D}{Q_o}$
- $N (\text{Numero de Pedidos}) = \frac{3}{2} = 1.5 \approx 1 \text{ pedido / mes}$
- $T (\text{Tiempos entre Pedidos}) = \frac{Q_o}{D}$
- $T (\text{Tiempos entre Pedidos}) = \frac{2}{3} = 0.66 \approx 1 \text{ mes}$

$$CT = \sqrt{(2 * C_3 * C_1 * D) * \frac{C_2}{C_1 + C_2}} + \text{Costo Unitario} * D$$

$$CT = \sqrt{(2 * \$15175.2 * \$7024 * 3) * \frac{\$1500000}{\$7024 + \$1500000}} + \$87800 * 3 \text{ unid} = \$288630.2$$

### **7.3 ANÁLISIS DEL REPUESTO CLASE C:**

En esta tercera clasificación se encuentran aquellos materiales que no son vitales para la producción y que no necesitan alto control; las cantidades requeridas para los repuestos y materiales de esta clasificación siempre son las mismas, representando el 5% del costo de la bodega, por tanto recomienda que el tiempo entre pedidos sea de seis meses aproximadamente, debido a que este fue el resultado arrojado según las estadísticas de salida del almacén de este tipo de materiales.

## 8. SISTEMAS P Y Q

Los Sistemas P y Q tiene como finalidad, la de encontrar la cantidad optima a pedir y en que punto del inventario se debe pedir.

Para este análisis se utilizó el Sistema Q para los ítem escogidos en el punto anterior, lo cuales fueron analizados con el Modelo de Lote Económico y con el Modelo de Lote Económico-Inventario Máximo, por considerar que el comportamiento de la demanda es constante, al igual que el tiempo de entregas.

### 8.1 Sistema Q:

Como Sistema Q se analizará el Freon, perteneciente a la clasificación A, y el Aislante MICALEX de la clasificación B, quienes representan el 95 % del valor total del inventario.

🌐 FREON 22 X 50 lb:

$D = 3$  unid

$C_1 = \$16000$

Costo Preparación de una Orden (horas):\$10116.83

Mano de Obra = \$ 5320.83

Material = \$700

Servicios = \$ 4096

$C_3 = \$15175.2$

$$Q_{OPT} = 2 * D * C_3 / C_1$$

$$Q_{OPT} = 2 * 3 \text{ und} * \$15175.2 / \$16000$$

$$Q_{OPT} = 6 \text{ und}$$

**R (Punto de Reorden):**

$$R = d * L = 2 \text{ und} * 1 \text{ mes} = 2 \text{ und} / \text{mes}$$

Esto indica que cuando el inventario llegue a 2 unidades se tendrá que pedir la cantidad necesaria para que el inventario llegue a su valor máximo.

🌐 AISLANTE MICALEX

$$D = 3 \text{ und}$$

$$S = 2 \text{ und}$$

Costo Preparación de una Orden (hora): \$10116.83

$$\text{Mano de Obra} = \$ 5320.83$$

$$\text{Material} = \$ 700$$

$$\text{Servicios} = \$ 4096$$

$$C_1 = \$7024$$

$$C_3 = \$ 15175.2$$

$$Q_{OPT} = 2 * D * C_3 / C_1$$

$$Q_{OPT} = 2 * 3 \text{ und} * \$15175.2 / \$7024$$

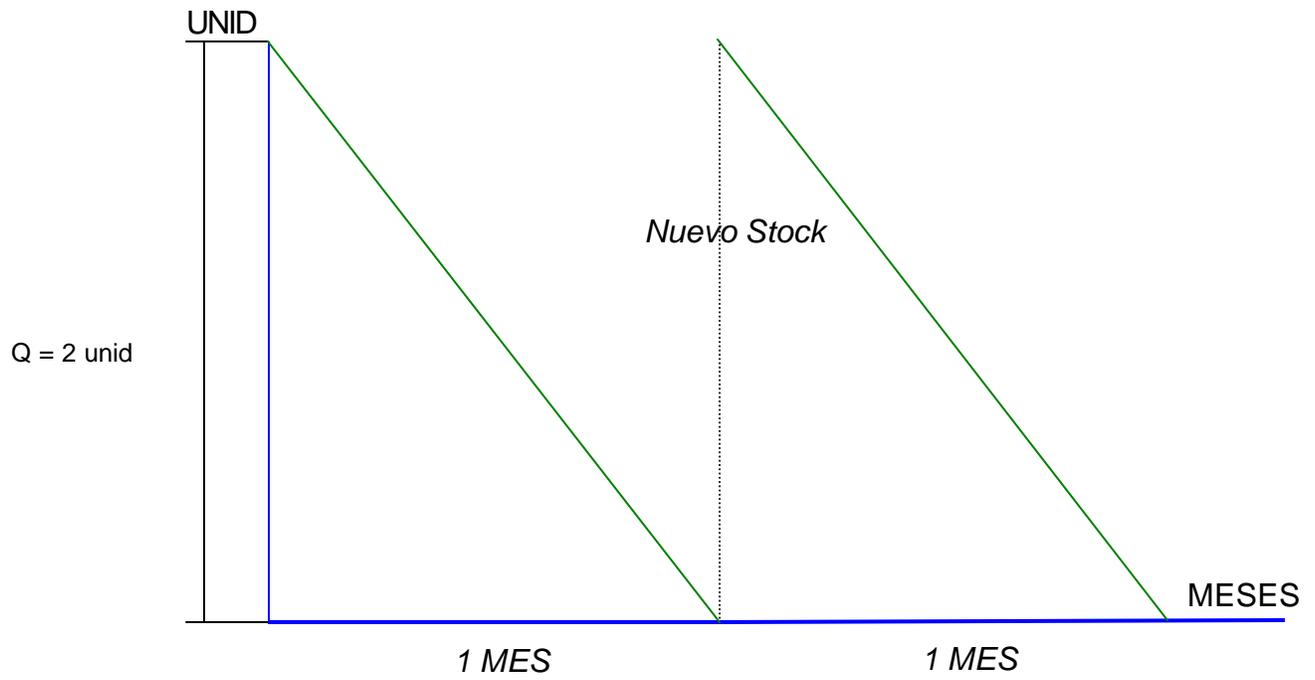
$$Q_{OPT} = 12 \text{ und}$$

**R (Punto de Reorden):**

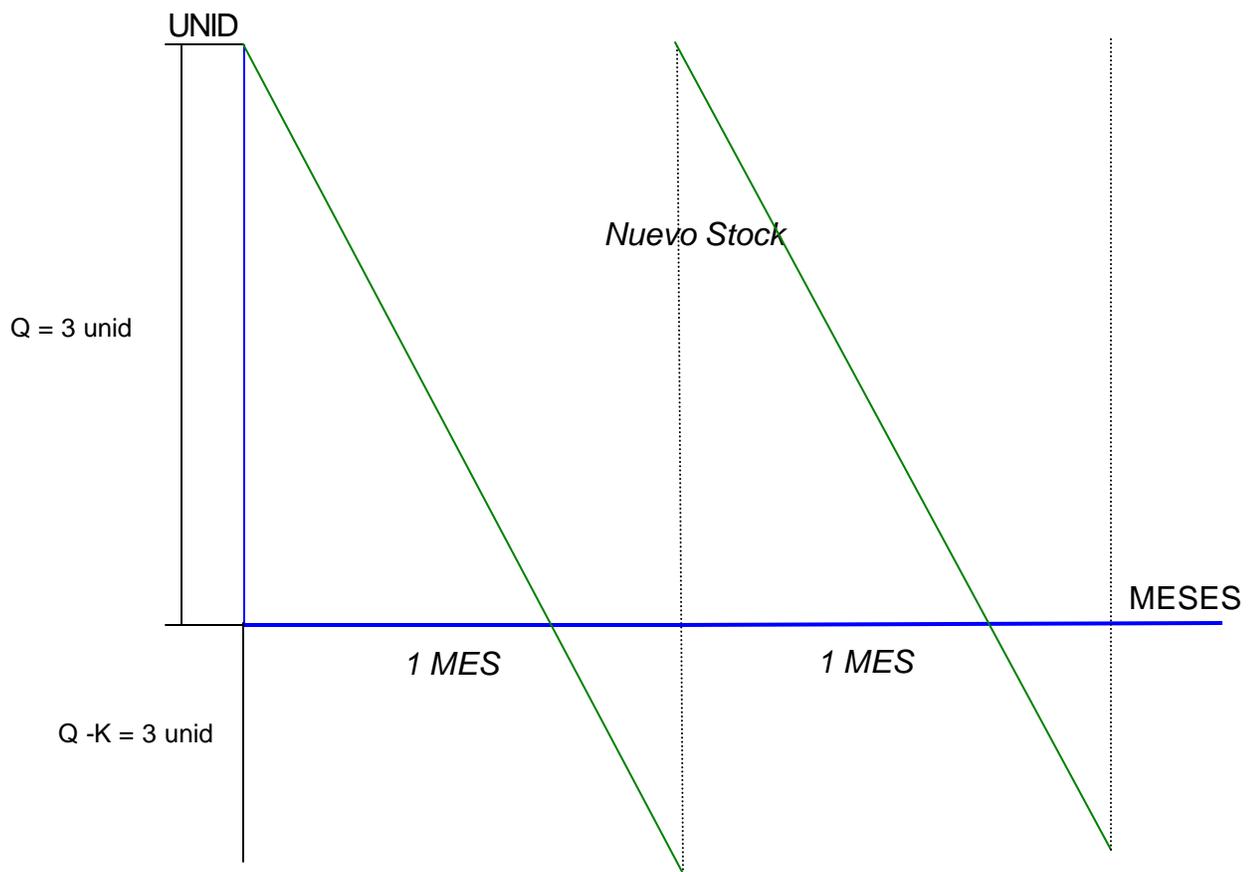
$$R = d * L = 2 \text{ und} * 1 \text{ mes} = 2 \text{ und} / \text{mes}$$

Esto indica que cuando el inventario llegue a 2 unidades se tendrá que pedir la cantidad necesaria para que el inventario llegue a su valor máximo

## MODELO LOTE ECONOMICO (FREON)



## MODELO INVENTARIO MÁXIMO - LOTE ECONOMICO



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Después de haber realizado el Análisis situacional y propuesta de mejora para la gestión de inventarios en la Cooperativa de Ganaderos de Cartagena Ltda. CODEGAN se concluyó y a la vez se recomendó lo que se presenta a continuación:

- ④ Debido a que el inventario de la empresa presenta diferentes tipos de productos estos deben ser clasificados según el tipo de demanda al cuál pertenecen (Dependiente o Independiente); demanda dependiente: material de producción de los productos (Leche, colorantes, cultivos, entre otros); demanda independiente: materiales de repuesto (Lijas, aislantes, entre otros).
  
- ④ La empresa debe implementar dentro de su funcionamiento integral el sistema Q, debido a que existen materiales dentro de la misma que tienen una demanda constante en el tiempo (Materiales de Producción) y que se deben regir por unas cantidades óptimas con unos tiempos fijos determinados, ya que la ausencia del mismo causa traumatismos en la producción.
  
- ④ Es importante que la empresa conozca y maneje de manera adecuada herramientas tales como: Proyección de la demanda, Plan de Requerimiento

de Materiales (MRP), sistemas de clasificación de inventarios, entre otros; con el fin de optimizar la gestión de sus inventarios, eliminando de esta manera existencias sobrantes causantes de altos costos de almacenaje.

- 🌐 Los Modelos de Control de Inventarios son de gran importancia ya que teniendo en cuenta una demanda, nos ayudan a saber cual es la cantidad óptima a pedir para satisfacerla y tener un stock de seguridad basados en los tiempos de reposición de los proveedores, además se tiene en cuenta otros parámetros como son, el tiempo que se debe esperar para realizar un pedido, el número de órdenes que se deben realizar en un horizonte de tiempo determinado y se pueden cuantificar los costos que genera el inventario, por tanto Codegan debe conocer y aplicar de la mejor manera dichos modelos para el control de sus inventarios ayudándolos a mejorar sus planeación y toma de decisiones.

Toda Administración exige Planificar, Organizar, Dirigir y Controlar; con nuestro Análisis y Propuesta de mejora en la Gestión de Inventarios de CODEGAN LTDA esta podrá optimizar su manejo y sostenibilidad logrando así aumentar sus niveles de competitividad.

## BIBLIOGRAFÍA

- ④ Manual del Ingeniero Industrial, MAYNARD, Hodson, William k. Cuarta edición. Mc Graw Hill, 1998.
- ④ Gestión Efectiva de Materiales: Procesos de Compras, Administración de Almacén y Control de Inventario, Cardozo Correa, Gonzalo, 1 edición; editorial UTB.
- ④ <http://www.cursos.femz.es/Produccion/tema03/tema0303.htm>La gestión de los inventarios.
- ④ <http://www.uc3m.es/uc3m/serv/GR/pruebaRaul/Inventario/manualgestioninventario.html#1.%20CONCEPTOS%20BÁSICOS%20PARA%20CONFECIONAR%20EL>
- ④ Control de Inventarios: Teoría y Practicas; Strarr, Martín; editorial Diana, México.
- ④ Planeación de la producción y control de inventarios; 2 edición; Narasimhan, Seetharamal; Prentice-hall Hispanoamérica,1996