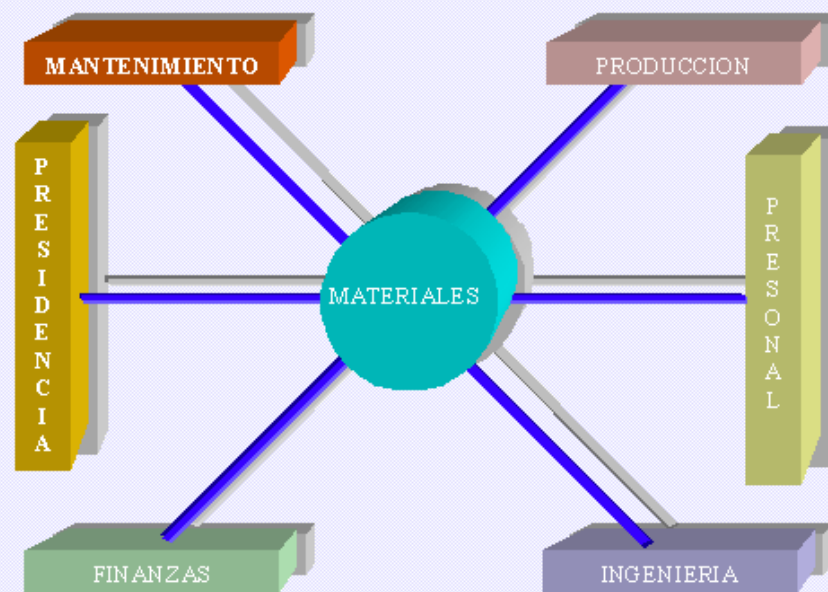


LOGISTICA:

MODELO PARA LA GERENCIA DE LOGISTICA INDUSTRIAL



Dr. Genaro Mosquera C.
Ing. Luis Martínez R.

CENTRO DE ALTOS ESTUDIOS GERENCIALES ISID
Caracas, Venezuela 2001



GERENCIA DE LOGISTICA INDUSTRIAL

**Modelo en base al libro de Texto
Gerencia de Logística Industrial
Academia de Ciencias Económicas, Venezuela**



Instituto Superior de Investigación y Desarrollo

Copyriight, 2001.
ISBN 980 323 050 6
4ª. Edición

.

AGRADECIMIENTO

**Al Dr. Jesús Salomón, al Dr. José de Jesús Rivero, al Ing. Luis
Martínez R**

**Y al Ing. Nelson Mosquera Bauce
por su magnífica colaboración en la revisión y
programación de las rutinas de computación de esta
herramienta técnica.**

INTRODUCCION

La complejidad de las operaciones industriales, dentro del marco de la ciencia y la tecnología, han determinado el uso de técnicas cada vez mas elaboradas en función de los diferentes mecanismos que intervienen en las relaciones o variables que norman dichas operaciones. En este sentido los métodos estadísticos se han convertido en instrumentos poderosos para la modelación de variables orientados hacia los procesos de inferencia y de pronósticos dentro de un entorno más probable.

Los trabajos de “Logistic Analisis” tienen sustento en los procesos industriales, especialmente el área petrolera y se orientaron hacia la administración de partes y repuestos los cuales son un componente de costo significativo para las operaciones de mantenimiento y de las operaciones en general. De esta manera, se busca modelar el comportamiento aleatorio de la demanda de esos materiales dentro de un enfoque de reducción de costos. Sus aplicaciones se orientan a la optimización mediante un método que estudie la confiabilidad de los componentes, permitan trabajar con un nivel de servicio previsto y se administre el flujo de materiales dentro de una demanda de uso adecuada.

La aplicación de los modelos para lograr los objetivos anteriores requieren de la comprensión y estimación de ciertos parámetros en un proceso de carácter probabilístico y una herramienta computacional que permita estimarlos con rapidez y eficiencia para la toma de decisiones que fundamentalmente estriba en estimar la demanda, calcular los puntos de pedido y las cantidades de pedido con un nivel de servicios adecuado dependiendo de la criticidad del material dentro del sistema total dentro del cual actúa.

El Modelo se orienta hacia clarificar los alcances conceptuales en un marco de aplicación determinado y la utilización de un software que facilite la obtención de resultados prácticos que definan una política determinada de administración de los materiales en un proceso logístico de carácter dinámico.-

INDICE

1.- GERENCIA LOGISTICA Y SISTEMA.	8
1.1 CONSIDERACIONES GENERALES.....	8
2.-CLASIFICACION Y CATALOGO DE MATERIALES.....	17
2.1. CLASIFICACION DE LOS MATERIALES.....	17
2.3 MANTENIMIENTO DEL CATALOGO DE MATERIALES.....	24
2.4 INTERRELACIONES E IDENTIFICACION CON LOS SUBSISTEMAS DE MATERIALES.....	25
2.5 ESTANDARIZACION Y POLITICA DE MANEJO DE LOS MATERIALES.	39
3.- ESTADISTICA BASICA.	44
3.1.- CONCEPTOS BASICOS.....	44
3.2 DISTRIBUCIONES TEORICAS DE PROBABILIDAD.....	46
4.-MODELO DE CONTROL DE INVENTARIOS	61
4.1 INTRODUCCION.....	61
4.2 PRONOSTICO DE LA DEMANDA.....	61
4.3 PARAMETROS DE COSTO PARA EL SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIOS.....	65
4.4 MODELO PARA DETERMINAR LA CANTIDAD ECONOMICA A PEDIR	68
4.4 MANEJO DE DATOS PARA EL SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIO.....	77
5.-POLITICAS DE CONTROL DE INVENTARIOS	81
5.1 INTRODUCCION	81
5.2 POLITICA DE CONTROL DE ETIQUETAS.....	81
5.3 POLITICA DE REEMPLAZAMIENTO DIRECTO ARTICULOS ESTRATEGICOS O ESENCIALES.....	87
5.4 POLITICA POR CONTROL DE FALLAS.....	90
5.5 POLITICA PARA ARTICULOS DE ALTO MOVIMIENTO	94
5.6 POLITICA DE FLUJO MEDIANTE REABASTECIMIENTO.....	95
5.7. CONTROL DE MATERIALES PARA PROYECTOS	96
BIBLIOGRAFIA.....	107

1.- GERENCIA LOGISTICA Y SISTEMA.

1.1 CONSIDERACIONES GENERALES.

La Gerencia de Logística Industrial tiene como objetivo proveer los materiales necesarios para el rendimiento óptimo de las operaciones de la empresa, tomando en consideración los factores de demanda, costos y tiempo, y el costo de mantener un cierto nivel de existencias a objeto de lograr el balance económico de dichos factores y, al mismo tiempo, reducir los riesgos de agotamiento.

Nuestra atención se dirige a aquellos materiales usados en las Operaciones de Producción, tales como: tuberías, cemento, refuerzos de acero, partes eléctricas, pinturas, repuestos, suministros generales, etc. Poco se ha escrito sobre el proceso gerencial de estos materiales, sin embargo, cada año se consumen enormes cantidades de dinero por este concepto. En consecuencia de la definición anterior, se excluye el concepto de “materia prima” y “productos terminados”. El manejo de estos renglones ha recibido enorme atención contable y administrativa desde hace muchos años

Cuantiosos recursos económicos se invierten en partes y repuestos para las operaciones industriales; tanto más cuanto mayores y complejos sean los sistemas. Sus efectos son críticos y determinantes en las operaciones, especialmente en la industria petrolera, petroquímica, metalúrgica, eléctrica, etc.

En este trabajo, se estudiará el movimiento, almacenamiento y manejo de los materiales, de acuerdo a un proceso de información-decisión-acción.

La Gerencia de Logística Industrial, tal como se definió anteriormente, intenta responder en forma objetiva y cuantitativa dos preguntas básicas:

- ¿Cuánto pedir?
- ¿Cuándo pedir?

El concepto “Logística Industrial” es este contexto, se emplea en un sentido restringido, ya que “Logística”, en términos generales, se refiere a todas las actividades gerenciales y de comunicación involucradas en el movimiento y almacenamiento de materiales. Es decir, desde la adquisición de materias primas hasta el consumo del producto final.

Las funciones de logística para los fines del enfoque a considerar se clasifican de la siguiente manera:

1. Adquisición.
2. Control de Producción
3. Distribución.
4. Logística Industrial

A continuación se definen los diferentes conceptos enumerados anteriormente.

ADQUISICION

Se refiere a la obtención de los materiales, hasta su llegada a los almacenes de la empresa. En las grandes organizaciones estas funciones se manejan de manera corporativa. En cualquier caso, es conveniente centralizar esta función para todas las unidades operativas de la empresa.

CONTROL DE PRODUCCION

Se refiere a la alimentación de los materiales a las líneas de producción e incluye el flujo de ellos por las diferentes etapas del proceso de producción..

DISTRIBUCION

Se refiere a la dirección y acciones relativas a la entrega de los productos terminados, partiendo de su terminación hasta el final del proceso.

LOGISTICA INDUSTRIAL

Se refiere a la planificación, administración, ejecución y control (gerencia) de los materiales requeridos para el soporte y complemento de las operaciones de producción, incluyendo los elementos de información, proceso y análisis de dichos datos. Nos referimos específicamente a renglones tales como: tuberías, conexiones, cemento, elementos estructurales, artículos eléctricos, pinturas, repuestos, suministros generales de/para producción y mantenimiento, etc.

El concepto de Logística Industrial incluye los siguientes tópicos:

1. Requisición
2. Adquisición
3. Expedición
4. Tráfico
5. Embarque
6. Manejo
7. Recepción
8. Almacenamiento
9. Entrega
10. Acarreo
11. Recuperación
12. Control de Inventario
13. Estandarización.

Consideremos las cuatro actividades básicas de la Logística Industrial:

1. Movimiento
2. Almacenamiento
3. Control de los Niveles de Inventario
4. Ordenes de material

La secuencia general de estas actividades se muestra en el gráfico N 1.1.

El concepto de Logística Industrial se considera en el más amplio sentido Gerencial, es decir, como Sistema Total, entendiendo a este último como un conjunto de entidades relacionadas entre si por vínculos y atributos, con el fin de lograr determinados objetivos dentro de un cuadro de limitaciones específicas. En el análisis de ese sistema debe considerarse la definición, estructuración y análisis, de manera lógica y en términos cuantitativos, de complejos sistemas operacionales. Se examinan distintas configuraciones de entidades, atributos y relaciones. Se estudia el efecto de eventos internos y externos durante un periodo largo de tiempo. Se evalúan costo y efectividad y finalmente se selecciona la configuración óptima con el costo mínimo para una efectividad dada.

ACTIVIDADES BÁSICAS DE LA LOGÍSTICA

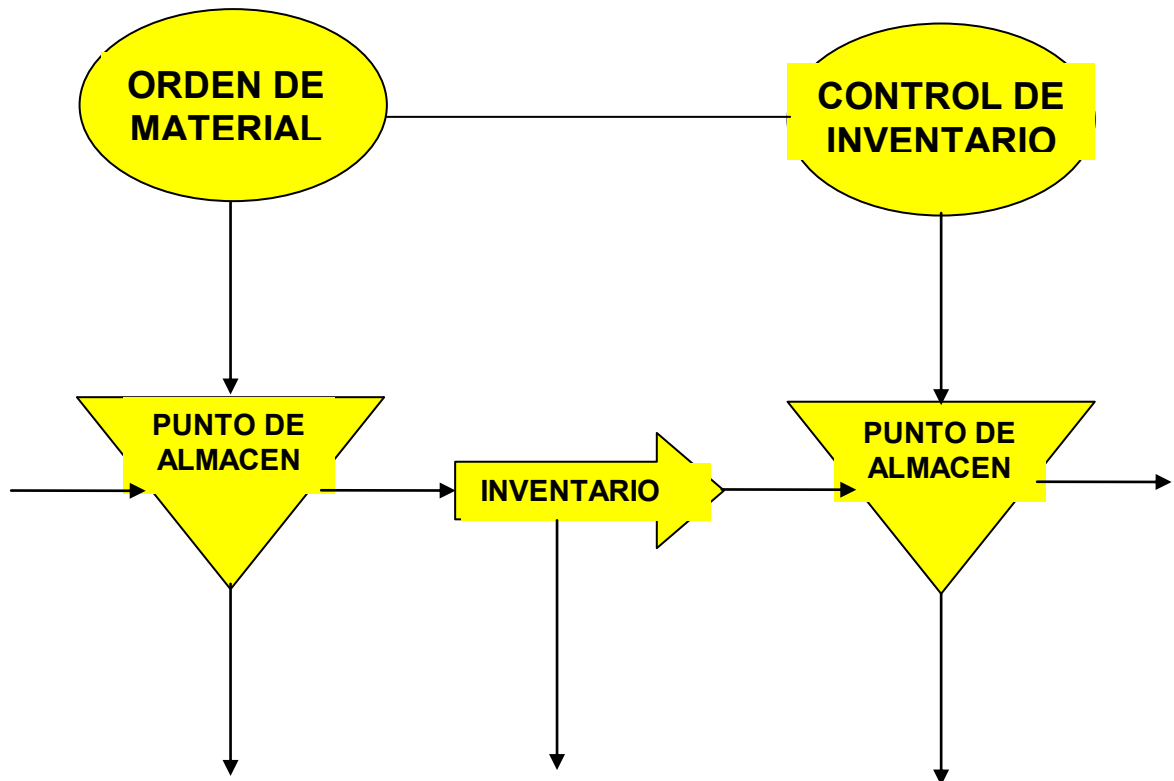


GRAFICO 1-1

1.2 LOGISTICA INDUSTRIAL Y EL SISTEMA TOTAL

La logística es una función de Servicios para la Empresa; su único propósito es de proveer los materiales requeridos en el proceso productivo, cuando hagan falta y al más bajo costo posible. Esto incluye el análisis de los costos, cuando los materiales no estén disponibles por alguna razón. En consecuencia, la Administración de esta función debe ser realizada con un criterio ampliamente gerencial y debidamente articulado con el complejo total de la empresa. En otras palabras, debe considerársele como una parte de un Sistema Total.

Examinemos los factores que inciden en el Sistema Total, en una organización típicamente industrial:

1. MERCADO

La Gerencia de este factor es responsable de manejar todas las herramientas disponibles tan efectivamente como sea posible y producir la combinación más favorable de ventas y beneficios. Debe realizar las estimaciones de ventas y sugerir el plan óptimo de fabricación.

2. ADQUISICIONES

La Gerencia de este factor debe adquirir materia prima y otros bienes en un tiempo adecuado, a un mínimo costo. La cantidad correcta, calidad, tiempo y costo son complejas funciones de demanda que, unidas a los programas de producción y elementos financieros, son difíciles de optimizar.

3. PRODUCCION

La Gerencia de este factor debe desarrollar los programas de producción mediante la utilización de los recursos disponibles (humanos, máquinas y materiales). Estos programas preverán la forma más efectiva de producir artículos de adecuada calidad en el más breve tiempo posible y al mínimo costo.

4. DISTRIBUCION

La Gerencia de este factor debe minimizar los costos de distribución, incluyendo transporte y almacenamiento intermedio.

5. TECNICA

La Gerencia de este factor debe asegurar para la Empresa el uso de los Equipos más adecuados, en términos de tecnología y costo, para cumplir con los objetivos.

FINANZAS

La Gerencia de este factor debe realizar los planes financieros de la Empresa, de acuerdo con sus objetivos. Esta gestión incluye Contabilidad, Flujo de Caja y Análisis Financiero.

6. GERENCIA GENERAL

El más alto nivel de la Gerencia integra las funciones separadas en un programa único y armónico para lograr un efecto óptimo de la Empresa en su conjunto (Sistema Total Empresa).

7. DIRECCION

Representa a los Propietarios o Accionistas, quienes señalan las políticas y los objetivos primarios de la organización. Los resultados de la gestión deben satisfacer las expectativas de los Propietarios.

Al considerar con criterio gerencial las acciones de logística se contribuye, con un factor adicional, a mejorar las tasas de beneficio de la Empresa.

Los materiales son inversiones que se traducen en un valor de inventario. Usualmente se les considera como parte de los activos circulantes y capital de trabajo.

Se señalan a continuación algunos factores que permiten medir las tasas de beneficio para una Empresa.

A. Retorno de los recursos

$$R = \frac{\text{Beneficio Neto}}{\text{Activo Total}}$$

Esta razón muestra cuantos recursos se requieren para producir una unidad monetaria de beneficio. Es una buena medida para cuantificar el rendimiento del capital, para uso de la Gerencia.

B. Retorno de la Inversión

$$RI = \frac{\text{Beneficio Neto}}{\text{Activo Total} - \text{Pasivo Total}}$$

Esta razón mide la efectividad con la cual se ha invertido los propios fondos en un negocio, en relación con el probable retorno de otras inversiones. Ello representa una medida para analizar la protección de los créditos y seguros contra las insolvencias.

C. Retorno del activo fijo

$$RA = \frac{\text{Beneficio Neto}}{\text{Activos Fijos}}$$

Muestra la relación entre los beneficios netos y los activos fijos, lo cual determina la unidad monetaria de beneficio producida por unidad invertida en los activos fijos.

En general, mediante el análisis de varias Empresas se concluye y generaliza que del total de los activos circulantes, cerca del 3% corresponden a materiales y repuestos.

Es importante señalar que el costo nominal de los materiales acusa un alza constante por efectos de la inflación; en consecuencia, cualquier esfuerzo que se haga en este sentido permitirá la optimización del proceso.

En el Gráfico N° 1-2 puede observarse un diagrama con las diferentes funciones de la Empresa en relación con la Logística.

La más simple prueba de la importancia de la Logística industrial es la demanda creciente en operaciones, mantenimiento y construcción. Ellas, sobre todo las dos últimas, hacen más complejos aún los problemas en la Gerencia Industrial.

La política gerencial también ejerce una poderosa influencia en la Logística Industrial y su empleo. Frecuentemente, se consiguen políticas Gerenciales conflictivas: por un lado se tiene a Gerentes que ponen mucha presión para

bajar los niveles de inventario y, al mismo tiempo, se requiere mayor producción; en consecuencia, deben elegir lo uno o lo otro, pero no ambos.

DIAGRAMA FUNCIONAL INTERFASE

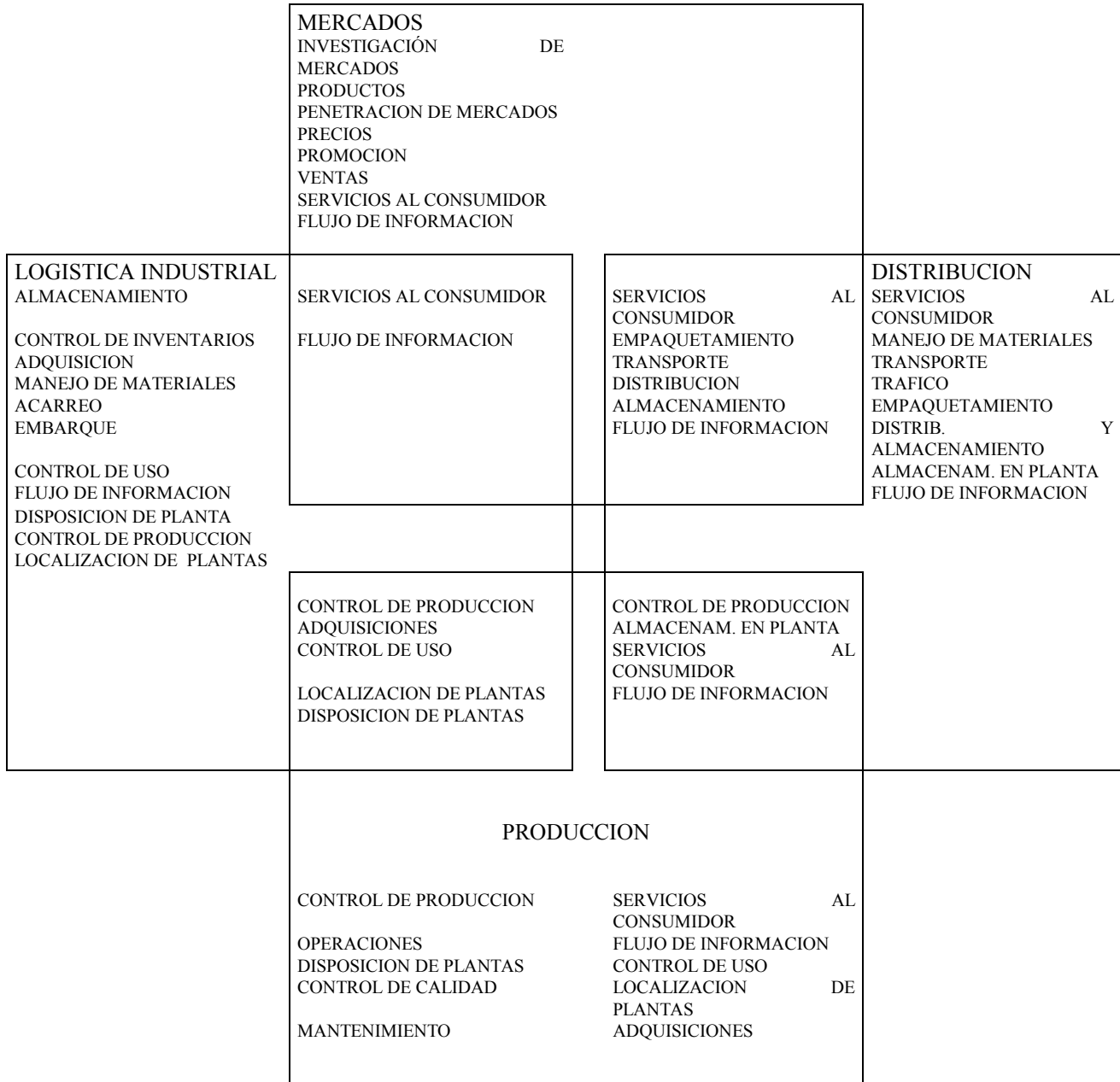


GRAFICO 1-2

Las políticas administrativas y los procedimientos también juegan un importante papel, especialmente la contabilidad. Una decisión fundamental se refiere a los materiales: unos son capitalizables y otros son cargados a los gastos. En efecto, cuando muchos materiales son cargados a los gastos, en los libros se aprecia una disminución de los activos.

Los costos son básicos para definir una política de materiales, pero los costos son un reflejo de lo que contabilidad registra, lo cual quiere decir, que los costos son función del nivel de detalle y exactitud con que sean llevados.

Se concluye que optimizar la Logística Industrial es una compleja actividad, que deben considerarse todos los aspectos Gerenciales y, en consecuencia, debe trabajarse como un Sistema Total.

2.-CLASIFICACION Y CATALOGO DE MATERIALES

2.1. CLASIFICACION DE LOS MATERIALES

De una manera general, podemos decir que los materiales, desde el punto de vista de construcción de proyectos, pueden ser materias primas o productos terminados.

Se debe recordar que un producto terminado para una Industria puede ser materia prima en otra. Por ejemplo, el hierro es materia prima para construir planchas de acero con producto terminado y, a su vez, estas planchas son materia prima para fabricar tuberías.

Sea cual fuere el tipo de industria (extractiva, proceso, servicio, etc.) o su objetivo particular (pintura, refinería petrolera, fábrica de juguetes, etc.), existe una amplia gama de materiales que le son comunes. Estos se pueden clasificar en:

1. Materiales de suministros en general

Se refiere este rubro a artículos comunes y/o de consumo. Ellos son producidos por dos o más fabricantes. Se incluyen en esta clasificación artículos tales como: cojinetes, pernos, tubos, válvulas, lámparas, etc.

2. Materiales únicos

Son artículos manufacturados por una sola fábrica. El mejor ejemplo de ellos son los repuestos de una máquina.

Dentro de las dos clasificaciones anteriores debemos reconocer que no todos los fabricantes producen un mismo artículo de idéntica manera o iguales características. En consecuencia, es necesario diferenciar cada artículo en términos de sus características (físicas y químicas).

a) artículos de gran tolerancia

Se refiere a un artículo totalmente intercambiable.

b) sustituto inferior

Un artículo que no es igual al componente original, pero puede ser utilizado en su lugar.

c) sustituto superior

Un artículo que es mejor que el original y puede ser utilizado en su lugar.

Desde el punto de vista organizacional, los materiales se pueden clasificar agrupándolos en varias categorías:

1. Operación y Mantenimiento.
2. De capacitación y recreación.
3. Médico.
4. De suministro o comisariato.

El más importante por supuesto es el número uno.

El suministro de material a ser usado por las organizaciones determina la necesidad de ejercer un adecuado control sobre la adquisición, recepción, almacenamiento y uso de los materiales.

Ese adecuado control se logra mediante un sistema que satisfaga todos los requerimientos particulares de cada empresa. El sistema, sea simple o complejo, debe considerar todos los aspectos: información requerida, procedimientos de registro, reportes necesarios, almacenaje, etc. Un sistema para 5.000 renglones será diferente al sistema para 250.000 renglones.

Para un Sistema de 5.000 artículos probablemente será adecuado un control manual; pero a medida que los inventarios crecen, en términos de artículos, se hace necesario desarrollar mejores controles, agilizar el papeleo y establecer sistemas de información. Ello determina el uso del computador.

Todas las operaciones no son iguales; muchos factores inciden en las diferentes operaciones. Ellos incluyen localización geográfica, tipo de negocios, disponibilidad de los materiales y suministros, etc. Un ejemplo puede ser el desarrollo de operaciones en áreas remotas, esto obliga a las organizaciones a disponer en "stock" los materiales y suministros requeridos además de material médico, comisariatos, recreacional, escolar y otros tipos de materiales que garanticen las operaciones de los equipos y del recurso humano.

Una Industria se beneficia si considera cuidadosamente la clasificación de su material. Mientras más compleja es la operación, mayor importancia reviste la clasificación de los materiales.

Existen diferentes Sistemas de Clasificación; entre ellos los más ampliamente usados son los basados en:

1. Conferencia de Bruselas
2. U.S. Department of Commerce Commodity Control System.

Ellos son probablemente los sistemas más ampliamente usados; sin embargo, por tratarse de clasificaciones genéricas, podrían no ser apropiados para una Empresa en particular.

Algunas compañías multinacionales tienen sistemas de clasificación basados en el NSSC (National Standard Stock Catalogue). Su sistema de numeración es de 13 dígitos.

El sistema de Clasificación de Materiales adoptado debe proveer el máximo de beneficios y responder a los siguientes objetivos:

1. Reunir grupos similares de material
2. Servir como sistema localizador
3. Optimizar el proceso de almacenamiento
4. Proveer datos para requerimientos Gerenciales y estadísticos
5. Uso restringido cuando sea necesario;

Dependiendo de las necesidades y localización de la compañía, podrían incluirse como objetivos:

6. Regulaciones gubernamentales o restricciones legales
7. Restricciones de embarque

Se propone aquí un Sistema de Codificación el cual es utilizado por diferentes tipos de Industrias, en especial petroleras y plantas de servicios públicos, aunque puede aplicarse en cualquier empresa industrial.

Este sistema de Clasificación se basa en un código de 9 dígitos, organizados en 4 bloques, así:

- Grupos
- Sub-grupos
- Clases
- Artículos

Grupos: El primer paso en la clasificación del material es establecer cual tipo de material debe incluirse en cada grupo. Ello puede basarse en el género de material, su utilización, el tipo de instalación en que se usa, etc. Algunos ejemplos son:

1. Suministros generales clasificados por su función: por ejemplo: Aprisionadores, que incluye tuercas, tornillos, arandelas, remaches, pasadores, etc.
2. Materiales clasificados por utilización: Por ejemplo: Eléctrico, que incluye todos los materiales utilizados exclusivamente en esta actividad.
3. Materiales clasificados según la instalación en que se utiliza: Material para la Planta N° 1, que incluye todos los materiales que se emplean en dicha planta, independientemente de su naturaleza, función o actividad.

Sub-grupos: Habiéndose determinado los grupos, el paso subsiguiente es dividir cada uno en Sub-grupos homogéneos.

Si el grupo fue “Aprisionadores”, los Sub-grupos podrían ser: pasadores, tornillos, remaches, tuercas, arandelas.

Clases: Este grupo representa obviamente una subdivisión dentro de cada Sub-grupo.

Cada clase agrupará características genéricas de los artículos. Si el Sub-grupo fue "Tornillos", las clases podrían ser: maquinado, fundido, cabeza cuadrada, cabeza hexagonal, de acero, de bronce, rosca fina, etc.

Artículos: Este es el resultado final de la clasificación y representa al artículo debidamente catalogado mediante un número único e indivisible.

El código del artículo queda finalmente definido así:

XX	XX	XX	XXX
----	----	----	-----
Grupo	Sub-grupo	Clase	Número del artículo

Es evidente que en la preparación del catálogo debe preverse la inserción de nuevos códigos, para clasificar convenientemente materiales nuevos.

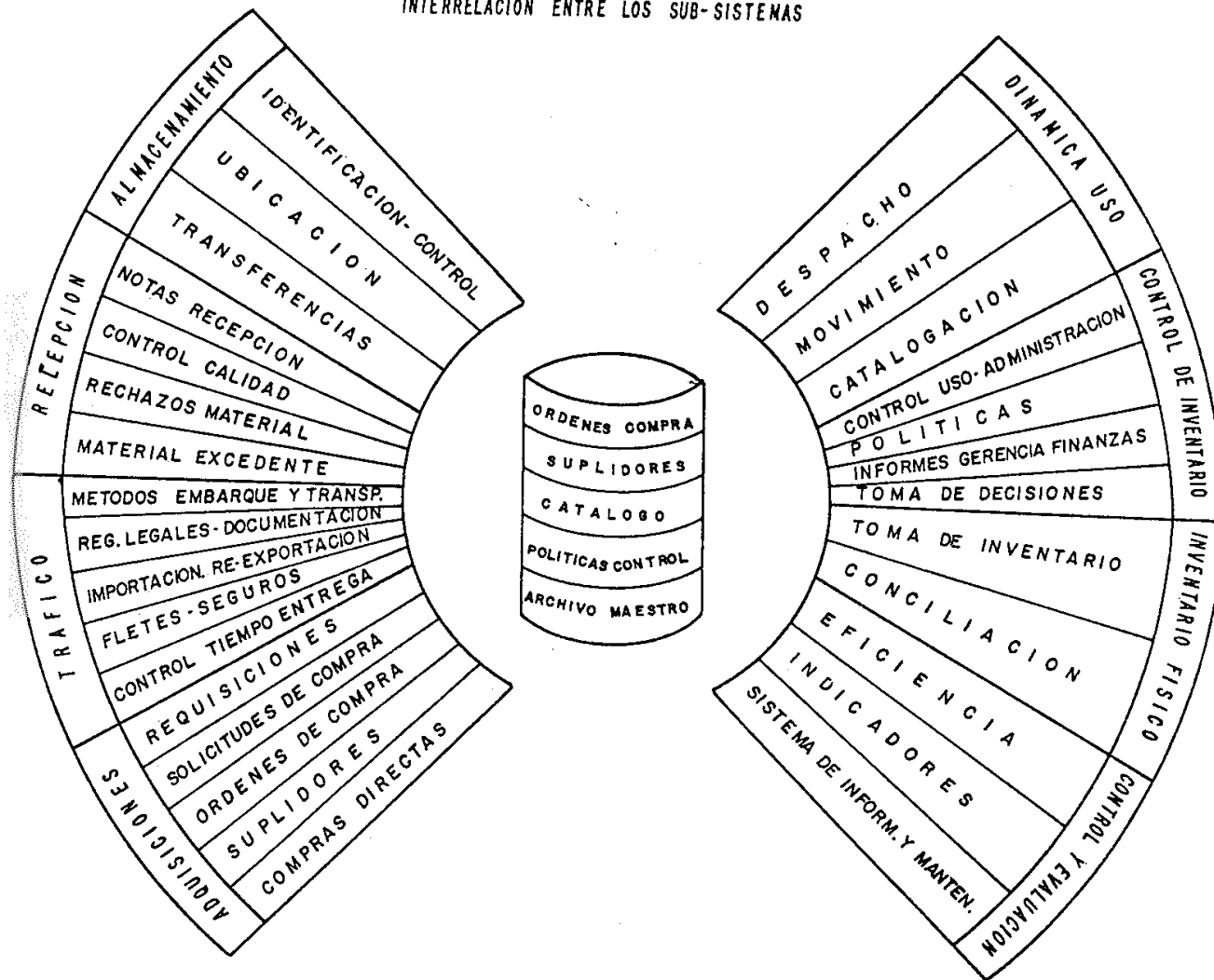
El sistema de codificación propuesto debe permitir una interrelación entre los diferentes subsistemas de control de los materiales, así como con los sistemas de equipos, localización de ellos y los sistemas funcionales de producción. En el gráfico N° 2-1 se observan las relaciones entre los diferentes subsistemas de requisiciones, tráfico, recepción, almacenamiento, dinámica de uso, control de inventarios, inventarios físicos y control y evaluación.

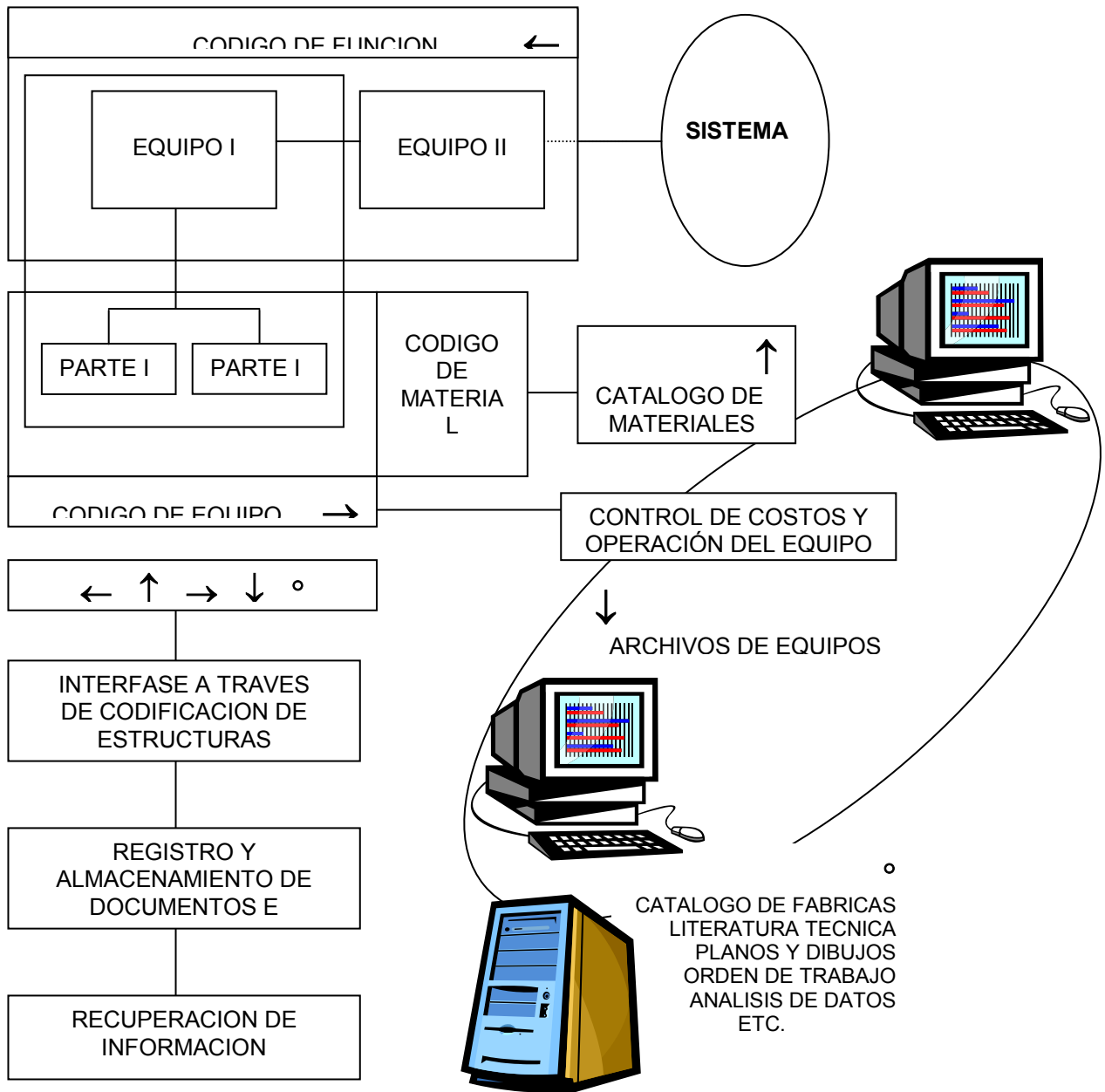
Es necesario prever las diferentes relaciones funcionales entre los diferentes sistemas, así como la recuperación de información técnica. En el gráfico 2-2 se pueden observar las diferentes relaciones entre los códigos de función relativos a los equipos y partes de los mismos, los de los sistemas de producción, el archivo de equipos, los códigos de localización, los códigos contables y los de los centros de costo, los catálogos de fabricantes, dibujos, especificaciones, literatura técnica, ordenes de trabajo, y los sistemas de microfilm con la información de suplidores y elementos técnicos.

El elemento centralizador del sistema de recuperación de información para los materiales es justamente el catálogo, cuyas referencias cruzadas permiten la utilización eficiente del sistema de control de los materiales.

GRAFICO N° 2-1

SISTEMA DE CONTROL DE MATERIALES
INTERRELACION ENTRE LOS SUB-SISTEMAS





SISTEMA DE RECUPERACION DE INFORMACION TECNICA

GRAFICO 2-2

2.3 MANTENIMIENTO DEL CATALOGO DE MATERIALES

El Índice de Catálogo debe ser cuidadosamente preparado para una rápida localización del artículo y, al mismo tiempo, identificar claramente los diferentes nombres (sinónimos) con que se reconoce a un material específico, así como las referencias bibliográficas y cruces correspondientes.

MANTENIMIENTO DEL CATALOGO

El mantenimiento del Catálogo de Materiales es un proceso continuo para añadir nuevos materiales, eliminar otros, etc.

Se debe realizar un esfuerzo en mantener actualizado el catálogo, mediante la incorporación creciente de artículos y la eliminación de aquellos no utilizados.

Sobre la eliminación de artículos es importante realizar los análisis de movimiento, para descartar “items” que no se mueven por obsolescencia u otras causas.

Para la incorporación o eliminación de artículos deben tomarse en cuenta algunos factores entre los cuales se tienen:

1. Cambios en las unidades de medida
2. Cambios de empaques
3. Cambios de numeración del fabricante
4. Cambios en las unidades de precio
5. Cambios de descripción
6. Cambios en los números de inventario
7. Cambios de codificación

Es importante el diseño de procedimientos que garanticen que la revisión del Catálogo estará reservada a personal capacitado para ello. Esto exige instructivos muy precisos y una alta responsabilidad por parte del personal.

2.4 INTERRELACIONES E IDENTIFICACION CON LOS SUBSISTEMAS DE MATERIALES.

2.4.1 Administración de los Materiales

El sistema de materiales está integrado por un conjunto de subsistemas los cuales se pueden clasificar dentro de los siguientes tópicos:

- adquisiciones
- tráfico
- recepción
- almacenamiento
- dinámica de uso
- control de inventarios
- inventario físico
- control y evaluación

El diagrama 2-3 muestra el sistema y las relaciones de información involucradas en un proceso de gerencia. En efecto, éste controla las acciones de compra, movimiento y almacenamiento de acuerdo a un proceso de acción, información y decisión. En ese sentido, se administran los materiales, estableciendo un balance económico de los factores participantes frente a los riesgos de agotamiento de los artículos que intervienen en el proceso operativo.

El análisis de los diferentes subsistemas, conduce a descomponer la instrumentación conceptual del modelo de control de inventarios. Consideremos cada uno por separado:

REQUISICIONES:

- solicitudes de compra
- ordenes de compra
- proveedores asociados a la documentación
- técnica de las partes y repuestos que comercializan
- compras directas.

TRAFICO:

- métodos de embarque y transporte
- requerimientos aduanales
- importaciones y exportaciones

- fletes y seguros
- control de los tiempos de entrega
-

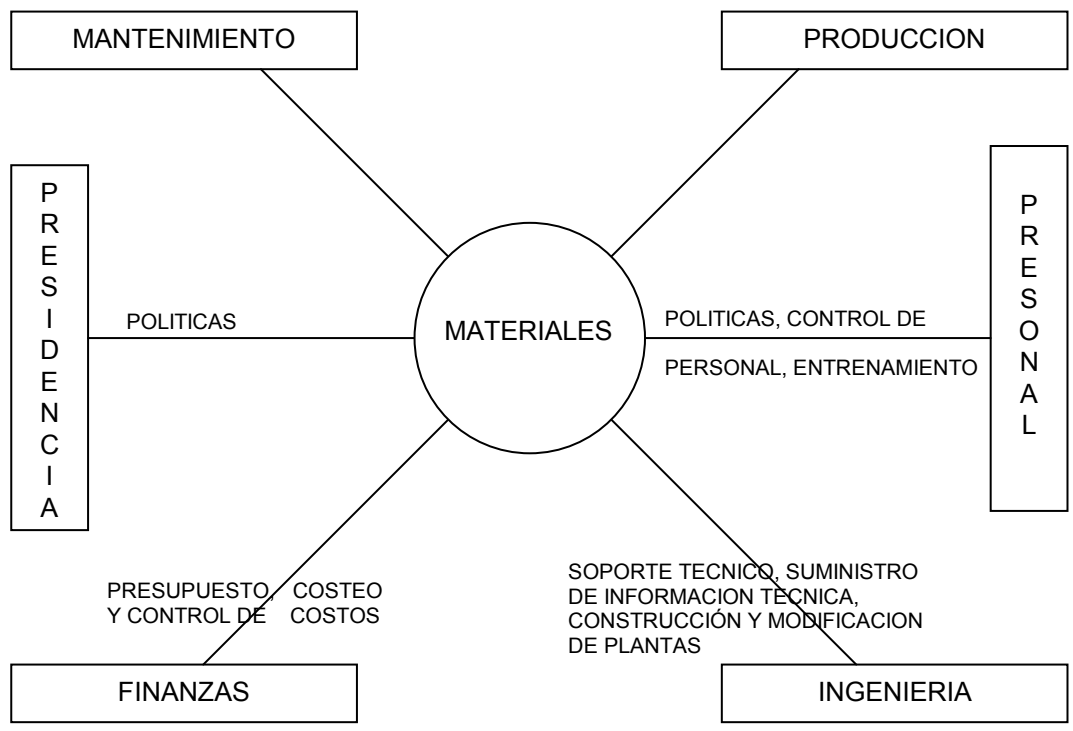


GRAFICO 2-3

RECEPCION:

- notas de recepción
- control de calidad
- rechazo de materiales
- identificación de material excedente.

ALMACENAMIENTO:

- identificación y control
- ubicación física
- transferencias y depósitos

DINAMICA DE USO:

- despacho
- registro y control
- catalogación

CONTROL DE INVENTARIOS:

- control de uso
- indicadores Gerenciales
- políticas de inventarios

CONTROL Y EVALUACION:

- eficiencia del sistema
- indicadores del sistema

Un sistema de materiales fundamenta su control en una clasificación eficiente de los mismos, la cual debe estar necesariamente vinculada con los otros sistemas de la empresa. El sistema de clasificación de los materiales dará origen a un Catálogo el cual no será un listado de artículos sino un manual funcional que cubra múltiples propósitos tales como:

- definir técnicamente un material
- permitir su rápida localización
- vincular a un sistema de documentación técnica que facilite la consulta de manuales de fabricantes, proveedores, planos, etc., que norme la estandarización de los materiales.
- Facilitar el análisis de cada renglón.

En relación a la codificación, cada material tiene un símbolo que no solo es único, sino que debe tener una relación estructural con el sistema de costos y de equipos, es decir, que la información sobre uso del renglón, tal como cantidad y valor, sea posible imputarla a un equipo o a un sistema productivo, o a una parte, o a una determinada unidad.

Un equipo debe estar convenientemente identificado y desagregado por partes y accesorios, por ejemplo como se ilustra en el diagrama 2-4. El nivel de información generado por el modelo debe dar respuesta a las unidades operativas del consumo de materiales para los elementos, equipos o sistemas operacionales a solicitud de los responsables de operaciones y mantenimiento.

En otro nivel de gerencia, no se necesita conocer el consumo de materiales a nivel de equipos, sino de un sistema funcional o para una planta; en efecto, el sistema de control de inventarios debe dar respuesta al volumen de dinero del consumo de materiales para un sistema funcional. El diagrama 2-5 visualiza este enfoque. Por último, al nivel más alto de la gerencia sólo interesa el consumo de materiales a nivel de la empresa o de costos globales.

JERARQUIA PARA LA IDENTIFICACION DEL EQUIPO

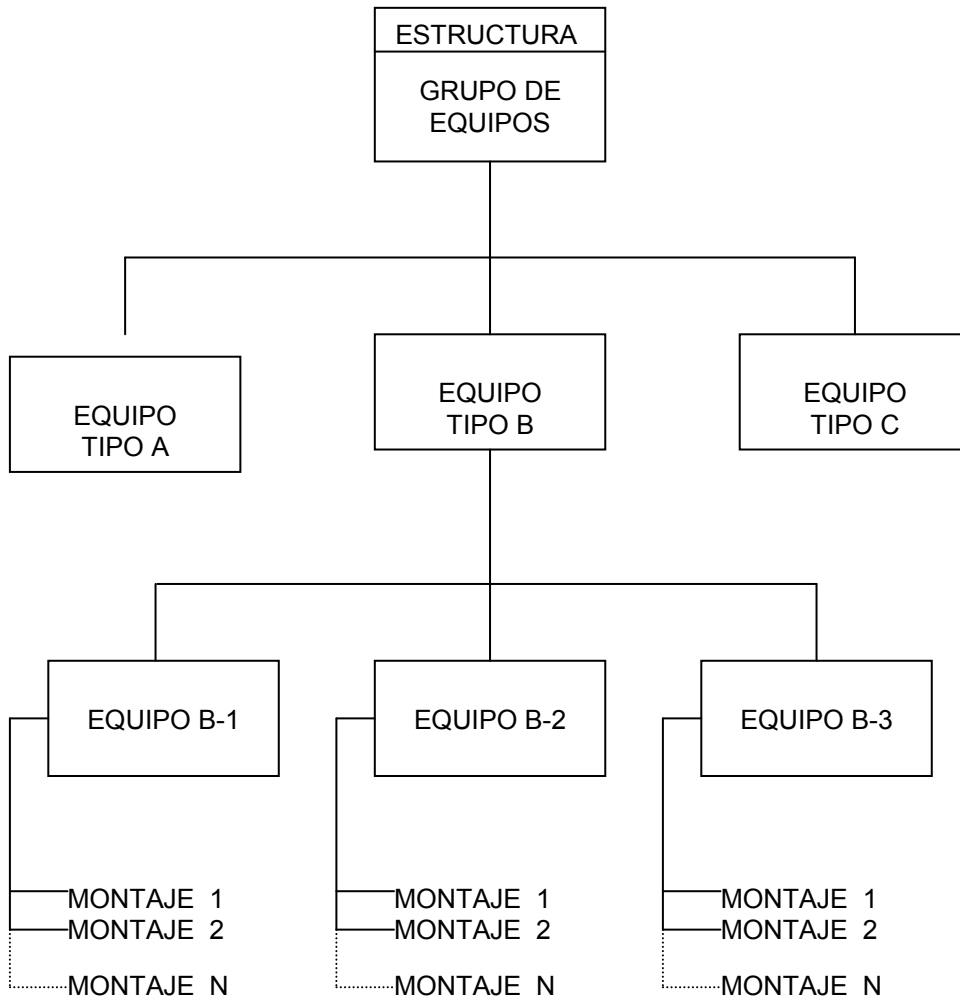


GRAFICO 2-4

JERARQUIA PARA LA IDENTIFICACION DEL EQUIPO

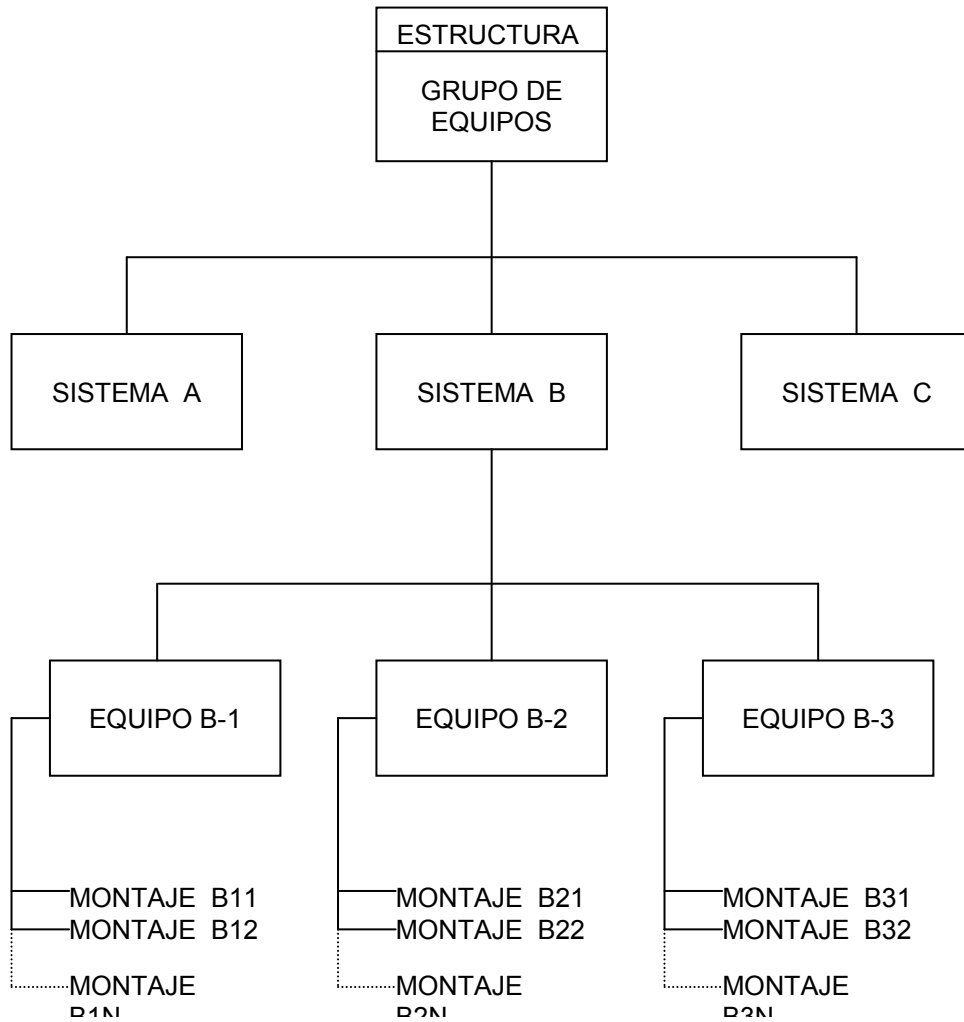


GRAFICO 2-5

Otro elemento de clasificación importante a considerar en el diseño conceptual de un sistema de control de inventarios se refiere a las distribuciones ABC y XYZ; las mismas tienen su base conceptual en la Ley de Pareto. La distribución ABC se construye sobre la base de la relación de los porcentajes acumulados de los artículos de un inventario y los valores anuales de uso, es decir, el consumo anual de un renglón por su precio promedio ponderado. La segunda distribución se obtiene de la relación entre el porcentaje acumulado de los ítems versus el valor del inventario expresado de manera porcentual y acumulado.

El cuadro siguiente muestra teóricamente las relaciones ABC de los valores anuales de uso (VAU) con el porcentaje de artículos manejados por una organización:

Grupos	Items %	valor %	Valor % / items %	razón	importancia
A	10	65	65/10	6,50	46,42
B	20	25	25/20	1,25	8,93
C	70	10	10/70	0,14	1,00

Los artículos del grupo A, tienen un promedio de importancia de casi 46 veces que los del grupo C; la diferencia extrema (el más alto dividido entre el más bajo), en la mayor parte de los casos, es mayor que esta diferencia promedio.

Para obtener la distribución ABC, se considera el valor anual de uso (VAU) como variables independiente y el ítem como la variable dependiente. Si RU es la tasa de uso, es decir, el consumo total de unidades por año y P el precio unitario promedio del artículo, el valor anual de uso es:

$$VAU = RU * P$$

Considerando que hay N renglones en total, el valor total usado es la sumatoria de los VAU, o sea:

$$TVAU = \sum_{i=1}^N VAU_i$$

Al clasificar los artículos en orden ascendente, de acuerdo al valor, se calcula el valor de uso ordenado acumulado (VAU) y el porcentaje de uso (PCU) expresado mediante:

$$PCU = VAC / TVAU$$

A cada artículo se le asigna un rango R secuencial, es decir, de 1 hasta N; se efectúa el cociente y se obtiene el porcentaje del artículo (PCN), o sea:

$$PCN = R / N$$

Obtenidos los valores PCN como variable dependiente y PCU como variable independiente, se obtiene la línea de regresión o distribución ABC entre las dos variables.

La ecuación de regresión es de la forma:

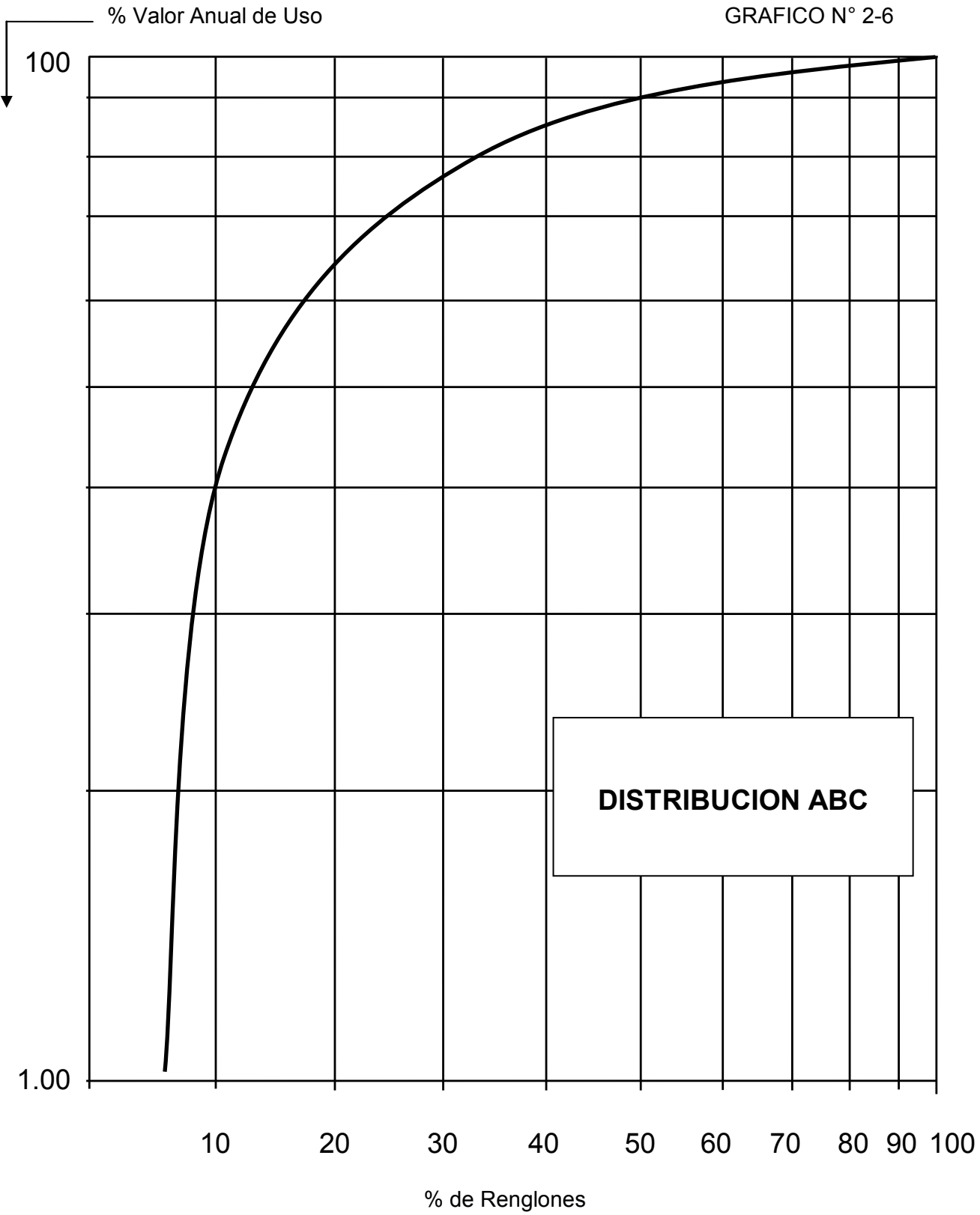
$$PCN = 1 - A \cdot [PCU] \cdot \text{Exp}[-C]$$

Un procedimiento similar corresponde a la distribución XYZ, que relaciona los ítems con el valor del inventario (VDS). Esta expresión es a su vez el resultado del producto entre el inventario actual (IA) y el precio promedio (P):

$$VDS = IA \cdot P$$

La forma de las distribuciones teóricas ABC y XYZ se expresa en los **gráficos 2-6 y 2-7**. En el caso de los datos de ejemplo de la tabla T2-1, una vez eliminados los artículos obsoletos cuyo VAU es cero, quedaría una distribución ABC como se muestra a continuación:

GRAFICO N° 2-6



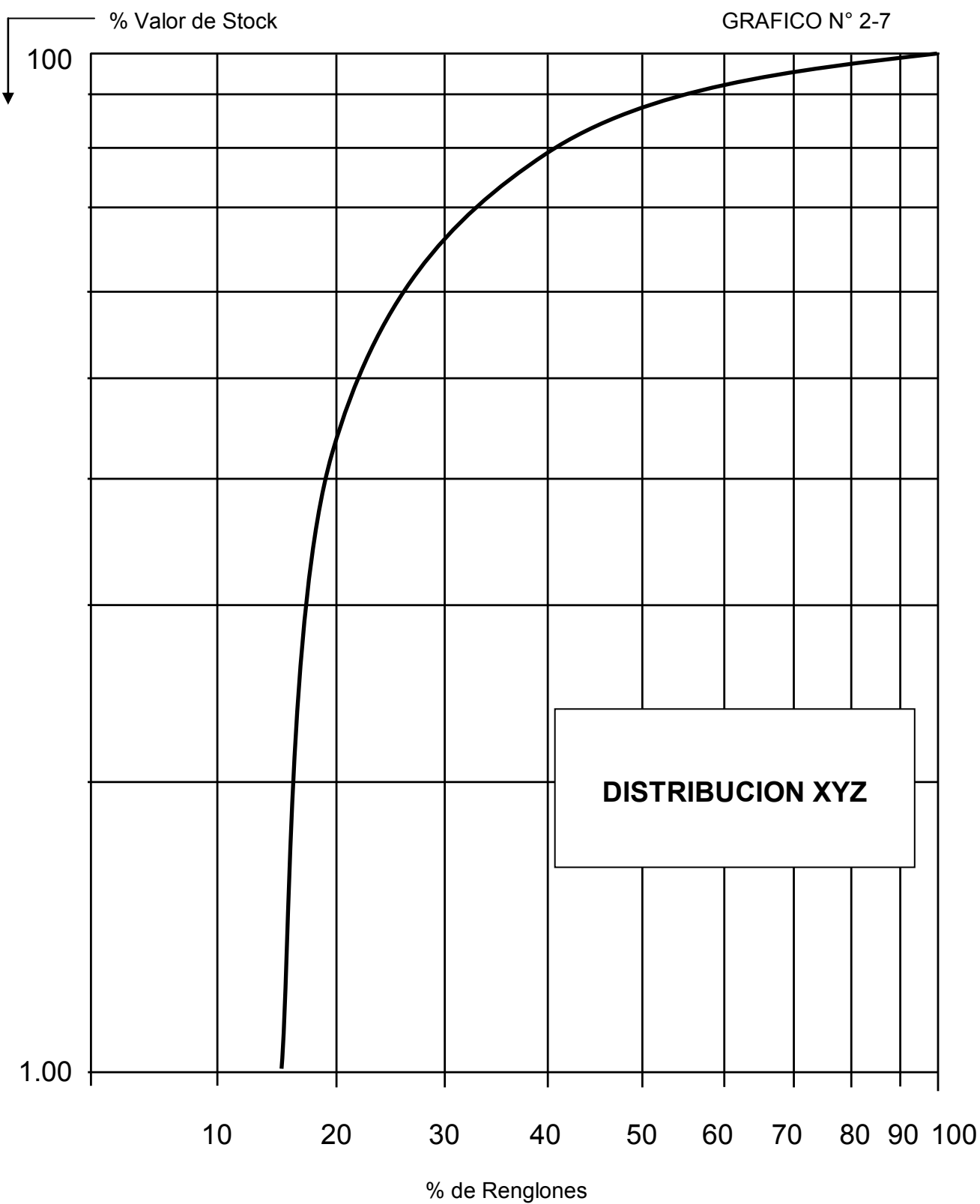


Tabla T2-1 (1)

DISTRIBUCION ABC				
N° ART.	PORCENTAJE ARTICULO	VALOR ANUAL DE USO	VALOR ACUM. DE USO	PORCENTAJE DE USO
1	0,9259	1,50	1,50	0,0000
2	1,8519	6,00	7,50	0,0001
3	2,7778	6,75	14,25	0,0001
4	3,7037	6,80	21,05	0,0002
5	4,6296	10,50	31,55	0,0003
6	5,5556	10,95	42,50	0,0004
7	6,4815	12,00	54,50	0,0005
8	7,4074	18,64	73,14	0,0006
9	8,3333	19,30	92,44	0,0008
10	9,2593	21,00	113,44	0,0009
11	10,1852	23,86	137,30	0,0011
12	11,1111	29,40	166,70	0,0014
13	12,0370	30,50	197,20	0,0016
14	12,9630	45,00	242,20	0,0020
15	13,8889	45,60	287,80	0,0024
16	14,8148	77,20	365,00	0,0030
17	15,7407	86,00	451,00	0,0037
18	16,6667	92,00	543,00	0,0045
19	17,5926	129,80	672,80	0,0056
20	18,5185	131,85	804,65	0,0067
21	19,4444	136,00	940,65	0,0078
22	20,3704	140,40	1.081,05	0,0090
23	21,2963	155,00	1.236,05	0,0102
24	22,2222	162,50	1.398,55	0,0116
25	23,1481	183,00	1.581,55	0,0131
26	24,0741	183,45	1.765,00	0,0146
27	25,0000	190,30	1.955,30	0,0162
28	25,9259	205,50	2.160,80	0,0179
29	26,8519	216,60	2.377,40	0,0197
30	27,7778	238,80	2.616,20	0,0217
31	28,7037	240,80	2.857,00	0,0237
32	29,6296	255,25	3.112,25	0,0258
33	30,5556	258,40	3.370,65	0,0279
34	31,4815	265,95	3.636,60	0,0301
35	32,4074	291,20	3.927,80	0,0326
36	33,3333	300,00	4.227,80	0,0350
37	34,2593	324,00	4.551,80	0,0377
38	35,1852	331,50	4.883,30	0,0405
39	36,1111	334,00	5.217,30	0,0433
40	37,0370	366,30	5.583,60	0,0463
41	37,9630	382,00	5.965,60	0,0495
42	38,8889	391,65	6.357,25	0,0527
43	39,8148	420,35	6.777,60	0,0562

44	40,7407	423,90	7.201,50	0,0597
45	41,6667	450,00	7.651,50	0,0634

Tabla T2-1 (2)

DISTRIBUCION ABC				
N° ART.	PORCENTAJE ARTICULO	VALOR ANUAL DE USO	VALOR ACUM. DE USO	PORCENTAJE DE USO
46	42,5926	571,25	8.222,75	0,0682
47	43,5185	614,00	8.836,75	0,0733
48	44,4444	648,00	9.484,75	0,0786
49	45,3704	670,80	10.155,55	0,0842
50	46,2963	718,65	10.874,20	0,0901
51	47,2222	743,70	11.617,90	0,0963
52	48,1481	799,05	12.416,95	0,1029
53	49,0741	872,10	13.289,05	0,1102
54	50,0000	930,15	14.219,20	0,1179
55	50,9259	1.039,00	15.258,20	0,1265
56	51,8519	1.039,20	16.297,40	0,1351
57	52,7778	1.088,00	17.385,40	0,1441
58	53,7037	1.110,00	18.495,40	0,1533
59	54,6296	1.160,00	19.655,40	0,1629
60	55,5556	1.255,50	20.910,90	0,1734
61	56,4815	1.276,50	22.187,40	0,1839
62	57,4074	1.394,25	23.581,65	0,1955
63	58,3333	1.441,20	25.022,85	0,2074
64	59,2593	1.458,00	26.480,85	0,2195
65	60,1852	1.576,90	28.057,75	0,2326
66	61,1111	1.600,00	29.657,75	0,2459
67	62,0370	1.602,50	31.260,25	0,2592
68	62,9630	1.890,00	33.150,25	0,2748
69	63,8889	2.556,40	35.706,65	0,2960
70	64,8148	2.850,00	38.556,65	0,3196
71	65,7407	3.018,00	41.574,65	0,3447
72	66,6667	3.122,70	44.697,35	0,3705
73	67,5926	4.311,45	49.008,80	0,4063
74	68,5185	5.475,00	54.483,80	0,4517
75	69,4444	5.536,10	60.019,90	0,4976
76	70,3704	6.264,10	66.284,00	0,5495
77	71,2963	6.396,75	72.680,75	0,6025
78	72,2222	6.780,00	79.460,75	0,6587
79	73,1481	7.435,00	86.895,75	0,7204
80	74,0741	7.678,80	94.574,55	0,7840
81	75,0000	7.718,40	102.292,95	0,8480
82	75,9259	7.984,80	110.277,75	0,9142
83	76,8519	8.703,20	118.980,95	0,9864
84	77,7778	8.743,95	127.724,90	1,0589
85	78,7037	8.962,50	136.687,40	1,1332
86	79,6296	9.318,55	146.005,95	1,2104

87	80,5556	9.897,00	155.902,95	1,2925
88	81,4815	13.401,40	169.304,35	1,4036
89	82,4074	13.540,80	182.845,15	1,5158
90	83,3333	15.374,00	198.219,15	1,6433

Tabla T2-1 (3)

DISTRIBUCION ABC				
N° ART.	PORCENTAJE ARTICULO	VALOR ANUAL DE USO	VALOR ACUM. DE USO	PORCENTAJE DE USO
91	84,2593	16.321,20	214.540,35	1,7786
92	85,1852	19.536,60	234.076,95	1,9405
93	86,1111	27.952,40	262.029,35	2,1723
94	87,0370	32.130,90	294.160,25	2,4386
95	87,9630	32.228,40	326.388,65	2,7058
96	88,8889	39.649,00	366.037,65	3,0345
97	89,8148	40.080,00	406.117,65	3,3668
98	90,7407	56.312,50	462.430,15	3,8336
99	91,6667	59.207,50	521.637,65	4,3245
100	92,5926	80.872,00	602.509,65	4,9949
101	93,5185	98.987,70	701.497,35	5,8155
102	94,4444	147.115,00	848.612,35	7,0352
103	95,3704	455.543,00	1.304.155,35	10,8117
104	96,2963	532.658,00	1.836.813,35	15,2275
105	97,2222	1.709.060,00	3.545.873,35	29,3960
106	98,1481	2.059.090,00	5.604.963,35	46,4662
107	99,0741	2.647.810,00	8.252.773,35	68,4170
108	100,0000	3.809.680,00	12.062.453,35	100,0000

A = 0,0459
C = 0,2950

Grupos	% Items	% Valor de uso
A	10	95
B	20	4
C	70	1

La ecuación de regresión que permite estimar el porcentaje de ítems en función de un valor de uso anual dado es:

$$PCN = 1 - 0,0462 \cdot PCU \cdot \text{Exp}[-0,2946]$$

La Metodología para la obtención de la curva ABC o XYZ se instrumentó mediante un modelo computarizado para ser usado como herramienta de cálculo y análisis denominado **LOGISTICA**. Esta herramienta permite sistematizar los datos de las ventas o salidas anuales de cada ítem para finalmente elaborar las tablas respectivas y obtener la curva de Pareto de manera gráfica. Así mismo, el modelo **LOGISTICA** permite clasificar los elementos de tipo ABC, calcular cuantos elementos pertenecen a cada grupo, identificar cuales son, simular el comportamiento de la función de Pareto y listar los artículos tipo A, B o C de acuerdo a la decisión del analista.

Un ejemplo de la aplicación del modelo se incluye en el capítulo 6.

2.5 ESTANDARIZACION Y POLITICA DE MANEJO DE LOS MATERIALES.

Uno de los aspectos más importantes en la Logística Industrial es la normalización o estandarización de procedimientos, métodos, materiales y equipos. Debe ser la resultante de cuidadosos estudios de grupos multidisciplinarios y debe ser relativamente estática, pues no deberá cambiarse sino cuando se decida una “manera mejor”. De la misma forma, vale decir que la búsqueda de mejoras debe ser una preocupación permanente.

Una empresa que tenga definido su “plan de estandarización” debe reflejar en su sistema de “catálogo de materiales” dicha estandarización, la cual deberá aplicarse a todos los renglones, exceptuando aquellos repuestos cuya estandarización queda definida por el equipo al cual pertenecen. Los departamentos de “materiales” y “compras” deben entender y respetar los criterios de normalización.

Un comité para definir la política de estandarización de materiales debe ser un comité de trabajo. Puede estar formado por miembros permanentes y temporales. En el primer caso, la gerencia debe manejar al comité conformado por representantes de operación, ingenieros, compradores.

2.5.1 SUB-COMITES DE ESTANDARIZACION.

Es necesario que el Comité de Estandarización este debidamente asesorado por algunos subcomités de estandarización. Estos subcomités deben estar en capacidad de responder lo siguiente:

1. ¿ El artículo a adquirir será para su continuo uso o será de uso especial?.
2. ¿Es realmente necesario?
3. ¿Se usó anteriormente?
4. ¿Existen inventarios del anterior? Cuántos.
5. ¿Reemplazará al anterior?
6. ¿A qué precio o costo?
7. ¿Cuándo debe adquirirse?
8. ¿Por qué es necesario?
 - 8.1 Leyes
 - 8.2 Costo de instalación
 - 8.3 Costos más bajos de adquisición
 - 8.4 Ventajas
9. ¿Qué hacer con los stocks del antiguo?
10. ¿Cómo se afecta el catálogo de materiales?
11. ¿Puede ser incluido en un catálogo como standard, especial, a prueba, uso restringido, o en qué categoría?

2.5.2 PROCEDIMIENTOS.

Los procedimientos deben ser diseñados de tal manera que permitan una constante revisión por parte del Comité de Estandarización e incluyan los siguientes elementos:

- 1) Revisión de los materiales en stock
- 2) Devaluación del material por deterioro

Se muestra a continuación los diagramas que ponen de manifiesto la estructura organizativa para conformar los comités. (gráfico 2-8 y gráfico 2-9).

COMITÉ DE ESTANDARIZACION DE MATERIALES

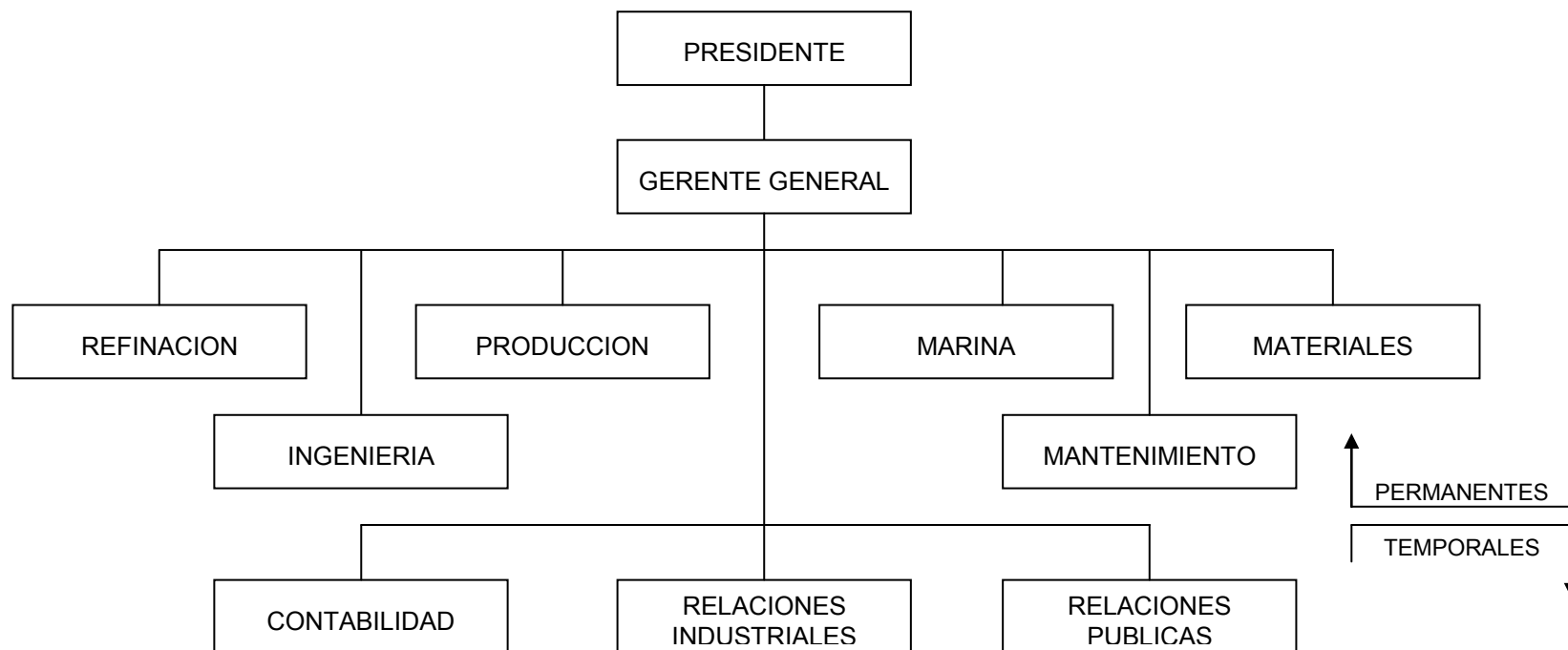


Gráfico 2-8

SUB-COMITÉ DE MATERIALES

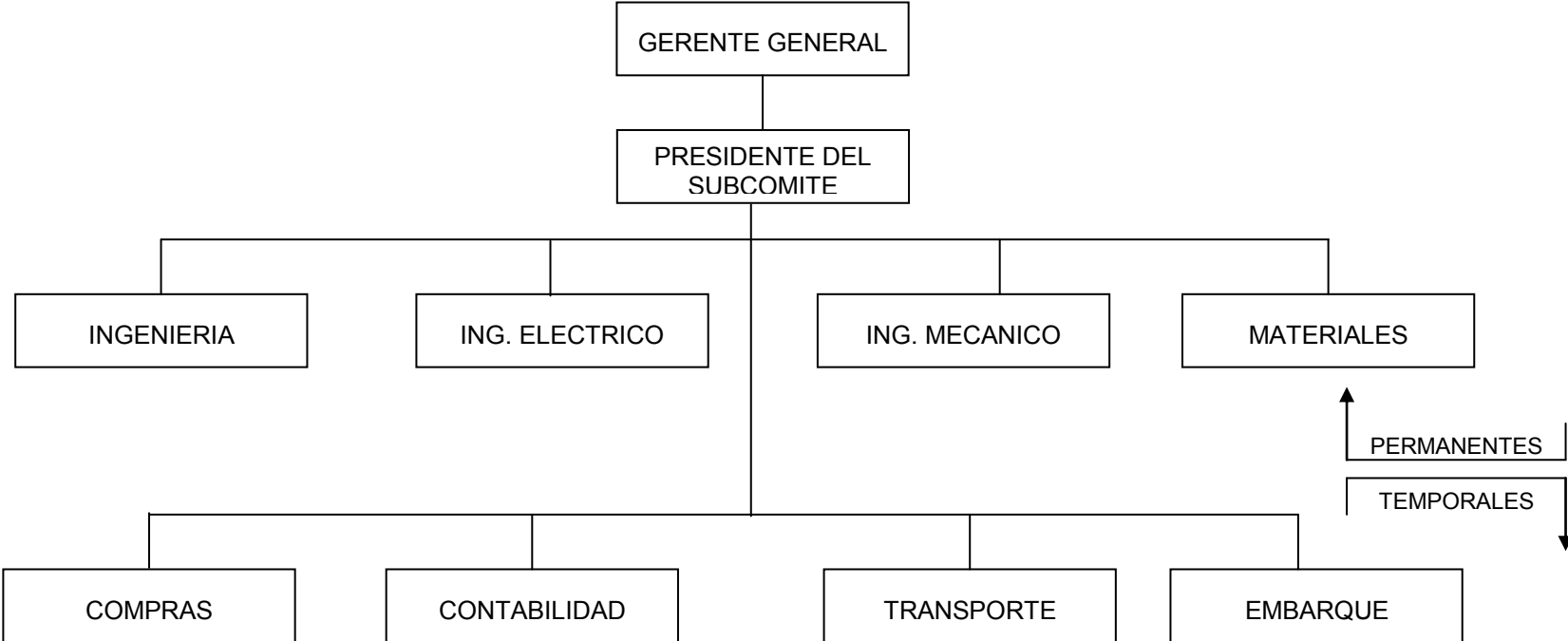


Gráfico 2-9

3.- ESTADISTICA BASICA.

3.1.- CONCEPTOS BASICOS.

Para desarrollar los esquemas que nos permitan determinar algunas estimaciones de la Demanda de renglones, bien sean suministros, partes o repuestos, así como para el uso de modelos en Control de Inventarios, se requiere emplear algunos conceptos básicos de estadística, tales como Probabilidades y Funciones Teóricas de probabilidad.

Generalmente, las variables a considerar en un proceso de Logística tienen carácter aleatorio; tal es por ejemplo, el uso de un repuesto en un equipo el cual se sustituye por fallas. Ahora bien, para tener definida una variable aleatoria, es preciso conocer todo el conjunto de valores que puede tomar dicha variable y, además, conocer la probabilidad que tiene de tomar esos valores.

Una variable aleatoria puede tomar un conjunto de valores que pueden ser finitos o infinitos; así mismo, el conjunto de valores puede ser numerable o no, y los valores que toma la variable aleatoria pueden ser discretos o continuos dentro de un intervalo.

La asignación de las probabilidades a los valores de una variable aleatoria x_i , la cual cumple con la condición: $-\infty \leq x_i \leq +\infty$, puede estar expresada mediante una función de distribución:

$$F(X) = P(x_i \leq x)$$

donde x es un número real cuyas propiedades se expresan mediante:

- a) $F(-\infty) = 0$
- b) $P(x_i \leq z = -\infty) = F(-\infty) = 0$
- c) $F(\infty) = 1$
- d) $P(x_i < \infty) = F(\infty) = 1$

Decimos que una función de distribución es discreta cuando, en todo intervalo finito, los valores que toma la variable x_i son numerables y, además, el

conjunto es denso dondequiera. En este conjunto, todos los valores de x_i forman un conjunto R en el que todos sus puntos son límites. La función correspondiente puede ser expresada por

$$P(x_i = X_i) = p(i)$$

Si $F(x)$ es continua y existe su derivada $F'(x) = f(x)$ y ésta es continua para todo valor de x , excepto a lo más para cierto conjunto de valores, tal que cualquier intervalo finito contiene un número finito de elementos, se dice que la distribución es continua:

$$P(x_i \leq x) = F(X)$$

Luego

$$F(X) = \int_{-\infty}^x f(x) dx$$

donde $f(x)$ es la función de densidad correspondiente.

Para el desarrollo de los esquemas de logística, se usan frecuentemente las siguientes distribuciones:

- | | |
|----|-------------|
| 1. | Poisson |
| 2. | Exponencial |
| 3. | Binomial |
| 4. | Normal |

3.2 DISTRIBUCIONES TEORICAS DE PROBABILIDAD.

Distribución de Poisson:

Una variable aleatoria x_i se dice que tiene una Distribución de Poisson cuando puede tomar todos los valores enteros y positivos 0, 1, 2,..... con la probabilidad $P(x_i \leq x) = f(x)$ donde la función de densidad viene expresada por:

$$F(N) = P(N, RT) = \frac{(RT)^N \cdot \text{Exp}(-RT)}{N!}$$

Siendo el valor RT el valor promedio y N el valor que toma la variable.

Los parámetros de la distribución son:

El Promedio $M = RT$

La varianza $V(x) = M$

La desviación estándar $DS = \sqrt{V(x)}$

A continuación se ilustra con un ejemplo el uso de esta distribución. Un cojinete falla a una rata de 0,0001 por hora, esto es una falla aproximadamente cada 10.000 horas de trabajo.

Es importante, a los fines de planificación, conocer cual es la probabilidad de que el cojinete falle, 0, 1, 2, 3, 4 veces en 20.000 horas de trabajo, expresado de esta manera:

$$P(x=0) = P(0;2)$$

$$P(x=1) = P(1;2)$$

$$P(x=2) = P(2;2)$$

$$P(x=3) = P(3;2)$$

$$P(x=4) = P(4;2)$$

El valor RT es valor medio M y representa el número promedio de fallas en 20.000 horas, es decir: $M = RT = (0,0001) * (20.000) = 2$

A continuación se calculan las probabilidades de ocurrencia:

No hay falla:]

$$P(x=0) = \frac{(2)^0 \cdot \text{Exp.}[-2]}{0!} = \frac{1 \text{ Exp} [-2]}{1} = \text{Exp} [-2]$$

= 0,1353: probabilidad de no tener fallas en 20.000 horas.

Una falla:

$$P(x=1) = \frac{(2)^1 \cdot \text{Exp.}[-2]}{1!} = \frac{2 \text{ Exp} [-2]}{1} = 2 \text{ Exp} [-2]$$

= (2) . (0,1353)

=0,2706: probabilidad de tener una falla en 20.000 horas.

Dos fallas:

$$P(x=2) = \frac{(2)^2 \cdot \text{Exp.}[-2]}{2!} = \frac{4 \text{ Exp} [-2]}{2} = 2 \text{ Exp} [-2]$$

= (2) . (0,1353)

= 0,2706: probabilidad de tener dos fallas en 20.000 horas.

Tres fallas:

$$P(x=3) = \frac{(2)^3 \cdot \text{Exp.}[-2]}{3!} = \frac{8 \text{ Exp} [-2]}{6} = \frac{2 \text{ Exp} [-2]}{3}$$

= 0,1804: probabilidad de tener tres fallas en 20.000 horas.

Podemos sumarizar el comportamiento del problema anterior mediante la siguiente tabla:

N° de fallas (N)	Probabilidad (X=N)	Probabilidad Acumulada P (X≤N)	Riesgo para más de n fallas P (X>N)
0	0.1353	0.1353	0.8647
1	0.2706	0.4059	0.5941
2	0.2706	0.6765	0.3235
3	0.1804	0.8569	0.1431
4	0.0902	0.9471	0.0529
5	0.0361	0.9832	0.0168
6	0.0120	0.9952	0.0048
7	0.0034	0.9986	0.0014
8	0.0008	0.9994	0.0006
9	0.0002	0.9996	0.0004
10	0.0004	1.0000	0.0000

Los parámetros de la distribución de Poisson son:

$$M = RT = 2$$

$$V(x) = 2,01$$

$$DS = \sqrt{2,01} = 1,45$$

Distribución Exponencial:

La distribución exponencial es bastante parecida a la distribución de Poisson. Su expresión matemática es:

$$F(x) = \text{Exp} [-M] = \text{Exp} [-RT]$$

Para fines de trabajo se expresa mediante un concepto muy usado; es el término de CONFIABILIDAD, y permite encontrar la probabilidad de no fallar o Probabilidad de Supervivencia Ps.

$$Ps(T) = \text{Exp} [-RT]$$

Para el ejemplo anterior se tiene:

$$P_s(20.000) = \text{Exp}[-2]$$
$$P_s(20.000) = 0,1353$$

La probabilidad que el cojinete sobreviva 20.000 horas es del 14% aproximadamente.

El parámetro de la distribución es el siguiente:

$$M = RT$$

$$V(X) = M$$

3.2.2. Distribución Binomial:

La distribución binomial permite encontrar la probabilidad que un evento pueda ocurrir K veces en N intentos, cuando la probabilidad de ocurrencia viene dada por P.

La función de densidad se define mediante:

$$F(x) = b(k;n,p) = P(X \leq k)$$

Que a través del desarrollo del binomio se expresa como:

$$F(x) = (n;k) P^k \cdot Q^{n-k}$$

Donde:

(n;k): son combinaciones de n elementos tomados de k en k

P: Probabilidad de que ocurra

Q: 1 – P

k: Número de eventos favorables

n: Número de intentos

Para ilustrar el uso de la distribución, supóngase tres artículos de un inventario; cada uno puede ser sustituido por los otros y tienen una probabilidad independiente de salir del 0,05. Se requiere conocer la probabilidad de tener tres artículos disponibles, 2, 1 y ninguno

$$P = 0.95 \quad Q = 0,05$$

$$3 \text{ artículos: } P(X = 3) = (3;3) \cdot (0.95)^3 \cdot (0.05)^0 = 0,8574$$

$$2 \text{ artículos: } P(X = 2) = (3;2) \cdot (0.95)^2 \cdot (0.05)^1 = 0,1354$$

$$1 \text{ artículo : } P(X = 1) = (3;1) \cdot (0.95)^1 \cdot (0.05)^2 = 0.0071$$

$$0 \text{ artículos: } P(X = 0) = (3;0) \cdot (0.95)^0 \cdot (0.05)^3 = 0.0001$$

Si el uso ocurre aleatoriamente en el tiempo, el riesgo de tener no más de 1 artículo disponible es:

$$1 - (0,8574 + 0,1354) = 0,0072$$

Los parámetros de la distribución binomial vienen dados por:

$$M = NP$$

$$DS = \sqrt{NPQ}$$

3.2.3. Distribución Normal:

La distribución normal es de carácter continuo y su función viene dada por:

$$F(x) = 1 / (DS \cdot \sqrt{2\pi}) \cdot \text{Exp}\left[-\frac{1}{2} \cdot \frac{(X - M)^2}{DS^2}\right]$$

En consecuencia la función de distribución será:

$$F(X) = \int_{-\infty}^x f(x) dx$$

Esta última expresión está tabulada en la tabla denominada Distribución Normal Acumulativa, Tabla N°3-1

La distribución normal describe muchos de los procesos naturales y permite encontrar sin mucha dificultad probabilidades de ocurrencia tales como:

$$P(X \leq x_i) ; P(X > x_i) \text{ ó } P(x_i \leq X \leq x_j)$$

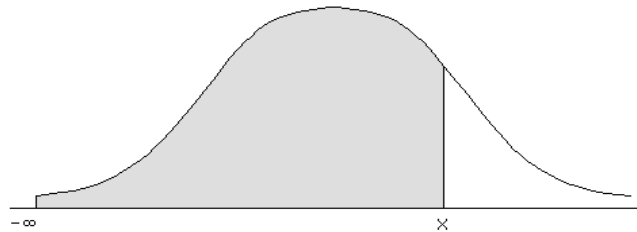
La Tabla N° 3-2 siguiente muestra una tarjeta de inventario con los datos de un elemento filtrante de un motor Diesel. Sobre este problema se pueden determinar algunas características, por ejemplo:

1. ¿ Se distribuyen los datos normalmente?
2. ¿Cuál es la rata promedio de uso?
3. ¿Cuál es la desviación standard?

En este punto es conveniente aclarar, que para determinar si los datos se distribuyen normalmente y calcular los parámetros, se puede proceder formalmente mediante cálculo numérico. Esta vía es académicamente correcta, sin embargo, para usos prácticos, en vista que se trata de un manual con aplicaciones directas para profesionales que utilizan la estadística como un medio auxiliar, se puede aplicar el procedimiento descrito a continuación:

TABLA N° 3-1

DISTRIBUCION NORMAL ACUMULATIVA



Z	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,6	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389
1,0	0,8413	0,8438	0,8461	0,8485	0,8508	0,8531	0,8554	0,8577	0,8599	0,8621
1,1	0,8643	0,8665	0,8686	0,8708	0,8729	0,8749	0,8770	0,8790	0,8810	0,8830
1,2	0,8849	0,8869	0,8888	0,8907	0,8925	0,8944	0,8962	0,8980	0,8997	0,9015
1,3	0,9032	0,9049	0,9066	0,9082	0,9099	0,9115	0,9131	0,9147	0,9162	0,9177
1,4	0,9192	0,9207	0,9222	0,9236	0,9251	0,9265	0,9279	0,9292	0,9306	0,9319
1,5	0,9332	0,9345	0,9357	0,9370	0,9382	0,9394	0,9406	0,9418	0,9429	0,9441
1,6	0,9452	0,9463	0,9474	0,9484	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9545
1,7	0,9554	0,9564	0,9573	0,9582	0,9591	0,9599	0,9608	0,9616	0,9625	0,9633
1,8	0,9641	0,9649	0,9656	0,9664	0,9671	0,9678	0,9686	0,9693	0,9699	0,9706
1,9	0,9713	0,9719	0,9726	0,9732	0,9738	0,9744	0,9750	0,9756	0,9761	0,9767
2,0	0,9772	0,9778	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9808	0,9812	0,9817
2,1	0,9821	0,9826	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9854	0,9857
2,2	0,9861	0,9864	0,9868	0,9871	0,9875	0,9878	0,9881	0,9884	0,9887	0,9890
2,3	0,9893	0,9896	0,9898	0,9901	0,9904	0,9906	0,9909	0,9911	0,9913	0,9916
2,4	0,9918	0,9920	0,9922	0,9925	0,9927	0,9929	0,9931	0,9932	0,9934	0,9936
2,5	0,9938	0,9940	0,9941	0,9943	0,9945	0,9946	0,9948	0,9949	0,9951	0,9952
2,6	0,9953	0,9955	0,9956	0,9957	0,9959	0,9960	0,9961	0,9962	0,9963	0,9964
2,7	0,9965	0,9966	0,9967	0,9968	0,9969	0,9970	0,9971	0,9972	0,9973	0,9974
2,8	0,9974	0,9975	0,9976	0,9977	0,9977	0,9978	0,9979	0,9979	0,9980	0,9981
2,9	0,9981	0,9982	0,9982	0,9983	0,9984	0,9984	0,9985	0,9985	0,9986	0,9986
3,0	0,9987	0,9987	0,9987	0,9988	0,9988	0,9989	0,9989	0,9989	0,9990	0,9990

Tabla N° 3-2 TARJETA DE INVENTARIO			
SALIDAS DE ALMACEN		Elemento Filtrante (Cod. 600948739)	
MESES	N°	MESES	N°
ENERO	191	NOVIEMBRE	202
FEBRERO	214	DICIEMBRE	179
MARZO	198	ENERO	207
ABRIL	184	FEBRERO	193
MAYO	178	MARZO	206
JUNIO	207	ABRIL	221
JULIO	205	MAYO	197
AGOSTO	217	JUNIO	186
SEPTIEMBRE	174	JULIO	190
OCTUBRE	194		

Se anexa a continuación una hoja de cálculo Tabla N° 3-3 para analizar la dinámica de uso de un renglón.

Tabla N° 3-3 HOJA DE CALCULO PARA DINAMICA DE USO				
SALIDAS DE ALMACEN		DINAMICA DE SALIDAS		
MESES	N°	RANGO	CANTIDAD	PROBABILIDAD
ENERO	191	1	174	0.05
FEBRERO	214	2	178	0.10
MARZO	198	3	179	0.15
ABRIL	184	4	184	0.20
MAYO	178	5	186	0.25
JUNIO	207	6	190	0.30
JULIO	205	7	191	0.35
AGOSTO	217	8	193	0.40
SEPTIEMBRE	174	9	194	0.45
OCTUBRE	194	10	197	0.50
NOVIEMBRE	202	11	198	0.55
DICIEMBRE	179	12	202	0.60
ENERO	207	13	205	0.65
FEBRERO	193	14	206	0.70
MARZO	206	15	207	0.75
ABRIL	221	16	207	0.80
MAYO	197	17	214	0.85
JUNIO	186	18	217	0.90
JULIO	190	19	221	0.95

Las primeras dos columnas son una transcripción de una hoja de inventario. En la columna correspondiente a la “Dinámica de Salidas” se reescriben las

cantidades usadas en orden ascendente y se establece el rango correspondiente de 1 hasta N.

Inmediatamente se calcula la probabilidad de ocurrencia simulada, utilizando el rango y mediante la expresión:

$$P(QD \leq X) = \frac{\text{RANGO}}{N+1}$$

Donde QD son las cantidades despachadas
X es la variable a considerar (N° de elementos filtrantes)

Estas probabilidades se calculan de la manera siguiente:

RANGO	FORMULA	PROBABILIDAD
1	1/(19+1)	0,05
2	2/(19+1)	0,10
3	3/(19+1)	0,15
...
...
...
19	19/(19+1)	0,95

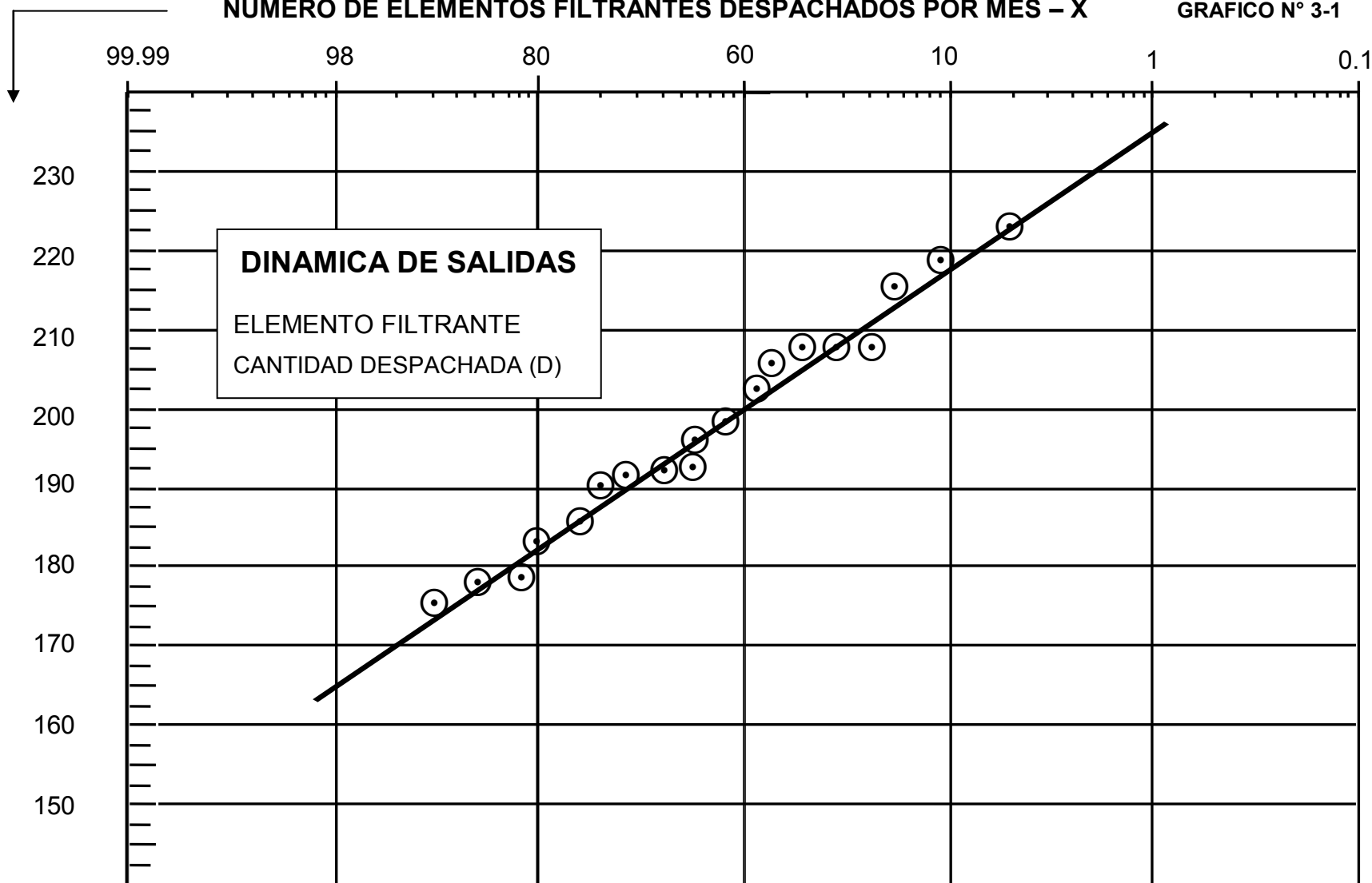
Luego las probabilidades $P_i(QD \leq X_i)$ se representan para cada valor de X en papel de probabilidades normal, tal como se muestra en el Gráfico.3-1.

La probabilidad $P_i(Qd \leq X_i)$ se lee como la probabilidad que en un mes la cantidad despachada sea menor o igual al valor asignado a X. Por ejemplo, para $X = 190$ la probabilidad es 34% que la salida sea menor o igual a 190 filtros.

Si los valores con las cantidades despachadas se distribuyen sobre una línea recta, el ajuste a una distribución normal es correcta. Al efecto, se procede a calcular el promedio (M) y la desviación standard (DS).

NUMERO DE ELEMENTOS FILTRANTES DESPACHADOS POR MES - X

GRAFICO N° 3-1



El promedio mensual de las cantidades despachadas MQD se encuentra directamente en el Gráfico 3-1, al leer en la ordenada correspondiente a X = 50%, es decir: 197.

Se procede ahora a calcular los parámetros:

$$\text{MQD} = \sqrt{\frac{\sum X_i}{N}} = 197$$

y la desviación standard.

$$\text{DS} = \frac{\sum (X_i - \text{MQD})^2}{N} = 15$$

En resumen, los elementos filtrantes (cod. 600948739) tienen un despacho mensual promedio de 197 elementos, con una desviación standard de 15 elementos y los datos se distribuyen normalmente.

Si se calcula el (MQD) promedio de cantidades despachadas mensualmente en ítems de lento movimiento, no se obtendrá una cifra significativamente correcta. En esta situación conviene calcular el tiempo medio entre despachos (TMED).

La tabla N° 1-4 en la página siguiente, tiene datos sobre los despachos, computando el tiempo en que fue despachado la última vez.

TABLA N° 1-4
REPUESTOS DE UN MOTOR DIESEL
TIEMPOS ENTRE DESPACHOS

CANTIDAD USADA	N° DE MESES ENTRE DESPACHOS
1	1,0
2	0,5
3	6,6
4	12,2
5	3,8
6	13,9
7	1,7
8	2,7
9	3,0
10	3,8
11	8,2
12	2,0
13	10,1
14	4,2
15	1,7
16	7,6
17	6,1
18	4,2
19	0,3

$$\Sigma = 93,6$$

$$TMED = 4,9$$

El tiempo medio entre despachos TMED es aproximadamente de 5 meses. Estos es, que el renglón se mueve 2 veces al año.

Se requiere ahora calcular las probabilidades de ocurrencia mediante el mismo procedimiento descrito anteriormente, excepto que ahora se calcula:

$$P (TED > X)$$

Donde TED es el tiempo entre despacho.

TABLA N° 1-5
COMPUTO DEL TIEMPO ENTRE DESPACHOS

RANGO	N° DE MESES ENTRE DESPACHO	P (TED > X)
1	13,9	0,05
2	12,2	0,10
3	10,1	0,15
4	8,2	0,20
5	7,6	0,25
6	6,6	0,30
7	6,1	0,35
8	4,2	0,40
9	4,2	0,45
10	3,8	0,50
11	3,8	0,55
12	3,0	0,60
13	2,7	0,65
14	2,0	0,70
15	1,7	0,75
16	1,7	0,80
17	1,0	0,85
18	0,5	0,90
19	0,3	0,95

El Gráfico 3-2 muestra los datos en papel semilogarítmico. El valor promedio se encuentra gráficamente intersectando la $P = 0,37$ con el valor de x que es 5, luego

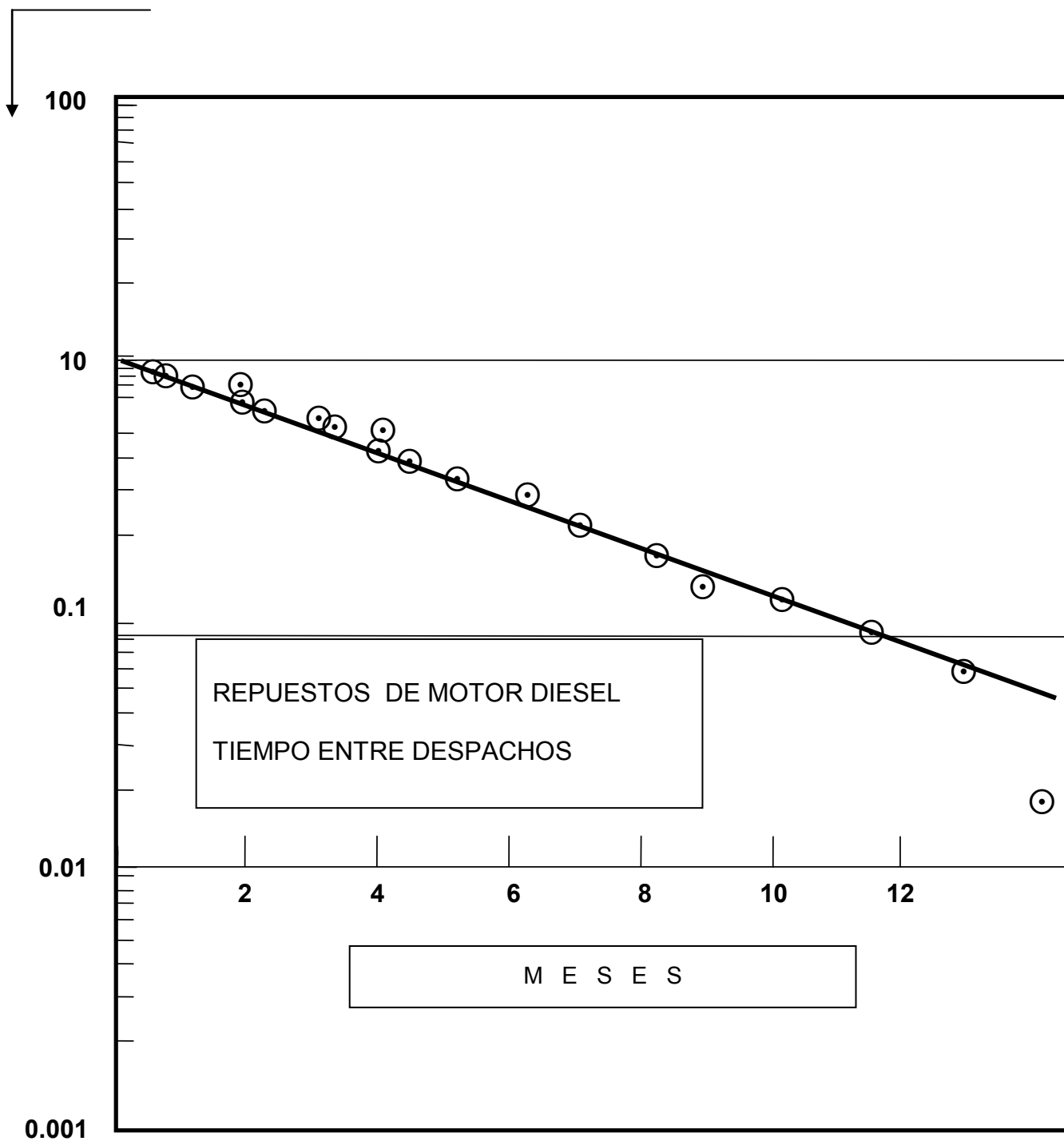
$$TMED = 5$$

La función para esta distribución es:

$$P (TED > T) = \text{Exp}\left[\frac{-T}{TMED} \right]$$

PROBABILIDAD $P(TED > T)$

GRAFICO N° 3-2



Por ejemplo para $T = 10$ meses

$$P(\text{TED} > T) = \text{Exp}\left[\frac{-10}{5}\right]$$

$$= \text{Exp}[-2]$$

$$= 0,14$$

Luego, la probabilidad que el tiempo entre despachos exceda de 10 meses es de 14%. Todos los valores pueden ser leídos en el Gráfico.3-2.

4.-MODELO DE CONTROL DE INVENTARIOS

4.1 INTRODUCCION.

Los sistemas de control de inventarios intentan responder dos problemas básicos con relación a la administración de los materiales. Ellos son: cuándo debe emitirse una orden de compra y, en segundo lugar, cuánto se debe ordenar. A ese respecto, desde hace muchos años se han venido desarrollando métodos y modelos que permitieran representar el comportamiento de los inventarios mediante algoritmos convenientes. La mayoría de estos modelos están asociados al concepto de lote económico o de pedido, fundamentados en el propósito de lograr minimizar el costo total de administrar los materiales y se basan para ello, en pronósticos de la demanda calculados en función de los promedios de consumo.

Después de muchos años de observación, se ha llegado a la conclusión que dichos modelos fueron concebidos para la administración de materiales de consumo masivo, no así para un grupo importante de ellos, constituidos por lo que se denomina **partes y repuestos**. Esta circunstancia ha determinado que la gran mayoría de las organizaciones se encuentre operando con una estructura de costos administrativos superior, en promedio, a seis veces el valor óptimo. Ello se debe, en primer lugar, a que adquieren artículos sin tomar en cuenta el lote económico y, en segundo lugar, a que se pide por un mínimo estático, lo cual se traduce en pedir antes de tiempo, que a su vez representa, en promedio, una cantidad diez veces superior al punto de pedido calculado técnicamente.

Por otra parte, los modelos instrumentados en los sistemas de control son tradicionalistas en el sentido de ser determinísticos, con el añadido que a un artículo muy crítico le reservan el mismo tratamiento que a otro carente de importancia relativa.

4.2 PRONOSTICO DE LA DEMANDA.

A objeto de tomar previsiones para el reabastecimiento de un artículo, debe considerarse el uso del ítem en el tiempo, los programas de mantenimiento y los de realización de un proyecto. Los dos últimos están perfectamente dimensionados, así mismo el uso de un artículo que, en la mayoría de los casos, responderá a la dinámica operativa en condiciones aleatorias de consumo.

El pronóstico de la demanda deberá hacerse tomando en consideración la dinámica de uso y los tiempos de reabastecimiento (L) los cuales presentan condiciones de aleatoriedad, en el sentido que cada entrega por parte de los proveedores tiene un cierto grado de incertidumbre.

Tomando en consideración el uso de un material en el tiempo, podrá adoptarse un método de previsión determinado por la naturaleza de la serie de datos. Si el movimiento es constante y de cierto volumen, el promedio de uso (PU) será mejor estimador de la demanda, esto es:

$$PU = DE$$

Si el uso de un artículo es independiente del uso subsiguiente, si la magnitud cambia aleatoriamente y existe un nivel de criticidad desde el punto de vista operativo, será necesario considerar un método de previsión que tome en cuenta los siguientes factores:

- Usos en cada período
- Tendencia de cambio de período a período
- Tendencia secular.

De los métodos disponibles, se ha elegido el método de pronóstico de suavizado exponencial, que cubre los factores antes mencionados. Este método permite mejorar la estimación del promedio (PU) ponderando la cantidad demandada Q en cada período de tiempo y los promedio móviles de la serie.

A los fines de considerar los métodos de estimación, es necesario tomar en cuenta la relación entre la cantidad solicitada y la cantidad realmente despachada; en ese sentido, los pronósticos se harán con base a esta última expresión, evaluando por separado las diferencias entre lo solicitado y lo despachado.

El modelo de pronóstico adaptado tiene una expresión funcional especialmente diseñada para uso computacional; el ajuste corresponde a un modelo de suavizado exponencial que permite mejorar significativamente el promedio de uso (PU), ponderando las cantidades Q en cada período y los promedio acumulados en el período de tiempo (t).

La función calcula de manera sistemática el promedio de uso, considerando un factor de ponderación (A) el cual permite asignar, a juicio del usuario,

mayor o menor peso a las cantidades demandadas en periodos anteriores y a los promedios suavizados acumulados hasta el período anterior (t – 1). El algoritmo básico es:

$$Ps_{(t)} = A \cdot Q_{(t)} + (1 - A) \cdot Ps_{(t-1)}$$

Donde

$Ps_{(t)}$ es el promedio suavizado en el período (t)
 $Ps_{(t-1)}$ el promedio suavizado en el período anterior (t – 1).

Esta función produce un promedio en el cual las observaciones son geoméricamente descontadas de acuerdo a la antigüedad. Cuando “A” es pequeño, se da relativamente mayor importancia a los datos pasados; lo contrario ocurre para valores más grandes de “A”. Cuando $A = 0$, no se produce ningún efecto, y cuando $A = 1$ el promedio anterior es ignorado.

La estimación de la demanda por el procedimiento anterior no es la mejor ; por lo tanto, se introducen otros elementos que buscan el mejor estimador. En primer lugar, debe considerarse el efecto producido de un período a otro, expresado mediante la diferencia de dos promedios suavizados consecutivos, para medir el efecto de la tendencia corriente (TC). La expresión matemática es:

$$TC = Ps_{(t)} - Ps_{(t-1)}$$

Otro efecto a considerar es la tendencia secular (TS) la cual se estima a partir de la tendencia corriente (TC) mediante la función:

$$TS_{(t)} = A \cdot TC_{(t)} + (1 - A) \cdot TS_{(t-1)}$$

El efecto anterior permite calcular la demanda esperada (DE) en el período siguiente o futuro; ello se logra mediante el algoritmo:

$$DE_{(t+1)} = PS_{(t)} + \frac{1-A}{A} \cdot TS_{(t)}$$

Por último, al conocer el tiempo promedio de entrega (L), se obtiene la demanda total para el período L mediante:

$$DTE_{(t+1)} = DE_{(t+1)} \cdot L + L \cdot TS_{(t)}$$

Al considerar los datos de consumo (Q), el promedio de uso (PU) tiene una desviación estándar (DS) relativamente grande cuando Q es muy variable, lo cual en la práctica ocurre con mucha frecuencia; por ello, es necesario estimar dicha desviación en cada período (t), debidamente suavizada. Esta acción se logra a través del cálculo de la desviación media (DM). Ella expresa la variabilidad en términos absolutos mediante la expresión:

$$DM = \sum \frac{DE}{N}$$

En este caso particular, se calcula el desvío D para cada período N mediante:

$$D = |DE_{(t)} - Q_{(t)}|$$

La desviación media en el período (t) se obtiene mediante:

$$DM_{(t)} = A \cdot D_{(t)} + (1 - A) \cdot DM_{(t-1)}$$

Aprovechando la relación empírica:

$$DS = 1,25 \cdot DM$$

Se obtiene la desviación estándar para el período (t + 1) usando la relación:

$$DS_{(t+1)} = 1,25 \cdot DM_{(t)}$$

Con estos elementos se dispone de los parámetros fundamentales que intervienen en el modelo de control de inventarios (SISCO).

A objeto de inicializar los algoritmos, se deben considerar los valores iniciales bajo ciertas condiciones; en efecto, las mismas son las siguientes:

Variable	Valor inicial
PS _(t-1)	Media de los datos o Valor supuesto
TS _(t-1)	Cero (0)
DM _(t-1)	DS de la serie entre 1,25, o sea: DS/1,25

Como ejemplo para las rutinas mencionadas anteriormente se utiliza el modelo LOGISTICA. Introduciendo los datos de consumo, se generan las tablas correspondientes a los valores suavizados y se grafican los resultados, A continuación se muestran las tablas generadas por la aplicación del modelo:

4.3 PARAMETROS DE COSTO PARA EL SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIOS.

4.3.1 ESTRUCTURA DE COSTOS.

El principal objetivo de un sistema de control de materiales es el de proporcionar un nivel adecuado de servicios al mínimo costo posible; por lo tanto, debe medirse el nivel de servicios del sistema y el nivel de costos.

El nivel de servicios también se define con base al costo y, usualmente, se establece al nivel que proporcione el mejor balance entre el costo directo desembolsado en proporcionar el servicio y el costo indirecto cuando se falla en entregar material del almacén.

En general, existen cinco tipos de costos:

- Costo del renglón (P)
- Costo de ordenar la compra de un ítem (CO)
- Costo de mantener un ítem en almacén durante un año (CM)
- Costo del despacho (CD)
- Costo de penalización o inexistencia (CP)
- Costo de la información (CI)

A continuación se detalla la estructura cada uno de los costos mencionados.

Costo del renglón:

Es el costo del artículo en sí mismo y representa el costo total en que se ha incurrido hasta el momento en que se recibe el artículo en el almacén. En general es igual al precio de lista menos el descuento (si existe), más flete, gastos de manejo y seguros.

Costo de ordenar la compra de un ítem.

Es el costo de administración de la compra, desde el momento que se le ordena hasta que se le dispone en el almacén. Incluye el costo de procesamiento de los reclamos a los proveedores y transportistas.

Los elementos de costo que se incluyen son: el costo de procesamiento de la solicitud de la compra, el tiempo del comprador, las llamadas telefónicas,

faxes, etc., el costo de procesamiento de las ofertas, el costo de la orden de compra, el costo de tráfico, de recepción, de procesamiento de la factura para su cancelación, los costos de la contabilización, los de procesamiento de los datos, el costo de los reclamos y los gastos generales, tales como espacio físico, gastos de funcionamiento, etc.

Costo de mantener un artículo en el almacén:

Este costo representa los gastos incurridos por mantener un inventario. Se incluyen en él los costos directos más el costo indirecto (pérdida de oportunidad) del capital que se ha invertido en los materiales, los elementos de este costo son: Costo de capital referido a la rentabilidad del dinero, el costo de operación de la bodega, tales como renta, aire acondicionado, iluminación, personal, gastos de manejo de los materiales, costos de los equipos en términos de depreciación, el costo de obsolescencia, roturas, robos, pérdidas de material, costos del excedente de materiales, seguros e impuestos.

Para el caso del mantenimiento del inventario, (CM) se expresa en costo por año, por unidad monetaria y por ítem para la conservación del inventario.

Costo del despacho:

Incluye todo el costo en que se incurre al sacar el artículo de los estantes de las bodegas y entregarlos al usuario en el mostrador de despacho. Este costo también puede incluir el transporte al lugar de trabajo. Entre los elementos de costo se incluye: el costo de manejo de los materiales desde el estante del almacén hasta el punto de despacho, el costo de procesamiento de las requisiciones, el costo de embalaje para trasladarlo al lugar de trabajo y el costo de los elementos de Contabilización en el almacén.

Costo de penalización:

Es el costo que se debe pagar cuando hay una demanda de un renglón, pero no se dispone de él en inventario. Básicamente, hay cuatro tipos de costo de penalización por inexistencia: un costo fijo por cada renglón que se agote más un costo variable que depende linealmente del tiempo en que el artículo no esté disponible, es decir:

$$CP = A + B \cdot T$$

Donde A y B son constantes y T el tiempo durante el cual el renglón está agotado.

Un segundo costo se tiene cuando el costo es constante por cada artículo que se agote, en cuyo caso en la expresión anterior $B = 0$. Un tercer tipo se refiere al costo cuya estructura es función del tiempo y, por lo tanto $A = 0$. Por último, donde se supone que los costos de penalización son de una cantidad de unidades monetarias por hora o por día.

Costo de información:

Representa el costo de operación del sistema de procesamiento de la información; en este caso particular, el costo que involucra el uso del sistema de información en cuanto al procesamiento y la alicuota del costo de desarrollo del sistema.

4.3.2 DETERMINACION DE LOS COSTOS.

Al utilizar los costos para establecer una política, es importante recordar que sólo se deben considerar los costos pertinentes, es decir aquellos que varían según la política adoptada.

Un punto importante es que se tiene que distribuir el costo de la orden de comprar entre los renglones que aparecen en ella; a continuación se fijan los pasos necesarios para establecer el CO, ellos son:

- Determinar el costo total anual de la administración de compras
- Determinar el número total de órdenes de compra durante el período en cuestión
- Dividir el costo obtenido entre el número de órdenes.
- Determinar el número promedio de renglones por orden de compra mediante un muestreo
- Dividir el costo de la orden de compra entre el número de renglones promedio por orden.

El valor así obtenido es el valor que se usa en el modelo de control de inventarios.

Es claro que el valor de la orden puede variar según el tipo de orden; pero a pesar de la variación que ello genera y mientras no se conozca con precisión el CO para comprar nacionales e internacionales, se puede usar un CO estimado.

El Costo de Mantenimiento CM en Venezuela, es por experiencia de alrededor de un 35% a un 40% por año del precio de cada artículo. Al

multiplicar este factor por el precio P se obtiene el costo de mantenimiento por ítem por año, es decir:

$$CM = CM' \cdot P$$

La estructura de costo de este valor CM' está, en general, formando por los siguientes elementos:

- Capital 0,25%
- Almacenamiento 0,10%
- Obsolescencia 0,03%
- Seguros – Impuestos 0,02%

El costo de Penalización CP, es muy importante en lo que se refiere a su determinación para artículos estratégicos o vitales, los cuales se incorporan en las políticas de control de inventarios al calcular los factores de servicio, (FS), es decir, el porcentaje de las veces que un artículo está disponible de cada cien veces que es requerido de un inventario

Se incluyen en el presente capítulo la [Tablas 4-1 y 4-2](#) que sistematizan la determinación de los costos CO y CM y que pueden ser utilizadas a objeto de determinar, con razonable certeza, los costos de comprar un ítem y el costo anual de mantenerlo.

4.4 MODELO PARA DETERMINAR LA CANTIDAD ECONOMICA A PEDIR .

4.4.1 CANTIDAD ECONOMICA A PEDIR.

Desde hace largo tiempo, existen modelos de diversas naturaleza para determinar la cantidad más económica a pedir cuando el inventario rompe el balance; todos ellos, de una u otra manera, son función del costo de ordenar un ítem (CO), del costo de mantener el artículo en el almacén (CM) y del precio medio ponderado del renglón (P).

TABLA 4-1

HOJA DE TRABAJO: COSTO DE COMPRAS		
PERIODO: DE: _____ PARA: - _____ MES - _____ - _____	N° TOTAL DE ORDENES DE COMPRA _____ N° ORDEN DE COMPRA _____ N° DE LINEA DE ART. POR ORD. DE COMPRA _____	
ELEMENTOS DE COSTO	ELEMENTOS DE COSTO Bs.	COSTO TOTAL Bs.
PERSONAL		
- RELACION DE PERSONAL		
- COMPRAS		
- DESPACHOS		
- TRAFICO		
- ADMINISTRACION DE PERSONAL		
- SUPERVISORES		
- PERSONAL TEMPORAL		
- OTRO PERSONAL		
TOTAL COSTO DE MANO DE OBRA		
COSTOS DE MANEJO		
COSTOS DE ADMINISTRACION		
- LOCAL (RENTA, ALMACEN, EQUIPOS, ETC.)		
- OFICINA PROVEEDORA		
- TELEFONO, TELEFAX, TELEGRAMA		
- OTROS COSTOS DIRECTOS DE OFICINA		
- OTROS COSTOS INDIRECTOS DE OFICINA		
TOTAL COSTOS DE ADMINISTRACION		
SERVICIOS		
- CONTABILIDAD		
- PROCESAMIENTO DE DATOS		
- LEGAL		
- SERVICIOS DE OFICINA		
TOTAL COSTOS DE SERVICIOS		
OTROS COSTOS MISCELANEOS		
TOTAL COSTOS DE COMPRAS		
COSTO DE COMPRAS POR ORDEN		
COSTOS DE COMPRAS POR ARTICULO		
ANALISTA	FECHA	

TABLA 4-2

HOJA DE TRABAJO: COSTOS DE MANTENIMIENTO DEL INVENTARIO			
PERIODO:	INVENTARIO ESTIMADO		
DE: _____ PARA: _____ MES _____		INICIO _____ CIERRE _____ PROMEDIO _____	
ELEMENTOS DE COSTO	ELEMENTOS DE COSTO Bs.	COSTO TOTAL Bs.	PROMEDIO DEL INVENT. ESTIM.
RATA DE RETORNO			
COSTOS DE ALMACENAJE			
TRABAJO			
- DEPOSITO			
- RECEPCION			
- TRAFICO			
- INVENTARIO FISICO			
- SUPERVISION			
- PERSONAL TEMPORAL			
- OTROS COSTOS			
COSTOS DE CARGA			
- RECEPCION			
- DEPOSITOS CUBIERTOS			
- DEPOSITOS DESCUBIERTOS			
- COSTOS DE CAPITAL			
MANEJO			
- EQUIPOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO			
- EQUIPO CONTRATADO Y EN ARRENDAMIENTO			
- COSTOS DE CAPITAL			
TOTAL COSTO DE ALMACENAMIENTO			
COSTOS DE OBSOLESCENCIA			
- AJUSTE INVENTARIO			
- RESTOS			
- SOBRANTES DE PERDIDA			
- OTROS COSTOS DE OBSOLESCENCIA			
TOTAL COSTOS DE OBSOLESCENCIA			
SEGUROS			
- INVENTARIOS			
- EQUIPOS			
- OTROS			
TOTAL COSTOS DE SEGUROS			
IMPUESTOS			
- INVENTARIOS			
- OTROS			
TOTAL DE IMPUESTOS			
OTROS COSTOS MISCELANEOS			
TOTAL COSTOS DE MANTENIMIENTO DEL INVENTARIO			
ANALISTA	FECHA		

Si se parte de la condición inicial de Costo, se establece una relación funcional del tipo:

$$C = \frac{CO.RU}{Q} + P.RU + \frac{CM.Q}{2}$$

Donde: RU es la cantidad de artículos usados en un año
Q es la cantidad de renglones.

La función anterior se deriva matemáticamente, igualando la expresión a cero, para determinar las condiciones bajo las cuales el costo se reduce al mínimo; en efecto, la cantidad económica a pedir que hace que la función de costo sea mínima, es:

$$CE = \sqrt{\frac{2.CO.RU}{CM}}$$

o sea que el mínimo costo se obtendrá cuando la cantidad a ordenar Q sea igual al lote económico CE.

El costo de mantenimiento se puede expresar en forma de proporción, haciendo CM igual al valor de CM' P, considerando CM' en primera aproximación igual a 0,40.

Expresando el lote o cantidad económica en función del porcentaje CM' y del precio, la función anterior se resume así:

$$CE = \sqrt{\frac{2.CO.RU}{CM'.P}}$$

La razón CO/CM' es la clave para obtener un balance óptimo entre los costos de comprar un ítem y el costo de mantenimiento; en efecto, para un RU y un P determinados, se tiene que:

Si CO aumenta, CE también aumenta; en otras palabras, si se compran altos volúmenes de un ítem el costo anual de comprar reduce, pero se incrementan los costos de mantenimiento del inventario.

Al considerar el modelo de control de inventario, se deben fijar los valores iniciales de CO y CM'.

4.4.2 VALOR ECONÓMICO DE LA ORDEN.

El valor económico de la orden se define como el producto de la cantidad económica por el precio del ítem a comprar, es decir:

$$VE = CE \cdot P$$

Esta expresión se puede escribir como:

$$VE = \sqrt{\frac{2 \cdot CO \cdot RU}{CM' \cdot P}} \cdot P$$

La cual, simplificando, queda de la forma siguiente:

$$VE = \sqrt{\frac{2 \cdot CO \cdot P}{CM'}}$$

Es decir:

$$VE = \sqrt{\frac{2 \cdot CO}{CM' \cdot VAU}}$$

Siendo:

$$VAU = RU \cdot P$$

Es decir el valor económico de uso de un artículo durante el año.

Si tomamos en consideración que una vez fijados los valores CO y CM' , la razón entre ellos resulta constante, podemos establecer :

$$\sqrt{\frac{2 \cdot CO}{CM'}} = W$$

donde W es una constante.

Por consiguiente, se puede expresar el valor económico y la cantidad económica como:

$$VE = W \cdot VAU$$

$$CE = W \cdot RU$$

Es fácil hallar la cantidad a comprar (CE) y el valor económico (VAU) introduciendo interactivamente W, obteniendo el valor VAU de la distribución ABC y la rata de uso (RU) del consumo de los últimos doce meses de un renglón en particular.

4.4.3 COSTO MEDIO ANUAL.

Una de las más importantes decisiones con relación a la política de control de inventarios se refiere a “comprar siempre la cantidad económica a pedir”.

Esa decisión producirá un programa de costos mínimo, con un costo medio anual igual a:

$$CMA = \sqrt{2 \cdot RU \cdot CO \cdot CM \cdot P}$$

Cualquier otro criterio dará un costo superior. Si CO es el costo de comprar un ítem en una cantidad Q diferente de CE, entonces:

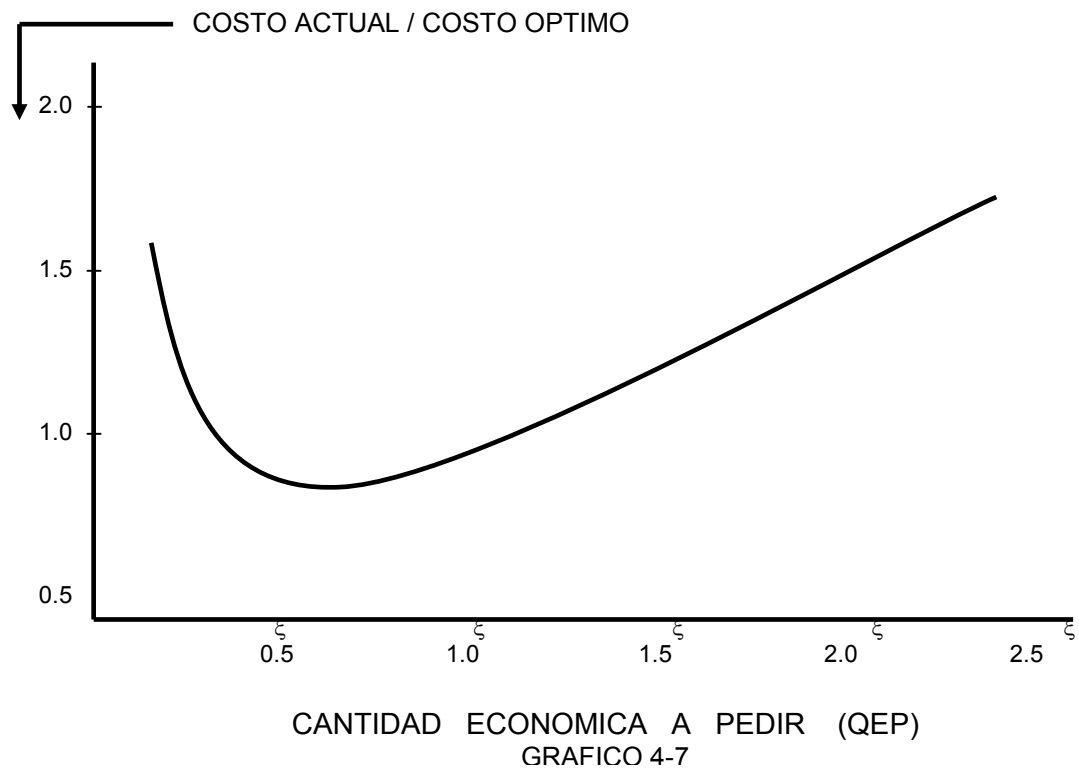
$$CO/CM' = \frac{1}{2} \cdot [(CE / Q) + (Q / CE)]$$

El gráfico 4.7 muestra la curva con esta relación, la cual se hace mínima cuando $CE/Q = 1$, es decir, cuando $CE = Q$.

4.4.3 DESCUENTOS POR CANTIDADES.

La ecuación CE se utiliza cuando todos los artículos son comprados al mismo precio. Cuando no ocurre así, por la circunstancia que se producen descuentos por cantidades compradas, habrá necesidad de evaluar económicamente la cantidad a comprar, sin violar el principio de minimización de los costos totales.

A objeto de considerar la modalidad de los descuentos en la determinación de CE, se presenta a continuación una rutina con los algoritmos necesarios para su cálculo.



Sea un ítem cuyos parámetros son los siguientes:

- Costos de la orden por ítem: $CO = 85,00$.
- Costo de mantenimiento: $CM' = 0,25$
- Rata de uso anual: $RU = 90$

Un proveedor ofrece precios diferenciales, dependiendo de las cantidades a comprar, de acuerdo a la siguiente tabla:

Cantidad	Precio
Menos de 300	0,50
301 - 350	0,47
351 - 400	0,45
401 y más	0,42

Para cada precio, según el descuento, se obtiene un lote económico diferente con un costo diferente, uno de los cuales será el más económico. A continuación se muestra el procedimiento:

$$CE = \sqrt{2 \cdot \frac{CO \cdot RU}{CM' \cdot P}}$$

Equivalente a:

$$CE = \sqrt{2 \cdot \frac{85 \cdot 90}{0,25}} \cdot \sqrt{\frac{1}{P}}$$

$$CE = 247,39 \cdot \sqrt{\frac{1}{P}}$$

Por cada precio se tiene un valor de CE; en efecto:

Precio(P)	Cantidad(CE)	Precio a obtener (PO)
0,50	349,86	0,47
0,47	360,85	0,45
0,45	368,78	0,45
0,42	381,73	0,45

La cantidad a comprar CE debe ser aquella que proporcione el más bajo costo anual utilizando la función de costo, es decir:

$$C = PO \cdot RU + CO \cdot RU / CE + CM' \cdot CE / 2$$

Las diferentes alternativas de costo para cada precio PO son las siguientes:

PO	CE	PO .RU	CO . RU / CE	CM' . CE /2	C
0,47	350	42,30	21,86	43,75	107,91
0,45	361	40,50	21,19	45,13	106,82
0,45	369	40,50	20,73	46,13	107,36
0,45	382	40,50	20,03	43,75	108,28

El costo más bajo es de 106,82, correspondiente a un lote económico de 361 artículos los cuales serán adquiridos a 0,45.

4.4 MANEJO DE DATOS PARA EL SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIO.

A objeto de diseñar conceptualmente el Modelo de Sistema de Control de Inventarios, es necesario considerar un sistema de manejo de datos compatible con las interacciones entre los diferentes subsistemas.

Los elementos que intervienen en este proceso son los siguientes:

- Solicitud de materiales a las bodegas
- Despachos de materiales desde la bodega XY
- Inventario físico de la bodega XY
- Ordenes de compra
- Notas de recepción en la bodega XY
- Compra directas por excepción
- Material recuperado en XY

Los elementos anteriores se apoyan en los siguientes subsistemas:

- Control de proveedores
- Catálogo de los materiales
- Códigos de equipos y de sistemas funcionales
- Códigos de documentación técnica
- Códigos contables y relaciones financieras
- Análisis de fallas
- Niveles de servicio
- Control de inventarios
- Auditoria técnica

La interacción entre los elementos y los subsistemas de apoyo producen las salidas del sistema, entre las cuales están:

- Maestro de proveedores
- Maestro de materiales
- Maestro de ordenes de compra y recepción

Con la relación estructural entre los maestros, los elementos dinámicos del sistema de materiales y los subsistemas de apoyo se logra una interrelación, el cual constituye el elemento fundamental para la concepción de un sistema

integral que pueda interrelacionarse con los soportes administrativos y técnicos En este sentido, se considera que el manejo de la base de datos da origen a las siguientes salidas:

Notificación de consumo de materiales, explicitando cuando un material pierde balance y es necesario adquirirlo o transferirlo de una bodega a otra.

Resumen de las notificaciones de consumo; ello permite el análisis global de la dinámica de uso.

Etiquetas para el manejo de materiales de muy bajo valor de uso anual clasificados como artículos tipo C derivados de la curva ABC.-.

A continuación se mencionan las principales variables que son necesarias para el análisis de un sistema de control de inventarios moderno.;

REGISTRO BASICO PERMANENTE

Nro.	Mnemotécnico	Descripción
01	FIR	Fecha de inicio del registro
02	SN	Símbolo número
03	NA	Nombre del artículo
04	DA	Descripción del artículo
05	UM	Unidad de medida
06	EE	Envase o empaque estándar
07	CF	Código del fabricante.

REGISTRO BASICO VARIABLE

Nro.	Mnemotécnico	Descripción
10	CCI	Código de control de inventario
11	VCO	Valor del costo de comprar por ítem
12	VCM	Valor del costo de mantenimiento
13	CLC	Código del lugar de compra
14	CDD	Código del despachador
15	AAA	Factor de suavizado
16	CA	Código de almacén

REGISTRO BASICO OPCIONAL

Nro.	Mnemotécnico	Descripción
20	P01	Proveedor 1
21	P02	Proveedor 2
...		
2N	P0N	Proveedor N

INFORMACION DE CONTROL DEL INVENTARIO INICIAL

Nro.	Mnemotécnico	Descripción
30	NS	Nivel de servicio
31	R	Rata de fallas
32	PP	Punto de pedido (*)
33	CE	Cantidad Económica de compra (*)
34	SS	Stock de seguridad (*)
35	ORS	Cantidad reservada

(*) Calculado manualmente

INFORMACION SOBRE RECEPCION DE MATERIALES

Nro.	Mnemotécnico	Descripción
40	FPR	Fecha de la primera recepción
41	FUR	Fecha de la última recepción
42	UCR	Ultima cantidad recibida
43	PUC	Precio de ultima cantidad recibida

INFORMACION ACERCA DEL TIEMPO DE REPOSICION

Nro.	Mnemotécnico	Descripción
50	UTR	Ultimo tiempo de reposición
51	TMR	Tiempo medio de reposición
52	DSL	Desviación estándar del TMR
53	UMR	Unidad de tiempo del TMR

INFORMACION ACERCA DEL INVENTARIO FISICO

Nro.	Mnemotécnico	Descripción
60	FUI	Fecha del último inventario
61	IA	Inventario final
62	VIA	Valor del inventario anual
63	ABC	Código ABC
64	XYZ	Código XYZ
65	P	Precio unitario promedio

INFORMACION ACERCA DE LAS ORDENES DE COMPRA

Nro.	Mnemotécnico	Descripción
70	OCA	Ordenes de compra abiertas
71	COC	Cantidad de la última compra OCA
72	FOC	Fecha de la última compra OCA
73	NOC	Número de la última compra OCA
74	UP	Ultimo proveedor

INFORMACION ACERCA DE LOS DESPACHOS

Nro.	Mnemotécnico	Descripción
80	PDM	Promedio de despachos por mes
81	FUD	Fecha del último despacho
82	CQD	Cantidad despachada la última vez.

5.-POLITICAS DE CONTROL DE INVENTARIOS

5.1 INTRODUCCION

Este capítulo recoge en varias secciones las políticas de control de inventarios que se describen a continuación:

Políticas de control de etiquetas: referida a artículos de muy bajo costo y valor de consumo anual reducido, generalmente clasificados como renglones tipo CZ.

Política de reemplazamiento directo: referida a artículos de carácter vital y gran costo.

Política de control de fallas: dirigida a la administración de partes y repuestos de lento movimiento o que obedecen a un movimiento aleatorio que es función de la dinámica operativa de los equipos e instalaciones.

Política de artículos de alto movimiento: referida a artículos operativos de alto movimiento y consumo normal.

Política de flujos: referida a los renglones cuyo nivel de inventario debe mantenerse dentro de ciertos límites de existencia.

Cada una de las políticas mencionadas se describen a continuación, expresando el concepto general, la determinación de los puntos de pedido y los algoritmos respectivos que facilitan la instrumentación en el sistema de control de inventarios

5.2 POLITICA DE CONTROL DE ETIQUETAS.

5.2.1 CONCEPTO GENERAL.

La Ley de Pareto establece que la mayor importancia en situaciones normales de negocio cae en una pequeña proporción de los elementos involucrados. Por lo general, se ordenan los ítems de acuerdo a su importancia dando origen a las distribuciones ABC y XYZ

Al considerar el valor anual de los despachos (VAU) de un almacén, generalmente se obtiene la siguiente distribución:

Grupo	% de artículos	% del VAU
A	10	65
B	20	25
C	70	10

Alrededor de un 65% del valor de los despachos corresponden a un 10% de los artículos. Son estos artículos sobre los cuales se debe realizar un control estricto.

En el caso de un estudio realizado, el 90% de los renglones representó el 0,2% del valor anual de uso, circunstancia que se produce como consecuencia del alto porcentaje (65%) de artículos sin movimiento. Una distribución, eliminado los artículos obsoletos debe aproximarse a los valores expresados en la tabla anterior.

Haciendo abstracción de los valores encontrados, se puede afirmar que en el grupo C hay una proporción de 7 a 1 en importancia del grupo A, y cada uno de los elementos C tiene aproximadamente 1/7 del valor anual de uso de un artículo A.

Esta relación puede observarse en el cuadro siguiente:

GRUPO	%VAU / %ITEMS	RAZON	IMPORTANCIA RELATIVA
A	65/10	6,50	50
B	25/20	1,25	10
C	10/70	0,14	1

La razón de importancia es de 50:10:1. En el caso de estudio, los artículos obsoletos perturban y exageran esta relación. En este caso particular la importancia de los ítems pertenecientes al grupo A es extremadamente marcada con relación a los artículos B y C.

Si se amplía el concepto buscando una relación con la distribución XYZ, se observa una relación particularmente interesante. En efecto, un artículo muy costoso puede estar al final de una lista de consumo anual; es por ello que la

relación dicotómica ABC y XYZ es importante. La tabla de contingencia respectiva puede verse a continuación en una matriz construida arbitrariamente en razón a la importancia relativa:

		Valor del Inventario		
		X	Y	Z
Valor Anual de Uso	A	50	20	10
	B	20	10	5
	C	10	5	1

Se puede ver que un artículo AX es 50 veces más importante que un artículo CZ, en cuanto al control se refiere. Los valores anteriores son particulares para cada empresa y deberán cambiar cada vez que se obtengan las distribuciones ABC y XYZ.

5.2.2 CONTROL DE ETIQUETAS.

La política de control de etiquetas (PCE) o “Bin Tag” se emplea para artículos BZ, CY y CZ, principalmente estos últimos, los cuales abundan en un sistema de materiales, siendo algo más del 90%. Los artículos sujetos a esta política, para empezar, pudieran obedecer a los siguientes criterios de clasificación, para separarlos automáticamente mediante el uso del computador:

$$PU \cdot P \leq 2000$$

$$P \leq 100$$

La mayor restricción para la política PCE debe ser que los artículos, físicamente, sean pequeños. En efecto, debido a la limitación del precio, califican para esta clasificación pocos artículos grandes. Los artículos que finalmente se clasifiquen, se controlan manualmente con una etiqueta, obviando el sistema de control de inventarios, excepto cuando se reabastecen, momento en el cual se activan todos los mecanismos de control.

Básicamente la etiqueta debe poseer información considerando las siguientes variables:

- Fecha de la etiqueta: se refiere a la fecha en que se comienza el proceso de reabastecimiento.

- Número de orden de compra: identificación de la orden de compra.
- Cantidad: se refiere a la cantidad a adquirir la cual se calcula manualmente, de acuerdo al método que se sugiere abajo
- Precio
- Fecha de recepción: fecha de recibimiento en bodega.
- Inventario de seguridad: cantidad en stock para reserva.

5.2.2.1 EL METODO DE CONTROL DE ETIQUETAS.

Al colocar un artículo bajo la política PCE, el sistema de control de inventarios no considera individualmente las entradas o salidas. En el sistema de control de inventarios, se coloca el inventario actual (IA) en valor 0, se prepara una tarjeta de control de inventarios en almacén, registrando en ella la cantidad en existencia y se prepara la etiqueta para el control PCE. Se divide el stock en dos partes iguales, identificando cada una de ellas como:

- **Inventario cíclico:** porción que se utilizará los despachos regulares de almacén.
- **Inventario de seguridad:** porción a mantener en reserva.

La reserva se coloca en una caja o bolsa plástica y en ella se introduce la etiqueta PCE. Una vez agotado el inventario cíclico, se recurre al inventario de seguridad. Al efecto, se abre la caja o bolsa y se remite la etiqueta PCE a control de inventarios para iniciar el proceso de reabastecimiento. En ese momento, la etiqueta PCE opera como requisición. Sobre ella se calcula la cantidad a comprar, se revisa y se calcula el inventario cíclico y el de seguridad, se registran en la tarjeta conjuntamente con el número y la fecha de la orden de compra, y se hace el registro del consumo total en el sistema de control de inventarios. Por último, la tarjeta se envía al almacén a la espera de la reposición. Cuando la mercancía se recibe, se divide nuevamente el lote en dos partes iguales, se coloca la tarjeta en el inventario de seguridad y se reinicia el ciclo.

5.2.3 DETERMINACION DE LA CANTIDAD A COMPRAR Y EL PUNTO DE PEDIDO.

Debido a que no se registran los despachos individuales, se realiza una importante economía en los costos; es por ello que se puede almacenar una mayor cantidad, lo cual no causa costos adicionales ya que el precio de los artículos es muy bajo y, por consiguiente, el costo de mantenimiento del inventario es también muy bajo. Al efecto, se recomienda almacenar una cantidad suficiente para dos años o año y medio de consumo. El lote a comprar se calcula de la forma siguiente:

Se determina la cantidad económica, eligiendo el máximo valor resultante de las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned} & CE = 24 \cdot PU && (1) \\ \text{ó} & CE = 1,5 \cdot PU \cdot L && (2) \end{aligned}$$

Donde PU es el promedio de uso y L el tiempo de reposición.

En primer lugar hay que determinar el tiempo de reposición L. Para ello, se calcula el tiempo entre la fecha de recepción escrita en la etiqueta PCE y la fecha de la orden de compra. El tiempo resultante se expresa en meses. En segundo lugar, hay que estimar el promedio mensual de uso. Para ello, se toma la cantidad comprada, se resta el inventario de seguridad y se divide entre los meses resultantes de calcular el tiempo de reposición (L). Ello dará un estimado del PU el cual se introduce en la expresión (2).

Luego se determina el inventario de seguridad mediante la siguiente ecuación:

$$SS = 2,05 \cdot \sqrt{PU \cdot L}$$

Finalmente, el punto de pedido será:

$$PP = CE + SS$$

All momento de emitir la orden de compra se evalúa la condición PCE y se toma la decisión de mantener el artículo bajo la política de control de etiquetas o someterlo al manejo automatizado del sistema de control de inventarios.

5.2.4 CONTABILIDAD DE PCE.

El principio fundamental de la política PCE es de no hacer registros individuales al solicitar un artículo. No obstante ello, se emite una requisición, se entrega la mercancía y se archiva la requisición para fines de control o auditoría. Una vez que se ordena la compra de un material, se realiza un cargo a la cuenta de gastos generales y a fin de año se realiza la distribución del gasto de manera proporcional, o según el método definido por la política del Departamento de Finanzas.

Algunos administradores se preocupan por el monto de esta partida de gastos generales; pero se hace hincapié en el hecho que sólo una pequeña proporción del gasto es cargada debido a la naturaleza del procedimiento. A continuación se presenta mediante un ejemplo, las implicaciones de este enfoque.

Sea un artículo cuyo consumo anual es de 240 unidades, es decir, un PU = 20. El precio unitario es de . 10,00 y el tiempo de reposición de 18 meses. La cantidad a comprar es:

$$\begin{array}{l} \text{El máximo entre:} \quad CE = 24 \cdot 20 \\ Y \quad \quad \quad \quad CE = 1,5 \cdot 20 \cdot 18 \end{array}$$

El valor máximo es 540, correspondiente a la segunda expresión. En consecuencia, la cantidad a comprar son 540 unidades a un precio de 10,00 lo cual representa un valor de:

$$VE = 540 \cdot 10,00 = 5400,00$$

El inventario de seguridad es:

$$SS = 2,05 \cdot \sqrt{20 \cdot 18} = 39$$

Ahora bien, considerando un consumo mensual de 20 unidades, el inventario cíclico debe durar 25 meses, lo cual significa un cargo a gastos generales de:

$$5400,00 / 25 = 216$$

es decir, un promedio de 216 unidades monetarias por mes, o sea 2592 u,m, por ítem por año.

5.3 POLITICA DE REEMPLAZAMIENTO DIRECTO ARTICULOS ESTRATEGICOS O ESENCIALES.

5.3.1 CONCEPTO GENERAL.

La política de reemplazamiento directo (PRD) está destinada a la determinación del punto de pedido (PP) para aquellos artículos de alto costo y alta criticidad, es decir, aquellos renglones que originan altos costos de penalización como consecuencia de su inexistencia en bodega. Prácticamente, este criterio se toma cuando el artículo excede de un precio P preestablecido, de un nivel de servicio del 99% y generalmente, la cantidad económica a pedir es igual o inferior a 1. Este modelo prevé que cuando un artículo sale del almacén, se realiza una búsqueda en los restantes almacenes y se activa una notificación de consumo (Noticon) y de transferencia de una bodega a otra. En caso de romperse el balance al bajar el inventario más el pedido en tránsito por debajo del punto de pedido, no se producirá la transferencia y se inicia un proceso de adquisición de tantas unidades como se hayan usado.

El procedimiento previsto en el modelo estriba en la determinación del punto de pedido o inventario base, considerando una distribución de Poisson para proteger al sistema de control de inventarios de la incertidumbre de la demanda, de los tiempos de entrega y de los costos de penalización por no tener disponible un artículo cuya importancia es tal que puede perturbar el sistema.

La metodología seguida está fundamentada en dos elementos: el primero considera conocido el costo de penalización (CP) del artículo, y el segundo supone el desconocimiento de dicho costo, en cuyo caso se requiere la tasa de fallas R o una estimación de ella.

5.3.2. DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE PEDIDO CONOCIDO EL COSTO DE PENALIZACION.

El algoritmo que permite calcular el punto de pedido (PP1) se fundamenta en una aplicación Poissoniana desarrollada por Hadley y Whitin en 1963 considerando una rata de consumo tal que la función haga máximo a PP1 para el valor, también máximo, de R , es decir:

$$[(CM/CP \cdot PS \cdot 12) \cdot 1 - f(N;PS \cdot L) + f(N - 1; PS \cdot L)] > CM/CP \cdot 12 \cdot PS$$

siendo:

$f(N;PS \cdot L)$ la función acumulativa de Poisson
 $f(N - 1; PS \cdot L)$ la función de densidad de Poisson y N el número de fallas.

Las expresiones anteriores toman la siguiente forma funcional:

$F(N - 1;PS \cdot 1)$ el valor anterior de $f(N;PS \cdot L)$

Donde:

$$F(N;PS \cdot L) = [(PS \cdot L)^N \cdot EXP(-PS \cdot L)] / N!$$

$$F(N;PS \cdot L) = \sum_{i=1}^N f(N; PS \cdot L)$$

Calculando los valores anteriores para cada valor N, desde N=0 hasta que se rompa la desigualdad, se encontrará el valor de PP1 que representa el inventario base a mantener como mínimo en existencia.

5.3.3 DETERMINACION DEL PUNTO DE PEDIDO A PARTIR DE LA RATA DE FALLAS.

En el método anterior se introduce una restricción representada por el costo de penalización, cuyo valor no siempre es fácil de obtener; en consecuencia, se ofrece un recurso suplementario para encontrar el punto de pedido PP2 a

partir de los tiempos medios entre un despacho y otro o mediante el conocimiento de la rata de fallas, cuyo valor es obtenible del sistema de información de mantenimiento.

Considerando la relación básica determinada por el nivel de servicio expresado como probabilidad de supervivencia (P_s), se tiene la siguiente relación:

$$P_s = \text{EXP} (- R \cdot L)$$

El valor R se obtiene a partir de los registros de despacho del artículo en consideración, bien a través del cálculo mediante una distribución de Weibull (esta expresión se explica en el módulo de control de materiales por fallas, descrito más adelante) o mediante la consideración del tiempo medio entre despachos (TMED), es decir, computando el tiempo transcurrido entre una salida y otra y promediando, finalmente los tiempos. Si se toma esta última alternativa, el valor P_s se obtiene mediante:

$$P_s = \text{EXP} [- 1 / (\text{TMED} \cdot L)]$$

Finalmente, se estima R a través de:

$$R = 1 / \text{TMED}$$

Y se determina el punto de pedido PP_2 mediante la siguiente expresión:

$$PP_2 = R \cdot L + K \cdot \sqrt{R \cdot L}$$

El valor de PP_2 es función del nivel de servicio deseado. En vista que se están considerando artículos vitales, el nivel de servicio es del 99% que equivale a un factor de servicio $K = 2.33$ (ver distribución normal) lo cual determina que finalmente el inventario a mantener en existencia debe ser al menos el valor:

$$PP_2 = R \cdot L + 2,33 \cdot \sqrt{R \cdot L}$$

5.4 POLITICA POR CONTROL DE FALLAS

5.4.1 CONCEPTO GENERAL.

Considerando que los equipos fallan como consecuencia de fallas de sus componentes o de las partes del equipos, los mismos o se reparan o se sustituyen, generando salidas de materiales de los almacenes.

Para considerar esta política, es necesario tener en cuenta el concepto de disponibilidad, el cual representa la probabilidad que un equipo esté disponible para su uso durante un período de tiempo dado. Los elementos que intervienen en esta relación son:

TPEF – tiempo promedio entre fallas

TPPR – tiempo promedio para reparar

Las variables anteriores permiten encontrar la disponibilidad mediante la relación:

$$D = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$$

A objeto de mantener cierta disponibilidad, es necesario mantener relativamente bajo el TPPR el cual, a su vez, es función de la disponibilidad de piezas en el almacén y, a su vez, esta disponibilidad de partes y repuestos debe corresponder a una política de reaprovisionamiento que esté relacionada con la dinámica de las fallas, cuya expresión típica es la rata de fallas. A los fines del caso, se define esta expresión como el número de fallas por hora, el cual se calcula en función de la dinámica de las fallas.

Obviamente, para abordar esta política es necesario disponer de información sobre las fallas de cada componente por tipo de material; para ello, es importante considerar que se producen consumos del mismo material para varios equipos, en cuyo caso la rata de fallas es la sumatoria de las ratas de fallas particulares de diferentes equipos.

El valor de la rata de fallas se puede determinar de dos maneras, dependiendo del nivel de información que se genere en el sistema.

En primer lugar, se estima a partir de los tiempos transcurridos (expresados en horas) entre un despacho y otro, los tiempos calculados con un algoritmo se promedian y se determina el tiempo medio entre despachos (TMED). El inverso de este valor estima la rata de fallas del artículo en cuestión; en otras palabras, la relación a usar es:

$$R = 1/\text{TMED}$$

Una segunda manera de calcular técnicamente la rata de fallas es a partir de los tiempos transcurridos entre una falla y otra. De esta manera, se calcula el tiempo medio entre fallas considerando una distribución de probabilidades de Weibull. Este modelo requiere, como insumo de información, la fecha y la hora de la falla, indicando el componente o tipo de material. Con esta información, se procede a determinar los tiempos de operación y los tiempos transcurridos entre una falla y otra y, finalmente, se aplica la función de probabilidades de Weibull, cuya expresión es la siguiente:

$$P_s == \text{EXP} [- (t / v)]^k$$

Donde **P_s** esta representado por el nivel de servicio, **t** por el tiempo de programación para el reabastecimiento, **v** como un parámetro que estima el tiempo característico para fallar y **k** determina la edad del equipo o de los componentes.

A partir de la distribución anterior, se determina la rata de fallas mediante:

$$R(t) = (k/v)^k \cdot t^{k-1}$$

Las ecuaciones anteriores son de cierta dificultad para su obtención. No obstante ello, se ha desarrollado un modelo el cual proporciona un instrumento computarizado que permite la determinación de los parámetros en cuestión y, además, simula su comportamiento dependiendo del tiempo **t** que se asocia a los tiempos de reposición, Este modelo computarizado elaborado por los autores de este trabajo se denomina PARAMAN y está disponible para su uso (ver bibliografía adjunta)

Una vez obtenido el valor de **R**, se considera la distribución de probabilidades más conveniente para determinar el punto de pedido. La primera consideración se refiere al número de fallas en el tiempo. En efecto, si el

número de fallas es inferior a 10, en el tiempo de reposición L, se utilizará la distribución normal. En este caso, se calcula el punto de pedido bajo la política de artículos de alto movimiento, dada la circunstancia que para los valores grandes del producto R . L, la distribución de Poisson coincide con la Distribución Normal. Esta última permitirá calcular los puntos de pedido para artículos de alto movimiento.

5.4.2 DETERMINACION DEL PUNTO DE PEDIDO.

Al pensar en la dinámica de las fallas, es necesario considerar la distribución de Poisson, cuya función de densidad es la siguiente:

$$F(x) = P(N;RT) = \frac{(R.T)^N}{N!} \text{Exp}(-R.L)$$

La expresión P(N;RT) representa la probabilidad que ocurran menos de N fallas durante el tiempo medio entre fallas T.

La función de distribución correspondiente es:

$$F(x) = \sum P(N;RT)$$

La expresión anterior representa la probabilidad que ocurran menos de N fallas durante el tiempo medio entre fallas T; en consecuencia, esta expresión va a permitir calcular el punto de pedido (PP) considerando un nivel de servicio dado, que justamente es f(x).

Mediante un ejemplo es más fácil comprender las aplicaciones correspondientes. Así, se tiene que si una rata de fallas R es igual a = 0,001, un tiempo promedio entre fallas (TPEF) de 1000 horas y un tiempo de reposición L de cuatro meses promedio (L = 2920 horas), el promedio de fallas M esperado es:

$$M = R . L = 2920 . 0,001 = 2,92$$

Es decir, que se esperan aproximadamente 3 fallas en los próximos cuatro meses. Al utilizar la distribución de Poisson se tiene, para diversos valores de N, la probabilidad de tener N fallas o menos de N. Con estos valores, la pregunta será: qué protección se tiene contra una falla sin repuesto, por ejemplo 97 de cada 100, o sea una disponibilidad de partes del 97%, es decir

un nivel de Servicio igual a 0,97. Con ese nivel de servicio es necesario preguntarse: cuántas partes deberá tenerse almacenadas para protegerse de un 3% de inexistencia promedio. La respuesta a esa interrogante está dada por aquel valor cuya probabilidad acumulada (F(x)) sea igual o menor de 0,97.

En el siguiente cuadro se han tabulado todos los valores posibles de f(x) y F(x), considerando la función de densidad y de distribución respectivamente.

N de fallas	Probabilidad	Probabilidad acumulada
0	0,0539	0,0539
1	0,1575	0,2114
2	0,2299	0,4413
3	0,2238	0,6651
4	0,1634	0,8285
5	0,0954	0,9239
6	0,0464	0,9703
7	0,0194	0,9897
8	0,0071	0,9968
9	0,0023	0,9991
10	0,0007	0,9998
>10(resto)	0,0002	1,0000

al considerar que la probabilidad acumulada representa el factor de servicio y en este ejemplo en particular se ha fijado en 0,97, el valor entero más próximo es 0,9703 el cual se obtuvo con 6 fallas. Esto quiere decir que el inventario base o punto de pedido debe de ser seis (6) unidades en almacén para tener una probabilidad de inexistencia de 3%.

Los valores probabilísticos generados en la tabla anterior se pueden obtener computacionalmente a través de la expresión que abajo se describe y que representa el punto de pedido:

$$PP = R \cdot L + K \cdot \sqrt{R \cdot L}$$

Este factor de servicio K a considerar en esta política puede asumirse como sigue:

K = 2,05 para artículos esenciales
K = 1,65 para artículos de soporte a mantenimiento.

Por artículos esenciales se puede entender a aquellos cuya ausencia no produce pérdidas de producción inmediata, pero si la ausencia es prolongada, conduce a pérdidas operativas, y su nivel de servicio se puede fijar en un 98%.

Los artículos de soporte son los que apoyan directamente al sistema de mantenimiento, por ejemplo, sellos, lubricantes, sujetadores, etc. y su nivel de servicio se establece, generalmente, en un 95%.

5.5 POLITICA PARA ARTICULOS DE ALTO MOVIMIENTO

5.5.1 CONCEPTO GENERAL.

Cuando se trata de artículos de alto movimiento, la determinación del punto de pedido obedece a una distribución de carácter normal. En general, la función para obtener el punto de pedido (PP) viene dada por la expresión siguiente:

$$PP = PU \cdot L + K \cdot DS(L)$$

Donde:

PU: es el promedio mensual de uso
L: es el tiempo medio de reposición
K: es el factor de servicio
DS(L): es la desviación estándar conjunta de la demanda y de los tiempos de entrega.

El primer factor de la ecuación es el inventario cíclico y la segunda parte representa el stock de seguridad.

En general, la expresión PU tiene una significativa variabilidad dada la aleatoriedad de la demanda; por ello es necesario someter la dinámica de uso a un suavizado exponencial, para obtener el promedio suavizado (PS) y, posteriormente, la estimación de la demanda en el período T+1, es decir, DE(T+1) que, para simplificar se escribe DE.

El valor DS(L) es la resultante de las varianzas de la demanda y de los tiempos de entrega, su determinación requiere una serie de períodos de revisión donde se computa la demanda esperada y los tiempos de reposición con sus respectivas varianzas. Ello hace poco práctico su estimación. En su lugar, se han desarrollado algunos algoritmos que permiten medir la variabilidad de la demanda a partir de la desviación media (DM), al suavizar exponencialmente la demanda de materiales. A partir de esa desviación se procede a determinar el punto de pedido para artículos de alto movimiento.

5.6 POLITICA DE FLUJO MEDIANTE REABASTECIMIENTO.

5.6.1 CONCEPTO GENERAL.

Existen artículos de alto movimiento como son, por ejemplo, lubricantes, material de consumo para comisariatos, etc., que además generan una alta frecuencia de ordenes de compra por cantidades relativamente pequeñas. Ello va a requerir un modelo de control de inventarios que mantenga, en lo posible, un flujo promedio constante. Al efecto, se conviene que el proveedor haga entregas regulares cuya cantidad puede variar a solicitud de la empresa.

Esta política requiere un flujo bajo (mínimo) y un flujo alto (máximo), dentro de los cuales se ubica la cantidad que se desea tener en inventario. En consecuencia, cuando se viola cualquiera de los dos límites, la empresa negocia la rata de entrega por parte del proveedor.

5.6.2 DETERMINACION DEL PUNTO DE PEDIDO.

El objetivo a lograr es mantener un inventario promedio que sea función de la rata de entrega por parte del proveedor y de la variación de la demanda y de los tiempos de entrega.

La expresión fundamental a considerar es:

$$IP = REV/2 + K \cdot DS(L)$$

Donde

IP: es el inventario promedio

REV: rata o cantidad de entrega por parte del proveedor

DS(L): desviación estándar de la demanda y los tiempos de entrega.

El valor mínimo se establece mediante:

$$\text{MIN} = K \cdot \text{DS}(L)$$

El valor DS(L) a su vez, se estima mediante:

$$\text{DS}(L) = 0,7 \cdot \text{DM} \cdot L$$

El valor máximo se asocia al inventario medio el cual es función de las cantidades medias entregadas por el proveedor de acuerdo a los tiempos medios de entrega y se asume mediante:

$$\text{MAX} = \text{REV}/2 + \text{MIN}$$

Al violar cualquiera de los puntos de ruptura, MIN o MAX, se ordena cambiar la cantidad de entrega del vendedor.

5.7. CONTROL DE MATERIALES PARA PROYECTOS

5.7.1 CONCEPTO GENERAL.

En el caso de renglones que tienen un patrón de consumo no aleatorio, como consecuencia de su uso específico en proyectos, se requiere de un tratamiento separado del consumo regular de materiales, a objeto de no perturbar la dinámica de uso de los mismos y afectar las estimaciones que se realizan con base a su consumo.

En los proyectos, que generalmente son proyectos de construcción o trabajos específicos previamente programados, es posible determinar con cierta precisión la cantidad de materiales a usar. La práctica sobre el particular indica que los materiales son comprados específicamente para ello y, en ocasiones, se le asigna a la Gerencia de Materiales la custodia de los mismos. Sobre ese aspecto, es necesario separar la administración de estos materiales de los de consumo regular. Ahora bien, en el caso que sea necesario usarlos, se harán las previsiones del caso para no perturbar los

promedios de uso, separando convenientemente los materiales, reservándolos mediante una orden de Reservación de Stock (ORS).

El Sistema de Control de Materiales, para un proyecto funciona a través de la orden mencionada de reservación de stock (ORS). Los materiales requeridos para el proyecto son enumerados, identificando el símbolo, descripción y cantidad. Esta información es transcrita al sistema e introducida al registro maestro.

5.7.2 DETERMINACION DEL PUNTO DE PEDIDO.

Una vez fijada la cantidad reservada, el punto de pedido tendrá una modificación caracterizada por una expresión adicional, que regimienta el movimiento de materiales para el proyecto, es decir:

$$PPT = PP + PU + K \cdot 0,7 \cdot DM \cdot L$$

Donde PU es el promedio de uso de los materiales estimados para el proyecto, K el factor de servicio para los materiales del proyecto, DM la desviación media de los materiales del proyecto y L el tiempo de reposición.

El punto de pedido PP se refiere al modelo adoptado de acuerdo a la política elegida del control y, por último, PPT será el punto de pedido total.

La orden de reservación de stock debe considerar las siguientes variables:

- Nombre y código del proyecto
- Cuenta contable
- Fecha
- Número
- Reservado por
- Aprobado por
- Símbolo
- Descripción
- Cantidad requerida
- Cantidad devuelta
- Vigencia en tiempo de la ORS

Una vez que el tiempo de vigencia se ha terminado, el computador, automáticamente, regresa los materiales reservados a su condición de consumo regular.

5.7.3. EL MODELO LOGISTICA Y LA EVALUACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.

La experiencia acumulada en empresas del área industrial, en las cuales se ha puesto en práctica el modelo propuesto, permite afirmar que es posible alcanzar los siguientes resultados:

- 1) Permite desarrollar un sistema computarizado capaz de soportar las funciones de logística y administración de materiales a nivel corporativo y en las áreas operacionales.
- 2) Atender la problemática del movimiento de materiales de existencia regular, así como los requeridos para acometer proyectos.
- 3) Proveer información contable al sistema financiero, relacionada con el movimiento de materiales.
- 4) Proveer información a otros subsistemas, en los niveles operativo, táctico y estratégico, contribuyendo a reducir la incertidumbre al momento de la toma de decisión.
- 5) Racionalización en el empleo de los recursos económicos, gracias a una significativa reducción de la cantidad de materiales que se necesita almacenar, para mantener en condición operativa las instalaciones.
- 6) Disminución del esfuerzo requerido para controlar el inventario, pues este se focaliza principalmente sobre un conjunto reducido de artículos, en los cuales se concentra el mayor grado de criticidad relativa respecto al sistema o a los sistemas a los cuales pertenecen.
- 7) Simplificación de los procedimientos administrativos que giran en torno a la logística industrial.
- 8) Posibilidad de disfrutar de los beneficios indirectos que derivan de un incremento en la disponibilidad de los materiales, lo cual determina una disminución en los tiempos necesarios para reparar y un aumento en la disponibilidad de los equipos.
- 9) Contribuye al establecimiento de políticas coherentes de mayor eficacia en cuanto a materiales se refiere.

El modelo de cálculo para la determinación de la **Curva de Pareto**, se basa en un algoritmo que incorpora una ecuación de regresión exponencial, la cual correlaciona, con un cierto error de estimación, el valor anual de uso (VAU) como variable independiente y la cantidad de artículos como variable dependiente. El valor de uso se estima en función del precio final de cada artículo a un costo determinado. Igual consideración pudiera darse a la Distribución de Pareto XYZ, cuando se relacionan las cantidades de ítems con los valores anuales de ventas efectivas.

El modelo **LOGISTICA** toma en consideración los elementos fundamentales de la determinación del Punto de Pedido y de la Cantidad Económica a Pedir y los incorpora a una rutina de cálculo, utilizando como datos la Estimación de la Demanda Esperada en un tiempo T, las ratas de uso, el factor de servicio, los costos de ordenar y de mantener y las distribuciones de probabilidad que se generan como consecuencia del consumo de los materiales. Las rutinas interactivas permiten analizar internamente la dinámica de uso y finalmente ofrecen al usuario una sugerencia **del Punto de Pedido**, además de proponer **la cantidad a comprar**. Esta cantidad aparece en el resultado final y permite que el usuario reciba una **notificación de consumo** para tomar la decisión de comprar el material que ha roto el punto de pedido.-

EJEMPLO DE CALCULO DE LA CURVA DE PARETO

El sistema de cálculo y graficación de la curva de Pareto se alimenta con datos básicos: el Código de los ítems y el correspondiente valor de la variable analizada, que en el ejemplo a continuación es el Valor Anual de Uso de los artículos.

Los gráficos que aparecen seguidamente, ilustran la presentación de la carga de datos del sistema y de los resultados, que luego serán utilizados para construir las curvas de Pareto, donde se muestran los códigos de los ítems, los porcentajes de artículos y de valor anual de uso y los correspondientes valores acumulados, así como los listados de artículos correspondientes a cada clase,.

The image displays two screenshots of a software application window titled "C:\temporal\DATOSEJ\ejemplib.par".

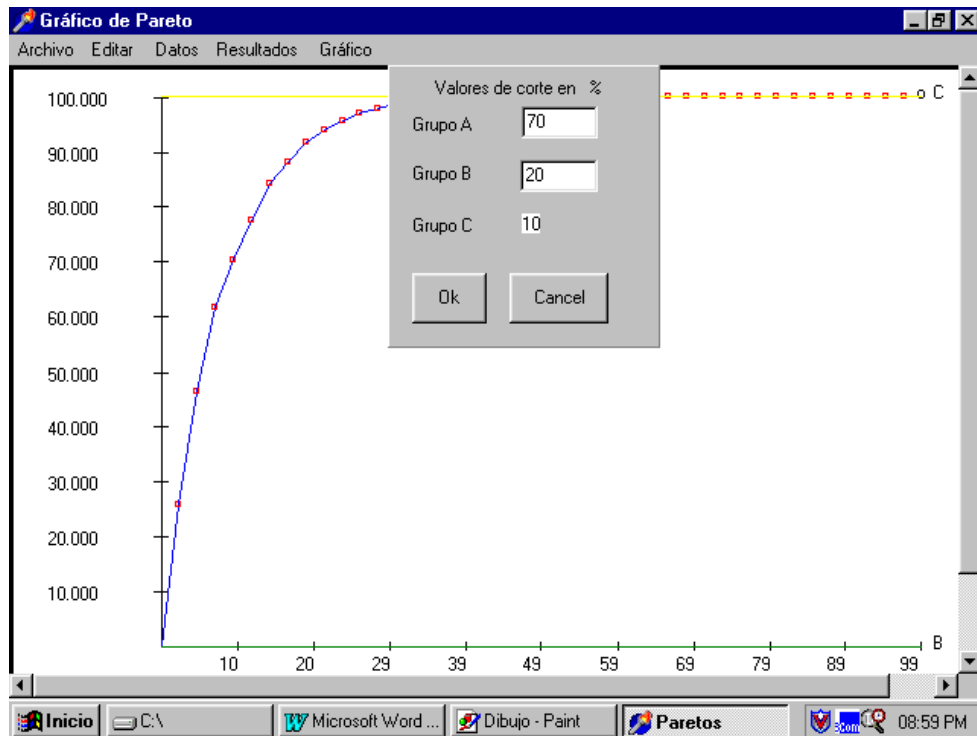
The top screenshot shows a table with the following data:

Item	Código	Valor Uso
35	ART35	9600.75
36	ART36	10669.7
37	ART37	18600
38	ART38	20464
39	ART39	23754.8
40	ART40	42991.7
41	ART41	57189.2
42	ART42	71882.7

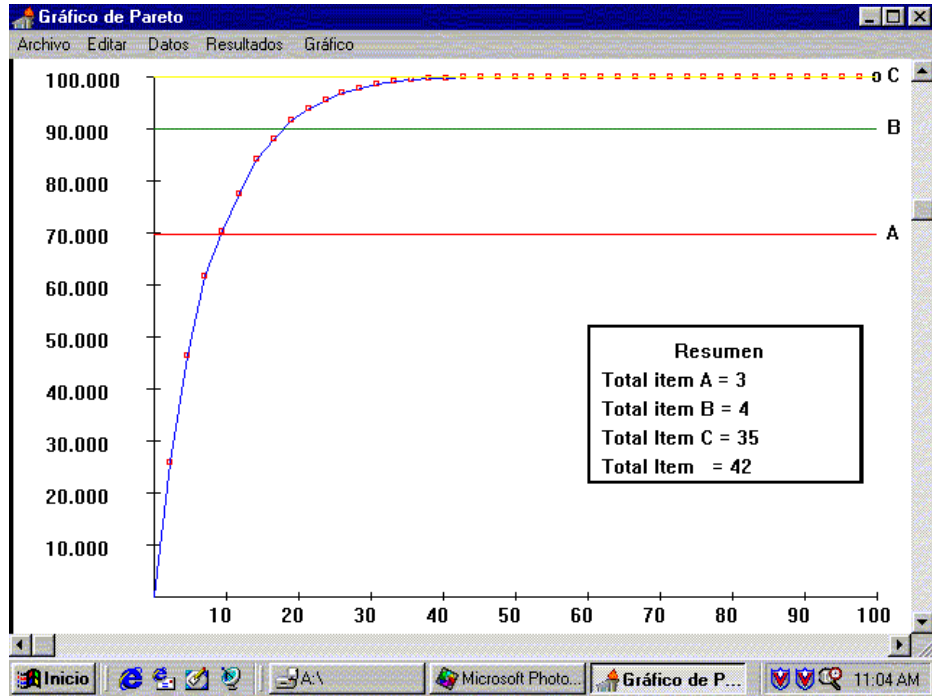
The bottom screenshot shows a table with the following data:

Item	Código	Valor Uso	Porc. Art.	Valor Acum.	Porc. Acum.
1	ART42	71882.7	2.38	71882.70	25.84
2	ART41	57189.2	4.76	129071.90	46.40
3	ART40	42991.7	7.14	172063.60	61.86
4	ART39	23754.8	9.52	195818.40	70.40
5	ART38	20464	11.90	216282.40	77.75
6	ART37	18600	14.29	234882.40	84.44
7	ART36	10669.7	16.67	245552.10	88.28
8	ART35	9600.75	19.05	255152.85	91.73
9	ART34	6550	21.43	261702.85	94.08

Una vez seleccionado el intervalo de corte para los grupos A y B, se fijará automáticamente el límite de corte de los artículos pertenecientes al grupo C y de desplegará el gráfico correspondiente, como se muestra seguidamente.



Las opciones disponibles en el sistema permiten mostrar la estadística general de la distribución y, mediante un click en correspondencia de los puntos de la curva en la pantalla, desplegar la información del artículo seleccionado. Ambas opciones aparecen en los gráficos a continuación.



Lista de Items Clase C

Item	Código	Valor Uso	Porc. Art.	Valor Acum.	Porc. Acum
1	ART42	71882.7	2.38	71882.70	25.84
2	ART41	57189.2	4.76	129071.90	46.40
3	ART40	42991.7	7.14	172063.60	61.86
4	ART39	23754.8	9.52	195818.40	70.40
5	ART38	20464	11.90	216282.40	77.75
6	ART37	18600	14.29	234882.40	84.44
7	ART36	10669.7	16.67	245552.10	88.28
8	ART35	9600.75	19.05	255152.85	91.73
9	ART34	6550	21.43	261702.85	94.08

Item	Código	Valor Uso	Porc. Art.	Valor Acum.	Porc. Acum
1	ART42	71882.7	2.38	71882.70	25.84
2	ART41	57189.2	4.76	129071.90	46.40
3	ART40	42991.7	7.14	172063.60	61.86
4	ART39	23754.8	9.52	195818.40	70.40

EJEMPLO DE CALCULO DE CANTIDAD ECONOMICA A COMPRAR Y PUNTO DE PEDIDO

En los gráficos a continuación, aparecen las tablas de carga de datos de consumos de un cierto artículo, registrados durante 26 semanas y el cuadro de resultados del cálculo de la Demanda Esperada, estimada para el período 27. Se muestran igualmente los valores, en cada período, de las siguientes variables, Consumos (Cantidades), Promedio Suavizado, Tendencia Corriente, Tendencia Secular, Demanda Esperada, Desvíos y Desviación Media.

Periodo	Cantidad
1	2
2	0
3	0
4	4
5	1
6	1
7	1
8	0

Código	Precio Bs.	Período
ABV597R5	1000.00	Mes
Costo de Mantener (%)	Costo de Ordenar	T. Reposición
0.3	500.00	1
Panel1		
Número de datos	Factor de Ponderación	Nivel de Servicio
26	0.2	95%

Ok Cancel Ayuda

Complete o modifique la tabla de parámetros y oprima Ok para aceptar

Para realizar el cálculo, se requiere introducir los parámetros básicos correspondientes al ítem analizado, es decir: Código del artículo, Precio de compra, unidad de tiempo, los Costos de Mantener y de Ordenar, Tiempo de

Reposición, Cantidad de Datos, Factor de Ponderación y Nivel de Servicio asignado al Artículo.

La tabla de resultados finales proporciona información acerca de la evolución de la demanda del ítem analizado, teniendo en cuenta la variación de los consumos y su tendencia entre períodos. Igualmente, se presenta la variación de los despachos a lo largo del lapso de tiempo analizado, la cantidad económica que se sugiere comprar, cuando la existencia en inventario descienda hasta alcanzar el punto de pedido

Cálculo de Suavizado Exponencial

Archivo Editar Datos Resultados Gráfico

RESULTADOS

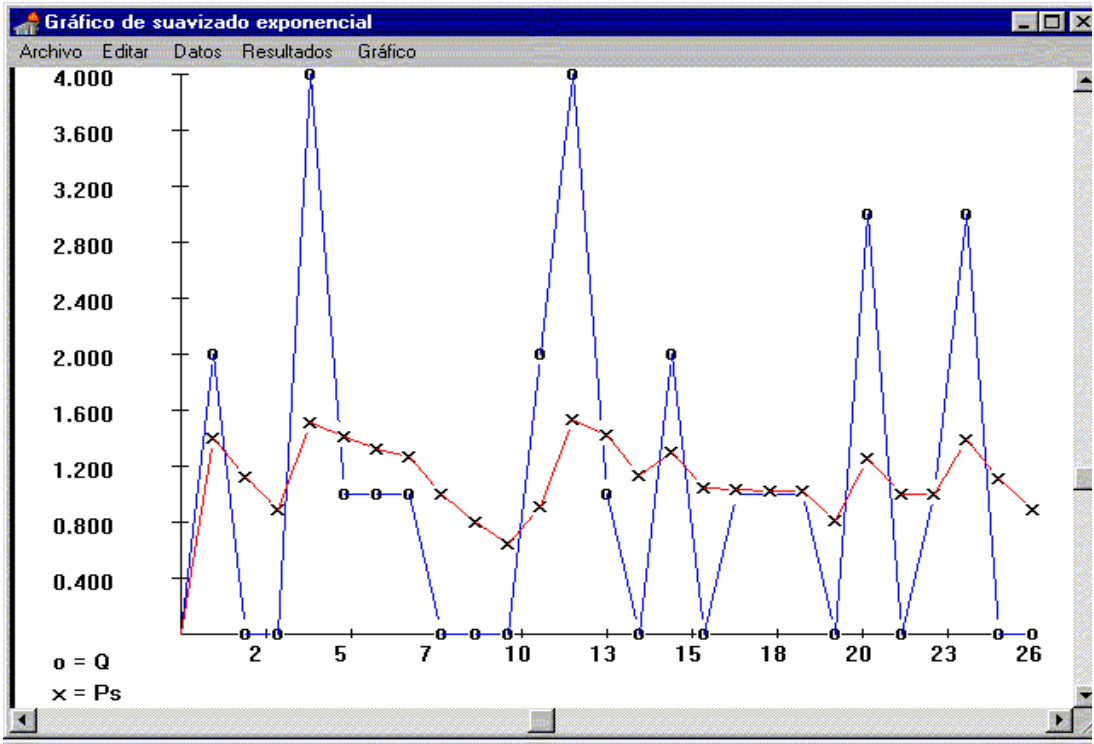
Período	Cantidad	Prom. Suav.	Tend. Corr.	Tend. Secu.	Dem. Esper.	Desvios	Desv. Med.
1	2	1.26	0.18	0.04			0.99
2	0	1.01	-0.25	-0.02	1.41	1.41	1.07
3	0	0.81	-0.20	-0.06	0.93	0.93	1.04
4	4	1.45	0.64	0.08	0.58	3.42	1.52
5	1	1.36	-0.09	0.05	1.77	0.77	1.37
6	1	1.29	-0.07	0.02	1.55	0.55	1.21
7	1	1.23	-0.06	0.01	1.38	0.38	1.04
8	0	0.98	-0.25	-0.04	1.26	1.26	1.08

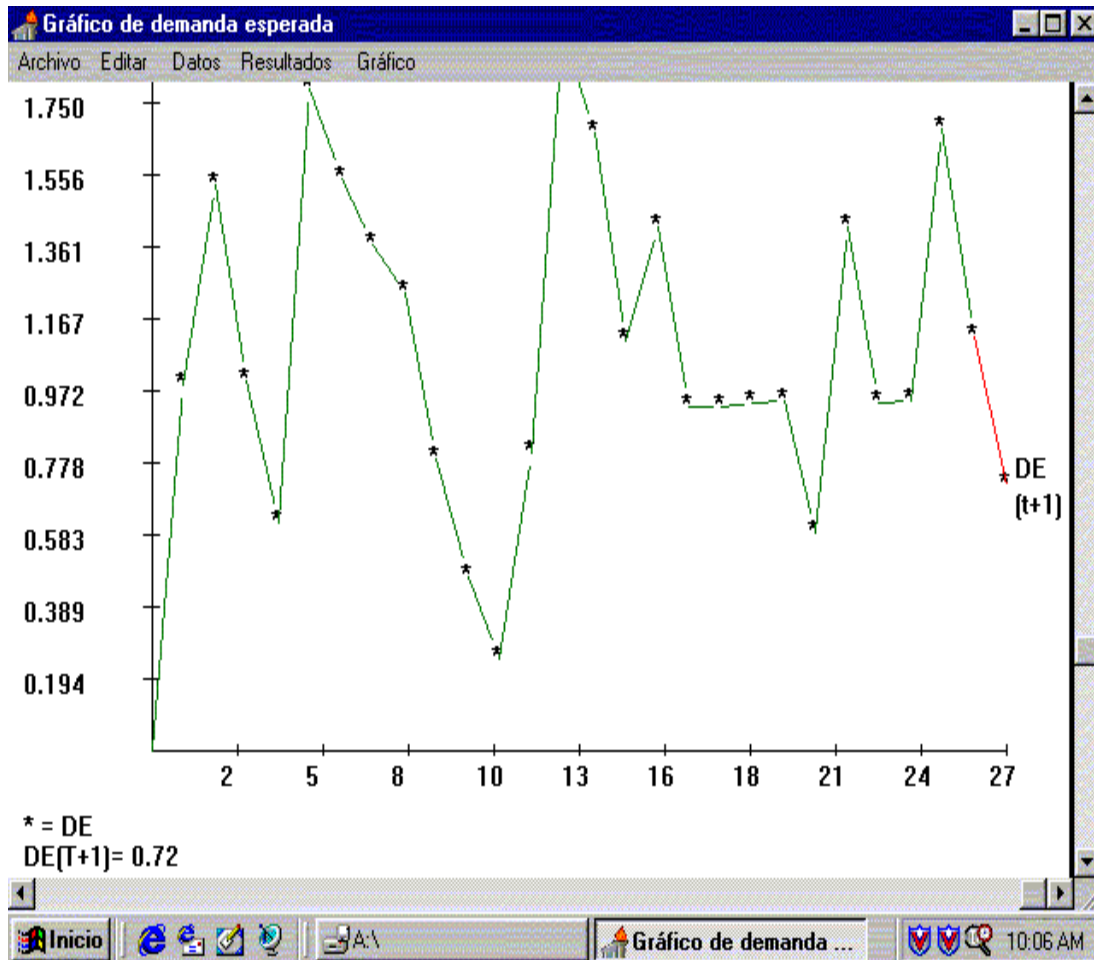
Demanda Esperada N° 27 =
 Cantidad Económica =
 Rata de Fallas =
 Tiempo Medio entre Despachos =
 Punto de Pedido =

! SUGERENCIA !
 Cuando el inventario llegue a unidades se sugiere comprar

Inicio C:\ Mi... W... Mi... C:\ C:\ C:\ C:\ L... 09:03

Mediante los valores obtenidos, se construyen automáticamente las curvas correspondientes a la evolución de los Consumos, la Demanda Esperada y el Promedio Suavizado Exponencial en el lapso de tiempo analizado. Los gráficos a continuación muestran las curvas obtenidas a partir de los datos del ejemplo.





La información que proporcionan los modelos de apoyo a la Gerencia Logística, contribuyen a racionalizar el manejo de los materiales, dentro de un enfoque dirigido a minimizar los riesgos, a optimizar la disponibilidad de equipos y minimizar los costos asociados a las actividades de mantenimiento.

BIBLIOGRAFIA

- Administración de Empresas Planeamiento de los Requerimientos de Materiales.
Vol. No. 113, pág. 473 – 480.
- Burch, John G y Strater, Félix R., Sistemas de Información, 1ra. Edición, Edit.
Limusa, México, 1981.
- Blanchard, Benjamin s., Logistics, Engineering and Management, Prentice Hall Inc.
USA, 1974.
- Finley, Howard, Logistic Management, The Howard Finley Corporation, Houston,
USA, 1980.
- Finley, Howard, Principios de Optimización del Mantenimiento, Howard Finley de
Venezuela, C.A., 1975.
- Hartman, w., Matthes, h., Proeme, A., Técnicas de Informática Hoy, Manual de los
Sistemas de Información, Edit. Paraninfo, Madrid, 1982.
- Mosquera, Genaro, Hipótesis Estadística con Aplicaciones, Edit. Sobrevisión,
México, 1974.
- Mosquera, Genaro, Gerencia de Logística Industrial, Universidad Central de
Venezuela, FACES/CEAP, 1981.
- Mosquera, Genaro, Apoyo Logístico para la Administración del Mantenimiento
Industrial, U.C.V., CDCH, 1987.
- Mosquera, Genaro, Administración y Mantenimiento, Universidad Central de
Venezuela, Caracas, 1979.
- Mosquera, Genaro, Estimación de los Parámetros de Mantenimiento PARAMAN
Confiability y Mantenibilidad.- Instituto De Estudios Gerenciales ISID. Caracas.
2001.-,
- Moore, Flanklin, Control de la Producción, 2da. Edición, Editorial, Editorial Mac-
Graw-Hill, España, 1965.
- Orlicky, Joseph, Materials Requirements Planning, 1ra. Edición, Edit. Mac-Graw-Hill,
USA, 1975

Salomón Jesús, Rivero Jesús, Mosquera Genaro, Martínez Luis.- Disponibilidad y Confiabilidad de Sistemas Industriales. UGMA. Barcelona, Venezuela. 1992.-

Voris, William, Control de Producción, 3ra. Edición, Editorial Pareja, España, 1967.