



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

CONTROL DE INVENTARIOS EN UNA EMPRESA
DEL RAMO METAL-MECÁNICA DEDICADA A LA
FABRICACIÓN DE ACCESORIOS ELÉCTRICOS
DE USO RESIDENCIAL

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

P R E S E N T A N:

MIDORY HELENA LÓPEZ GARIBAY

PAOLA PILAR MILLÁN GÓMEZ

DIRECTOR DE TESIS:

M. I. VÍCTOR HUGO JACOBO ARMENDÁRIZ



Cd. Universitaria, México D.F. febrero del 2002



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

**CONTROL DE INVENTARIOS EN UNA EMPRESA DEL
RAMO METAL-MECÁNICA DEDICADA A LA
FABRICACIÓN DE ACCESORIOS ELÉCTRICOS DE USO
RESIDENCIAL**

Agradecimiento a Industrias Royer S.A. de C.V., especialmente a: Ing. Alberto Correa, Ing. Ernesto Ruiz, Ing. Hugo Tello, Ing. Raúl Gutiérrez, Ing. Humberto Arcos, Ing. Humberto Cruz por las facilidades proporcionadas para el estudio de la empresa y contar con un caso real de estudio.

**MIDORY HELENA LÓPEZ GARIBAY
PAOLA PILAR MILLÁN GÓMEZ**

**CONTROL DE INVENTARIOS EN UNA EMPRESA DEL
RAMO METAL-MECÁNICA DEDICADA A LA
FABRICACIÓN DE ACCESORIOS ELÉCTRICOS DE USO
RESIDENCIAL**

**Agradecimiento a M.I. Víctor Hugo Jacobo Armendáriz
por la dirección de esta Tesis**

**MIDORY HELENA LÓPEZ GARIBAY
PAOLA PILAR MILLÁN GÓMEZ**

**CONTROL DE INVENTARIOS EN UNA EMPRESA DEL
RAMO METAL-MECÁNICA DEDICADA A LA
FABRICACIÓN DE ACCESORIOS ELÉCTRICOS DE USO
RESIDENCIAL**

Agradecimiento a los Ingenieros:

- M. en C. Benito Marín Pinillos
- M. en I. Armando Ortiz Prado
- M. en A. Gonzalo Guerrero Zepeda
- M. en I. Orlando Lebeque Sánchez

Sinodales de la Tesis por sus observaciones y correcciones.

**MIDORY HELENA LÓPEZ GARIBAY
PAOLA PILAR MILLÁN GÓMEZ**

**CONTROL DE INVENTARIOS EN UNA EMPRESA DEL
RAMO METAL-MECÁNICA DEDICADA A LA
FABRICACIÓN DE ACCESORIOS ELÉCTRICOS DE USO
RESIDENCIAL**

Agradecimiento a la Universidad Nacional Autónoma de México
Por ser nuestra alma mater

A la Facultad de Ingeniería
Por darnos el privilegio de formarnos como Ingenieros.

A la Unidad de Asistencia Técnica y Materiales (UDIATEM)
Por el apoyo brindado en el desarrollo de la tesis.

Al Ing. Antonio González Balderas
Por su valiosa cooperación y apoyo en la realización de este trabajo.

Dedicado a DAVID S. GARIBAY.

Agradezco:

A mi Madre

Por enseñarme que todo se puede lograr
Sí lo deseas con toda la intensidad de tu corazón y trabajas arduamente para alcanzarlo
Especialmente por enseñarme a no desfallecer, ni a darme por vencida

A mi Padre

Por mostrarme la importancia de los retos,
de la constancia y sobretodo por ser mi ejemplo a seguir.

A mi Hermano

Por apoyarme en mis decisiones y no juzgarme por mis errores

A mis abuelitos

Por darme los momentos mas dulces de mi vida

A mis Padrinos

Por compartir conmigo los buenos y malos momentos

A mis Tíos y Primas

Por todo su cariño y comprensión

A Paola Millán Gómez

Por que conformamos un gran equipo, por su amistad y confianza.

A mis amigos

Que afortunadamente son muchos y han sido una pieza angular en mi vida
especialmente a Erika Bernal Dauben, Rolando Carballo, Esteban, Víctor Belmont,
Ignacio Cueva, Efraín Ramos, Gonzalo, Adriana, Korina, Libertad.
meinen deutsches Freundes

A la UDIATEM y a todos los que la conforman
Por todo el apoyo brindado durante mi carrera.

Al Ingeniero Orlando Lebeque y al Dr. Mariano Gamboa

Por enseñarme que las herramientas más útiles
para un profesionista son el carácter y la actitud

Y a todos aquellos que no mencione pero que saben
que fueron importantes alguna vez en mi vida

Midory Helena López Garibay

DEDICATORIAS

Con mucho amor a mi madre Rosa Amalia

Por la seguridad y confianza que has puesto en mí, por todo el amor que me has brindado, pero sobre todo porque gracias a ti, a tu ejemplo, sé que puedo lograr todo lo que me proponga.

A mi padre Guillermo

Por apoyarme en mis estudios, por motivarme siempre a ser mejor y por tu confianza y amor.

A mi abuelita Manuela

Por tu cariño, tus cuidados, tus consejos a lo largo de mi vida, y por tu fortaleza y amor a la vida.

A mi abuelito Adolfo †

Por ser para mí más que un abuelo, un padre, porque te admiro y respeto y porque sé que siempre estás conmigo.

A mis tíos y primos

A mis tíos: Armando, Jorge, Patricia, Guillermo, Hortensia y Ricardo, porque siempre han estado conmigo en los momentos más importantes de mi vida y han sido mis hermanos y mis amigos. A mis primos por la sinceridad de su cariño y por los momentos divertidos que hemos pasado juntos.

A Enrique

Por todos los momentos que compartimos juntos en la universidad y porque siempre me apoyaste en todo aquello que lograra mi superación.

Un especial agradecimiento a **Midory**, por el trabajo que logramos realizar juntas y por la amistad que me ha brindado.

Paola Pilar Millán Gómez

INDICE

| | |
|--|----------|
| PRÓLOGO | 1 |
| CAPÍTULO 1. SITUACIÓN DE LA EMPRESA. | |
| 1.1. Antecedentes Históricos de la Empresa | 4 |
| 1.2. Características Generales de la Empresa | |
| 1.2.1. Visión, Misión y Valores de la Empresa | 5 |
| 1.2.2. Productos | 6 |
| 1.2.3. Proceso de Producción | 6 |
| 1.2.4. Materias Primas y Principales Proveedores | 7 |
| 1.2.5. Clientes | 7 |
| 1.2.6. Competencia | 7 |
| 1.2.7. Fuerza de Trabajo | 8 |
| 1.3. Cadena Productiva | |
| 1.3.1. Planeación y Control de la Producción | 9 |
| 1.3.2. Almacén de Materia prima | 13 |
| 1.3.3. Fabricación de Componentes | 13 |
| 1.3.4. Indicadores Operacionales | 14 |
| 1.3.5. Inventario de Producto Terminado | 15 |
| 1.3.6. Ventas y Distribución | 16 |
| 1.4. Principales Problemas que se Presentan en la Empresa | 16 |
| 1.5. Análisis de la Problemática | |
| 1.5.1. Diagrama Causa- Efecto | 20 |
| 1.5.2. Análisis de Pareto | 21 |
| 1.5.3. Diagrama de Pareto | 22 |
| CAPÍTULO 2. SISTEMA ACTUAL DEL INVENTARIO DE MATERIALES | |
| 2.1. Política y Clasificación del Inventario | |
| 2.1.1. Sistema de Abastecimiento y Control de los Materiales | 24 |
| 2.2. Proveedores | |
| 2.2.1. Pedidos | 27 |
| 2.2.4. Periodos de Incremento de Precios para Materiales | 27 |
| 2.2.5. Proveedores Conflictivos | 27 |
| 2.3. Selección, Evaluación y Desarrollo de Proveedores | 28 |
| 2.4. Recepción de Materiales | 32 |
| 2.5. Rechazos | 32 |
| 2.8. Problemática Existente en el Sistema de Inventarios de Materia Prima | 32 |
| 2.8.1. Análisis de las Causas | 33 |
| 2.8.2. Descripción Cuantitativa y Cualitativa del estado Futuro que se desea | 35 |

CAPÍTULO 3. TEORÍA DE INVENTARIOS

| | | |
|--------|--|----|
| 3.1. | Introducción a la teoría de inventarios | |
| 3.1.1. | Tipos de inventario | 37 |
| 3.1.2. | Medidas de efectividad | 37 |
| 3.1.3. | Medidas de rendimiento de los sistemas de inventario | 38 |
| 3.1.4. | Políticas de inventario. | |
| 3.1.5. | Costos de inventario. | 39 |
| 3.2. | Sistemas de Demanda Independiente | 39 |
| 3.2.1. | Determinación de la Cantidad a Ordenar | |
| 3.2.2. | Regla Peterson-Silver, | 41 |
| 3.2.3. | Sistemas de Inventario en Condiciones de Riesgo | 49 |
| 3.3. | Control de Inventarios | 50 |
| 3.3.1. | Clasificación de inventarios ABC | |
| 3.3.2. | Métodos de control. | 53 |
| | | 54 |

CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA DE INVENTARIOS PROPUESTO

| | | |
|--------|--|----|
| 4.1. | Procedimiento General Para la Investigación | |
| 4.1.1. | Muestra | 58 |
| 4.1.2. | Instrumentos de Captura de Información y su Aplicación | 58 |
| 4.1.3. | Análisis de Información | 59 |
| 4.2. | Descripción de la Propuesta, así como del Análisis de Factibilidad | |
| 4.2.1. | Clasificación ABC de Materiales | 62 |
| 4.2.2. | Metodología para la Determinación de la cantidad de Lote Económico, Inventario de Seguridad y Punto de Reorden | 63 |

CAPÍTULO 5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

| | | |
|------|---|----|
| 5.1. | Clasificación ABC de Materiales | 75 |
| 5.2. | Selección del Modelo a Utilizar | 75 |
| 5.3. | Costos por Mantener y por Ordenar | 77 |
| 5.4. | Inventario de Seguridad de Materiales | 79 |
| 5.5. | Control de Inventarios Conforme a la Clasificación ABC de los Materiales. | 79 |
| 5.6. | Evaluación | 80 |

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| RESUMEN | 83 |
| RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES | 95 |

BIBLIOGRAFÍA

APÉNDICE A

APÉNDICE B

PRÓLOGO

En un mundo globalizado donde la Información viaja a gran velocidad, haciendo cortas las distancias y acercando a las naciones y a sus sociedades, los mercados ya no tienen límites, por ello las empresas para ser competitivas deben ahora tener insumos, procesos y productos de calidad. Entre las estrategias para satisfacer las demandas del mercado con calidad, se encuentran la planeación, evaluación y seguimiento de su producto, con el fin de adaptar los nuevos métodos y tecnologías para lograr mayor eficiencia, eficacia y la productividad requerida.

La adecuada administración de los sistemas productivos en cada una de sus áreas, principalmente las áreas de planeación de la producción y control de los inventarios, es indispensable para lograr el aumento de la productividad y los niveles de competitividad y eficiencia que el mercado demanda de una empresa, por tanto, es importante identificar y solucionar los problemas existentes dentro de estas áreas y tener presente las nuevas tendencias, métodos y tecnologías que existen para la solución de dichos problemas y adaptar las que mejor se ajusten a las necesidades y recursos de cada empresa.

Con el propósito de ser coherente con las nuevas necesidades de la dinámica de los mercados, en la presente investigación se realizó un análisis en el sistema productivo de Industrias Royer, S.A. de C.V., empresa dedicada a la fabricación de accesorios eléctricos de uso residencial, con el fin de identificar los problemas que se han presentado a raíz de los cambios generados en los últimos tres años y ubicar las áreas de oportunidad y, en consecuencia, dentro del marco de trabajo de una tesis, seleccionar un problema para abordar su solución, por lo que, el objetivo de la tesis es:

“ Proponer un método que haga más eficiente el sistema de control de inventario tanto de materiales como de producto terminado, con el fin de disminuir los costos asociados a la administración de los mismos y aumentar la rentabilidad de la empresa ”.

Al realizar el análisis fue posible identificar las causas de los principales problemas y proponer acciones correctivas que permitieran mejorar el sistema operativo y productivo de la empresa.

Industrias Royer, S.A. de C.V., inició formalmente operaciones en el año de 1958 con la fabricación de apagadores de palanca e interruptores de seguridad de caja; con el paso de los años la empresa incrementó la variedad de sus productos y para el año de 1980 se instaló en Tres Anegas número 404, Colonia Industrial Vallejo, su actual dirección, a partir de entonces se decidió fabricar una línea completa de todo lo que es material eléctrico. En junio de 1998, COOPER BUSSMAN Inc. adquirió Industrias Royer, S.A. de C.V. transformándose de una empresa de capital nacional a una empresa de capital extranjero, esta transformación provocó mayor demanda de sus productos debido a que se pudieron ofrecer productos de calidad y precios más competitivos en el mercado, al incrementarse la capacidad tanto instalada como de recursos humanos y financieros. Así, el aumento en la demanda de los productos fabricados en la empresa se dió gradual pero

en forma rápida, como consecuencia, la organización en la planeación de la producción presentó constantes cambios.

La importancia del estudio en Industrias Royer, S.A. de C.V., se debe a que ésta ocupa un lugar importante en el mercado a nivel nacional como fabricante de interruptores y accesorios eléctricos y es una de las empresas en su ramo que ofrecen artículos con los menores precios al consumidor. Industrias Royer es una empresa con mucho potencial de crecimiento debido entre otras cosas a que puede aumentar su infraestructura en caso de ser necesario, además de que funciona como maquiladora y desarrolla sus propios productos. Es importante mencionar que el grupo Cooper en México mantiene a todo el personal que laboraba para los anteriores dueños respetando todos los derechos generados por la antigüedad de cada trabajador; aún cuando en la actualidad la empresa ha dejado de ser de capital nacional, el hecho de tener la capacidad de aumentar la planta productiva debido al aumento de recursos e infraestructura, permite que Industrias Royer se convierta en una fuente importante de generación de empleos para el país.

En el desarrollo de la investigación se analizó todo el sistema productivo de la empresa; la planeación y control de la producción y cada uno de los pasos necesarios para ésta, desde la recepción de materiales en el almacén de materia prima, pasando por los departamentos de fabricación de componentes y ensamble, hasta llegar a los departamentos de inventario de producto terminado, ventas y distribución.

Con base en dicho análisis se identificaron las siguientes situaciones problemáticas: aumento en la capacidad productiva debido a la fabricación de productos Eagle Eléctric, falta de abastecimiento en los materiales, aumento de la planta productiva, modificación continua de las líneas de producción, utilización de horas extras en el área de ensamble, comunicación inadecuada entre los diferentes departamentos, paro en las líneas de producción, órdenes de producción de última hora, replanteamiento en los planes de producción, rotación constante del personal, bajo índice de rotación de inventarios de producto terminado, etc.

Lo anterior se refleja en un desequilibrio en la actividad productora de la empresa y en una disminución en la productividad generando pérdidas tanto para los inversionistas como para los clientes y los trabajadores. El área donde mejor se reflejaron y fue más fácil medir los costos generados por los problemas que se presentaron fue en el inventario de productos terminados, debido a que por falta de abastecimiento de materiales y falta de comunicación se mantiene aproximadamente un inventario de seguridad de producto terminado de 3 meses.

Dado que gran parte de las causas de los problemas en el sistema productivo se relacionan con el abastecimiento de los materiales y la comunicación entre departamentos, se hizo un análisis más minucioso en el sistema de inventarios de materiales para identificar una propuesta para solucionar una gran proporción de los problemas. Con base en ello se llegó a la propuesta de determinar el lote económico de producción, el punto de reorden y el inventario de seguridad de cada uno de los materiales con el fin de disminuir la falta en el abastecimiento de los materiales en las diferentes etapas de producción y así eliminar problemas como tiempos extras, cambios

de línea, y excesivo inventario de producto terminado. También se hicieron recomendaciones para mejorar la comunicación entre departamentos y para mejorar la administración en el inventario de materiales.

En la evaluación económica de la propuesta, debido a que no tiene un sistema establecido para el punto de reorden y lote económico, se hizo una comparación del método actual usando un modelo de inventarios con faltantes, con el modelo propuesto el cual toma en cuenta para algunos productos un modelo de artículos múltiples sin faltantes y para otros el modelo de lote económico a ordenar según sean las características de cada material. Para la evaluación también se utilizaron medidas de efectividad y rendimiento de los inventarios con las cuales se midió la eficiencia de los mismos. El inventario de seguridad se realizó para amortiguar la incertidumbre de la demanda durante el plazo de adquisición de los materiales por medio de un modelo probabilístico con el fin de mantener un nivel en el servicio hacia los clientes.

Con base en la propuesta y recomendaciones planteadas, así como en la identificación de las áreas de oportunidad traducidas en estrategias para lograr ventajas competitivas se logrará aumentar la capacidad de la empresa para responder a las demandas del entorno así como las bases para un crecimiento y desarrollo continuo.

CAPÍTULO 1.

SITUACIÓN DE LA EMPRESA.

La problemática existente en los sistemas operativos y productivos de una empresa es particular para cada organización empresarial por el giro que cada una tiene así como por el medio ambiente interno y externo que afecta su dinámica, por tanto, en el presente capítulo se presentan los antecedentes históricos de la empresa y se describen sus características generales con el propósito de ubicar el desarrollo que Industrias Royer, S.A. de C.V. ha tenido e identificar su situación actual.

1.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA EMPRESA

Industrias Royer, S.A. de C.V. inició formalmente operaciones en el año de 1958, sin embargo, sus antecedentes y hasta el nombre tienen su origen en la década de los años 40, cuando se fusionan las firmas mexicanas de apagadores "Royal", fundada por el Sr. Aurelio Tamés y la compañía fabricante de interruptores "Hércules", que fundó y dirigió el Sr. Patricio Sordo.

Eran años de escasez de productos tanto nacionales como importados que satisficieran las necesidades que tenían ellos como comerciantes, por tal motivo decidieron unirse para desarrollar básicamente dos líneas de productos: apagadores de palanca, que eran los que se usaban en ese entonces e interruptores de seguridad de caja. Con dicha fusión deciden aprovechar las primeras letras de cada firma eliminando la "h" por lo que nace **ROYER** bajo la Dirección General del Lic. Jaime Tamés Fernández.

En un principio, las instalaciones fabriles de Industrias Royer estuvieron en Poniente 116 de la Col. Industrial Vallejo en la Ciudad de México, y muy pronto se empieza a diversificar la línea de productos que ahí se manufacturaban: nuevas líneas de apagadores, se inicia la línea de seguridad, la de soquets convencionales y la de soquets de porcelana, mientras que en los Interruptores se empiezan a fabricar diferentes modelos. Todo ello, bajo la marca de **ROYER**. A la par y con el propósito de contar oportuna y eficientemente con algunos de sus principales insumos, surgen empresas colaterales, como la que se dedica a la fabricación del cable requerido en sus productos finales y la fábrica de porcelana.

Su mayor crecimiento empieza a partir de 1980, cuando la empresa traslada sus instalaciones a su actual dirección: Tres Anegas 404, en la Col. Nueva Industrial Vallejo de la Ciudad de México. Es a partir de entonces cuando se decide fabricar una línea completa de todo lo que es material eléctrico.

En la década de los años 80, Industrias Royer exporta a Centroamérica y el Caribe, actividad que se vio suspendida por complicaciones políticas en algunas regiones. En 1994 Industrias Royer presenta nuevos productos al mercado, captando con mayor interés la atención de compradores y usuarios mediante la presentación de "Innover" y "Decorat", dos nuevas líneas de contactos y apagadores. En este mismo año Industrias Royer también presenta una línea "Visible" de apagadores, contactos, botones timbre y apagadores de paso, dimmers, así como una línea de portalámparas.

En junio de 1998, COOPER BUSSMAN Inc. adquiere Industrias Royer, S.A. de C.V., con esta adquisición también se obtuvo Cerámica Creus formada en 1980. La incorporación de Industrias Royer al grupo Copper Bussman la transforma de una empresa de capital nacional a una empresa de capital extranjero.

Posterior a esta adquisición, se realiza un cambio en la organización para la administración de Cooper hacia Royer debido a que la división Cooper Bussman se encarga principalmente a la fabricación de fusibles; con la incorporación de Eagle Electric Co, (fabricante de artículos eléctricos) al grupo Cooper, Industrias Royer forma parte del grupo Cooper bajo la denominación de Cooper Wiring Devices, Eagle Electric, Royer. En la actualidad, Cerámica Creus no es más un proveedor de Royer, siendo a partir de este año, 2001, que un proveedor externo al corporativo abastece la cerámica necesaria para la empresa.

En la actualidad Industrias Royer cuenta con un inmueble para la fabricación de sus productos con una superficie construida de 3744 m². Además cuenta con un Centro de Distribución con una superficie de 1,650 m², el cual inició sus operaciones en junio de 1998 y tiene un área de almacenaje de producto terminado de 1,127.50 m² de donde se distribuye a todos los clientes.

1.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA EMPRESA

1.2.1. Visión, Misión y Valores de la Empresa.

La visión, misión y valores de Industrias Royer, S.A. de C.V. han sido resultado de un proceso de evaluación, por parte de la Gerencia de Recursos Humanos, de la situación actual de la empresa, su entorno, su gente y lo que espera en el futuro con el objetivo de hacer frente a los cambios tanto internos, así como externos debido a las variaciones en el mercado.

Visión

" Consideramos como la mejor empresa de material eléctrico en México y Centroamérica, inspirados en mantener los más altos estándares de calidad y productividad para poder ofrecer artículos que cumplan con todas las Normas Oficiales Mexicanas. Consolidarnos en la primera posición del mercado de material eléctrico."

Misión

" Es la fabricación, venta y distribución de artículos para instalaciones eléctricas de uso doméstico con los estándares más altos de calidad y que satisfagan los parámetros de las Normas Oficiales marcadas, con el fin de satisfacer las necesidades del sector ferretero de construcción."

Valores

" Para Industrias Royer es muy importante mantener un ambiente de trabajo basado en la cooperación y la amistad, esto se logrará mediante el respeto, la cortesía y consideración para nuestros compañeros, jefes, proveedores, clientes y visitantes.

Lo anterior se resume en los siguientes conceptos:

- *Calidad humana*

- *Habilidad competitiva*
- *Objetivos claros*
- *Saber aprovechar los cambios*
- *Organización simple*
- *Personas comprometidas*
- *Franqueza*
- *Responsabilidad*
- *Calidad de servicio "*

1.2.2. Productos

Industrias Royer, S.A. de C.V., es fabricante de 387 accesorios eléctricos de uso residencial distribuidos en once diferentes líneas, los cuales se describen en forma general a continuación:

- Interruptores
- Placas
- Contactos
- Apagadores
- Timbres
- Timers
- Dimmers
- Sensores de presencia
- Portalámparas
- Clavijas

1.2.3. Proceso de producción.

1. En el almacén se lleva a cabo la recepción de los materiales, los cuales una vez clasificados, son almacenados para posteriormente suministrarlos a los distintos departamentos en el momento que sean requeridos.
2. En el departamento de inyección se utiliza urea, baquelita, plástico y PVC, los cuales por medio de las inyectoras y moldeadoras se procesan para generar el cuerpo del producto, mismo que una vez resanado y pulido regresa para almacenarlo y entregarlo al área de ensamble al momento en que se requiera.
3. Por su parte los departamentos de troquelado y Bihler utilizan lámina de acero, cintas de aluminio, latón y cobre para generar los herrajes del producto, los cuales también se regresan al almacén para posteriormente ser suministrados en el momento en que se requiera al departamento de interruptores o al de ensamble, según sea el caso, siendo en el primero donde se lleva a cabo el punteado, lavado, pintado, horneado y ensamblado de los interruptores y en el segundo el ensamble de los diferentes productos que fabrica la empresa entre los cuales son: contactos, apagadores, placas, etc.

1.2.4. Materias Primas y principales Proveedores

Las principales materias primas que se utilizan para la fabricación de los productos que ofrece Industrias Royer son pinturas, solventes, ureas, baquelita, cerámicos, lamina de acero, cinta de latón, cobre y aluminio, además del material de empaque. En la tabla 1.1 se muestran los proveedores de cada material.

| Nombre Comercial y químico | Proveedor |
|---------------------------------------|--|
| Pinturas | Pinturas Sherwin Williams |
| Solventes | Pinturas Sherwin Williams |
| Urea | Plásticos Moldeables, Bip- plastic |
| Baquelita | Plásticos Moldeables, Bip- plastic |
| PVC y Nylon | Membranas estructurales |
| Cerámicas | PINCO, Aislantes y refractarios |
| Lamina en hoja | Mercantil Collado |
| Cinta de latón | NACOBRE, Beneficiadora de Alambres Ulbrinox, Olin |
| Cinta de cobre | Productos NACOBRE, Distribuidoras de aceros Anahuac. Beneficiadora de Alambres Ulbrinox |
| Cinta de aluminio | LORIN INC. |
| Cinta de lámina | Mercantil Collado |
| Hierro Pulido | Mercantil Collado |
| Tornillos | Tornillos de Alba, Robles y Bamsa |
| Empaques (cartón, bolsas de plástico) | Cartones y corrugados industriales, CCI, litográfica Bermudez, EPSA (empaques especiales en polímeros, Polivisa. |

Tabla 1.1. Materias Primas y Proveedores

1.2.5. Clientes

Industrias Royer, S.A. de C.V., cuenta con una cartera de aproximadamente 37 clientes principales de los cuales tres funcionan como distribuidores:

- Comercial Eléctrica, S.A. de C.V.
- Patricio Sordo S.A. de C.V.
- Grupo Coel

Cada uno de estos clientes funciona como distribuidores intermediarios de los restantes con una participación de la tercera parte de la cartera total para cada uno de ellos. Esta estrategia de venta permite a la empresa contar con clientes constantes y con una red de distribución que permite llegar a todas las regiones de la República Mexicana, evitando costos de distribución.

1.2.6. Competencia

Las principales marcas, competencia de Industrias Royer, S.A. de C.V., son las siguientes:

- Productos El Águila

- Astro
- Groupe Schneider Electric de México, S.A. de C.V. (Federal Pacific, Merlin Gerin, Modicon, Square D, Telemecanique.)
- Industrias Unidas IUSA
- Grupo Ticiño de México, S.A. de C.V.
- Levitón, S.A. de C.V.
- Lumisistemas, S.A. de C.V.
- Legrán
- Condumex
- Thomas y Betts de México S. De R.L. de C.V.

La penetración en el mercado nacional de Industrias Royer S.A. de C.V., es del 43%* con sus 387 productos.

1.2.7. Fuerza de trabajo

El departamento de Recursos Humanos es el encargado de llevar a cabo todo lo relacionado con el personal de la empresa. Dentro del departamento se cuenta con tres áreas principales:

- *Coordinación del personal*; área que se encarga de los aspectos legales del personal;
- *Reclutamiento y capacitación*; cuyo objetivo es la captación, identificación y elección oportuna del elemento humano para satisfacer los requerimientos de la Institución, así como su capacitación.
- *Coordinación de seguridad e higiene*; determina los lineamientos y normas a seguir para mantener en condiciones óptimas la salud y bienestar del trabajador, además de llevar el control de los residuos peligrosos generados por la empresa.

Características generales.

En cuanto a capacitación, se elaboran programas de adiestramiento del personal en todas las áreas para desarrollar sus habilidades y aptitudes, aunque no continuamente, el número aproximado de trabajadores adiestrados al año son 650 personas. Debido a la capacitación en seguridad e higiene, existe una disminución en el número de accidentes mensuales.

Dentro de los estímulos y pagos extraordinarios se encuentran: premios de puntualidad e incentivos de producción, esto propicia una tendencia descendiente el porcentaje que representan las horas de trabajo perdidas por ausencia de los trabajadores con respecto al total de horas trabajadas. No se han efectuado estudios para determinar las necesidades de motivación del personal.

La relación con el sindicato es abierta, se comparten ideas, ya no se tiene tan arraigado el proteccionismo de los trabajadores, se tiene una tendencia a la mejora de las relaciones.

* Dato proporcionado por el Departamento de Mercadotecnia de Industrias Royer S.A. de C.V.

1.3. CADENA PRODUCTIVA

En la cadena productiva se describe las características principales del sistema de planeación y control de la producción de Industrias Royer así como el proceso desde que se recibe la materia prima en almacén hasta que sale el producto terminado del centro de distribución.

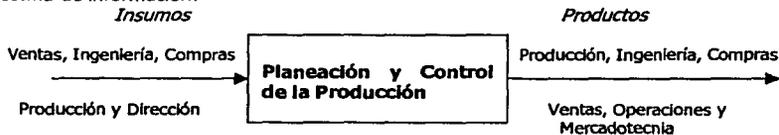
1.3.1. Planeación y control de la producción

El personal que se encarga de la Planeación y control de la producción se divide en dos secciones, Royer e Eagle, en las cuales participan 3 y 2 personas respectivamente para desempeñar las funciones del departamento. Para la elaboración de estadísticas se cuenta con una persona. Todos ellos bajo la dirección de un jefe del departamento.

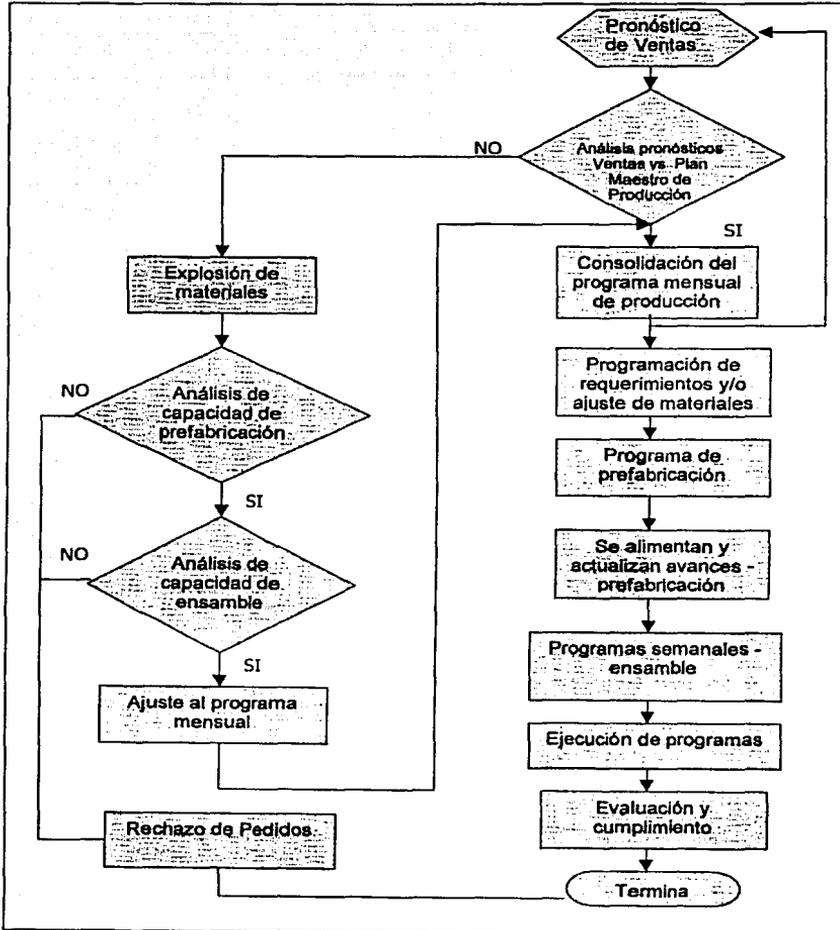
Las funciones del departamento de Planeación y Control de la Producción son las siguientes:

- ✓ Apoyo a pronósticos de ventas
- ✓ Proyección del programa maestro de producción
- ✓ Elaboración del programa mensual de producción
- ✓ Elaboración del plan mensual de requerimiento de materiales
- ✓ Elaboración del programa mensual de prefabricación
- ✓ Seguimiento de los programas y planes
- ✓ Control de los niveles de inventarios
- ✓ Seguimiento y apoyo a los programas de producción
- ✓ Evaluaciones de los programas
- ✓ Estudios especiales varios (tendencias, niveles pico, incrementos de venta en función del tiempo, consumo de materia prima, etc).
- ✓ Ensayos y simulaciones
- ✓ Reportes estadísticos
- ✓ Análisis de capacidad de planta
- ✓ Estudio de los recursos humanos, equipo y herramienta para la producción

Sistema de Información:



La comunicación del departamento de Planeación y control de la Producción con el departamento de Servicio al Cliente, para verificar todo lo relacionado con la demanda de productos y los pronósticos, se hace en forma escrita. Para discutir los asuntos relacionados con los demás elementos del sistema de Planeación se convoca a juntas de trabajo cada mes con los demás departamentos relacionados. A continuación se muestra en el diagrama 1.1. el sistema de planeación y control de la producción en la empresa.



1.1. Diagrama del Sistema de Planeación de la Producción

Pronósticos

La elaboración de los pronósticos se realiza dentro del área de servicio al cliente, ubicado en el centro de distribución.

Características de los pronósticos (ventas):

- Los pronósticos se realizan con base en el promedio de los últimos 12 meses para pronosticar con una anticipación de 3 meses. La frecuencia para elaborar los pronósticos es de un mes con un 95%* de confiabilidad .
- Se tiene un historial de la demanda de 10 años para poder hacer la proyección de año siguiente. Los pronósticos se comparan con la demanda real para conocer la variación que existe y ajustar el método.

Características de la demanda:

- Los meses en los que se tiene mayor demanda son de marzo a mayo, y de septiembre a diciembre.

Apoyo a pronósticos (Planeación y Control de la Producción):

El departamento de Planeación y control de la producción realiza la verificación de las proyecciones con base en los datos estadísticos de los últimos cinco años, la estacionalidad de los productos se define con base en regresión lineal analizando la demanda mes con mes de los cinco años que se consideran, dicha estacionalidad se representa mediante un factor que se suma al promedio mensual de ventas.

La proyección de la demanda se hace con un plazo de tres meses de anticipación debido a los plazos de entrega de materia prima más largos (aceros y latones), esto se hace con el fin de anticipar la cantidad de materia prima necesaria en este plazo y no tener retrasos en la producción. Para pronosticar las ventas del 2001, en junio del 2000 se determino el índice de temporalidad.

Los productos que tienen mayor representatividad se analizan más minuciosamente, se compara la demanda pronosticada con la real y la producción planeada con la producción real.

Análisis de pronóstico de ventas contra el plan maestro de producción.

En este paso de la planeación se acuerdan los pronósticos, es decir, el departamento de ventas junto con el departamento de Planeación de la Producción determinan si es posible, con los recursos con los que dispone en el momento la planta, satisfacer la demanda pronosticada. Si después de hacer un análisis del pronóstico de ventas contra el plan maestro de producción se determina que no es posible satisfacer la demanda, se hace una explosión de materiales para redefinir la cantidad de materia prima a ordenar, enseguida se analiza la capacidad de prefabricación y la capacidad de ensamble de la planta y por último se ajusta el programa mensual de producción. En caso de que la

* Dato proporcionado por el Gerente de Ventas de la Industria. Cabe señalar que es una evaluación cualitativa.

demanda sobrepase la capacidad instalada de la planta, se rechazan los pedidos extras si estos son esporádicos.

Algunas de las razones por las cuales es posible que no se llegue a un acuerdo en el programa mensual de producción son:

- ✓ Falta de capacidad instalada de la planta para satisfacer la demanda.
- ✓ Tiempos de respuesta de los productos más cortos de lo proyectado.

Consolidación del programa mensual de producción.

Una vez que se aprueba el plan mensual de producción, se realiza un calendario de las actividades a realizar semanalmente en donde se define qué productos se van a hacer y cuándo. Un programa maestro de producción dice lo que es necesario para satisfacer la demanda y poder cumplir con el plan de producción.

Programa de requerimiento y/o ajuste de materiales.

Se hace el requerimiento de los materiales necesarios para cumplir con el programa mensual de producción, con una proyección de 3 meses. La explosión de materiales, es decir, el *desglose de los componentes y materiales que componen a cada producto*, se realiza mediante programas de software.

Para realizar el plan de requerimiento de materiales (MRP) se considera:

- El programa maestro de producción, para saber cuanta materia prima se requiere durante el periodo programado;
- Una lista (base de datos) de materiales, la cual proporciona las cantidades de los componentes y materiales, así como la estructura del producto;
- Los registros de compra y de inventario.

Programa de prefabricación.

El programa de prefabricación sigue el mismo procedimiento que el programa de requerimiento de materiales, pero en este caso el programa de prefabricación se realiza para los componentes obtenidos en los departamentos de troquelado, Bihler y moldeo; estos departamentos se encargan de suministrar los componentes que se utilizan en el departamento de interruptores y de ensamble.

Programa semanal de ensamble.

El programa semanal de ensamble se hace con base en el plan maestro y el programa mensual de producción, en esta etapa de la planeación se realizan los programas semanales de ensamble de las líneas de productos Royer ajustando de acuerdo a la capacidad del departamento de ensamble y al producto en proceso de ensamble.

Evaluación del cumplimiento.

La evaluación del cumplimiento consiste en hacer una comparación o evaluación del programa mensual planeado, con lo que se produjo en la realidad, para determinar la

variación en la producción, como puede evitarse y como mejorar el sistema de planeación. La evaluación se realiza con base en lo que se hizo semanal, mensual y anualmente.

Los factores que en ocasiones retrasan el programa de producción en Royer son:

- ⚡ Falta de abastecimiento oportuno de los materiales
- ⚡ Falta de mantenimiento preventivo de las máquinas y herramientas.
- ⚡ Abastecimiento de materiales fuera de tiempo.

1.3.2. Almacén de materia prima.

El almacén de materia prima mantiene todo lo relacionado con los materiales necesarios para la fabricación, prefabricación y para el empaque de los productos; y materiales para el mantenimiento, reparación y operación de la maquinaria y del proceso productivo. Comprende los latones, cobres, plásticos (urea, baquelita, cinta PVC, poliuretanos), tornillos, empaque (cartón y bolsas de plástico) y aceros utilizados en la fabricación de los productos que ofrece la empresa.

Los tres grupos de materiales de difícil tiempo de respuesta son los cobres, latones y cerámicos. El tiempo de respuesta largo en los aceros y latones es debido entre otras cosas, a que tienen proveedores que son maquiladores, por ejemplo, una compañía fabrica las laminas de aceros y otra las corta a las medidas que Royer las necesita.

1.3.3. Fabricación de componentes

Éstos componentes son fabricados en los Departamentos de Troquelado, Bihler, Moldeo e Inyección y comprende principalmente los componentes fabricados a partir de los aceros, latones y cobres provenientes del almacén de materia prima.

Moldeo

Existen dos métodos con los cuales se moldea la úrea, baquelita, plástico y PVC para generar el cuerpo del producto. Estos métodos son moldeo por compresión y moldeo por inyección. En el moldeo por compresión, a diferencia del moldeo por inyección, después de formar el cuerpo del producto con prensas moldeadoras se remueve la rebaba del producto. En ambos procesos los productos una vez resanados y pulidos regresan para ser almacenados y entregarlos al área de ensamble al momento en que se requiera.

Troquelado y Bihler

En el Departamento de Bihler se fabrican los herrajes para los apagadores, contactos, portalámparas, placas, timers, timbres y dimmers. El Departamento de Troquelado se encarga por su parte en la fabricación de las cajas de interruptores.

Interruptores

En el Departamento de Interruptores se lleva a cabo el punteado de los gabinetes de los interruptores, enseguida estos gabinetes son lavados, pintados y horneados para finalmente ser ensamblados y llevados al almacén de producto terminado.

Ensamble

La función del Departamento de Ensamble es llevar a cabo el armado final de aproximadamente de 378 productos eléctricos, cuenta con 17 líneas de Royer y 11 de Eagle.

Las principales características de éste Departamento son:

Actualmente se emplea el sistema Kaizen¹, el cual consiste básicamente en mantener y mejorar estándares, mediante mejoras pequeñas y graduales, y la innovación produce mejoras radicales como resultado de grandes inversiones, delinea claramente la responsabilidad de mantener los estándares y enfatiza los beneficios de la participación positiva del empleado. Cada tres meses se debe hacer por lo menos una mejora en alguno de los procesos de ensamblado.

Para llevar a cabo el ensamble de los productos, se toma como guía el programa mensual de producción elaborado por el Departamento de Planeación; diagramas de proceso y tiempos estándar de los operarios, proporcionados por el Departamento de Ingeniería Industrial y Normas de Calidad (ANCE) que deben ser satisfechas en cada etapa del proceso de producción.

El porcentaje de rechazo de componentes o producto terminado está por abajo del 1%. Se considera que uno de los factores que puede ocultar la calidad de artículos aislados es el bajo precio de venta, es preferible comprar otra pieza que presentar quejas a la Industria que los produce.

El sistema de control en el nivel de producción esta dado por una evaluación comparando lo que se produjo con lo que se planeo, generalmente se cumple en un rango 90 al 95 %, el resto se obtiene empleando tiempo extra. El indicador de eficiencia y productividad se toma comparando la producción contra un estándar que varía dependiendo de los operarios, si son de nuevo ingreso es del 50%, si tienen experiencia en el proceso llegan a alcanzar el 100%. Los controles de consumo para el área se identifican en el número de piezas requeridas para la producción, la cantidad de herramientas, accesorios de limpieza, así como refacciones.

1.3.4. Indicadores Operacionales

Los indicadores operacionales que se muestran en la tabla 1.2 muestran características fundamentales que describen el grado de productividad, calidad y desarrollo humano de la empresa.

¹ Imai, Masaaki. "Kaizen, La Clave de la Ventaja Competitiva Japonesa". Compañía Editorial Japonesa. Novena Reimpresión. Pág. 30-44. México, 1996.

| | Indicador | Ensamble | Planta |
|-----------------------|---|--|--|
| <i>Productividad</i> | Uso de la capacidad instalada | 70% | 70% con 2 turnos, 95% con 3 turnos. |
| | Unidades por hora producidas en promedio | 20,000 piezas por hora | 84 productos terminados por hora. |
| | % de clientes activos | n/a | 67% |
| | Penetración del mercado | n/a | 43% |
| <i>Calidad</i> | Rechazos (en la línea de producción) | Menos del 2% | 3% |
| | Reclamos | 1 reclamo anual | 0.1% |
| | Costos de no- calidad | No se tiene medido | No se tiene medido |
| | Cumplimiento de entregas | 98% | 100% |
| <i>Capital Humano</i> | Productividad por empleado (lo que produce cada operario) | 10,300 piezas por mes | Varia de acuerdo al departamento |
| | Nivel anual de promoción | 4 personas por año | 5% |
| | Rotación de personal | 5 personas por mes | 20% |
| | Nivel anual de capacitación | Continua, el supervisor se considera un capacitador constante. | 55% |

Tabla 1.2. Indicadores Operacionales

1.3.5. Inventario de producto terminado.

El inventario de producto terminado comprende todos los productos terminados listos para venta pero que aún permanecen en la compañía. Este inventario se compone de aproximadamente 387 diferentes catálogos o productos.

Principales características:

La política de inventario es de revisión periódica; cada periodo es de seis meses (con paro de planta) y con monitoreo mensual, en los productos con mayor demanda la revisión es continua. El inventario se planea mensualmente.

Se tiene un sistema de clasificación ABC considerando el margen de utilidad y el volumen de ventas.

La cantidad promedio en inventario es variable, sin embargo, para evitar pérdida de clientes por falta de productos en inventario, se tiene un inventario de seguridad de tres meses para la mayoría de los productos. El nivel del inventario de seguridad lo determina la Dirección de operaciones. Con esta política jamás se tiene niveles de inventario de cero productos en ningún momento.

Se lleva un registro en el volumen de las pérdidas y en los productos con deterioros, se corrigen las causas por las que el producto no cumplió con los estándares de calidad.

El tipo de control que existe para la organización del almacenamiento del producto terminado es primeras entradas, primeras salidas (PEPS).

Se cuenta con índices para determinar el nivel de inventario de producto terminado; por ejemplo, si se tiene 4 semanas trabajadas al mes se debe tener 1.5 semanas de producto terminado, 1 semana de producto prefabricado y 0.5 semanas de materia prima.

1.3.6. Ventas y Distribución.

El Departamento de Servicio al Cliente (Ventas) tiene como funciones principales el establecer contacto con los clientes para la atención de pedidos, la elaboración de pronósticos, la definición de las políticas de descuentos, plazos de pago y fechas de entregas de productos, así como la estrategia de ventas.

La política de ventas es no tener insatisfacción de clientes, por lo que se ha acordado mantener un nivel de inventario de producto terminado de tres meses. El plazo de entrega desde que se recibe la orden de compra hasta la entrega es de 12 horas.

Algunas de las estrategias de ventas del departamento de ventas son el dar crédito a sus clientes, ofrecer descuentos por pronto pago del 3% o 5% dependiendo el cliente y descuentos por promoción en ciertos artículos. En cuanto a las condiciones de pago se da un plazo de 30 días.

1.4. PRINCIPALES PROBLEMAS QUE SE PRESENTAN EN LA EMPRESA.

En este apartado se identifican los problemas existentes a partir del análisis realizado en Industrias Royer, S.A. de C.V.

Cultura organizacional.

Con base en el análisis de los valores, misión y visión de la empresa, así como en la fuerza de trabajo y en las entrevistas realizadas en cada uno de los Departamentos, se puede observar el cambio en el pensamiento de los miembros de la organización, sin embargo, este pensamiento no se transmite en forma formal en cada uno de los niveles jerárquicos de la empresa. Un claro ejemplo es que no se hacen estudios en donde se identifique directamente con los trabajadores las necesidades motivaciones del personal. Mientras menos se discuta formalmente, los valores y creencias dentro de una cultura afectan la habilidad de los empleados para resolver problemas, actuar ante nuevas oportunidades, moverse en nuevas y creativas direcciones, y desarrollar su potencial.

Es muy importante que dentro de la Misión de la empresa se establezca una ventaja competitiva en donde se definan las características de la organización que la hagan diferente de otras que tengan la misión de satisfacer las mismas necesidades, para poder cumplir con los requerimientos del cliente con los mayores beneficios tanto para éste como para la organización. Esto no se refleja en la Misión de la empresa y trae como consecuencia que la organización no tenga un punto de partida para aprovechar las ventajas competitivas que hagan crecer su mercado.

Dentro de los valores de la empresa no se encuentra el valor del trabajo en equipo y eso se ve reflejado principalmente en los niveles jerárquicos debido a que cada área o Departamento realiza sus funciones individualmente, aunque se realizan juntas entre los departamentos, no es siempre coherente la organización de un departamento con el otro. Cada departamento cuenta con sus propias formas de trabajo y mientras algunos cuentan con procedimientos y normas de trabajo documentados, otros no. La falta de comunicación entre todos los Departamentos origina que uno retrase al otro, y por consiguiente que se presenten problemas como lo son: costos innecesarios, paros de línea, horas extras y falta de material, entre otros.

Planeación y control de la producción.

La comunicación del Departamento de Planeación y Control de la Producción con el departamento de Ventas no es la más adecuada y se refleja en el hecho de que se duplican funciones como la elaboración de pronósticos. Este problema hace que se tenga información diferente y no se establezcan políticas que ayuden al mejor control de la producción y manejo de inventarios.

Para la elaboración de la planeación mensual de los requerimientos de los materiales, Planeación y Control de la Producción se basa en el programa maestro de producción y en la lista de materiales la cual proporciona la estructura del producto, pero no se toma en cuenta los registros de compra y de inventario además de los plazos de adquisición de los materiales cuidadosamente, para hacer el ajuste de materia prima a ordenar. Otro problema relacionado con los materiales es que no existe un enlace entre el Departamento de Compras y el de Planeación que conlleve a la buena administración del inventario de materia prima. Lo anterior se comprueba en la falta de materiales para la producción de ciertos productos en determinado momento aún cuando se hace el pedido de los materiales de acuerdo con los pronósticos de ventas y un plan de requerimiento de materiales. Este problema se extiende hasta el Departamento de Producción al tener que cambiar líneas de ensamble por la falta de material. Se producen artículos que no se tenían planeados en el momento y posteriormente se fabrica con horas extras el producto del cual no se tenía material.

Almacén de materia prima.

En el almacén de materia prima los tres grupos de materiales de difícil tiempo de respuesta son los cobres, latones y algunos plásticos. Para obtener estos materiales se necesita un tiempo de anticipación de tres meses por lo que la planeación de los materiales se hace con este plazo.

Otro problema es el que las ordenes a los proveedores no se hacen con base en la determinación de costos y en su disminución. El Departamento de Compras no hace un estudio de las necesidades del Departamento como lo son la determinación del punto de reorden y el lote económico de los materiales, el desarrollo de proveedores y medidas de efectividad para evaluar el desempeño del departamento. Además de lo anterior, no existen procedimientos ni políticas que describan las relaciones con los proveedores por

parte de este departamento. Existe una falta de definición de funciones ya que el Departamento de Calidad es quien evalúa y desarrolla a los proveedores, siendo ésta una función de Compras. Esto propicia que la información que se tiene no sea aprovechada adecuadamente y que se vea disminuida la productividad de la empresa al tener departamentos mal organizados.

Ensamble.

Los problemas operacionales que se presentan comúnmente en esta área se deben a la informalidad en el abastecimiento de materia prima y material de empaque, en especial cajas de cartón, tornillos y remaches. En el caso que se presenten faltantes de materia prima se recurre al cambio de línea de producción, es decir cambian el montaje para producir otro tipo artículo, lo que genera un incremento del nivel de inventario de material en proceso, sin embargo se continúa con la producción con la finalidad de mantener activo al personal, así como evitar tiempos ociosos. Una vez que es reabastecido el material faltante se hace uso de tiempo extra de la mano de obra. Con esto se incurre en costos innecesarios, falta de productividad y eficiencia.

Aunado a la problemática de los abastecimientos, se menciona la mala administración de mantenimiento preventivo lo que provoca que se presenten fallas continuamente, por lo que se considera que mejorando el mantenimiento de los equipos se puede incrementar la producción hasta en un 3%.

Inventario de producto terminado.

El principal problema del inventario de producto terminado es el inventario de seguridad de tres meses, para los materiales de más tiempo de respuesta, establecido por la Dirección de Operaciones. Este problema se origina como una cadena a partir del inventario de materia prima debido a que por la falta de materiales en almacén, el departamento de producción tiene que cambiar los planes de fabricación, se producen catálogos alternos a los planeados y, como consecuencia se presenta una falta del artículo del que no se tuvo material. Como la política de la empresa es tener siempre clientes satisfechos, no se permite faltantes de producto terminado por lo que la Dirección determino mantener un inventario de seguridad de 3 meses. Además, aún cuando se tiene esta política para el inventario de seguridad, ésta no se cumple debido a que para ciertos productos se tiene una proyección de días de inventario de más de 12 meses. Los costos que implica mantener este inventario son muy altos debido a la magnitud de la producción de la empresa. La producción promedio de Industrias Royer es de 2,500,000 artículos mensuales.

1.5. ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA.

Una vez hecha la identificación de los principales problemas que se presentan en la empresa es importante ubicar el área o departamento en donde mayor se reflejen y sea posible medir los costos generados por reprocesos, cambios de línea, mantener exceso de inventario y mala comunicación, para posteriormente identificar el área o

departamento que genera la mayor proporción de las causas, ya que una vez tomando acción sobre dicha área es posible aumentar la productividad de la organización. Para tal fin se muestra a continuación por medio de un diagrama causa efecto el problema que se considera principal con sus respectivas causas y por medio de un análisis y diagrama de Pareto el área que genera la mayor proporción de las causas.

Diagrama Causa – Efecto.

En el diagrama se considero como problema el control de inventarios de producto terminado debido a que en éste se reflejan más fácilmente los costos generados por todos los problemas presentados en el sistema productivo. La inversión retenida en inventario de producto terminado representa una disminución en el capital de trabajo y quizá genere pérdidas.

En la figura 1.1. se representan por medio de un diagrama las causas probables en categorías específicas con el objetivo de visualizar globalmente el problema e identificar las causas que producen mayores impactos.

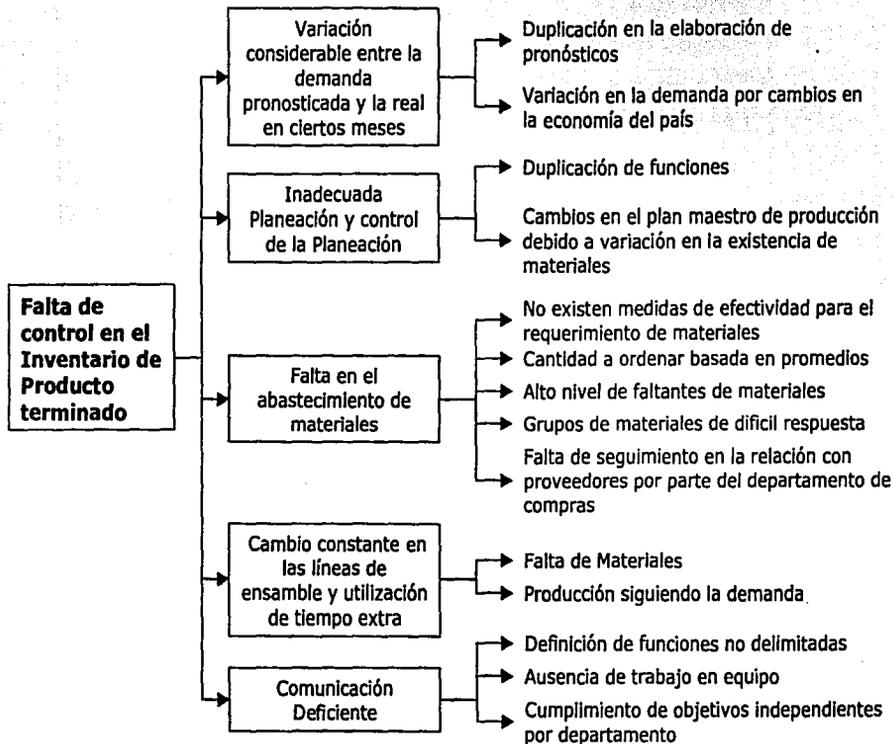


Fig.1.1. Diagrama de Causa-Efecto

1.5.2. Análisis de Pareto.

En la tabla 1.3. se muestra el análisis de Pareto con el cual se identificaron y jerarquizaron los eventos o causas más importantes del problema, además de que se define la relevancia relativa de dichas causas para canalizar las acciones hacia la selección y la solución de las áreas que más generan problemas para la empresa.

| Causa | Problemas observados | Porcentaje relativo | Porcentaje acumulado |
|---------------------------------|--|---------------------|----------------------|
| Compras y Almacén de Materiales | <ol style="list-style-type: none"> 1. No existen medidas de efectividad para el requerimiento de materiales 2. La función de desarrollo de proveedores lo realiza el Departamento de Calidad 3. Cantidad a ordenar basada en promedios 4. Falta de definición de políticas y procedimientos para la relación con proveedores 5. Falta de materiales 6. Grupos de material. De difícil respuesta. | 45% | 45% |
| Comunicación | <ol style="list-style-type: none"> 1. Comunicación deficiente entre departamentos 2. Cumplimiento de objetivos independientemente de los demás departamentos 3. Ausencia de trabajo en equipo 4. Definición de funciones no delimitadas 5. Funciones duplicadas | 35% | 80% |
| Pronósticos | <ol style="list-style-type: none"> 1. Duplicación en la elaboración de los pronósticos 2. Variación considerable en la demanda pronosticada y la real 3. Variación de la demanda por cambios en la economía. | 8% | 88% |
| Ensamble | <ol style="list-style-type: none"> 1. Cambios de línea de ensamble 2. Tiempos extra Producción siguiendo la demanda 3. Mantenimiento preventivo inadecuado 4. Reprocesos | 7% | 95% |
| Planeación de la Producción | <ol style="list-style-type: none"> 1. Cambios en el plan maestro debido a variación de existencia de materiales 2. Duplicación de funciones | 5% | 100% |

Tabla 1.3. Análisis de Pareto.

1.2.3. Diagrama de Pareto

La figura 1.2 muestra en forma gráfica los departamentos que generan la mayor proporción de las causas de los problemas en cuanto a productividad de la empresa se refiere, los cuales como anteriormente se mencionó, se reflejan en la variación de los niveles de inventario de producto terminado y los costos que esto implica.

Como se puede observar en el área de compras y almacén de materiales, así como en el de comunicación es en donde se presenta el mayor porcentaje de los problemas observados. Las áreas de almacén de materiales y compras son las que mayor peso tienen debido a que los problemas generados en ellas se reflejan en todas las demás áreas. La comunicación es también un factor muy importante, ésta se presenta deficientemente en áreas clave lo que genera el 35% aproximadamente de los problemas.

En la gráfica se muestra el porcentaje relativo de cada una de las causas mencionadas así como el porcentaje acumulado, con ello se obtiene que el 80% aproximadamente de las causas son generadas por los departamentos de compras, almacén de materiales y en la comunicación dentro de la empresa.

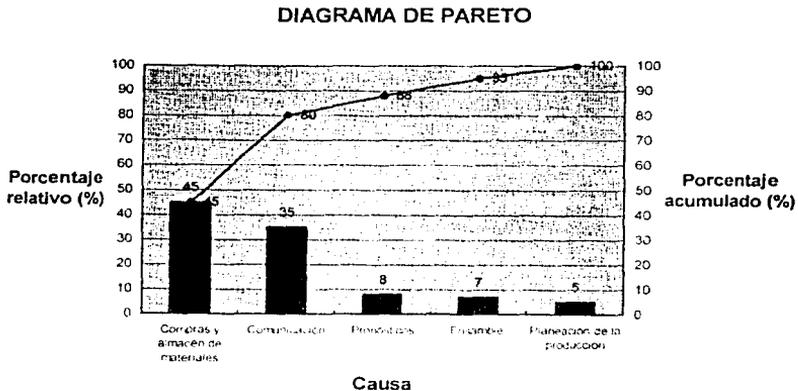


Figura 1.2. Diagrama de Pareto

Con base en los resultados obtenidos a partir del análisis hecho en este capítulo, se determino que el control y abastecimiento de materiales aunado a la comunicación son las áreas que mayores problemas presentan, por ello, en el siguiente capítulo se hace una descripción del sistema actual del inventario de materiales, mencionando los problemas particulares del área, así como la descripción del estado futuro que se desea.

CAPÍTULO 2.

SISTEMA ACTUAL DEL INVENTARIO DE MATERIALES.

En el presente capítulo se describen las características principales del sistema de inventario de materiales, entre las cuales se encuentran: la política de inventarios, la clasificación de los materiales, las principales características de los proveedores, así como las razones por parte de la empresa para mantener vigentes tales políticas de inventario. Además se menciona la problemática existente en dicho sistema con el fin de caracterizar la situación actual en el abastecimiento de materiales y plantear el estado futuro que se desea a partir de un marco teórico de referencia.

Los elementos descritos en este capítulo permitirán posteriormente plantear una propuesta de solución y recomendaciones que permitan disminuir notablemente los costos y aumentar los márgenes de beneficio.

2.1. POLÍTICA Y CLASIFICACIÓN DEL INVENTARIO

El almacén de materiales está conformado por tres tipos de inventario, el de materia prima, el de componentes y el de subensambles.

Las principales características en relación con la política de inventarios de materia primas son las siguientes:

En cuanto a los métodos de compra para los principales abastecimientos, se hacen de acuerdo al tiempo en que se necesitan, en el pasado se hacían aprovechando las ventajas del mercado, sin embargo, no existe una política bien definida para la adquisición de materiales, en virtud de carecer de un análisis económico y financiero de los costos.

El promedio mensual de existencias de los principales artículos se hace con base en una clasificación ABC de inventarios, de los productos A se tiene un mes de inventario, de los B medio mes en inventario y de los C una semana de inventario o tiende a cero. Esta clasificación está hecha con base en la utilización de los materiales, sin embargo no existe una clasificación bien definida y documentada de los materiales, ésta se hace por medio de la experiencia de acuerdo a los materiales que más se utilizan.

En relación con la vigilancia de los materiales, la organización se hace desde un aspecto cualitativo, se organiza por familias de acuerdo con el tipo de material.

El tipo de control que existe para la organización del almacenamiento de los materiales es primeras entradas, primeras salidas (PEPS), esto quiere decir que la materia prima que primero entra al almacén es la que primero sale al área de producción.

Almacén lleva un control en los productos con deterioros, el proveedor se encarga de reabastecerlos. En este proceso almacén registra que tipo de material es el defectuoso, se confina en un lugar especial y se informa a los proveedores para que estos lo sustituyan por nuevo material.

La política de revisión física del inventario se realiza por medio del almacén, es periódica y se hace dos veces al año, sin embargo pueden realizarse revisiones intermedias en caso de incongruencia de registros.

Se verifica y evalúa los niveles de inventario planeado con el inventario real de forma continua por medio del empleo de un software llamado ASA-400.

2.1.1. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y CONTROL DE LOS MATERIALES

El sistema que se maneja para obtener el punto de reorden, cantidad a ordenar e inventario de seguridad se realiza por el departamento de Planeación y Control de la Producción siguiendo la demanda mes con mes de acuerdo con los pronósticos correspondientes al mes que se está considerando; para ordenar los materiales se elaboran requisiciones por parte de planeación al departamento de compras con un tiempo de anticipación de mes y medio. En dicho sistema no se consideran costos por ordenar ni costos por mantener inventario en almacén, solamente se toma en cuenta el plan maestro de producción para obtener información de la demanda de materiales con un paquete de cómputo para definir el plan de requerimiento de los mismos.

El departamento de compras tiene la función de contactar a los proveedores, realizar las ordenes de adquisición, acordar políticas de entrega y pago y tener a tiempo la materia prima y componentes para la producción.

Para el abastecimiento de materiales, el departamento de compras se divide en dos secciones, compras de materia prima y compras de componentes y subensambles. El número aproximado de ordenes al año de materia prima es de 110 y el de componentes de 1400. Las ordenes se realizan semanalmente para materiales con mayor demanda y para materiales con poca demanda mensualmente.

Debido a la variación entre los pronósticos y la demanda real y a que la producción es siguiendo la demanda en el sistema actual se permiten faltantes. El promedio aproximado de faltantes es de 3 a 4% de cada material en general por cada semana, según el departamento de compras.

El inventario de seguridad se realiza con base en la utilización de los materiales, sin embargo la clasificación de los materiales con base en su utilización no esta registrada, solamente se conoce con base en la experiencia. La consideración que se hace es tener mayor nivel de inventario para los materiales que mayor demanda tienen (de un mes) y poco inventario para los materiales de poco uso (una semana), no se toma en cuenta el plazo de adquisición de cada material ni la demanda esperada durante el tiempo de reabastecimiento.

2.2. PROVEEDORES

La procedencia de la mayoría de la materia prima y componentes es nacional, aun que en el caso de placas metálicas son generalmente importadas.

Los abastecimientos se ordenan basándose en proveedores fijos difícil de cambiar, a causa de que existen pocos productores de ciertas materias primas, tal es el caso de los cerámicos, en donde a nivel nacional solo hay tres productores del tipo de cerámicos que Industrias Royer requiere, dos son actualmente sus proveedores (PINCO, Aislantes y Refractarios), el otro es IUSA, que no comercializa sus productos.

Existen cuatro tipos de proveedores de acuerdo al tipo de material que suministran:

- Proveedores de materia prima y componentes
- Proveedores de Eagle
- Proveedores Internos
- Proveedores de maquila

a) Materia Prima y Componentes.

Se compran anualmente alrededor de 600 diferentes materiales, incluyendo materia prima y componentes.

Los inventarios de materiales se clasifican desde un aspecto cualitativo por familias en 39 grupos:

- 01 Cinta Láton Aleación 260
- 02 Cinta Láton Aleación 230
- 03 Cinta de Cobre Aleación C110
- 04 Solera de Cobre Aleación C110
- 05 Tornillos
- 06 Tuercas
- 07 Resortes
- 08 Remaches semitubulares
- 09 Pijas
- 10 Ojillos
- 11 Cinta C.R.S. (acero laminado en frío)
- 12 Lámina de acero C.R.S. (acero laminado en frío)
- 13 Fibras
- 15 Cerámicas
- 16 Remache bimetalico
- 17 Varillas y alambres
- 18 Caja p/empaque de cartoncillo caple
- 19 Caja p/empaque de carton corrugado
- 20 Urea
- 21 Baquelitas
- 22 Termoplásticos
- 23 Pigmentos
- 24 Bolsas de polietileno
- 25 Etiquetas
- 26 Etiquetas indelebles

- 27 Partes de alambre (clips, grapas)
- 28 Roldanas
- 29 Bisagra de libro
- 30 Cinta de aluminio y zinc
- 31 Pernos y terminales maquinadas
- 33 Partes de flejes de acero
- 35 Conductores eléctricos
- 36 Alambres de cobre y plata
- 37 Papeles aislantes
- 38 Tubos flexibles aislantes
- 39 Ensamblajes eléctricos

Esta clasificación permite al departamento de compras determinar el sistema de elección de proveedores que permita abastecer cada grupo o familia de materia prima.

b) Proveedores de Eagle.

Los proveedores de Eagle mandan del extranjero los materiales necesarios para la manufactura de sus productos. Como se explicó con anterioridad, Eagle e Industrias Royer pertenecen al mismo Corporativo, solo que las líneas Eagle se comercializan en los Estados Unidos exclusivamente.

c) Proveedores Internos.

La producción de los departamentos de Bihler, Moldeo y Troquelado, proporciona los subensambles necesarios para la fabricación de los 387 productos en catálogo, la planeación de su producción se fundamenta en una demanda anual, por lo que su volumen de producción tiende a ser uniforme. Los pedidos de los componentes se realizan regularmente con 6 semanas de anticipación a la fecha acordada por el departamento de planeación de producción.

Los subproductos se mantienen en el almacén de materia prima y su seguimiento y manejo es similar al de materia prima ordenada a productores externos.

d) Maquila.

Se manda maquilar los acabados metálicos, recubrimientos electrolíticos e impresión de serigrafías, los procesos empleados en el acabado de productos son los siguientes:

- Galvanizado
- Tropicalizado
- Niquelado y pulido
- Embutido
- Cementado
- Abrillantado
- Electrodeposición oro
- Cobrizado

Son los únicos proveedores que se les paga de contado.

2.2.1. Acuerdos con proveedores

Los acuerdos con los proveedores para la adquisición de materiales son los siguientes:

- Descuentos por pronto pago que varían del 3 al 4% si se pagan los primeros 4 días;
- Crédito dependiendo el plazo de pago que se haya acordado, pasando este plazo se tiene un cargo del 10%;
- Plazos de Pago
 - 15 días en cerámicos
 - 30 días en solventes
 - 45 días en termoplásticos
 - 60 días en latones, cobres, acero, ureas y baquelitas.
- Plazos de adquisición de materiales
 Los plazos de adquisición de los materiales varían de acuerdo con el tipo de material teniendo plazos desde 2 días para el papel aislante hasta 8 semanas para cobres, cintas de cobre y aluminio, latones y termoplásticos.

2.2.2. Periodos de incremento de precios para materiales.

Generalmente el incremento en los precios de los materiales es anual, en los primeros meses del año (enero o febrero) a excepción de los latones y cobres, debido a que su precio fluctúa conforme a la situación económica internacional por ser productos de cotización internacional. Las variaciones en estos precios se registran semanalmente.

2.2.3. Proveedores conflictivos.

Los proveedores conflictivos son aquellos que presentan retrasos en los tiempos de entrega, no disponen de la capacidad instalada para abastecer inmediatamente lo demandado, o no cumplen con los precios acordados. Para el caso de Industrias Royer se mencionan en la tabla 2.1. los proveedores conflictivos con su respectiva causa.

| | |
|---------------------------|--|
| Caja y Bolsas de Plástico | No existe en el mercado un proveedor que abastezca en su totalidad la cantidad de material demandado, debido a falta de infraestructura y capacidad. |
| Tornillos | Rechazos continuos del material |
| Cintas de Latón y aceros | Materia prima de importación, lo que hace que varíe continuamente los tiempos de entrega, así como los precios de venta. |
| Cerámicos | Solo existen dos empresas en el país, para abastecer este material |

Tabla 2.1. Proveedores Conflictivos.

2.3. SELECCIÓN, EVALUACIÓN Y DESARROLLO DE PROVEEDORES.

Industrias Royer incluye a nuevos proveedores una vez que su equipo de control de calidad aprueba que la distribuidora de material o componentes brinda productos dentro de los estándares exigidos por medio de un proceso de "Evaluación, Selección y Desarrollo de Proveedores". Una vez que calidad aprueba a la empresa como proveedor confiable, se negocian los plazos de crédito así como su interés respectivo.

El programa de selección, evaluación y desarrollo de proveedores lo lleva a cabo el departamento de calidad, es una adecuación del modelo original empleado del ramo automotriz para respaldar la toma de decisiones en lo que se refiere a proveedores.

La evaluaciones desarrolla en dos etapas primordialmente:

1. Evaluación Potencial.- Evalúa primordialmente aspectos de infraestructura, laboratorios, planes de crecimiento y actitudes por parte del proveedor. La evaluación mínima para pasar a la siguiente etapa es de 125 puntos, está puntuación se da de acuerdo a que posean la capacidad instalada, la planeación estratégica y disposición para ser proveedores de Industrias Royer S.A. de C.V.
2. Evaluación al Sistema de calidad.- En esta etapa se aplica un cuestionario de 150 preguntas, que sondan básicamente la planeación de la calidad, incluye un análisis de sus procedimientos de producción, manuales y registros. También se solicitan certificados de calidad. Dentro de esta etapa se determina si un proveedor es confiable o no confiable.

Si un posible proveedor aprueba la primera etapa, pasa a la segunda, en caso contrario, es descartado desde la primera etapa. En caso de que se haya concluido el final de la segunda etapa, y el proveedor evaluado se encuentra cerca del rango de confiabilidad, entra a la fase de desarrollo de proveedores que consiste en facilitar los medios para implantar mejoras en su sistema de calidad, tales como; instructivos, planos, diagramas de flujo (con tiempos estándares) y capacitación.

Esta prueba se aplica tanto a los nuevos proveedores como a los proveedores existentes, el caso de los proveedores existentes que no aprueben la evaluación satisfactoriamente se procede revisar los factores que intervienen en la calidad de los productos, en caso de ser clasificado como proveedor no confiable se busca otras opciones en el mercado. El procedimiento para el desarrollo de un proveedor existente se muestra claramente en el diagrama de flujo 2.1.

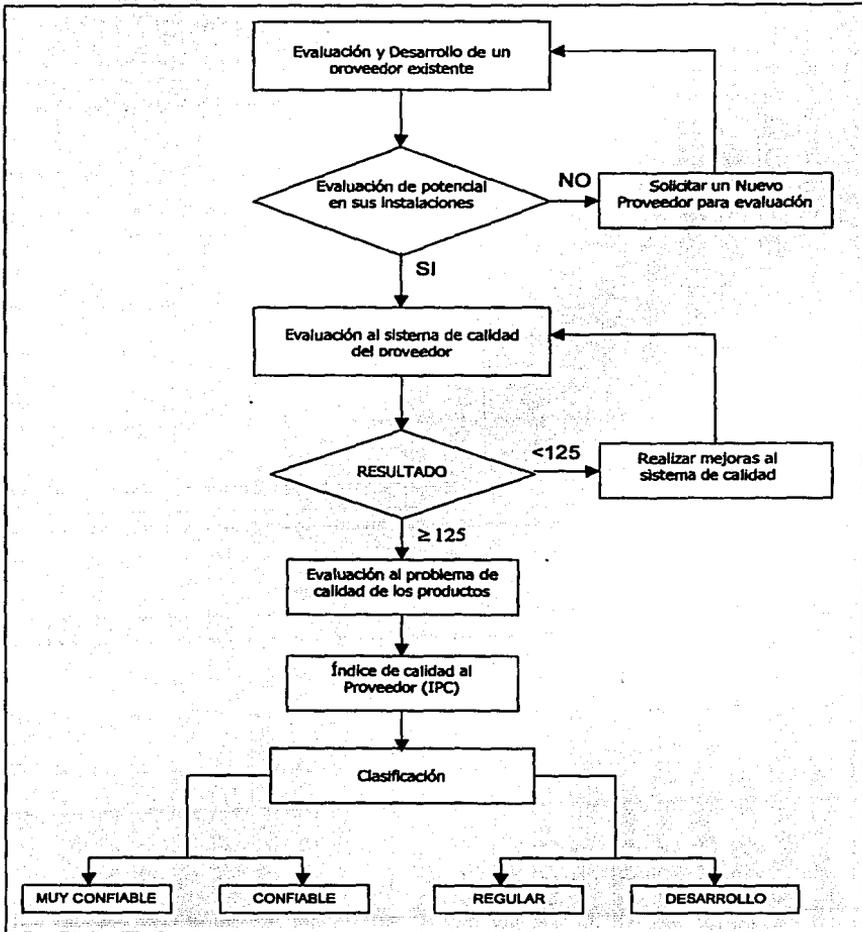


Diagrama 2.1. Desarrollo de proveedor existente.

En el diagrama de flujo 2.2, se mencionan los pasos a seguir en el desarrollo de un nuevo proveedor con sus correspondientes variables de decisión.

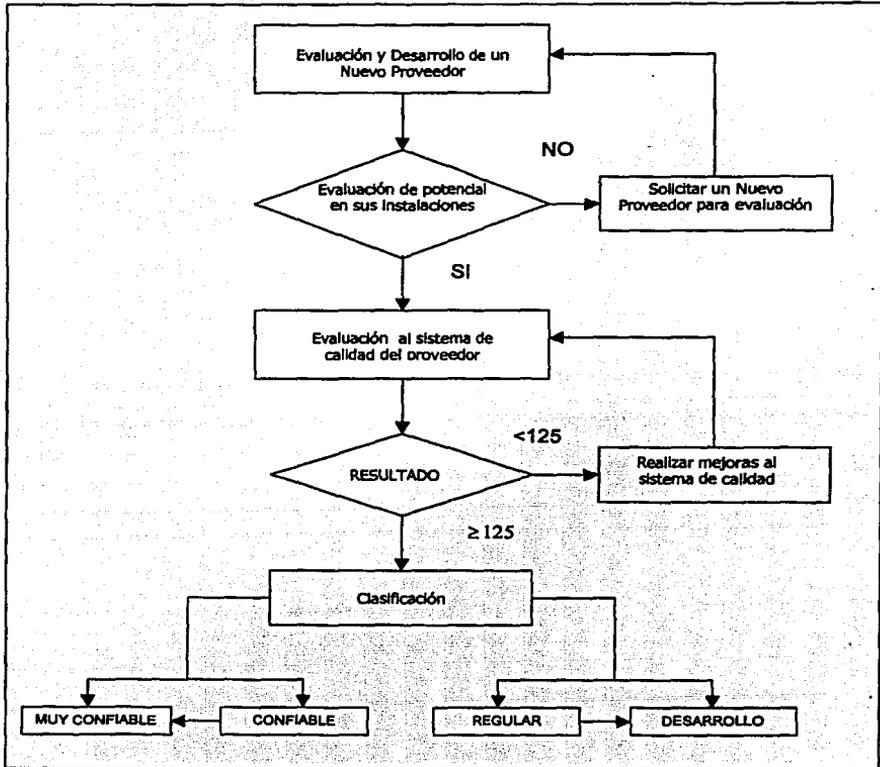


Diagrama 2.2. Desarrollo de un Nuevo Proveedor.

Durante el presente año se han evaluado a 18 proveedores.

2.4. RECEPCIÓN DE MATERIALES.

La recepción de materiales en el almacén de materiales puede ser de dos formas: urgente, es decir que se requiera en la línea de ensamble directamente y la recepción normal, en donde se toman muestras de los materiales para realizar pruebas mecánicas (dureza, dimensiones) y cualitativas. En caso de ser rechazados los materiales, ya sea por el departamento de producción o por el almacén de materia prima directamente, se expide una orden de rechazo al proveedor. En el diagrama de flujo 2.3. se muestra claramente el proceso de recepción de materiales.

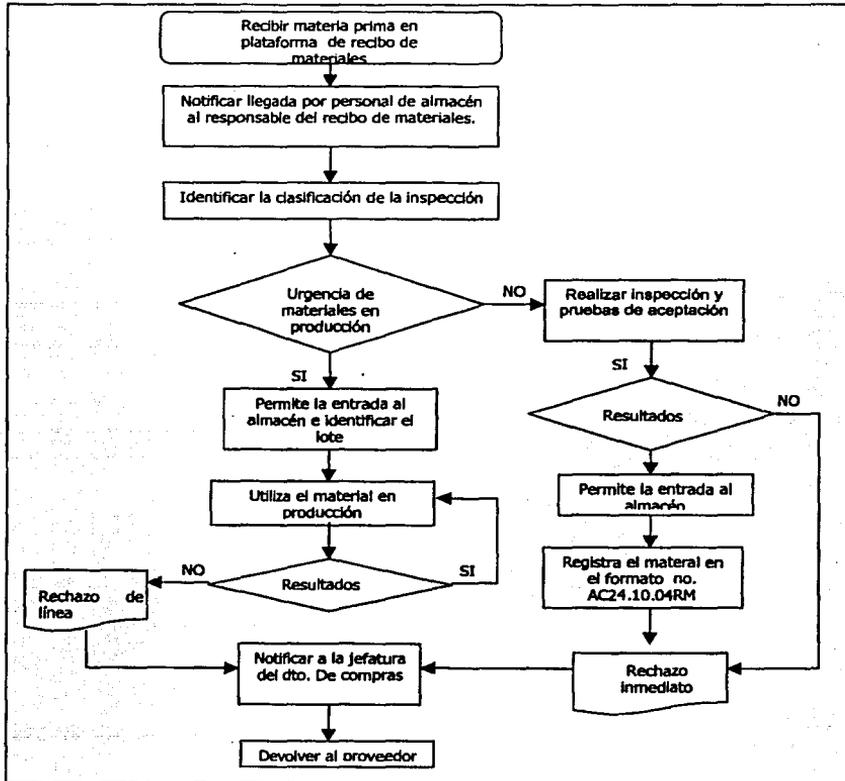


Diagrama 2.3. Recepción de materiales.

II.5. RECHAZOS

El departamento de Calidad se encarga de evaluar la calidad de los productos adquiridos por el departamento de compras, está valoración de los materiales es aleatoria, en caso de presentar defectos se procede a generar cuatro reportes:

1.- *Registro en una base de datos de rechazos a proveedores.*

2.- *Reporte de No Conformidad.*

El reporte de no conformidad contiene los puntos que se mencionan a continuación:

- Folio
- Fecha
- Nombre del proveedor
- Código
- Descripción
- Tipo
- Cantidad
- Motivo del rechazo
- Cargo al proveedor
 - a) Costos de reproceso.- costos de mano de obra dentro de las líneas de producción.
 - b) Costos de retrabajos.- costos por mandar un material defectuoso al exterior, ya sea en producto ensamblado a maquillar o un producto terminado directamente a los clientes.

3.- *Reporte de 7 disciplinas.*

La finalidad de este reporte es comprometer al proveedor a que detecte las causas de la producción de materiales defectuosos, así como las acciones correctivas que empleará para brindar un producto de calidad. Las disciplinas fundamentales que debe contener son las siguientes:

- Detectar el problema
- Detectar las acciones
- Acciones correctivas
- Acciones Preventivas
- Informe de Seguimiento
 - ✓ Nombre del Responsable
 - ✓ Fecha de solución al problema en cuestión.

Si un proveedor reincide continuamente en abastecer material defectuoso, se da la orden al departamento de compras para que busque proveedores alternativos, con el objetivo de prescindir de los servicios del proveedor conflictivo.

2.6. PROBLEMÁTICA EXISTENTE EN EL SISTEMA DE INVENTARIOS DE MATERIA PRIMA.

Con base en el análisis de la información recabada en Industrias Royer, S.A. de C.V. se detectaron las siguientes situaciones problemáticas:

No existe un departamento que se encargue exclusivamente de todas las funciones relacionadas con la materia prima; desde la compra, almacenamiento, administración y control. El departamento de planeación y control de la producción tiene como una de sus

funciones la elaboración del plan mensual de requerimiento de materiales, esto lo hace con base en el programa maestro de producción y con la lista de materiales la cual proporciona la estructura del producto, pero no se toma en cuenta los registros de compra y de inventario para hacer el ajuste de materia prima a ordenar.

Esta situación se puede observar por los problemas a los que se enfrenta el departamento de almacén, compras y producción. Entre los problemas más importantes se encuentran:

Para los latones y cobres se tiene un tiempo de adquisición de aproximadamente tres meses por lo que la planeación de los requerimientos en general se hace con este plazo, el problema se presenta en que se mantiene aproximadamente un inventario de seguridad de cuatro semanas para estos productos debido a que no se tiene una demanda constante durante todo el año. Además el inventario de seguridad no se elabora con base en un análisis de costos en donde se refleje el menor costo posible por mantener el inventario.

Otro problema grave es que no existe valor mínimo de existencias, es decir, en ocasiones no existen ciertos artículos en inventario que son vitales para la producción debido a que aunque se tenga una clasificación y una política de inventario para cada grupo de artículos existen variaciones en la producción y no se tienen registros adecuados del inventario en almacén.

El mayor problema que se presenta es que no existe un periodo fijo de tiempo para ordenar material o un periodo establecido en donde se ordene una cantidad fija de materia prima en un nivel crítico de inventario. Es decir, no existe una política de inventarios en donde se decida el punto de reorden y la cantidad óptima de materia prima a ordenar. Esta situación conlleva a incurrir en costos innecesarios como lo son los costos por mantener, costos por ordenar y costos por faltantes.

Como consecuencia de la ausencia de políticas de adquisición de materiales, no se emplea ningún índice para verificar la efectividad del sistema de inventarios, lo que se realiza a la fecha es la elaboración de un reporte mensual de las existencias en almacén sin medir los efectos en los costos, además de una revisión física periódica de dos veces al año de los niveles promedio de inventario del periodo pasado.

El tener este tipo de problemas ha hecho que la empresa mantenga un nivel de inventario de seguridad de producto terminado aproximadamente de tres meses debido a la incertidumbre que implica quedarse sin materiales en almacén.

2.6.1. Análisis de las causas.

En este apartado se clasifican las causas de los problemas mencionados anteriormente mediante el uso del diagrama Causa-Efecto usando la información obtenida se identificaron las causas más significativas. Con este diagrama 2.4. se identificó que la causa más representativa es el área de compras, con base en ello se definió el estado futuro de los resultados deseados.

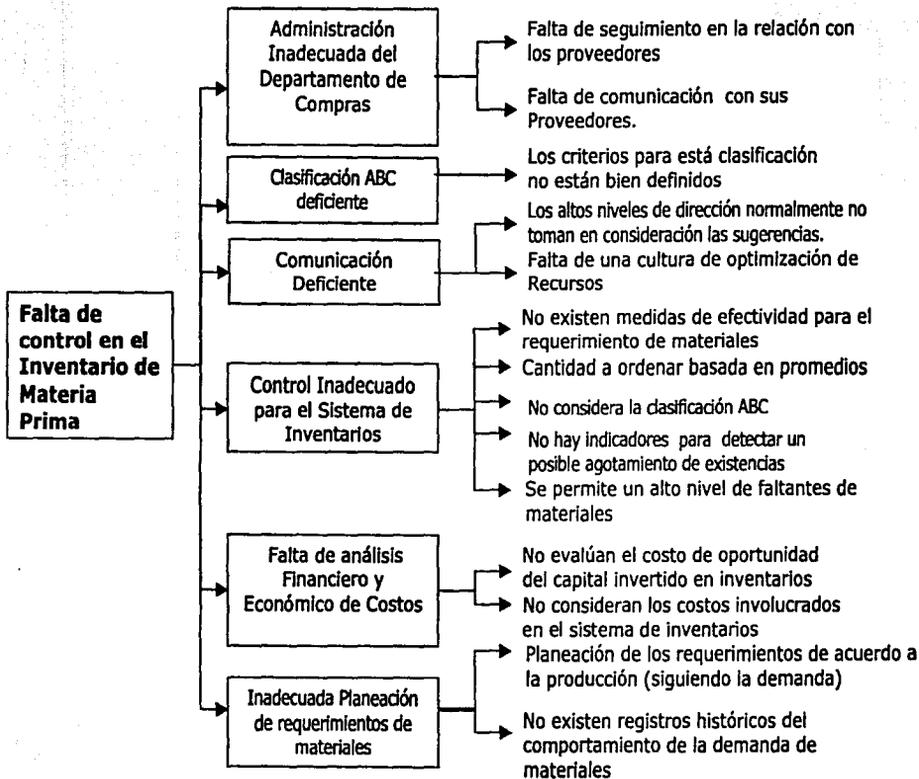


Diagrama 2.4. Diagrama (Causa-Efecto)

2.6.2. Descripción cuantitativa y cualitativa del estado futuro que se desea.

Con base en la descripción hecha de los problemas principales y de sus causas, la definición del estado futuro que se desea proporciona un marco de referencia para plantear las propuestas y recomendaciones que llevarán al aumento en el margen de beneficio de la empresa. Para llevar a cabo lo anterior es necesario antes que nada tomar en cuenta las características que el mundo moderno demanda en las organizaciones y las características de las plantas de clase mundial.

Es indispensable que las organizaciones sean flexibles y ágiles para responder a los cambios que ocurren continuamente en el mercado, innovadoras para obtener ventajas competitivas y tener un sistema de Información abierta y confiable que permita el trabajo en equipo. Es muy importante también que las organizaciones diseñen y planeen su propio futuro, mantengan una supervisión proactiva y una mejora continua para establecer las bases que conlleven a una planta de clase mundial.

Para entender lo que es una planta de clase mundial², a continuación se mencionan las principales características que éstas presentan:

- Seguridad
- Fuerza de trabajo comprometida
- Fabricación y entregas a los clientes "justo a tiempo".
- Enfoque en el flujo de proceso
- Mantenimiento preventivo y predictivo
- Administración de cuellos de botella
- Dirección de la calidad total
- Preparaciones rápidas (cambios de línea ágiles)
- Inventarios extremadamente bajos
- Políticas y procedimientos de apoyo

Con base en lo anterior a continuación se describen las características y requerimientos necesarios para que la empresa en estudio logre mayores beneficios y ventajas competitivas:

1. Para un buen control en el sistema de inventario es necesario hacer una gestión de los materiales, con ello se obtiene la eficiencia de las operaciones a través de la integración de todas las actividades de adquisición, movimiento y almacenaje de material en la empresa. El potencial para la ventaja competitiva se encuentra en la reducción de los costos y la mejora del servicio al cliente.
2. Se debe gestionar una función de compras. La gestión de compras tiene en cuenta los costos de inventario y de transporte, la disponibilidad del suministro, la eficiencia en las entregas y la calidad de los proveedores.

² Tim Underhill, Pennewell Books. "Strategic Alliances (Managing the Supply Chain)", 1996

3. Para los materiales de difícil respuesta como lo son aceros y latones es importante tener una gestión del suministro en donde se tiene una mayor preocupación sobre la disponibilidad a largo plazo de las compras críticas o de alto precio para tener suministros fiables.
4. Para el mejor abastecimiento de los materiales es importante mantener relaciones cercanas y a largo plazo con pocos proveedores. Proveedores comprometidos a ayudar a mejorar los productos y a ganar pedidos. Es importante también que el departamento de compras se comprometa a mantener informado al proveedor de posibles cambios en el producto y en el programa de producción.
5. El estado ideal del futuro sería lograr compras "justo a tiempo" con las cuales se eliminen actividades innecesarias como la recepción e inspección de entrada de materiales, esto con base en programas de producción exactos y estables, plazos adecuados para implementar cambios en Ingeniería y tiempo para desarrollar proveedores éticos. Con las compras justo a tiempo también es posible la eliminación del inventario de materiales si éstos cumplen con los estándares de calidad y son entregados cuando son necesarios. El inventario de materia prima sólo es necesario si los suministros no son fiables. Para lograr las entregas justo a tiempo se requiere de una calidad perfecta o cero defectos, por ello tanto el proveedor como el sistema de entregas deben ser excelentes.
6. En cuanto a la comunicación entre departamentos es necesario crear una cultura organizacional en donde se definan claramente los valores, creencias, filosofías, Ideologías, expectativas, intereses, y actitudes que se desean en la organización y con los cuales se haga frente a los retos y demandas del entorno, ya que la cultura organizacional define el cómo se manejan o conducen los negocios y como marcha la compañía. Mientras menos se discuta formalmente, los valores y creencias dentro de una cultura afectan la habilidad de los empleados para resolver problemas, actuar ante nuevas oportunidades, moverse en nuevas y creativas direcciones, y desarrollar su potencial. La cultura ejerce fuerza en la compañía porque determina en gran medida que tan motivada, cooperativa y productiva gente existe y desea serlo.

CAPÍTULO 3.

TEORÍA DE INVENTARIOS.

En este capítulo se presentan los conceptos y términos esenciales para la comprensión de los diversos sistemas de inventario, así como el modelado matemático de su comportamiento con base en su demanda.

3.1. INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DE INVENTARIOS

Un inventario consiste en tener existencias de productos físicos disponibles, bajo el control de la empresa, almacenados durante un tiempo para satisfacer una demanda futura

El inventario se considera como un amortiguador entre los procesos de abastecimiento y demanda, las variaciones entre estos dos procesos se atribuyen a dos tipos de factores; endógenos (políticas internas) y exógenos.

Factores internos:

- *Economías de escala.* Tamaños de lotes grandes se ordenan con poca frecuencia cuando los costos de preparación y por ordenar son elevados.
- *Servicio a clientes.* Cumplir de inmediato con los pedidos del cliente.
- *Incertidumbre.* Evita la posibilidad de quedarse sin unidades, si la demanda excede el pronóstico o en caso de que el tiempo de reabastecimiento se altere, empleando un inventario de seguridad.

Factores externos:

- *Económicos.* La situación económica genera un incremento o disminución en la demanda de los productos manufacturados, que a su vez afecta las decisiones sobre los inventarios.

3.1.1. Tipos de Inventario

Los inventarios se clasifican según el ambiente de su demanda en:

- **Estocásticos** (Demanda aleatoria)
- **Determinísticos** (Se conoce con certidumbre su demanda)

La demanda de estos productos se presenta en dos formas:

- **Demanda Dependiente.** Consiste en aquellos productos que su demanda depende de la demanda de otros productos que se también se encuentran almacenados
- **Demanda Independiente.** La demanda de un producto en inventario es independiente de la demanda de otro producto.

En los sistemas de producción se consideran cuatro tipos de inventarios:

- **Inventario de Materia Prima.**- Materiales requeridos para la producción de artículos, que no han sido sometidos a ningún proceso.
- **Inventario de Componentes.**- partes o subsensibles disponibles para el ensamble final del producto.
- **Inventario de productos en proceso.**- Es el inventario en el sistema de producción que aguarda para ser procesado o ensamblado.
- **Inventario de Producto terminado.**- Mantiene los artículos finales del sistema de producción.

3.1.2. Medidas de efectividad

Su principal objetivo es maximizar los beneficios y minimizar los costos de los inventarios simultáneamente.

Existen dos enfoques esenciales para medir la efectividad de un sistema de inventarios:

1. *Modelado.*- Optimiza los sistemas de inventarios. Su objetivo primordial es minimizar los costos que conlleva el mantener un inventario, además su justificación está dada por un incremento en las ganancias, al evitar incurrir en costos innecesarios.

La medida de efectividad es el costo total promedio mínimo por unidad de tiempo.

2. *Gerencial.*- Contempla múltiples artículos. Su objetivo es reportar:

- ◆ El tamaño del inventario

$$\text{Inversión} = Q [\text{artículos en inventario}] \times \text{Costo unitario } [\$/\text{artículo}]$$
- ◆ Cuanto tiempo se puede satisfacer la demanda con el inventario disponible

$$\text{Meses de abastecimiento} = \frac{\text{Inversión total en inventario}}{\text{Demanda promedio pronosticada } [\$/\text{mes}]}$$
- ◆ Rapidez de rotación del inventario

El índice de rotación de inventario es una razón financiera que mide la liquidez de inventario de una industria

$$\text{Rotación de inventario anual} = \frac{\text{Demanda promedio pronosticada}}{\text{Inversión Total en Inventario}}$$

$$\text{Rotación de inventario} = \frac{\text{Valor de las ventas}}{\text{Valor de inventario}}$$

Para el caso de las declaraciones contables se emplea la siguiente igualdad:

$$\text{Rotación de inventario anual} = \frac{\text{Costos de artículos vendidos}}{\text{Inventario promedio}}$$

Se emplea el costo de artículos vendidos en lugar de las ventas porque el inventario se registra en los libros al costo. El inventario promedio se obtiene en forma

aproximada dividiendo entre dos el inventario inicial y el final, a menos que la demanda se incremente de manera estacional, en este caso el inventario se debe calcular de acuerdo a las variaciones, fijando normalmente un periodo mensual.

La interpretación es que a medida que la razón de rotación de inventarios se incrementa, se incrementa la liquidez de inventario, por que ese se convierte mas rápido en cuentas por cobrar.

3.1.3. Medidas de rendimiento de los sistemas de inventario

Disminuyendo el monto de la Inversión en inventario es posible generar mejoras en el ROI (*return on investment*), que es una medida de la rentabilidad de la empresa.

$$\text{ROI} = \frac{\text{Ventas} - \text{Costo de productos vendidos}}{\text{Existencias físicas} + \text{cuentas por cobrar}}$$

Una disminución en el inventario genera sensibles cambios en el ROI, pues normalmente la inversión en inventario representa el 25% de los activos.

3.1.4. Políticas de inventario.

- **Política de revisión periódica.** Se verifica que el nivel de inventario sea el adecuado en intervalos de tiempo fijos (llamado periodo de revisión), de tal manera que solo se pueden tomar decisiones al finalizar cada periodo.
- **Política de revisión continua.** Se monitorea el nivel de inventario continuamente, en este caso se toman decisiones cuando existe alguna variación en el inventario.

3.1.5. Costos de inventario.

Los cuatro costos más importantes relacionados con la administración de inventarios son los siguientes:

- ❑ **Costos de adquisición.** Son los costos generados por la compra de materiales necesarios para la producción, ordenar extensos lotes puede incrementar los inventarios de materia prima, sin embargo los costos unitarios se pueden disminuir, por descuentos por cantidad y reducir además los costos de transportación. Costos por entregas rápidas, por llevar registros de las adquisiciones de materia prima y costos por recepción en el almacén.
- ❑ **Costos por ordenar.** Cada pedido de lotes de materia prima de un suministro incurre en un costo de procesar la orden de compra, de expedición, de seguimiento del registro y de recepción de la orden dentro del inventario, al conjunto de estos costos se le denomina costos por ordenar.
- ❑ **Costos por mantener en inventario.** Los costos por mantener en inventario pueden estar constituidos por; renta de almacenes, protección, seguros, impuestos, mantenimiento, financiamiento, manejo de materiales, gastos de administración.
- ❑ **Costos por Faltantes.** Los costos por faltantes se pueden observar tanto en el inventario de producto terminado como el de materia prima. En el caso del inventario

de producto terminado, el costo por faltantes puede ser perder ventas o la insatisfacción de los clientes. Para el inventario de materias primas, la falta de suministros puede representar retrasos en la entrega de pedidos. Inventarios adicionales, son llamados inventarios de seguridad, que pueden traer como consecuencia un exceso en el inventario de materia prima.

Otros costos asociados a los inventarios representativos dentro del área productiva son:

- ❑ **Costos por inicio de operaciones.**- involucra preparación de la línea de producción. Preparación de las máquinas, capacitación del personal, ajustes en el abastecimiento de materia prima, los costos por desperdicios de materiales o riesgos de piezas defectuosas debido a la curva de aprendizaje por parte de los operarios.
- ❑ **Costos por coordinar la producción.**- En el caso de que se presente un alto nivel de inventario en el proceso de producción, se requerirá de mayor fuerza de trabajo para desahogar el congestionamiento de los productos, así como para coordinar la producción y los problemas que se presenten,
- ❑ **Costos de inversiones retenidas.**- El mantener artículos en inventario genera costos financieros lo que disminuye los precios de las existencias.
- ❑ **Costos de capacidad reducida.**- Los materiales se acumulan en gran cantidad si la capacidad de producción es menor a la ordenes de compra emitidas por la empresa.
- ❑ **Costos por problemas de producción.**- Un inventario de seguridad excesivo oculta problemas de producción, tales como paro de máquinas, rechazos dentro del proceso productivo.

3.2. SISTEMAS DE DEMANDA INDEPENDIENTE

Las variables de decisiones fundamentales dentro de un sistema de inventarios son la cantidad a ordenar, el punto de reorden y la variedad de artículos, que están en función de la demanda y el precio de los productos.

Establecer un control eficiente de un sistema de inventarios depende en gran medida de

una precisa identificación y determinación de las variables de decisión. Para el cálculo de la cantidad económica a ordenar se emplean diferentes modelos matemáticos que suponen cierto comportamiento de la demanda, aunado a las características que presenta cada sistema de inventario.

El punto de reorden esta dado por la estimación de tiempo que transcurre entre la colocación de una orden y su recepción, una vez que el lote ha sido surtido se procede a reabastecer el inventario de materia prima, finalmente se prepara la siguiente orden, este proceso es nombrado comúnmente ciclo de inventario.

El tiempo de entrega, es el tiempo que transcurre desde que se detecta que un material puede convertirse en faltante hasta que se encuentra disponible en el almacén.

Cabe mencionar que la variable de decisión correspondiente a la variedad de los productos, se asocia con la cantidad a ordenar. A continuación se presentan los modelos utilizados en la determinación de la cantidad a ordenar.

3.2.1. DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD A ORDENAR

Esta decisión es fundamental para el estudio de los inventarios, pues de ella depende el incremento o decremento de los costos de inventario. Este tipo de modelos son nombrados de "tamaño de lote", generalmente se clasifican en:

1. **Modelos estáticos.** - se emplean cuando el artículo presenta una demanda uniforme.
2. **Modelos dinámicos.** - presentan una demanda variable en el horizonte de planeación.

❖ Cantidad Económica a Ordenar.

El modelo de cantidad económica a ordenar busca el balance entre los costos por ordenar y los costos por mantener en inventarios, este concepto se puede visualizar con mayor claridad en la Fig. 3.1.

Este tipo de modelos solo considera un artículo en inventario, sin embargo se puede emplear para artículos múltiples con algunas modificaciones que se mostrarán en el transcurso de este capítulo.

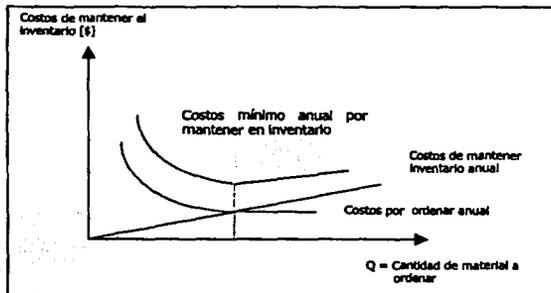


Fig. 3.1. Representación gráfica para la obtención del costo total mínimo por mantener en inventario.

Las suposiciones de este modelo generalmente no existen en los sistemas de inventarios reales, sin embargo pueden ser empleados como estimaciones aproximadas de algunos de los requerimientos de materia prima.

Suposiciones

- o Costos de Mantener en inventario, costos por ordenar y Demanda anual pueden ser estimados.
- o No se utiliza inventario de seguridad, las ordenes recibidas son reabastecidas al mismo tiempo, la demanda es uniforme, los materiales son totalmente agotados cuando la siguiente orden es recibida.
- o Costos por Faltantes, sensibilidad de los clientes y otros costos que no son de importancia para el modelo.
- o Cantidades discontinuas no existen
- o Costo unitario constante

Definición de variables.

D = demanda anual para un material (unidades por año)

Q = Cantidad a de material a ordenar en cada punto de reorden (unidades por orden)

c = costo unitario (\$/unidad)

I = costo total anual por mantener en inventario (% por año)

C = ic = Costo por mantener una unidad en inventario por año (\$ por unidad por año)

S = Costo promedio por colocar una orden para un material(\$ por orden)

TSC = Costos totales anuales por mantener en inventario(\$ por año)

EOQ = Cantidad Económica a Ordenar. Las siglas EOQ corresponden a la nomenclatura en Inglés de este modelo (*Economic Order Quantity*)

Formulas de Costos

- Costos anuales por mantener en inventario = Nivel promedio de inventario x Costos por mantener una unidad en inventario por un año = $(Q/2) C$
- Costos anuales por ordenar = Ordenes por año x costos por ordenar = $(D/Q) S$
- Costos Totales anuales por mantener en inventario (TSC) = Costos anuales por mantener en inventario + Costos anuales por ordenar = $(Q/2)C + (D/Q)S$

Derivación de la formula de Lote Económico a Ordenar

La cantidad optima a ordenar es encontrando la derivada de TSC con respecto a Q igualándola a cero y resolviendo la ecuación para Q.

La formula de TSC es: $TSC = (Q/2)C + (D/Q)S$

La derivada de TSC con respecto a Q:

$$d(TSC)/d(Q) = C/2 + (DS/Q^2)$$

Igualando la derivada de TSC a cero y resolviendo la ecuación se obtiene para Q:

$$C/2 - DS/Q^2 = 0$$

$$-DS/Q^2 = -C/2$$

$$Q^2 = 2DS/C$$

$$Q = \sqrt{\frac{2DS}{C}}$$

Por lo tanto la formula de Cantidad Económica a Ordenar es:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{C}}$$

◆ **Modelo Cantidad Económica a Ordenar con faltantes.**

Suposiciones

- o Las suposiciones son parecidas al modelo anterior, la diferencia consiste en que se permite que ocurran faltantes y se cumplan con las ordenes atrasadas, suponiendo un nivel máximo de atraso.

Definición de variables.

Se emplean los parámetros del modelo anterior, adicionalmente se calculan las siguientes variables:

B_s = nivel de faltante (orden atrasada en el tiempo t)

\bar{B} = nivel promedio de faltantes

π = costo por faltante(\$ por unidad faltante)

$\bar{\pi}$ = costo promedio por faltante

b = nivel máximo de faltantes (unidades)

TSC = Costos totales anuales de por mantener en inventario(\$ por año)

Formulas de Costos

- Costos anuales por mantener en inventario = Nivel promedio de inventario x Costos por mantener una unidad en inventario por un año = $(Q/2) C$
- Costos anuales por ordenar = Ordenes por año x costos por ordenar = $(D/Q) S$
- Costos por faltantes = $\frac{C(Q-b)^2}{2Q} + \frac{2\pi b D + \bar{\pi} b^2}{2Q}$
- Costos Totales anuales por mantener en inventario (TSC) = Costos anuales por mantener en inventario + Costos anuales por ordenar + Costos por faltantes

$$TSC = \frac{QC}{2} + \frac{DS}{Q} + \frac{C(Q-b)^2}{2Q} + \frac{2\pi b D + \bar{\pi} b^2}{2Q}$$

Derivación de la formula de Lote Económico a Ordenar

La cantidad optima a ordenar, así como la cantidad permisible de faltantes, se obtienen encontrando las derivadas parciales de TSC con respecto a Q y b. posteriormente se igualan a cero y se resuelve el sistema de ecuaciones simultaneas.

$$\frac{\partial TSC}{\partial Q} = 0 \text{ y } \frac{\partial TSC}{\partial b} = 0$$

Por lo tanto la formula de Cantidad Económica a Ordenar con faltantes es:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2SD}{C} - \frac{(md)^2}{C(C+\pi)}} \sqrt{\frac{C+\pi}{\pi}}$$

y la cantidad optima de faltante es:

$$b = \frac{(CQ - md)}{(C + \pi)}$$

❖ Modelo de la Lote económico de producción.

Determina el tamaño de las ordenes de material producidas en una estación de producción, para enviarlo posteriormente a otra estación de producción o a los clientes directamente.

Suposiciones.

Para calcular el lote económico de producción se consideran las suposiciones utilizadas en el modelo de Cantidad Económica a Ordenar, a diferencia de que las ordenes recibidas son producidas en un proporción uniforme (p) y usadas con una demanda uniforme(d), por lo que la proporción de suministro es mayor que la velocidad de uso.

Definición de variables:

Las variables adicionales al modelo de Cantidad Económica a Ordenar son:

d = tasa en que las unidades son requeridas del inventario(unidades por periodo de tiempo)

p = tasa de producción de las unidades que son abastecidas al inventario(unidades por periodo de tiempo)

EPQ = Cantidad Económica a Producir, las siglas EPQ corresponden a la nomenclatura en Inglés de este modelo (*Economic Production Quantity*)

Formulas de Costos

- Máximo nivel de inventario = proporción de incremento de unidades en inventario x periodo de entrega = (p - d) (Q/p)
- Mínimo nivel de inventario = 0
- Nivel promedio de inventario = $\frac{1}{2}$ (Máximo nivel de inventario + Mínimo nivel de inventario) = $\frac{1}{2} [(p - d) (Q/p) + 0] = (Q/2)[(p-d)/p]$
- Costos Totales anuales por mantener en inventario = Nivel promedio de inventario x Costo por mantener una unidad en inventario por año = $(Q/2)[(p-d)/p]*C$
- Costos anuales por ordenar = Ordenes por año x costos por ordenar = $(D/Q) S$
- Costos Totales anuales por mantener en inventario (TSC) = Costos anuales por mantener en inventario + Costos anuales por ordenar = $(Q/2)[(p-d)/p]*C + (D/Q) S$

Derivación de la formula de Lote Económico a Ordenar

La cantidad optima a ordenar es encontrando la derivada de TSC con respecto a Q igualándola a cero y resolviendo la ecuación para Q.

La formula de TSC es: $TSC = (Q/2)[(p-d)/p]C + (D/Q)S$

La derivada de TSC con respecto a Q:

$$d(TSC)/d(Q) = [(p-d)/2p]C + (DS/Q^2)$$

Igualando la derivada de TSC a cero y resolviendo la ecuación se obtiene para Q:

$$[(p-d)/2p]C + (DS/Q^2) = 0$$

$$-DS/Q^2 = -[(p-d)/2p]C$$

$$Q^2 = (2DS/C)[p/(p-d)]$$

$$Q = \sqrt{\left(\frac{2DS}{C}\right)\left(\frac{p}{p-d}\right)}$$

Por lo tanto la formula de la Cantidad Económica a Producir es:

$$EPQ = \sqrt{\left(\frac{2DS}{C}\right)\left(\frac{p}{p-d}\right)}$$

❖ Modelo de la Lote económico de producción con faltantes.

Este modelo también determina el tamaño de las ordenes de material producidas en una estación de producción, la diferencia radica primordialmente en que éste modelo toma en cuenta el tiempo de entrega, además de que permite un nivel específico de faltantes. El comportamiento de este tipo de sistema de inventario es el mostrado en la Fig. 3.2.

Suposiciones.

Este modelo supone adicionalmente al modelo Lote Económico de Producción, la presencia de faltantes y que se permita la entrega de ordenes atrasadas suponiendo un nivel máximo de atraso.

Definición de variables:

Introduce las variables del modelo Cantidad Económica a Ordenar con faltantes al modelo Lote Económico de Producción.

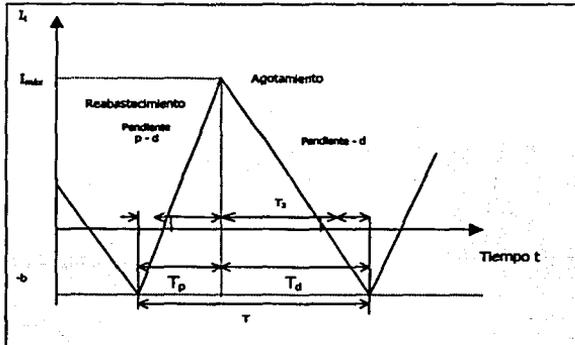


Fig. 3.2. Sistema de Lote Económico de Producción con faltantes.

De la figura se puede obtener el Máximo nivel de inventario.

$$I_{\max} + b = T_r(p-d) = \frac{Q}{p}(p-d) = Q\left(\frac{p-d}{p}\right)$$

$$I_{\max} = Q\left(\frac{p-d}{p}\right) - b$$

Formulas de Costos

- Máximo nivel de inventario = proporción de incremento de unidades en inventario x periodo de entrega - nivel máximo de faltantes = $(p-d)(Q/p) - b$
- Mínimo nivel de inventario = b
- Tiempo de recuperación del faltante $T_1 = b/(p-d)$
- Tiempo para generar el inventario máximo $T_2 = I_{\max}/(p-d)$
- Tiempo para agotar el inventario máximo $T_3 = I_{\max}/d$
- Tiempo para generar el faltante de b $T_4 = b/d$
- Tiempo del ciclo $T = Q/d$
- Nivel promedio de inventario = $\frac{1}{2}$ (Máximo nivel de inventario) x (tiempo para generar y agotar el inventario máximo/ tiempo del ciclo) = $\frac{1}{2} I_{\max} (T_2 + T_3/T)$

$$I = \frac{1}{2} I_{\max} \left[\left(\frac{I_{\max}}{p-d} \right) + \left(\frac{I_{\max}}{d} \right) \right] = \frac{1}{2} I_{\max}^2 \left(\frac{p}{Q(p-d)} \right)$$

- Costos Totales anuales por mantener en inventario = Nivel promedio de inventario x Costo por mantener una unidad en inventario por año

$$I C = \frac{1}{2} I_{\max}^2 \left(\frac{p}{Q(p-d)} \right) \cdot C$$

- Costos anuales por ordenar = Ordenes por año x costos por ordenar = $(D/Q) S$
- Costos por faltantes por ciclo = $\pi b + \pi T B$
- Costo por faltante total anual

$$(\pi b + \pi T B) \frac{1}{T} = \frac{\pi b d}{Q} + \frac{\pi b^2}{2Q \left(\frac{p-d}{p} \right)}$$

- Costos Totales anuales por mantener en inventario (TSC) = Costos anuales por mantener en inventario + Costos anuales por ordenar + Costos totales anuales por faltante

$$TSC = \frac{1}{2} I_{\max}^2 \left(\frac{p}{Q(p-d)} \right) \cdot C + \frac{DS}{Q} + \frac{\pi b d}{Q} + \frac{\pi b^2}{2Q \left(\frac{p-d}{p} \right)}$$

Derivación de la formula de Lote Económico a Ordenar

La cantidad óptima a ordenar, así como la cantidad permisible de faltantes, se obtienen encontrando las derivadas parciales de TSC con respecto a Q y b . posteriormente se igualan a cero y se resuelve el sistema de ecuaciones simultaneas.

$$\frac{\partial TSC}{\partial Q} = 0 \text{ y } \frac{\partial TSC}{\partial b} = 0$$

Por lo tanto la formula de Lote Económico de Producción con faltantes es:

$$EPQ = \sqrt{\frac{2SD}{C \left(\frac{p-d}{p} \right)} - \frac{(\pi d)^2}{C(C+\pi)}} \sqrt{\frac{C+\pi}{\pi}}$$

y la cantidad óptima de faltante es:

$$b = \frac{(CQ - \pi d) \left(\frac{p-d}{p} \right)}{(C+\pi)}$$

❖ Modelos para artículos múltiples

Estos modelos se emplean para obtener las cantidades óptimas a ordenar o a producir conjuntamente de artículos múltiples, un grupo que pertenece a la misma familia puede requerir de una planeación común, por lo que tal vez puedan compartir costos fijos relacionados con el reabastecimiento.

Reabastecimiento conjunto de artículos múltiples con ciclo fijo.

Su objetivo al igual que los modelos de Cantidad Económica a Ordenar, es minimizar los costos relevantes para un grupo de artículos, así como obtener una cantidad económica de pedido. Este proceso se divide en dos etapas; en la primera se determina el valor óptimo de un grupo de artículos y la segunda etapa consiste en determinar la cantidad óptima por artículo individual.

Definición de variables

Las variables requeridas por este modelos son definidas de la siguiente forma:

S = costo fijo por ordenar un grupo de artículos (\$ por orden del grupo de artículos por ciclo)

s_i = costo por ordenar un artículo adicional (\$ por orden del artículo i por ciclo)

A = costo anual del conjunto de artículos ordenados (\$ por orden del grupo de artículos por año)

a_i = costo anual del artículo i del grupo (\$ por orden por artículo i por año)

c_i = costo unitario del artículo i (\$ por unidad)

D_i = demanda anual del un artículo i (unidades por año)

I = costo por mantener en inventario (\$ por el conjunto de artículos)

TSC = costo total anual por mantener en inventario del conjunto de artículos (\$ por año)

TSC_i = costo total anual por mantener en inventario el artículo i (\$ por año por artículo i)

Q = cantidad total de artículos durante un ciclo

Q_i = cantidad de un artículo i durante un ciclo

N = Número de ciclos

T = tiempo de reabastecimiento entre pedidos.

Formulas de costos.

- Costo anual del artículo i del grupo = número de veces que se pide el artículo i en un año por la cantidad ordenada, $a_i = N * Q_i$
- Costo anual del conjunto de artículos ordenados = la suma de todos los costos anuales de los artículos i , $A = \sum a_i$
- Demanda anual del artículo i = costo anual del artículo i del grupo/ costo unitario del artículo i , $D_i = \frac{a_i}{c_i}$
- Cantidad de un artículo i durante un ciclo = costo total anual por mantener en inventario el artículo i / costo unitario del artículo i . $Q_i = \frac{TSC_i}{c_i}$
- Numero de pedidos al año $N = \frac{A}{TSC}$
- Tiempo de reabastecimiento = inverso del número de ciclos.

$$T = \frac{1}{N} = \frac{Q}{A} = \frac{Q_i}{a_i}$$

Para el conjunto de artículos

- Costo total anual por hacer n pedidos al año = $N(S + \sum s_i) = \frac{A}{TSC} (S + \sum s_i)$
- Costos anuales por mantener en inventario = Nivel promedio de inventario \times Costos por mantener una unidad en inventario por un año = $(Q/2) I$
- Costo total anual por mantener en inventario = costo por ordenar + costo por mantener en inventario, $TSC = \frac{A}{Q} (S + \sum s_i) + \frac{IQ}{2}$

Resolviendo la ecuación de la derivada TSC con respecto a Q igualada a cero se obtiene la cantidad a ordenar

$$Q = \sqrt{\frac{2(S + \sum s_i)A}{I}}$$

Para un artículo i

- La cantidad de un artículo i durante un periodo = a la cantidad a ordenar total \times (la proporción de costo anual del artículo i del grupo / costo anual del conjunto de artículos ordenados), $Q_i = Q \frac{a_i}{A}$

Reabastecimiento conjunto para cantidad de producción

La producción de algunos productos pueden realizarse en las mismas instalaciones, debe considerarse que algunos productos presentan costos menos significativos con relación a otros, la diferencia radica en que la demanda de materia prima y componentes, depende de la velocidad de producción.

Definición de variables

Se emplean las mismas variables de el modelo de reabastecimiento conjunto de artículos múltiples a excepción de:

d_i = valor monetario de la tasa de demanda por periodo de tiempo(\$ por unidad de tiempo)

p_i = valor monetario de la tasa de producción por periodo de tiempo(\$ por unidad de tiempo)

EPQ\$ = valor monetario de la cantidad total económica de piezas producidas

Formulas de costos

- Número de preparaciones por año $N = \frac{A}{EPQ}$
- Costos anuales de preparación $= N(S + \sum s_i) = \frac{A}{EPQ}(S + \sum s_i)$
- Valor Promedio monetario por mantener en inventario $= \frac{EPQ}{2} \left[\frac{p_i - d_i}{p_i} \right]$
- Costos anuales por mantener en inventario $= \frac{EPQ}{2} \left[\frac{p_i - d_i}{p_i} \right] * I$
- Costo total de mantener en inventario $= \frac{A}{EPQ}(S + \sum s_i) + \frac{EPQ}{2} \left[\frac{p_i - d_i}{p_i} \right] * I$

Derivando con respecto a Q y resolviendo la ecuación se tiene la cantidad total de artículos i a producir.

$$EPQ = \sqrt{\frac{2 * (S + \sum s_i) A}{I * \left[1 - \frac{\sum d_i}{\sum p_i} \right]}}$$

3.2.2. Regla Peterson-Silver

Proponen Un coeficiente de variabilidad de la demanda V que es igual a la variancia de la demanda entre el cuadrado de la demanda promedio por periodo

$$V = \frac{n \sum_{i=1}^n D_i^2}{\left(\sum_{i=1}^n D_i \right)^2} - 1$$

D_i = Demanda pronosticada discreta por periodo

n = Número de periodos para los que se pronostico la demanda (horizonte de planeación)

- Si el coeficiente de variabilidad $V > 0.25$, se emplea el modelo EOQ
- Si el coeficiente de variabilidad $V \leq 0.25$, se utiliza un modelo de tamaño de lote dinámico.

3.2.3. SISTEMAS DE INVENTARIO EN CONDICIONES DE RIESGO

Dentro del contexto de un sistema de inventarios existen varias decisiones importantes que no solo afectan los costos de un producto, también pueden repercutir en el servicio al cliente, por lo que es necesario saber cuando colocar una orden ya sea de compra o de preparación de material, según sea el caso.

Los modelos que se emplean en esta sección tienen el objetivo de obtener la cantidad óptima a ordenar de artículos con un período único de demanda o bien para calcular el inventario de seguridad necesario en el tiempo de reabastecimiento, conforme a una demanda esperada.

❖ Modelo de periodo único.

Este modelo se emplea para determinar la cantidad óptima a ordenar para un artículo que presenta una demanda variable establecida dentro de un ciclo, decisión que depende del grado de riesgo de agotar existencias y del nivel de pérdidas, que desea asumir el administrador de inventarios, tomando en consideración las siguientes suposiciones:

- o El valor del producto declina conforme transcurre el tiempo
- o El tiempo de reabastecimiento puede ser prolongado
- o No existen pedidos urgentes para artículos adicionales, en caso de faltantes.

En este caso se propone un modelo cuyo objetivo es balancear los costos por faltantes con los costos por excedentes.

Empleando un análisis de las pérdidas (L) y utilidades (U) a balancear se obtiene la siguiente regla de decisión:
Sea p la probabilidad de vender un producto.

$$\begin{aligned} \text{Utilidad esperada} &\geq \text{pérdida esperada} \\ p(U) &\geq (1 - p)L \\ p(U) &\geq L - p(L) \\ p(U + L) &\geq L \end{aligned}$$

Al aplicar esta regla se obtiene la probabilidad mínima aceptable de vender un artículo.

En el caso de que se desee incrementar la utilidad, se está dispuesto a aceptar a grado mayor de riesgo de agotar existencias por lo que se emplea la expresión $p \geq L / (U + L)$

SOR = Riesgo de agotar existencias

$$\text{SOR} \geq L / (U + L)$$

Por lo tanto $Q = \bar{x} + z_{\text{SOR}} s_x$

donde:

\bar{x} es la media

s_x es la desviación estándar

Lo que implica que al aumentarse el margen de utilidad, disminuye el riesgo de agotar las existencias, de manera inversa al incrementarse el margen de pérdidas se incrementa el riesgo de agotar existencias.

El inventario de seguridad esta dado por $z_{\alpha} \sigma_r \tau$

♦ Inventario de Seguridad y Nivel de servicio.

Se define como nivel de servicio a la disponibilidad de los productos en el momento de ser requeridos por el cliente o por las líneas de producción de una industria, el inventario de seguridad cumple con la función de mantener una cierta cantidad para prevenir que se incurra en un inventario cero, ocasionada por múltiples fluctuaciones de la demanda.

Suposiciones:

- o Tiempo de entrega y demanda inciertos.
- o La demanda es una variable aleatoria continua con función de densidad de probabilidad $f(D)$ y función de distribución acumulada $F(D)$.
- o Los tiempos de entrega son variables aleatorias continuas e independientes
- o Las ordenes no se cruzan

Definición de variables:

\bar{D} = valor esperado de la demanda en un periodo

σ = desviación estándar de la distribución de la demanda

σ^2 = variancia

τ = tiempo de entrega

β = tasa de surtido. Determina la cantidad de faltante durante cada periodo de entrega.

σ_r = desviación estándar del tiempo de entrega

σ_r^2 = variancia del tiempo de entrega

\bar{D}_r = valor esperado de la demanda en el tiempo de entrega

s = inventario de seguridad

R = demanda del tiempo de entrega. $R = \bar{D}_r + s$

Demanda en el tiempo de entrega

Las demandas de cada periodo son variables aleatorias independientes por lo que la distribución de la demanda es \bar{D}_r

La variancia de la demanda del tiempo de entrega es $\sigma_r^2 = \sigma^2 * \tau$

La desviación estándar de la demanda del tiempo de entrega es $\sigma_r = \sigma \sqrt{\tau}$

Demanda del tiempo de entrega $\bar{D}_r = \bar{D} * \tau$

Análisis de la variabilidad del tiempo de entrega

El tiempo de entrega tiene una distribución de probabilidad con media μ_t y variancia σ_t^2

Demanda del tiempo de entrega $\bar{D}_r = \bar{D} * \tau = D\mu_L$

Varianza $\sigma_r^2 = \sigma^2 * \tau = \mu_L \sigma^2 + \bar{D}^2 \sigma_L^2$

Políticas de Nivel de Servicio

$F(x)$ = distribución acumulada de una variable aleatoria x

$f(x)$ = Función de densidad de probabilidad

\bar{D}_r = demanda del tiempo de entrega

Política 1. Probabilidad de no quedarse sin inventario durante el tiempo de entrega, o nivel de servicio del ciclo.

- El punto de reorden es $R = \bar{D}_r + s$
- La probabilidad de no quedarse sin inventario es $F(R) = 1 - F(x) = \alpha$
- Para encontrar $F(R)$ se evalúa la desviación estándar normal z :

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma} = \frac{R - \bar{D}_r}{\sigma_r}$$

- Se busca en tablas (nombre de las tablas) $F(z \leq x)$ y se obtiene el nivel de servicio, su complemento representa el nivel de faltantes.

Política 2. Proporción de la demanda que es abastecida directamente del inventario.

- Número de unidades faltantes al año $(1 - \beta) \bar{D}$
- Se toman las esperanzas parciales

$$L(z) = \int_0^{\infty} (x - z) f(x) dx$$

- De tablas se pueden obtener las esperanzas parciales para a distribución normal estándar.
- $L(z)$ se evalúa para $\sigma = 1$
- Para obtener la cantidad esperada de faltante durante el tiempo de entrega $\sigma_r * L(z)$ multiplicada por el número esperado de ciclos de inventario por

$$\text{año } \sigma_r * L(z) \left(\frac{\bar{D}}{Q} \right)$$

- Igualando al número de faltantes $(1 - \beta) \bar{D} = \sigma_r * L(z) \left(\frac{\bar{D}}{Q} \right)$

- Despejando $L(z) = \frac{(1 - \beta) Q}{\sigma_r}$

❖ **Modelo (Q,R)**

Decisión de cantidad

- Se evalúa la cantidad a ordenar usando EOQ, $Q = \sqrt{\frac{2DS}{C}}$

Decisión de punto de Reorden

- El punto de reorden es $R = \bar{D}_r + s$
- s maneja la variabilidad en el tiempo de entrega por lo que $s = \kappa\sigma_r$, κ es un factor de seguridad
- De la figura $s = z\sigma_r$, z es una variable normal estándar y mide el número de desviaciones estándar a partir de la media por lo tanto $\kappa = z$
- Finalmente $R = \bar{D}_r + z\sigma_r = \bar{D}_r + z\sigma_r$

Punto de reorden para la política 1. Nivel de servicio requerido es α

- De tablas se encuentra el valor z $F(z) = \alpha$
- Evalúe R usando el valor de z

Punto de reorden para la política 2.

- Se evalúa $L(z) = \frac{(1-\beta)Q}{\sigma_r}$
- De tablas usando L(z) obtiene z
- Se evalúa R usando el valor de z.

3.3. CONTROL DE INVENTARIOS

En los apartados anteriores se han introducido a una gran cantidad de modelos y políticas de los sistemas de inventarios, sin embargo corresponde a la administración de inventarios analizar y determinar las variables de control de estos sistemas, con base en este criterio se presentara en esta sección una propuesta para el control de inventarios conforme a una clasificación ABC.

3.3.1. Clasificación de inventarios ABC

La clasificación ABC está basada en la regla de Pareto 80-20, considera que el 20 % de artículos en inventario corresponde al 80% de la inversión en inventario.

El procedimiento empleado para la clasificación ABC es el siguiente:

- Se tabula los artículos en inventario, su costo unitario, se multiplican ambos datos y se obtiene la inversión en inventario, se ordenan en forma descendente.
- Se evalúa el porcentaje de inversión que representa cada artículo, así como también se obtiene el porcentaje acumulado para el total de los productos en inventario.

- Se grafica la curva ABC de los productos como una función del porcentaje acumulado de la inversión en inventario. En la grafica de la curva, generalmente los productos A se localizan desde el inicio de la curva (origen) hasta el principio del doblez de la misma, los productos B al final de este doblez y los productos C incluye el resto de los artículos.
- Finalmente se clasifica a los artículos de acuerdo a los siguientes criterios:

Clasificación:

- A artículos con alto uso del dinero.
- B artículos con uso medio del dinero.
- C artículos con bajo uso del dinero.

Conforme a está clasificación se determinarán las características de control. En la tabla 3.1. se muestran los criterios de control dependiendo de la clasificación ABC.

| | Medidas de Control |
|---|---|
| A | Política optima que reduzca al mínimo la inversión, seguimiento continuo, empleo de modelos más complejos para la elaboración de pronósticos. Política de revisión continua |
| B | Debe contarse con excedentes, mantener grandes lotes reduce la frecuencia con que se hacen pedidos, control mínimo. |
| C | Revisión en forma periódica, pueden manejarse pedidos de artículos múltiples en lugar de individuales. |

Tabla 3.1. Medidas de Control

3.3.2. Métodos de control.

- Balace de materiales. Se utiliza este método en cada punto de revisión, se actualiza las ecuaciones y se verifican los costos por faltantes, excedentes y puntos de reorden.

La ecuación de balance de materiales para planear es:

$$\begin{array}{|c|} \hline \text{Periodo de} \\ \text{Inicio de} \\ \text{inventario} \\ \hline \end{array}
 +
 \begin{array}{|c|} \hline \text{Periodo de} \\ \text{recepciones} \\ \text{programadas} \\ \hline \end{array}
 -
 \begin{array}{|c|} \hline \text{Periodo de} \\ \text{demanda} \\ \text{pronosticada} \\ \hline \end{array}
 =
 \begin{array}{|c|} \hline \text{Periodo de} \\ \text{terminación} \\ \text{de inventario} \\ \hline \end{array}$$

La ecuación de balance de materiales para supervisar es:

$$\begin{array}{|c|} \hline \text{Periodo de} \\ \text{Inicio de} \\ \text{inventario} \\ \hline \end{array}
 +
 \begin{array}{|c|} \hline \text{Periodo de} \\ \text{recepciones} \\ \text{reales} \\ \hline \end{array}
 -
 \begin{array}{|c|} \hline \text{Periodo de} \\ \text{demanda} \\ \text{real} \\ \hline \end{array}
 =
 \begin{array}{|c|} \hline \text{Periodo de} \\ \text{terminación} \\ \text{de inventario} \\ \hline \end{array}$$

2. Triángulo de control.

Se establecen límites en el nivel de inventario de seguridad, en el nivel máximo de inventario y en el punto de reorden para cada artículo, en cuanto alguna de estas variables exceda la cantidad límite se marca como excepción. Se genera un reporte una o dos veces por mes en donde se asientan todas las excepciones.

Este informe permite tomar decisiones al administrador de inventarios conforme a los siguientes criterios mostrados en la figura 3.3.

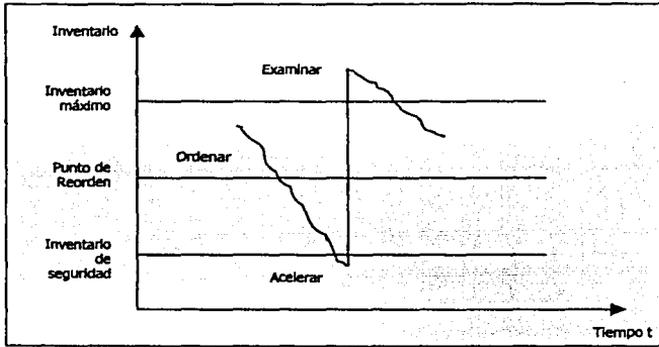


Fig. 3.3. Acciones sugeridas en caso de que se exceda el límite en alguna variable a controlar.

REFERENCIAS.

- Bolten, Steven E. "Administración Financiera". Limusa, 537-553, 1994
- Gaither, Norman. "Production and Operations Management". Duxbury Press. Wadsworth Publishing Company. 373-398, 1996.
- Narasimhan Sim, McLeavey Dennis, Billington Peter. "Planeación de la Producción y Control de Inventarios". Prentice Hall Hispanoamericana, 91-109,118-131,143-165,166-174, 1996
- Slipper Daniel, Bulfin Robert L. "Planeación y Control de la Producción". McGraw-Hill, 218-240, 270, 281-300,311-325,1998

CAPÍTULO 4.

METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA DE INVENTARIOS PROPUESTO

En este capítulo se describe el proceso metodológico que se llevó a cabo para realizar el análisis en Industrias Royer, S.A. de C.V., obtener los resultados que llevarán a la propuesta de solución de los problemas encontrados en los inventarios y el procedimiento en el desarrollo de dicha propuesta.

La metodología comprende dos partes; la primera describe el procedimiento general para el análisis de la empresa y la segunda comprende cada uno de los pasos que se llevaron a cabo en el desarrollo de la propuesta.

En el procedimiento general para el análisis de la empresa se describen los siguientes puntos:

- Procedimiento general para la investigación.
- Muestra.
- Instrumento de captura de Información y su aplicación.
- Análisis de información.
- Técnicas empleadas.

Para describir el desarrollo de la propuesta se siguieron los siguientes pasos:

- Descripción de la propuesta, así como del análisis de factibilidad.
- Clasificación de los materiales de acuerdo a la inversión en inventario.
- Metodología para la determinación del lote económico a ordenar, punto de reorden e inventario de seguridad.
- Análisis de los resultados.
- Recomendaciones.

4.1. PROCEDIMIENTO GENERAL PARA LA INVESTIGACIÓN

En este apartado se describen los pasos que se llevaron a cabo para todo el proceso de investigación.

En primer lugar, conociendo que la empresa en cuestión atravesaba por un período de transición llevando consigo una serie de cambios en las políticas y formas de trabajo, debido a que paso de ser una empresa de capital nacional a una de capital extranjero, se solicitó al gerente de Recursos Humanos, la autorización para la entrada a Industrias Royer S.A. de C.V., y aplicar los cuestionarios y entrevistas necesarias para obtener una visión general de la empresa.

Para poder identificar la situación actual de la empresa, se investigaron características tales como la historia, visión, misión y valores de la empresa, estructura organizacional, lay out, productos, materias primas y principales proveedores, proceso de producción, clientes y competencia de la empresa, acudiendo a las áreas que pudieran proporcionar dicha información, con el fin de caracterizar la situación problemática de la empresa.

A partir de que se tuvo un panorama general de la situación de la empresa, se procedió a hacer una revisión de la información que se relacionaba con el tipo de problemática que generalmente se presenta en industrias con semejantes características, esto con el objetivo de identificar más rápidamente las áreas con mayor probabilidad de problemas. También se investigó sobre los temas que hoy en día deben tomar en cuenta las empresas de las dimensiones de Industrias Royer S.A. de C.V. y que son altamente competitivas para tener un punto de comparación entre el estado real y un estado teórico óptimo del sistema operativo y productivo de la empresa.

Con base en el marco de referencia antes mencionado se realizaron los instrumentos de captura de información utilizando cuestionarios tomados de un modelo de diagnóstico empresarial³ con el cual se evalúa el desempeño de diversas áreas de la empresa. Además se registró todo lo observado y las entrevistas realizadas en cada área analizada.

Una vez estructurados los instrumentos de captura de información, se concertaron citas para la aplicación de los instrumentos. La aplicación de los cuestionarios se hizo de acuerdo a la disposición de los entrevistados por lo que ésta fue la etapa más larga del proceso. La técnica de aplicación fue entrevista dirigida para poder obtener información más detallada.

La captura y organización de información, resultado de los instrumentos, se hizo con la ayuda de paquetería de computación con la cual se elaboraron las gráficas y tablas encontradas a lo largo del presente estudio.

El análisis de resultados se realizó con la ayuda del método PSP (Proceso para la Solución de Problemas) el cual proporciona un enfoque estructurado para tomar un problema desde su identificación hasta la resolución y la ejecución de la solución usando las "Herramientas y Técnicas" de Ingeniería Industrial apropiadas.

Con base en el análisis de resultados se determinó que el área con mayores problemas y que genera en gran medida el resto, es el inventario de materiales. Al resolver problemas fundamentales que se presentan en esta área se puede resolver el 80% de los problemas que se presentan en producción, almacén de producto terminado y planeación. Una vez hecho un análisis más minucioso del manejo actual del inventario de materiales se estableció la propuesta de solución y recomendaciones que mejorarán la productividad y eficiencia de la empresa. La propuesta y recomendaciones se hicieron con base en un marco de referencia tomando en cuenta la teoría de inventarios y el manejo de materiales, además de las deficiencias encontradas en el punto de reorden y cantidad

³ Klein Alfred W., Grabinsky Nathan. *El Análisis Factorial. Guía para Estudios de Economía Industrial*. Banco de México. Dirección de Investigación Económica. Duodécima reimpresión. 1990

ordenada de materiales. El desarrollo de dicha propuesta se realizó con la ayuda de bases de datos elaboradas en Excel.

Para determinar si la propuesta planteada mejoraba el sistema productivo y generaba mayores beneficios económicos se realizó una evaluación en donde se comparó el sistema actual de inventarios de materiales con el sistema propuesto, analizando las ventajas tanto económicas como operativas. Finalmente, una vez que se comprobó el beneficio que se obtendría en caso de aplicar el método propuesto en la empresa, aunado a las recomendaciones planteadas para mejorar el sistema productivo, se realizaron las conclusiones con base en el análisis de los resultados obtenidos a través de todo el proceso de investigación.

4.1.1. Muestra

La selección de la muestra se realizó tomando en cuenta al personal que mejor conocía el área que se quería investigar. El número de personal entrevistado se hizo con base en la satisfacción de los instrumentos de captura de información. A continuación en la tabla 4.1. se presenta la muestra seleccionada.

| Cargo | Area Investigada |
|--|--|
| Jefe de Planta | Operaciones |
| Gerente de Producción | Planeación y control de la producción |
| Supervisor de Planeación de la Producción | Planeación y control de la producción |
| Supervisor de Ensamble | Ensamble, producción, calidad |
| Comprador de materiales (metales) | Abastecimientos, almacén |
| Gerente de Recursos Humanos | Recursos humanos |
| Supervisor de Ingeniería Industrial | Producción, logística, procesos |
| Coordinadora de reclutamiento y capacitación | Recursos humanos |
| Supervisora de servicio al cliente | Clientes, pronósticos, ventas, mercadotecnia |
| Supervisor de almacén producto terminado | Inventarios |
| Coordinador de Higiene y Seguridad | Seguridad Industrial |

Tabla IV.1. Muestra y área investigada

4.1.2. Instrumento de captura de información y su aplicación

Para la recopilación de datos generales de la empresa se utilizaron básicamente tres técnicas, la observación directa, la entrevista dirigida y cuestionarios elaborados con base en una metodología diseñadas especialmente para el diagnóstico de la eficiencia y productividad empresarial. Para la captura y procesamiento de la información requerida

para la propuesta se utilizó paquetería de computación. La descripción de las técnicas para la recopilación de datos se hace a continuación:

➤ *Elaboración de cuestionarios.*

"El análisis Factorial. Guía para Estudios de Economía Industrial"¹, es un instrumento de trabajo estructurado en forma tal que contribuye a establecer el diagnóstico de los factores de operación que impiden el desarrollo de la actividad industrial. Esta metodología describe ampliamente los elementos que constituyen dichos factores para determinar los factores más limitantes. La metodología define para cada factor la función y su cumplimiento óptimo, los componentes de los elementos de los factores, así como cuestionarios sobre el cumplimiento de las funciones de los factores.

Los cuestionarios presentados en esta metodología se utilizaron como instrumentos de captura de información debido a que proporcionan un diagnóstico condensado encaminado a descubrir los síntomas de la situación que motiva la baja de productividad. El número de preguntas para cada factor varía según las características evaluadas. Los factores, su cumplimiento óptimo, así como los cuestionario se encuentran en la sección de anexos.

➤ *Entrevistas.*

Las entrevistas dirigidas que se realizaron en los diversos departamentos en los que se hizo el estudio, tuvieron como propósito recabar información sobre los documentos empresariales con los que cuenta la empresa así como datos particulares tomados de los elementos de los factores de operación presentados en la metodología "El análisis Factorial. Guía para Estudios de Economía Industrial".

➤ *Observación Directa.*

Durante las visitas que se realizaron para la aplicación de cuestionarios y entrevistas se identificó al mismo tiempo mediante la observación directa el tipo de organización que se tiene, así como las actividades productivas y administrativas generales. Dentro de la observación se consideraron los siguientes aspectos:

- ✓ Comparar el estado real de los sistemas productivos y operativos con un estado teórico óptimo de su funcionamiento.
- ✓ Analizar la comunicación existente entre los diferentes departamentos.
- ✓ Verificar los sistemas de seguridad existentes así como los métodos de trabajo.

4.1.3. Análisis de información

El procedimiento que se utilizó para obtener resultados de los datos obtenidos fue a través de un análisis cualitativo por medio del método PSP "Proceso para la Solución de Problemas" que como antes se mencionó proporciona un enfoque estructurado para

¹ *ibidem*

tomar un problema desde su identificación hasta la resolución y la ejecución de la solución usando las "Herramientas y Técnicas" de Ingeniería Industrial apropiadas.

Se utilizaron específicamente los cuatro pasos de la metodología antes mencionada referentes a la identificación y definición del problema así como al análisis de sus causas. La descripción de dichos pasos se hace a continuación:

1. Identificación de problemas

La identificación de los problemas se realizó por medio de el análisis de los cuestionarios aplicados, primeramente se detectaron los problemas de la empresa en general y posteriormente se profundizó en el área de interés para el estudio, es decir, el Sistema de Inventarios.

2. Definición de los problemas principales

En esta etapa del análisis se exponen específica y claramente los problemas de mayor importancia, en este caso del inventario de materia prima, detallando las consideraciones que se hicieron para su identificación.

3. Análisis de las causas.

En este punto se definen las causas de los problemas mediante el uso de técnicas y herramientas como: Tormenta de Ideas, Diagrama Causa – Efecto y Técnica de Pareto. Al igual que en la identificación de problemas se listan las causas por orden de prioridad y se indican las causas básicas en un diagrama. Por último se usaron datos y consensos para identificar las causas más significativas.

4. Consideración de la descripción cuantitativa y cualitativa del estado futuro que se desea de los resultados.

La descripción del estado futuro pretende establecer un marco de referencia para hacer propuestas de mejora y clarificar el estado real de la empresa con un estado óptimo.

Técnicas empleadas

Para la identificación de los principales problemas y sus causas en de Industrias Royer S.A. de C.V., se utilizaron las siguientes técnicas:

Tormenta de Ideas.

El propósito de la Tormenta de Ideas es reunir los diferentes enfoques de los participantes de un grupo de consultoría, mediante la generación de alternativas para la solución de problemas.

Diagrama Causa-Efecto.

El propósito es la representación visual de las causas probables (factores causales) en categorías específicas y visualizar globalmente el problema (efecto). Identifica las causas que producen mayor impacto detalladamente.

Técnica de Pareto.

El propósito principal de esta técnica es canalizar las acciones hacia la selección y la solución de las causas más importantes de un problema, aunado a esto, la técnica proporciona la identificación y jerarquización de las características, eventos o causas más frecuentes de un problema.

4.2. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA, ASÍ COMO DEL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.

La propuesta planteada en el presente trabajo de Investigación se basa en el hecho de que la organización necesita ser ágil y flexible para mantener un nivel de satisfacción total de las necesidades de sus clientes, pero también debe mantener inventarios lo más bajos posibles para reducir los costos excedentes que se presentan por mantener y administrar exceso de inventario, ya sea éste de materiales o de producto terminado. Para lograr el equilibrio que permita por un lado obtener aumentos en el margen de beneficio de la empresa tanto económicos como operativos, disminuyendo costos y mejorando operaciones, y por otro lado un nivel de servicio que ofrezca a los clientes productos de calidad en los tiempos acordados, se planteó la propuesta de determinar el lote económico, el punto de reorden y el inventario de seguridad de los materiales. Esta decisión se basó en los resultados del estudio en el sistema actual de inventario de materiales y en el hecho de que la falta de abastecimiento de los mismos en los tiempos requeridos ocasiona inventarios excesivos de producto terminado. Con ésta propuesta se logra gestionar una función de compras la cual toma en cuenta los costos de inventario, la disponibilidad del suministro, la eficiencia en las entregas y la calidad de los proveedores. Complementando la propuesta se presenta una serie de recomendaciones que permitirán llevar un mejor seguimiento en el control de inventario de materiales.

A causa del comportamiento en la demanda de los productos, la propuesta que se plantea sugiere una producción constante trimestralmente, ya que existe un comportamiento estacional en donde se presentan 2 periodos en el año en los que es mayor la demanda. Dichos periodos son los comprendidos en los meses de abril, mayo y junio, y octubre noviembre y diciembre. Al tener una producción constante durante tres meses es posible obtener lotes de abastecimientos, periodos de adquisición e inventarios de seguridad que satisfagan la demanda total de materiales. Por consiguiente, con el modelo propuesto es posible eliminar faltantes.

Para obtener información confiable en la obtención de resultados se consideró, con base en la producción trimestral, el grupo de componentes y materia prima que cada proveedor abastece, los materiales de mayor importancia de acuerdo a su inversión, los plazos de adquisición y la materia prima y componentes de mayor demanda.

Debido a que con el método propuesto es posible mantener un mayor control y seguimiento en la adquisición y distribución de los materiales, los cambios propuestos en

Debido a que con el método propuesto es posible mantener un mayor control y seguimiento en la adquisición y distribución de los materiales, los cambios propuestos en la programación de la producción de los artículos finales y en la adquisición de materia prima y componentes, lejos de causar inestabilidad, cambios abruptos y desconfianza en la planeación de la producción, permiten manejar programas de producción exactos y estables trimestralmente, que a largo plazo resultarían en alcanzar compras justo a tiempo.

Para el desarrollo de la propuesta seguirá los pasos descritos por la metodología siguiente:

- Se creó una base de datos de las materias primas y componentes, ordenadas de acuerdo a la clasificación por familias
- Esta base de datos tiene la siguiente información; código, descripción de la materia prima, unidad en que se abastece la materia prima, demanda promedio anual, costo unitario, demanda promedio trimestral, EOQ por pedido trimestral, número de pedidos por periodo trimestral, costo por ordenar trimestral, demanda esperada trimestral, inventario de seguridad anual, punto de reorden trimestral.
- Los materiales fueron clasificados de acuerdo un análisis ABC.
- Se determinó la cantidad óptima a ordenar para cada uno de los materiales almacenados.
- Se calculó el inventario de seguridad anual individualmente.
- Con base a la demanda esperada durante el tiempo de reabastecimiento y el inventario de seguridad se determinó el punto de reorden.
- Finalmente se diseñó un plan estructurado de control de inventarios conforme a la clasificación ABC de los materiales.

4.2.1. CLASIFICACIÓN ABC DE MATERIALES

En un sistema de inventarios no es necesario dar el mismo grado de atención a todos los productos, un análisis ABC es fundamental para separar los productos más importantes de los menos trascendentes, los criterios que se emplean generalmente para esta clasificación están en función de la inversión monetaria retenida en inventarios; de acuerdo a la regla de Pareto el 80% de la inversión corresponde al 20% de los artículos almacenados.

Por lo anterior, para poder establecer un control de inventarios eficiente es indispensable clasificar a los productos almacenados. Para la jerarquización de los productos se empleó los criterios mostrados en la Tabla 3.1. del Capítulo 3, así como las medidas de control recomendadas para cada grupo seleccionado.

Esta clasificación se realizó para todos los materiales requeridos por las líneas de producción. Dicha clasificación se elaboró dividiendo previamente los materiales en dos grandes grupos, el primero conformado por la materia prima y el segundo por los componentes. Posteriormente se procedió a clasificar los productos en A, B y C, empleando el procedimiento descrito a continuación:

3. Se multiplica el número de artículos por el costo unitario para determinar la inversión en inventario.
4. Se evalúo el porcentaje de inversión para cada artículo, así como también se obtiene el porcentaje acumulado para el total de productos en inventario de materiales.
5. Se graficaron los artículos almacenados en función del porcentaje acumulado obtenido en el paso anterior.
6. Se analizó la gráfica para determinar el límite visual de cada grupo clasificado. Del origen a donde empieza el primer doblez se encuentran los productos correspondientes al grupo A, el doblez en su totalidad es asociado con el grupo B, por último el grupo C se ubica del termino del doblez al final de la curva.

La clasificación se empleo para el diseño de una Estructura de Control de Inventarios de materia prima con la cual se hizo el análisis de resultados obtenidos para el año 2001.

Una vez que se han determinado los productos correspondientes a los grupos A, B y C, se analizó el comportamiento de la demanda histórica de los últimos periodos mensuales con el objeto de precisar el modelo matemático a emplear para cada producto almacenado.

4.2.2. Metodología para la determinación de la cantidad de lote económico, inventario de seguridad y punto de reorden.

Las decisiones esenciales que debe tomar en la administración de inventarios son: la cantidad a ordenar, el tiempo en el que se deben colocar estas ordenes y la variedad de los productos; estas determinaciones cambian de acuerdo con el tipo de demanda que presente el sistema de inventario, con la variación en un horizonte de planeación definido y con las características de los costos involucrados en su mantenimiento.

La cantidad optima a ordenar es fundamental para la eficiente administración de inventarios, debido a que se obtiene por medio de un balanceo entre los costos por ordenar y los costos por mantener en inventario. Por otra parte, el inventario de seguridad se realiza con la finalidad de amortiguar las fluctuaciones de la demanda y tener la certeza de abastecer a las líneas de producción sin retrasos, permitiendo que Industrias Royer mantenga su estrategia competitiva de abastecer a sus clientes en menos de 24 horas, es decir mantener su nivel de servicio cercano al 100% de su cobertura.

Finalmente el punto de reorden es la última variable a controlar dentro de un sistema de inventarios. El punto de reorden esta expresado por la estimación de tiempo que transcurre entre la colocación de una orden y su recepción, una vez que el lote ha sido surtido se procede a reabastecer el inventario de materia prima. Para la determinación del punto de reorden es necesario contemplar una estimación de la demanda esperada durante el tiempo de entrega y el inventario de seguridad.

Para el desarrollo de la propuesta se consideró la interacción de los modelos de demanda determinística y los modelos de demanda estocástica. En primer lugar para la obtención de la cantidad económica a ordenar se considerará una demanda determinística,

pues es posible conocer la demanda trimestral con un alto grado de certeza, sin embargo se incluirá un inventario de seguridad y un punto de reorden, que consideran una demanda estocástica para prevenir un inventario cero, que a su vez provocaría paros en la líneas de producción, tiempo extra, situaciones que se presentan con frecuencia actualmente y que por medio de esta propuesta se pretenden eliminar.

❖ **Cantidad a ordenar.**

La cantidad óptima a ordenar se obtuvo de acuerdo al siguiente procedimiento:

1. Obtención de la demanda de materia prima y componentes
2. Selección del Modelo matemático a emplear según las características de la demanda
3. Selección de los productos de acuerdo al tipo de abastecimiento por parte de los proveedores.
4. Identificación de las restricciones existentes dentro de la Industria, presupuesto o espacio físico en almacén.
5. Investigación de los datos requeridos por el modelo seleccionado.
6. Obtención de los costos involucrados en dicho modelo matemático.
7. Aplicación de los modelos matemáticos para el cálculo de la cantidad económica a ordenar.

1) Obtención de la demanda de materia prima y componentes

Se obtuvo la demanda mensual de materia prima y componentes correspondiente al año en curso, por medio de un software, al cual se le suministra como datos de entrada la demanda pronosticada de producto terminado, dando como resultado las cantidades de suministros requeridos para satisfacer los programas de producción anuales.

2) Selección del Modelo matemático a emplear según las características de la demanda

Existen diferentes modelos matemáticos que describen el comportamiento de los sistemas de inventario, sin embargo un punto fundamental para determinar el modelo adecuado es considerar la tendencia de la demanda a lo largo de un horizonte de planeación.

Para analizar el comportamiento de la demanda se emplearon los datos históricos correspondientes a los últimos 25 periodos (demanda mensual; enero 1999 a febrero 2001). Analizando esta información se determinó obtener el lote económico y punto de reorden con base en la propuesta de mantener una producción constante trimestralmente debido a que la demanda se comporta estacionalmente en ciertos periodos.

Otro criterio empleado para la selección del modelo matemático fue la determinación de del coeficiente de variabilidad de la demanda V , derivada de la Regla de Peterson-Silver, que es igual a la variancia de la demanda entre el cuadrado de la demanda promedio por período

$$V = \frac{n \sum_{i=1}^n D_i^2}{\left(\sum_{i=1}^n D_i \right)^2} - 1$$

En donde:

D_i = Demanda pronosticada discreta por periodo

n = Número de periodos para los que se pronostica la demanda (horizonte de planeación)

- Si el coeficiente de variabilidad $V \leq 0.25$, se emplea el modelo EOQ
- Si el coeficiente de variabilidad $V > 0.25$, se utiliza un modelo de tamaño de lote dinámico.

Para determinar el coeficiente de variabilidad se empleo la demanda correspondiente a los últimos 25 periodos mensuales por familias de productos terminados, a causa de la carencia de datos históricos de la demanda de materiales, ya que finalmente la demanda de materia prima y componentes está en función de la demanda de producto terminado por el tipo de producción que opera actualmente dentro de la empresa (siguiendo la demanda).

Ya que los resultados obtenidos arrojan que es más conveniente usar un modelo determinístico fue necesario hacer una revisión de los modelos estáticos de tamaño de lote presentados en el capítulo 3. Los modelos estáticos parten de ciertas suposiciones para generar una ecuación que represente la situación de un sistema de inventarios cercana a la realidad.

Para elegir el modelo a emplear se consideraron las siguientes características mostradas por los sistemas de inventario de materiales (materia prima-componentes) de Industrias Royer:

Costos de Mantener en inventario, costos por ordenar y Demanda anual pueden ser estimados.

Las ordenes recibidas son reabastecidas con un tiempo de entrega previamente acordado con los proveedores.

La demanda se considerará uniforme en periodos trimestrales.

Los materiales son generalmente agotados cuando la siguiente orden es recibida.

Costos por Faltantes se reflejan en el área de producción y en el inventario de seguridad de producto terminado. Se tiene regularmente faltantes de 3 a 4 % semanalmente.

Cantidades discontinuas no existen

No existen descuentos por cantidad

Costo unitario constante anualmente, a excepción de las materias primas importadas.

El reabastecimiento es conjunto para la mayoría de los materiales.

Con base en lo anterior, se propuso emplear un modelo en donde no se consideren costos por faltantes, para proporcionar la cantidad económica a ordenar que no permita faltantes de materiales, pues ya se ha mencionado los resultados que ocasiona la falta de abastecimiento de insumos a las líneas de producción.

Por medio de un modelo de Cantidad Económica a Ordenar de reabastecimiento de artículos múltiples, sin faltantes se obtuvo la cantidad económica a ordenar para los artículos que sean reabastecidos en forma conjunta y en el caso de los artículos que sean suministrados de forma individual se contemplo emplear el modelo de Cantidad Económica a Ordenar sencillo.

3) Selección de los productos de acuerdo al tipo de abastecimiento por partes de los proveedores.

La selección de los productos por familias de materiales, estuvo dada conforme al reabastecimiento que presente cada material, son básicamente dos grupos; los que presentan reabastecimiento conjunto, es decir se ordenan y se suministran al mismo tiempo, por el mismo proveedor, y el segundo grupo en donde se genera la orden solo para un artículo y se entrega en forma individual, este tipo de producto se ordena en grandes cantidades o su demanda es muy pequeña como para colocar varias ordenes en el transcurso de un año.

4) Identificación de las restricciones existentes dentro de la Industria, presupuesto o espacio físico en almacén.

Con respecto a las restricciones de espacio cabe señalar que un porcentaje considerable de la materia prima ordenada, será abastecida de inmediato a el área de producción, por lo que se cuenta con una amplia holgura en cuanto al espacio físico.

Con referencia a las restricciones económica, las cantidades óptimas a ordenar propuestas difícilmente excederán los costos actuales por retener inversión en inventario ya que se contemplo un balanceo de costos para su obtención.

5) Investigación de los datos requeridos por el modelo seleccionado.

Los datos requeridos por el modelo son:

c = costo unitario del artículo ,(\$ por unidad).

D = demanda anual del un artículo ,(unidades por año).

S = costo fijo por ordenar un grupo de artículos (\$ por orden del grupo de artículos por ciclo). Esta dado por el costo generado por ordenar un grupo de artículos en una orden

a_i = costo anual del artículo ,del grupo (\$ por orden por artículo i por año)

Es el número de veces que se pide el artículo i en un año por la cantidad ordenada.

N = número de ciclos

T = tiempo de reabastecimiento entre pedidos.

Los costos por ordenar, por mantener en inventario y por faltantes se calcularon a partir de la información que se presenta a continuación:

- **Costos por ordenar**
 - Percepciones anuales por el personal de compras
 - Percepciones anuales del departamento de calidad, que se encarga de la inspección del material.
 - Costo unitario por llamada telefónica
 - Número de ordenes anuales
 - Costos por registro y seguimiento de ordenes
- **Costos por mantener en inventario**
 - Percepciones anuales por el personal sindicalizado de almacén de materia prima
 - Percepciones anuales por el personal administrativo de almacén de materia prima
 - Renta del inmueble
 - Inversión en inventario de materiales.
 - Tasa anual bancaria
 - Impuestos, seguros.
 - Roturas, deterioros y obsolescencia
- **Costos por faltantes**
 - Costo por hora extra de un operario de las líneas de ensamble
 - Numero de horas extra al año
 - Excedente de inventario de seguridad de producto terminado

Los costos por faltantes en inventario solo fueron empleados en la evaluación de la propuesta.

6) Obtención de los costos.

▪ *Costos por ordenar.*

Una vez se disponen de la información necesaria se procedió a calcular los costos totales por colocar una orden:

1. Se obtuvo la suma de las percepciones recibidas por el personal involucrado tanto en la colocación de ordenes como en la recepción de los materiales, incluyendo al jefe del área.
2. Se evaluó el costo total de llamadas telefónicas, multiplicando el costo unitario por llamada por el número de ordenes realizadas anualmente.
3. El costo referido a la expedición y control de registros; en el caso de Industrias Royer, no se cuenta con este tipo de información por considerarse de poca relevancia.
4. La suma de todos los costos involucrados en la colocación de ordenes, nos proporciono el costo total por ordenar.
5. El resultado del punto anterior entre el numero total de ordenes es igual al costo promedio por una orden.

▪ *Costos por mantener en inventario.*

El costo total por mantener en inventario se determinó de la siguiente manera:

1. Se evaluó la inversión total anual en almacén de materiales IT, multiplicando la cantidad de artículos en inventario por su costo unitario.
2. Se calculó el total de las percepciones del personal a cargo del almacén de materiales, incluye el personal sindicalizado, el personal administrativo y el jefe de esta área.
3. Se obtuvo el costo de oportunidad, considerando el excedente de inventario de seguridad actual comparado con el propuesto.

Para la determinación de este costo de oportunidad se empleo la tasa pasiva utilizada a las cuentas de Inversión bancarias, que va de 3 a 4% mensual, aplicando el factor de interés compuesto en un horizonte de planeación anual.

4. La suma del costo total de percepciones, el costo de oportunidad y la renta del inmueble arrojan un costo total por mantener en inventarios CTM.
5. Finalmente el costo por mantener en inventario se obtuvo multiplicando la inversión por el porcentaje que representa el costo de mantener en inventario con respecto a la inversión, es decir:

$$I (\%) = CTM \times 100 / IT$$

▪ *Costos por faltantes.*

Los costos por faltantes se emplearon exclusivamente para la evaluación de la propuesta pues se contempla, que con la implantación y seguimiento de esta metodología se eliminen por completo los problemas ocasionados en las líneas de producción, ocasionados por el desabasto de materiales.

Para el caso de un inventario de materiales los costos de faltantes son identificados de acuerdo al grado de perjuicio que ocasiona en el Plan Maestro de Producción, en la entrega de pedidos a tiempo, es decir el nivel de satisfacción del cliente. Este último punto es de suma importancia para Industrias Royer, ya que es la base de su estrategia competitiva en el mercado.

Con el objetivo de reducir el riesgo de incumplimiento en la entrega de pedidos, se tiene un inventario de seguridad de producto terminado de 3 meses, lo que ocasiona que se tenga una gran cantidad de dinero retenida, por lo tanto se considero al excedente de inventario de seguridad de producto terminado como un costo por faltante generado por el inventario de materia prima.

Los costos por faltantes se obtuvieron conforme al procedimiento siguiente:

1. Se obtuvo los costos por tiempo extra requerido anualmente. El costo por tiempo extra por turno, se calculó multiplicando el costo estándar por hora extra por línea x el número de líneas. Este costo se multiplico por el número de horas extras anuales.

2. A la par se evaluó los costos por faltantes considerando el excedente de inventario de seguridad de producto terminado.

- Primero se determina el inventario óptimo de seguridad para el inventario de producto terminado.

La decisión sobre la cantidad para inventario de seguridad está restringido a dos tipos de políticas de nivel de servicio, ambas relacionadas con la probabilidad de faltantes.

Política 1. En el caso de periodos múltiples se considera el riesgo de agotar las existencias durante el tiempo de entrega de ordenes.

Política 2. Proporción de la demanda que es abastecida directamente del inventario, que especifica el porcentaje de unidades demandadas que no pueden surtir a partir de las existencias en inventario.

Para esta propuesta se tomo en cuenta la política 2 para la obtención del inventario de seguridad. Los pasos siguientes describen el proceso para la determinación del inventario de seguridad:

- a) Calcular la desviación estándar de la demanda de materiales σ en el tiempo de entrega.
 - b) Especificar el nivel de servicio por la unidad; que será del 0.99.
 - c) Calcular el porcentaje de las veces que se agotan las existencias, es decir, la diferencia entre la unidad y el nivel de servicio por unidad; $1 - 0.99 = 0.01$
 - d) Calcular $g(k)$, que es igual al cociente de la cantidad a ordenar entre la desviación estándar de la demanda en el tiempo de entrega, multiplicado por el porcentaje de veces que se agotan las existencias; $g(k) = (Q/\sigma)$.
 - e) Encuentre el factor de seguridad en k desviaciones estándar, localice en tablas del Apéndice A el valor de $g(k)$, una vez identificado $g(k)$ encuentre el valor correspondiente a k .
 - f) El inventario de seguridad se obtiene multiplicando el factor k por la desviación estándar de la demanda en el tiempo de entrega.
- La diferencia entre el inventario de seguridad actual y el óptimo proporciono el dato referente a la cantidad excedente de artículos terminados.
 - La inversión excedente se somete a un análisis de oportunidad para calcular las pérdidas monetarias causadas por el desabasto de materiales.

3. La suma de los costos por incurrir en horas extras y el costo de oportunidad del inventario de seguridad del producto terminado, es el total de costos por faltantes.

7) Aplicación de los modelos matemáticos

En esta propuesta se consideró dos modelos a emplear; el primero es un modelo de reabastecimiento conjunto con ciclo fijo para artículos múltiples; el segundo es el

modelo básico Cantidad Economica a Ordenar. En está sección se explica el procedimiento para ambos modelos.

❖ Modelos de reabastecimiento conjunto con ciclo fijo para artículos múltiples:

En la base de datos se tabuló la demanda trimestral por materia prima o por componente según sea el caso.

Partiendo de está demanda se empleo el modelo de reabastecimiento conjunto de artículos múltiples con ciclo fijo.

El procedimiento se dividió en dos etapas; en la primera se consideró la totalidad de los productos que son reabastecidos de forma conjunta; la segunda etapa determino las cantidades optimas a ordenar para cada producto partiendo de la información obtenida en la primera parte.

1ª Parte. Cantidad económica a ordenar por grupo de artículos:

- Se multiplicó la demanda trimestral por el costo unitario para obtener el valor monetario anual del artículo i por pedido (a_i).
- Se obtuvo s_i = costo por ordenar un artículo adicional (\$ por orden del artículo i por ciclo)
- Se calculo el valor monetario de todos los artículos que se piden a lo largo de un año, por medio de la suma del valor monetario de los artículos individuales. Costo anual del conjunto de artículos ordenados = la suma de todos los costos anuales de los artículos i , $A = \sum a_i$
- Se obtuvo los valores correspondientes a los costos por mantener en inventario ($i\%$) y los costos por ordenar S .
- Se sustituyeron valores en la ecuación

$$Q = \sqrt{\frac{2(S + \sum s_i)A}{i\%}}$$

- Una vez que se obtuvo el valor total monetario por ciclo por pedido se evalúa el valor monetario de un artículo individual.
- El número de ordenes por periodo fue dado por $N = \frac{A}{Q}$
- El costo por pedlido es igual al costo por colocar una orden multiplicado por el número de ordenes por ciclo.

2ª Parte. Cantidad económica a ordenar para un artículo i :

- El valor monetario de un artículo individual i durante un periodo es igual a la cantidad a ordenar total multiplicada por la proporción de costo anual del artículo i del grupo entre el costo anual del conjunto de artículos ordenados, $Q_i \$ = Q \frac{a_i}{A}$
- Dividiendo la $Q_i \$$ entre el costo unitario se obtuvo la cantidad económica a ordenar por artículo i .

❖ **Modelo básico de Cantidad Económica a Ordenar.**

Este modelo se emplea para la obtención de la cantidad económica a ordenar de los artículos que se ordenan individualmente, ya sea por que el tamaño de lote requerido sea extenso o por una demanda anual pequeña.

1. Se prorratea el costo de mantener en inventario dado en porcentaje I multiplicando por el costo unitario c y los costos por ordenar S .
2. Se sustituyeron los valores en la ecuación del modelo básico $EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{ic}}$
3. Se determinará el numero de ordenes en un período, dividiendo la demanda entre la cantidad a ordenar.
4. El costo por pedido es igual al costo por colocar una orden multiplicado por el número de ordenes por cido.

❖ **Inventario de seguridad.**

Los modelos empleados con anterioridad suponen una demanda determinística, sin embargo en la realidad no puede tenerse la certeza acerca de la demanda, no obstante se genera cierta probabilidad.

El inventario de seguridad funciona como amortiguador entre el proceso de abastecimiento y las fluctuaciones de la demanda; su objetivo es evitar incurrir en un inventario cero (provocado por la insuficiencia del inventario para cubrir la demanda durante el tiempo de reabastecimiento).

El nivel del inventario de seguridad depende del grado de servicio, en el caso de Industrias Royer es fundamental satisfacer la demanda de sus clientes con el mínimo de retrasos, a causa de esta política interna por lo que se busca controlar la mayoría de las variables involucradas en los procesos de abastecimiento de materia prima.

Sin embargo debido a la carencia de información histórica respecto a la demanda de materia prima, no es posible establecer una desviación estándar confiable, ya que solo se cuenta con la demanda trimestral de cuatro períodos, de ésta información dos de los períodos utilizados fueron obtenidos por pronósticos (los dos últimos trimestres del año en curso), debido a ello se empleo un criterio de acuerdo a la clasificación ABC, para la determinación del inventario de seguridad de materia prima:

- De 2 semanas para los productos A
- De 1.5 meses para los productos B
- Aproximadamente de 3 meses para los productos C

Este criterio fue tomado de la bibliografía⁴, posteriormente será sometido a evaluación del personal directivo, contemplando la holgura en los tiempo de reabastecimiento establecidos con sus proveedores.

A excepción de los cerámicos que a pesar de ser clasificados como productos A, se consideró un inventario de seguridad de un mes, a causa de la falta de proveedores que satisfagan la demanda de Industrias Royer.

❖ **Punto de Reorden.**

Una vez que se conoce el inventario de seguridad para cada producto fue posible establecer el punto de reorden conforme al siguiente procedimiento:

1. Determine la demanda esperada durante el tiempo de reabastecimiento multiplicando la demanda promedio por día x el tiempo de reabastecimiento.
2. El punto de reorden se obtiene a partir de la suma de la demanda esperada y el inventario de seguridad.

❖ **Diseño de un plan de control de inventarios conforme a la clasificación ABC de los materiales.**

Para el diseño de un plan estructurado de control de inventarios se empleará la clasificación ABC tanto de materia prima como de componentes, de acuerdo a este análisis y a los resultados obtenidos por la aplicación de la metodología propuesta se determinará las siguientes decisiones de control:

- Principio de control.
- Política de inventario.
- Periodo de revisión.
- Punto de Reorden.
- Cantidad de reorden.
- Inventario de seguridad.
- Inventario Máximo.
- Método de control.
- Herramientas de control.

- ✓ El *principio de control* se refiere al tipo de tratamiento que se brindará a cada materia prima, es decir su control será individual o de forma masiva.

Para los productos A, por ser los productos mas representativos para la empresa se considero que su principio de control sería individual, a diferencia de los productos B y C, que contar con un sistema de control masivo.

- ✓ Las *políticas de inventario* son básicamente dos:

⁴ Sipper Daniel, Buffin Robert L. Planeación y Control de la Producción. McGraw-Hill. 1ª edición al español, Julio 1998

1. *Política de revisión periódica.* Se verifica que el nivel de inventario sea el adecuado en intervalos de tiempo fijos (llamado periodo de revisión), de tal manera que solo se pueden tomar decisiones al finalizar cada periodo.
2. *Política de revisión continua.* Se monitorea el nivel de inventario continuamente, en este caso se toman decisiones cuando existe alguna variación en el inventario.

Para los artículos A su política de revisión será continua, con la finalidad de monitorear el comportamiento del sistema de inventario, en caso de presentarse variaciones significativas en la demanda de materiales se tomaran acciones correctivas de inmediato.

Para los productos B y C la política de revisión puede ser periódica, por la holgura que representa el porcentaje de utilización inferior al 20 %.

- ✓ El periodo de revisión, es el tiempo que se debe aguardar entre revisiones.
- ✓ El punto de reorden esta dado por la suma de la demanda esperada mas el inventario de seguridad.
- ✓ La cantidad a ordenar para los producto A y B esta determinada por los modelos EOQ, en casos especiales y a criterio de los directivos el modelo empleado en la cantidad económica a ordenar para los artículos C se emplea el modelo DPF (Demanda promedio final).
- ✓ Inventario de seguridad.
 - De 0.5 a 1.5 meses de los productos A
 - De 1.5 a 2.5 meses para los productos B
 - Aproximadamente de 3 meses para los productos C
- ✓ Inventario Máximo.

En el caso de los productos que requieren un control masivo, se incrementa el riesgo de alcanzar un alto nivel de inventario, por lo que es necesario establecer un inventario máximo, este se mide conforme a la demanda pronosticada y su verificación corresponde a la siguiente desigualdad:

$$D_p < x \leq I_{MAX}$$

- ✓ Los métodos de control son dos:

1. Balance de materiales
2. Triángulo de control.

El monitoreo de sistema de inventarios dependerá del método de control seleccionado.

Finalmente las decisiones tomadas en esta sección de la propuesta se expresarán de forma concreta en un cuadro que contendrá los puntos antes señalados.

CAPÍTULO 5.

ANÁLISIS DE RESULTADOS.

El análisis de resultados que se describe en este capítulo se divide en dos partes; la primera parte describe los resultados generales que se obtuvieron durante el desarrollo de la propuesta. En la segunda parte se presenta una evaluación económica resultado de la comparación del modelo actual con el propuesto.

Los resultados generales de la Investigación comprenden:

- La clasificación ABC de materia prima y componentes realizada con base en la inversión en inventario;
- Selección del modelo a utilizar para el lote económico y punto de reorden;
- Los costos obtenidos por mantener y ordenar el inventario;
- El número de ordenes a realizar totales al año y trimestralmente;
- El inventario de seguridad total que se mantiene al año;
- Inventario de seguridad de producto terminado que resulta como consecuencia del abastecimiento oportuno de materiales.

Para la evaluación económica se hace una comparación de los siguientes elementos:

- Costos por ordenar, costos por mantener y costos por faltante;
- Inventario de seguridad de materiales;
- Inventario de seguridad de producto terminado en donde se muestra la inversión en el inventario que se maneja actualmente y la inversión que resulta del análisis de la variación de la demanda de productos a partir del abastecimiento oportuno que supone la propuesta.

Finalmente se describen los beneficios económicos y operativos de aplicar la propuesta planteada.

5.1. CLASIFICACIÓN ABC DE MATERIALES

Para realizar el análisis ABC de los materiales se separaron los productos de más importancia en cuanto a uso e inversión. Los materiales clasificados como "A" son aquellos cuya inversión total en inventario se encuentra dentro del rango de 11.45% a 0.62% con una inversión en conjunto del 79.74% para materia prima, y con un rango de 7.45% a 0.34% con inversión en conjunto de 79.88% para componentes.

A continuación se muestra en la tabla 5.1. el número códigos de materia prima y componentes con sus respectiva clasificación.

| | Clasificación "A" | Clasificación "B" | Clasificación "C" | Total |
|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|
| Materia prima | 34 | 67 | 71 | 172 |
| Componentes | 72 | 125 | 132 | 329 |
| Total | 106 | 192 | 203 | 501 |

Tabla 5.1. Resultados de la clasificación ABC

Como se puede observar, se cumple la regla de Pareto ya que para la materia prima los 34 códigos (19.76% del total) clasificados como "A" representan el 79.74% de la inversión total en inventario mientras para los componentes, los 72 códigos (21.88% del total) clasificados igualmente como "A" representan el 79.88%.

Para determinar el monto total de la inversión en inventario se procedió a sumar el producto de la demanda de cada código por el costo unitario del mismo, resultando las siguientes cantidades:

| Tipo de Inventario | Monto de la Inversión |
|--|------------------------|
| Inversión de M.P. | \$46,097,490.32 |
| Inversión de componentes | \$28,691,460.26 |
| Inversión en inventario total anual | \$74,788,950.58 |

Tabla 5.2. Inversión total anual en inventario de materia prima

La inversión total anual en inventario de materiales se utilizó, como en el capítulo anterior se mencionó, para determinar los costos por mantener el inventario.

En el apéndice B se muestra la clasificación completa realizada para la materia prima y componentes mencionando la descripción del material, la demanda anual, el costo unitario, la inversión en inventario y la clasificación resultante, además de las gráficas correspondientes.

5.2. SELECCIÓN DEL MODELO A UTILIZAR

Con el propósito de definir que modelo utilizar para obtener la cantidad de material óptima a ordenar y el punto de reorden se realizó un análisis del comportamiento de la

demanda mensual correspondiente a los años 1999 y 2000, además del criterio del coeficiente de variabilidad de la demanda (V) derivada de la Regla de Peterson-Silver.

En las Fig. 5.1. y Fig. 5.2. se muestra la variación de la demanda correspondiente a los años 1999 y 2000. Los incrementos más radicales se presentan en el último trimestre anual, en donde se rebasa los 3 500 millones de productos demandados. Se observa que las cantidades demandadas mensualmente no presentan una tendencia uniforme a lo largo del año; con base en este resultado se decidió proponer una producción constante trimestralmente para manejar demandas más constantes en el tiempo y que reflejaran mayor exactitud. Con esta propuesta se determinará la cantidad a ordenar óptima para cuatro trimestres para cubrir un programa anual.

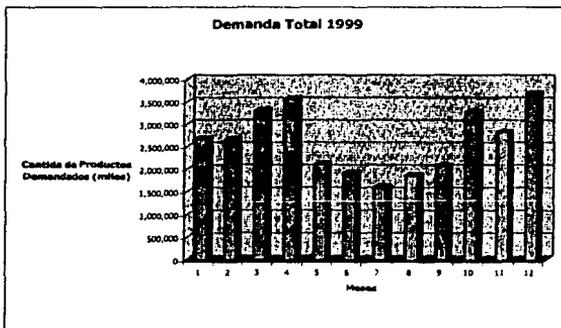


Fig. 5.1. Demanda total del año 1999

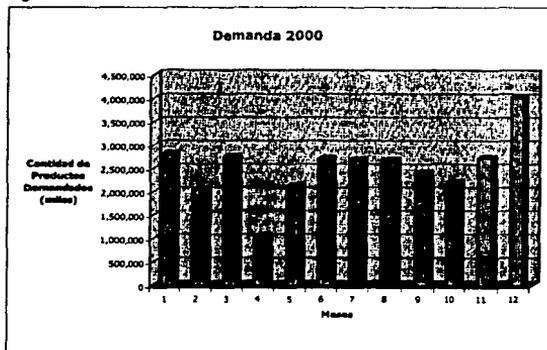


Fig. 5.2. Demanda total del año 2000

Usando el criterio del coeficiente de variabilidad de la demanda "V" derivada de la Regla de Peterson-Silver, cuya expresión se encuentra en el Capítulo 3, se obtuvo lo siguiente:

| Familia | Regla Peterson-Silver |
|----------------------------|-----------------------|
| Interruptores de Seguridad | 0.0789875640643 |
| Línea "7000" | 0.0907496053579 |
| Placas de Uso Comun | 0.1392312280702 |
| Línea "3000" | 0.1098031045250 |
| Línea Intercambiable (IL) | 0.1189465136836 |
| Línea Visible | 0.0632415273193 |
| Línea Mondial "6000" | 0.1096893839234 |
| Línea Decorart "8000" | 0.1208666772606 |
| Línea Innover "9000" | 0.2548840688277 |
| Portalámparas Slim Line | 0.0540124911777 |
| Portalámparas de Baquelita | 0.1094314596114 |
| Portalámparas de Cerámica | 0.1152503519079 |
| Línea de Seguridad | 1.2623866821237 |
| Clavijas | 0.0501641456666 |
| Varios Productos | 0.0822140812791 |

Tabla 5.3. Coeficiente de Variabilidad según la Regla Peterson- Silver

Como se puede observar, el coeficiente de variabilidad obtenido en la mayoría de las familias es menor a 0.25 con excepción de la línea Innover "9000" con un coeficiente de $V = 0.254$ y la línea de seguridad con coeficiente de $V = 1.262$, sin embargo tomando en cuenta que el coeficiente de la línea Innover "9000" es prácticamente de 0.25 por el redondeo y que la mayor variación de la línea de seguridad se presentó solamente en el último trimestre de 1999 y en diciembre del 2000, se puede considerar el utilizar modelos estáticos de tamaño de lote, por lo que se utilizará el modelo de EOQ para el cálculo de la cantidad a ordenar trimestralmente.

5.3. COSTOS POR MANTENER Y POR ORDENAR

En las tablas 5.4., 5.5. y 5.6. se muestran, respectivamente los montos de todos los elementos que se consideraron para determinar los costos por mantener en inventario y los costos por realizar las ordenes tanto del sistema de inventarios que se maneja actualmente como de la propuesta.

| COSTO POR MANTENER | | |
|---|---------------|----------------------|
| Personal sindicalizado de almacén (28) | \$ 67,200.00 | \$ 806,400.00 |
| Personal administrativo de almacén (2) | \$ 21,000.00 | \$ 252,000.00 |
| Jefe | \$ 22,000.00 | \$ 264,000.00 |
| Totales | \$ 110,200.00 | \$ 1,322,400.00 |
| Renta | \$ 108,333.00 | \$ 1,299,996.00 |
| Costo de oportunidad | | |
| Inversión de inventario de seguridad | | \$566,841.58 |
| | Tasa anual | Costo de Oportunidad |
| Tasa Bancaria de cuentas de inversión | 0.04 | \$ 22,673.66 |
| Costos totales por mantener en inventario | | \$ 2,645,250.36 |
| Porcentaje del costo total anual por mantener en inventario I (%) | | 3.54% |

Tabla 5.4. Costos por Mantener en Inventario

En los costos por mantener materiales en inventario se tiene el mismo valor para la propuesta y para el inventario actual debido a que se consideran variables que no varían con el cambio en el modelo, ya que el área del almacén sigue siendo la misma y en la propuesta no se contempla el despido de personal. Estos costos por mantener en inventario se obtienen sumando; la renta del almacén, las percepciones de los empleados encargados de manejar y administrar los materiales, y el costo de oportunidad de la inversión en inventario de seguridad.

Como se puede ver, el costo por administración de los inventarios resulta mayor en solo \$22,404 que los costos por almacenaje lo que indica que se encuentran balanceados; el costo de oportunidad es significativamente pequeño comparado con los dos anteriores.

| COSTO POR ORDENAR (Método Actual) | | |
|-----------------------------------|-----------------|----------------|
| | Mensual | Anual |
| Personal de compras (2) | \$22,000.00 | \$264,000.00 |
| Inspección 1 persona | \$9,000.00 | \$108,000.00 |
| Control de Calidad (4) | \$42,000.00 | \$504,000.00 |
| Jefe | \$23,000.00 | \$276,000.00 |
| | \$96,000.00 | \$1,152,000.00 |
| | Componentes | Materia Prima |
| Ordenes por año | 1800 | 1400 |
| Costo unitario llamada telefónica | \$1.4800 | |
| Costo Total de Llamadas | \$2,664.00 | \$2,072.00 |
| Costo anual por ordenar | \$1,156,736.00 | |
| Costo promedio por orden | \$361.48 | |

Tabla 5.5. Costos por Ordenar (Método Actual)

Para determinar los costos por ordenar inventario del sistema actual, únicamente se tomaron en cuenta las percepciones del personal relacionado con la adquisición y control de los materiales y las llamadas correspondientes al número de ordenes hechas en el transcurso del presente año y pronosticadas en el resto.

Comparativamente se puede observar que los costos por mantener en inventario resultan ser aproximadamente el doble de los costos por ordenar. Sin embargo es más factible disminuir los costos por ordenar debido a la imposibilidad de proponer despedir personal.

| COSTO POR ORDENAR (Propuesta) | | |
|--------------------------------------|-------------------|------------------------|
| Costo promedio por orden | \$361.48 | |
| | Número de ordenes | Costo de hacer pedidos |
| 1º Trimestre | 229.23 | \$82,864.42 |
| 2º Trimestre | 217.04 | \$78,458.15 |
| 3er Trimestre | 206.02 | \$74,471.66 |
| 4º Trimestre | 246.23 | \$89,010.66 |
| Anual | 898.52 | \$324,804.89 |

Tabla 5.6. Costos por Ordenar (Propuesta)

Para la propuesta, los costos por ordenar se obtuvieron una vez que se aplicó el modelo y se definieron el número de pedidos por periodo. Como se puede ver el costo promedio por orden permanece constante por ser éste unitario. Para el cuarto trimestre se comprueba, por ser mayor el número de pedidos, que se necesitan mayor cantidad de materiales para satisfacer la demanda de este trimestre.

5.4. INVENTARIO DE SEGURIDAD DE MATERIALES

En la tabla 5.5. se presenta el comparativo de la inversión en inventario seguridad que se maneja actualmente y el inventario de seguridad que se propone.

| Método actual | Método propuesto |
|----------------------|-------------------------|
| \$5,571,359.12 | \$5,004,517.54 |

Tabla V.7. Comparativo de inversiones

La reducción de la inversión resulta del cambio en la política para el mantenimiento de inventario de seguridad ya que actualmente se maneje mayor cantidad de inventario para los materiales clasificados como "A" a diferencia de la propuesta en donde se sugiere mantener mayor cantidad de materiales "C" debido a los costos que representa el ordenar continuamente estos materiales. Con esto se obtiene un ahorro de \$ 566,841.58, lo que representa el 10.17% en disminución de inversión que podría aprovecharse en disminuir pasivos o invertirlo en cuentas bancarias.

5.5. CONTROL DE INVENTARIOS CONFORME A LA CLASIFICACIÓN ABC DE LOS MATERIALES.

La estructura de control propuesto se muestra en la Tabla 5.8. Dicho control se realiza conforme a la clasificación ABC de los materiales.

| | GRUPO A | GRUPO B | GRUPO C |
|-------------------------|---|--|--|
| Principio de control | Control de artículos individuales | Control masivo | Control masivo |
| Política de Inventario | Revisión continua | Revisión periódica | Revisión Periódica |
| Periodo de revisión | Ninguno | una o dos semanas | Una o dos semanas |
| Punto de reorden | Dr+s | Dr+s | Dr+s |
| Cantidad de reorden | Modelo EOQ | Modelo de reabastecimiento conjunto con ciclo fijo | Modelo de reabastecimiento conjunto con ciclo fijo |
| Inventario de seguridad | Dos semanas a un mes | De 1.5 a 2.5 meses | Aproximadamente 3 meses |
| Inventario Máximo | Conforme a la demanda más alta registrada | Más que el grupo A | Más que el grupo A |
| Método de control | Ecuación de Balance de Materiales | Triángulo de control | Triángulo de control |
| Herramientas de control | Gráfica de Balance de Materiales | Informe de excepciones | Informe de excepciones. |

Tabla 5.8. Estructura del sistema de control propuesto

V.6. EVALUACIÓN

Para hacer la evaluación de la propuesta se comparo el sistema empleado actualmente y el sistema propuesto. En el sistema actual se consideraron costos por faltantes los cuales se muestran en la tabla 5.9.

| Costo anual por faltantes | | |
|--|------------|-----------------------|
| Líneas en el 1er turno, donde se trabajan horas extras | | 30 |
| Tiempo extra por línea durante un turno: | | 17 |
| Costo por una hora extra: | | 28.32 |
| | Mensual | Anual |
| Tiempo en horas que trabaja una Línea de ensamble por un turno | 166 | 1992 |
| Costo total por horas extra | \$14,443.2 | \$173,318.40 |
| Costo por inventario en seguridad | | |
| Excedente de la inversión en inventario de seguridad | | \$24,414,708.84 |
| Tasa de interés bancaria | | 4% |
| Costo de oportunidad del excedente | | \$1,574,648.95 |
| TOTAL COSTOS POR FALTANTE | | \$1,747,967.36 |

Tabla 5.9. Costos por faltantes

Para evaluar los costos por faltante que se presentan, se consideraron dos factores, el primero es el costo que representa el hacer paros de líneas por falta de abastecimiento oportuno de materiales para la producción de algunos productos finales. Estos paros de líneas se traducen en horas extras que representan el 10.24% del tiempo total que trabaja una línea de ensamble por turno. El costo total al año por este factor es de \$ 173,318.40. El segundo factor que se consideró es el costo que representa mantener exceso de inventario de producto terminado como consecuencia de la falta de certidumbre que tiene la empresa para abastecer oportunamente a sus clientes debido también, a la falta de materiales en el tiempo preciso. El costo de este factor representa el costo de oportunidad del excedente del inventario de producto terminado y es de \$ 1,574,648.95.

Como se puede ver por las cifras, el costo de oportunidad del excedente de inventario es la mayor parte del costo total por faltante.

En la tabla 5.10. se presentan los resultados finales obtenidos en la propuesta y los datos que se manejan en el sistema de inventarios actual.

| | Método actual | Método propuesto |
|--|----------------------|---|
| Sistema de producción | Siguiendo la demanda | Constante por trimestres de acuerdo a la demanda estacional |
| Costos totales por mantener en inventario (anual) | \$ 2,645,250.36 | \$ 2,645,250.36 |
| Costo total anual por ordenar | \$ 1,156,736.00 | \$ 324,804.89 |
| Costos anuales por faltantes | | |
| Costos por horas extras | \$ 173,318.40 | \$ 0 |
| Costo por inventario excedente de producto terminado | \$ 1,574,648.95 | \$ 0 |
| Inversión en inventario de seguridad de Materiales | \$5,571,359.12 | \$ 5,004,517.54 |
| Inversión en inventario de seguridad de Producto Terminado | \$ 32,445,809.27 | \$ 8,031,100.43 |

Tabla 5.10. Comparativo de costos entre el método actual y el propuesto

Finalmente, con base en la metodología propuesta se obtienen los siguientes beneficios:

- ❖ Reducción en los costos por ordenar de \$ 831,931.11
- ❖ Eliminación de costos por faltantes de \$ 1,747,967.36
- ❖ Disminución en la inversión de inventario de seguridad de materiales de \$ 566,841.58
- ❖ Disminución en la inversión en inventario de seguridad de producto terminado de \$24,414,708.84

Tomando la diferencia de los costos involucrados en el sistema actual de inventarios y en la propuesta, utilizando la tasa mínima atractiva de retorno que maneja la empresa (TMAR) del 11% se obtiene el valor presente de \$ 1,395,803.64 lo que representa el monto del costo de oportunidad que pierde la empresa con el método actual.

En la tabla 5.11. se muestra la evaluación del sistema propuesto.

| Costos Involucrados | Método Actual | Propuesta |
|---|----------------------|---------------------|
| Costo mensual por Mantener en Inventario | \$ 237,104.20 | \$ 237,104.20 |
| Costo mensual por Ordenar | \$ 96,394.66 | \$ 27,067.07 |
| Costo mensual por Horas Extras | \$14,443.20 | \$0 |
| Costo mensual por Excedente de Producto Terminado | \$ 131,220.75 | \$0 |
| TOTAL | \$ 479,162.81 | \$264,171.27 |

Tabla 5.11. Costos Totales por Mantener en Inventario para ambos métodos

Con lo cual se obtiene una diferencia de \$ 214,991.54, utilizando el valor presente de dicha cantidad con un periodo de 12 meses y un interés del 11% que representa la Tasa Mínima Atractiva de Retorno de la empresa, se obtiene:

$$\text{Valor Presente} = \$214,991.54 (P/A, 11\%, 12) = \$ 1,395,803.64$$

Esta cantidad representa el capital ocioso invertido en el sistema actual de inventarios.

RESUMEN

Objetivo:

" Proponer un método que haga más eficiente el sistema de control de inventario tanto de materiales como de producto terminado, con el fin de disminuir los costos asociados a la administración de los mismos y aumentar la rentabilidad de la empresa ".

Modelo matemático empleado:

Se emplearon dos modelos matemáticos para determinar la Cantidad Económica a Ordenar, el modelo sencillo para artículos que se reabastecen en forma Individual y el modelo de Cantidad Económica a Ordenar para artículos múltiples, para los materiales que se reciben en forma conjunta.

- El modelo matemático para la Cantidad Económica a Ordenar es:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{C}}$$

Definición de variables:

D = demanda anual para un material (unidades por año)

Q = Cantidad a de material a ordenar en cada punto de reorden (unidades por orden)

c = costo unitario (\$/unidad)

i = costo total anual por mantener en inventario (% por año)

C = $i c$ = Costo por mantener una unidad en inventario por año (\$ por unidad por año)

S = Costo promedio por colocar una orden para un material(\$ por orden)

TSC = Costos totales anuales por mantener en inventario(\$ por año)

EOQ = Cantidad Económica a Ordenar

- El modelo matemático para Reabastecimiento Conjunto de Artículos Múltiples con ciclo fijo:

$$Q = \sqrt{\frac{2(s + \sum_i s_i)A}{I}}$$

Una vez que se obtiene la cantidad a ordenar en forma conjunta se procede calcular la cantidad óptima por artículo:

Para un artículo i

La cantidad de un artículo i durante un periodo = a la cantidad a ordenar total x (la proporción de costo anual del artículo i del grupo / costo anual del conjunto de artículos ordenados), $Q_i = Q \frac{a_i}{A}$

Las variables requeridas por este modelos son definidas de la siguiente forma:

S = costo fijo por ordenar un grupo de artículos (\$ por orden del grupo de artículos por ciclo)

s_i = costo por ordenar un artículo adicional (\$ por orden del artículo i por ciclo)

A = costo anual del conjunto de artículos ordenados (\$ por orden del grupo de artículos por año)

a_i = costo anual del artículo i del grupo (\$ por orden por artículo i por año)

I = costo por mantener en inventario(\$ por el conjunto de artículos)

Q = cantidad total de artículos durante un ciclo

Q_i = cantidad de un artículo i durante un ciclo

Resultados para la empresa:

Se creo un Sistema para determinar la Cantidad Optima a Ordenar, de acuerdo a una Base de Datos de las materias primas y componentes, así como el tipo de reabastecimiento que presentan los proveedores de dicha empresa.

Las ventajas que presenta tal sistema son las siguientes:

- Considera una producción constante, lo que se traduce en una planeación de requerimientos más confiable evitando faltantes y reduciendo costos innecesarios.
- Facilidad de empleo
- Flexible a los cambios en la demanda trimestral, tiempo de reabastecimiento, precio unitario de compra por artículo, inventario de seguridad y la condición del material, es decir se es ordenado en conjunto o individualmente.
- Mejora el nivel de servicio interno .
- Bajo costo de operación de la base de datos.
- Su tiempo de operación depende en gran medida de un cambio en la tendencia de la demanda trimestral, que por datos históricos es poco probable.
- Flexible a la introducción de nuevos catálogos o nuevos productos.
- Se dispone de los datos requeridos por el sistema.
- Es factible su modificación en el caso de variaciones en costos de adquisición, costos de mantenimiento y de oportunidad.
- Es un sistema que se puede mejorar continuamente, para que se introduzcan algunos valores que en un principio son considerados como constantes.
- Manual o instructivo para su empleo

Las desventajas

- Escasa flexibilidad en el caso de cambios en los costos de adquisición o de mantenimiento, ya que se tendría que modificar parte de los cálculos, sin embargo esto no implica que el sistema quede obsoleto.
- Es vigente hasta el momento en que la tendencia en la demanda cambie, es decir su cambios más radicales dejen de estar dados por trimestres.

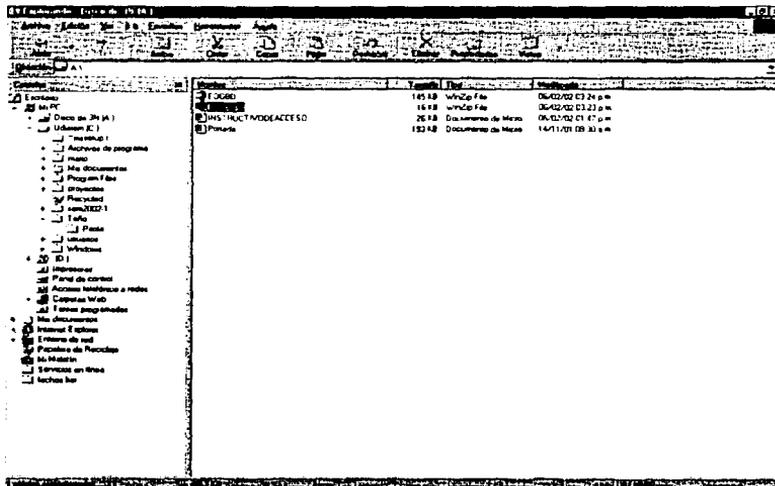
INSTRUCTIVO DE ACCESO AL PROGRAMA DISEÑADO PARA DETERMINAR EL LOTE ECONÓMICO, PUNTO DE REORDEN E INVENTARIO DE SEGURIDAD DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN INDUSTRIAS ROYER.

Requerimientos mínimos para el arranque del programa:

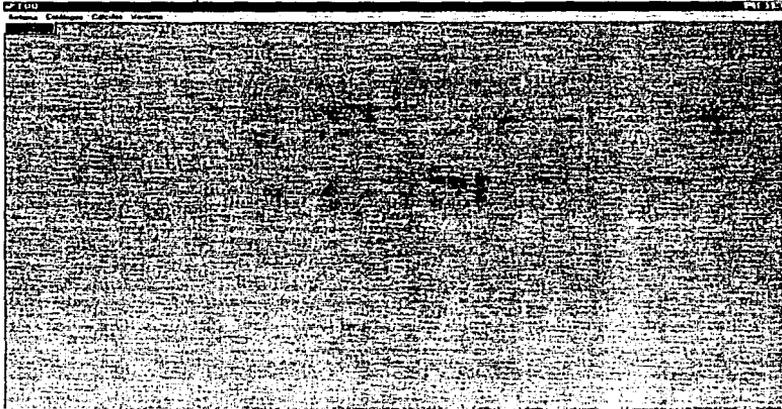
Sistema operativo windows 95
Microsoft Office 2000
Visual Basic 6.0

Pasos a seguir para ejecutar el programa:

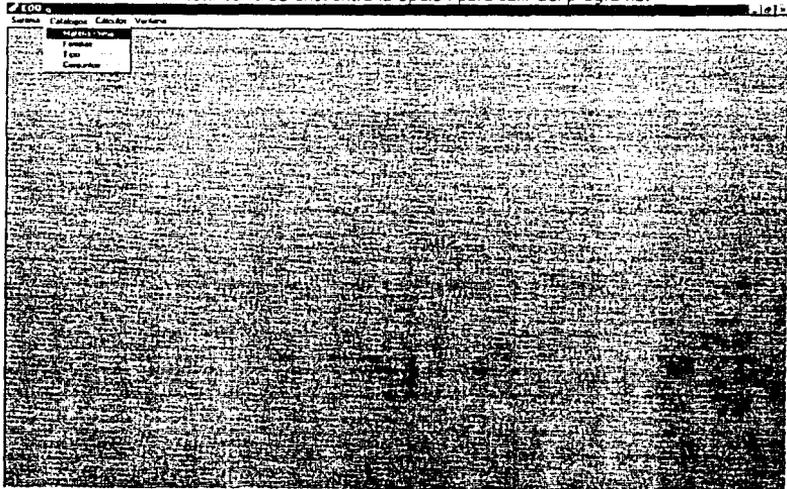
1. Encienda la computadora: C.P.U. y monitor
2. Al terminar de cargar el sistema operativo, colocar el cursor del mouse en la parte de la barra de herramientas que dice comenzar (start) y dar clic en el botón izquierdo.
3. Localizar el menú de programas, en éste localizar el programa Explorador de windows y dar clic en el botón izquierdo de mouse.
4. En el directorio de la unidad C, localizar el fólдер llamado "programa EOQ" y dar clic con el botón izq. del mouse.
5. Localizar el fólдер llamado "EOQEXE" y dar clic con el botón izq. del mouse, enseguida dar doble clic al archivo que se encuentra dentro de este fólдер.



6. En este momento se desplegará la pantalla del programa ejecutable, en donde se encontrarán las opciones de:



- **Sistema:** en esta barra se encuentra la opción para salir del programa.



- **Catálogos:** en donde se presentan las opciones de materia prima, familia, tipo y conjuntos, al darle clic en cada una de ellas se desplegará una pantalla en donde se presentan los siguientes campos:

- Materia Prima:** el código de la materia prima o componente, la descripción de la materia prima, la familia a la que pertenece, si se ordena individual o en conjunto, la unidad de medición, costo unitario, demanda, plazo de adquisición e inventario de seguridad mensual. La información de cada uno de estos campos se considera variable, pudiéndola modificar en el momento en el que se despliega la pantalla de materia prima.

The screenshot shows a software window titled "Materia Prima" with the following fields and values:

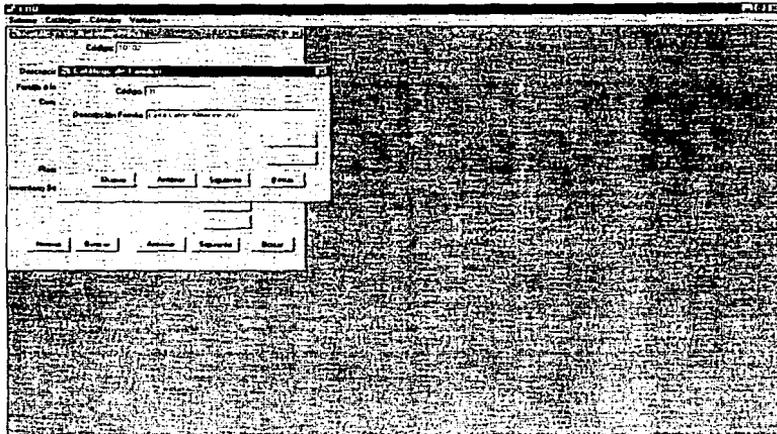
- Código Materia Prima:** ALEAC 201122D-RU00EAC 4074R
- Familia y la que pertenece:** 71
- Costo Unitario:** 8.477,64
- Demanda Anual:** 1823
- Plazo de Adquisición:** 5
- Inventario Seguridad Mensual:** 1241

At the bottom of the window, there are five buttons: "Nuevo", "Buscar", "Agregar", "Eliminar", and "Cerrar".

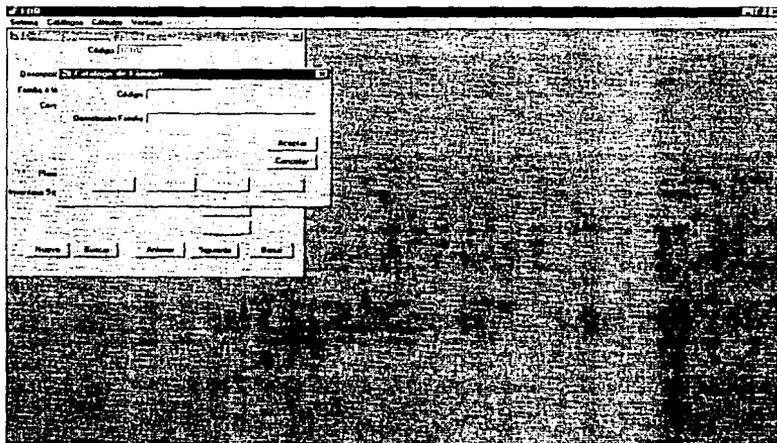
- Familia:** el código que le corresponde a cada familia
- Tipo:** forma en la que se manejan los datos, en conjunto o individualmente
- Conjuntos:** el total de conjuntos que se manejan.

En cada uno de los catálogos es posible agregar elementos, eliminarlos o modificarlos, además de que en el catálogo de "materia prima", es posible buscar uno existente.

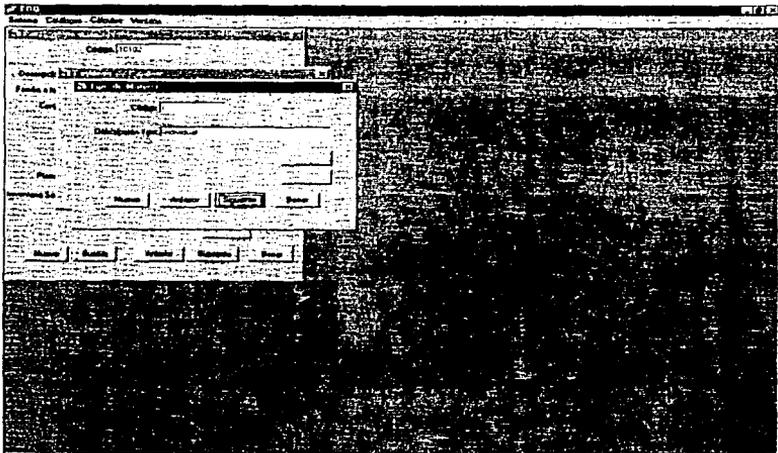
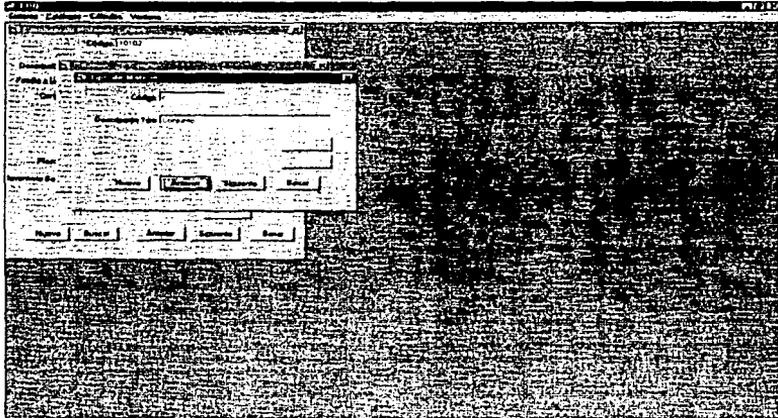
Familia: el código que lee corresponde a cada familia



En caso de tener un nuevo oprima la tecla "Nuevo", introduzca el número de catálogo y su descripción para registrarlo dentro de la base de datos, oprima "Aceptar".



Tipo: forma en la que se manejan los datos, en conjunto o individualmente



- **Ventana:** Permite pasar de una a otra pantalla que se encuentre abierta.

En caso de que los valores correspondientes a la demanda, plazo de adquisición, costo unitario e inventario de seguridad se modifiquen con el tiempo, sólo es necesario buscar el código correspondiente en el catálogo de materia prima y modificar los valores, automáticamente en la opción de catálogos se modificarán los datos y la información corresponderá a los nuevos valores introducidos.

| Código | Descripción Material | Unidad | Costo Unitario | Inventario de Seguridad |
|--------|---------------------------------|--------|----------------|-------------------------|
| 10102 | CL ALFAC 260 1/2 DHP Conexión 1 | kg | 36.4771264 | 26418 |
| 10103 | CL ALFAC 260 1/2 DHP Conexión 1 | kg | 36.4771264 | 18231 |
| 10104 | CL ALFAC 260 1/2 DHP Conexión 1 | kg | 36.4771264 | 16479 |
| 10105 | CL ALFAC 260 1/2 DHP Conexión 1 | kg | 36.4771264 | 12284 |
| 10106 | CL ALFAC 260 1/2 DHP Conexión 1 | kg | 36.4771264 | 10461 |
| 10107 | CL ALFAC 260 1/2 DHP Conexión 1 | kg | 36.4771264 | 9116 |
| 10108 | CL ALFAC 260 1/2 DHP Conexión 1 | kg | 36.4771264 | 7621 |
| 10109 | CL ALFAC 260 1/2 DHP Conexión 1 | kg | 36.4771264 | 6116 |
| 10110 | CL ALFAC 260 1/2 DHP Conexión 1 | kg | 36.4771264 | 4616 |
| 10111 | CL ALFAC 260 1/2 DHP Conexión 1 | kg | 36.4771264 | 3116 |
| 10112 | CL ALFAC 260 1/2 DHP Conexión 1 | kg | 36.4771264 | 1616 |
| 10113 | CL ALFAC 260 1/2 DHP Conexión 1 | kg | 36.4771264 | 1116 |
| 10114 | CL ALFAC 260 1/2 DHP Conexión 1 | kg | 36.4771264 | 616 |
| 10115 | CL ALFAC 260 1/2 DHP Conexión 1 | kg | 36.4771264 | 116 |
| 10116 | CL ALFAC 260 1/2 DHP Conexión 1 | kg | 36.4771264 | 16 |
| 10117 | CL ALFAC 260 1/2 DHP Conexión 1 | kg | 36.4771264 | 1 |
| 10118 | CL ALFAC 260 1/2 DHP Conexión 1 | kg | 36.4771264 | 0 |
| 10119 | CL ALFAC 260 1/2 DHP Conexión 1 | kg | 36.4771264 | 0 |
| 10120 | CL ALFAC 260 1/2 DHP Conexión 1 | kg | 36.4771264 | 0 |
| 10121 | CL ALFAC 260 1/2 DHP Conexión 1 | kg | 36.4771264 | 0 |
| 10122 | CL ALFAC 260 1/2 DHP Conexión 1 | kg | 36.4771264 | 0 |
| 10123 | CL ALFAC 260 1/2 DHP Conexión 1 | kg | 36.4771264 | 0 |
| 10124 | CL ALFAC 260 1/2 DHP Conexión 1 | kg | 36.4771264 | 0 |
| 10125 | CL ALFAC 260 1/2 DHP Conexión 1 | kg | 36.4771264 | 0 |
| 10126 | CL ALFAC 260 1/2 DHP Conexión 1 | kg | 36.4771264 | 0 |
| 10127 | CL ALFAC 260 1/2 DHP Conexión 1 | kg | 36.4771264 | 0 |
| 10128 | CL ALFAC 260 1/2 DHP Conexión 1 | kg | 36.4771264 | 0 |
| 10129 | CL ALFAC 260 1/2 DHP Conexión 1 | kg | 36.4771264 | 0 |
| 10130 | CL ALFAC 260 1/2 DHP Conexión 1 | kg | 36.4771264 | 0 |
| 10131 | CL ALFAC 260 1/2 DHP Conexión 1 | kg | 36.4771264 | 0 |
| 10132 | CL ALFAC 260 1/2 DHP Conexión 1 | kg | 36.4771264 | 0 |
| 10133 | CL ALFAC 260 1/2 DHP Conexión 1 | kg | 36.4771264 | 0 |
| 10134 | CL ALFAC 260 1/2 DHP Conexión 1 | kg | 36.4771264 | 0 |
| 10135 | CL ALFAC 260 1/2 DHP Conexión 1 | kg | 36.4771264 | 0 |
| 10136 | CL ALFAC 260 1/2 DHP Conexión 1 | kg | 36.4771264 | 0 |
| 10137 | CL ALFAC 260 1/2 DHP Conexión 1 | kg | 36.4771264 | 0 |
| 10138 | CL ALFAC 260 1/2 DHP Conexión 1 | kg | 36.4771264 | 0 |
| 10139 | CL ALFAC 260 1/2 DHP Conexión 1 | kg | 36.4771264 | 0 |
| 10140 | CL ALFAC 260 1/2 DHP Conexión 1 | kg | 36.4771264 | 0 |

RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

1. RECOMENDACIONES

A continuación se presentan algunas recomendaciones que complementan la propuesta planteada con la finalidad de ofrecer las herramientas necesarias para que la empresa obtenga mayores beneficios y mejore su productividad.

1) Registro de datos históricos referentes al comportamiento de la demanda de materia prima.

En la determinación de las desviaciones de la demanda se requiere de datos históricos, conforme al comportamiento registrado durante años anteriores, con la finalidad de proporcionar un rango lo más cercano posible a la realidad tales fluctuaciones.

Su importancia radica en que sin esta información, resulta complejo la obtención de las variables de decisión involucradas en los sistemas de inventarios.

2) Evaluación de otros costos involucrados en la administración de inventarios.

En la administración de inventarios, se involucran diferentes costos (mencionados en el Capítulo 3), los cuales son considerados como irrelevantes para esta empresa, sin embargo cualquier proceso administrativo empleado en el mantenimiento de inventario puede modificar los valores de las variables de decisión.

3) Establecer una comunicación eficiente con sus proveedores.

La falta de conocimiento por parte de los proveedores respecto al programa de producción que pronostica el fabricante genera variabilidad en la demanda e incertidumbre en el proveedor. Si los proveedores conocen con anticipación la tendencia de la demanda, así como su magnitud aproximada, estarán en la posibilidad de ajustar en forma eficiente sus operaciones y podrán transmitir sus requerimientos de materiales a sus proveedores, causando un alto nivel de servicio.

En cuanto a los costos, estos se incrementa con el grado de premura de los pedidos, aunados a la incertidumbre, finalmente el nivel de servicio disminuye. Estableciendo una comunicación eficiente entre proveedor y cliente, induce a una reacción más confiable en el proveedor, en caso de requerir materia prima extra.

4) Desarrollo de un encadenamiento productivo eficiente.

Aunado a la propuesta es recomendable poner mayor interés al desarrollo de proveedores estratégicos, ya que hay productos con dificultad de abastecimiento (reducido número de proveedores), con deficiente oportunidad de entrega y calidad.

Mediante el encadenamiento productivo (supply chain), el cual consiste en la integración de las actividades relacionadas con los materiales, en su transformación en productos intermedios y productos finales, y en su distribución a los clientes, sería posible para la empresa lograr además de la reducción de costos de proveeduría y de financiamiento por almacenamiento, reducir los riesgos de encarecimiento, aumentar la flexibilidad en tiempo y volumen y reducir de la inversión activos fijos. Para los proveedores resultaría también beneficioso, ya que existiría mayor acceso a mercados, seguridad y estabilidad de crecimiento, sería posible la adquisición de una cultura de calidad, la disminución de costos de operación recepción y/o transferencia de tecnología y mejorar el servicio y los tiempos de entrega.

5) Dar seguimiento al sistema de control de inventarios propuesto.

La flexibilidad de un sistema de control de inventarios radica en su seguimiento adecuado, ya que permite evaluar las variables de control para definir cuales continúan con la misma política de control y cuales se modifican de acuerdo a los sucesos que se presenten a lo largo de su vigencia.

6) Crear métodos de evaluación. Indicadores de logro que valoren la eficiencia de las acciones, que indiquen el impacto sobre la economía de la empresa y que permitan medir la eficacia de las operaciones.

Durante el desarrollo del Capítulo 1, se observó las deficiencias que presenta la administración en general de la empresa, una de las más notables son la ausencia de métodos de evaluación, índices de rendimiento, medidas de error, entre otras ponderaciones que permiten un control eficiente de la administración de las operaciones.

7) Crear y fomentar una cultura de optimizar los recursos.

Es necesario inculcar a nivel directivo una cultura de optimización de costos, en todas las áreas relacionadas con la cadena productiva. Los cambios deben generarse en las líneas de mando más elevadas, para que éstas sean transmitidas a los puntos más débiles de la organización.

Se requiere de una amplia comprensión de costos de producción, para buscar un balance entre ellos.

Para reducir costos de producción, algunas de las medidas propuestas son:

- Evitar desperdicios de materiales. Básicamente en el área de Troquelado, sus desperdicios se acercan al 70% del total de materia prima suministrada, debido al diseño de las piezas, tal vez se podría modificar el diseño o buscar otras alternativas para el emplear ese material.
- Elaborar manuales de procedimientos para cada uno de los departamentos.
- Eliminar la duplicación de labores, de información y de proyectos.
- Utilizar modelos de pronósticos de demanda con mayor grado de confiabilidad y menor grado de error, para la determinación del Plan Maestro de Producción.

- Introducir programas de motivación a empleados, con la finalidad de reducir la rotación de personal, que a su vez se refleja en el decremento de costos de contratación.
- Mantener acuerdos bien definidos con sus proveedores, sobre los plazos de entrega, costos unitarios, créditos y tasas de interés.

8) Reestructuración de las funciones del departamento de compras.

Delimitar adecuadamente las labores de cada departamento evitaría la duplicación de información, pérdida de tiempo del que disponen los empleados y proporcionaría un enfoque centrado en las necesidades de cada departamento.

Cabe mencionar que al proponer una reestructuración de funciones en el departamento de compras, no implica que sus actividades actuales no correspondan a lo asignado por los directivos, no obstante se plantea la posibilidad de que el "Programa de Selección, Evaluación y Desarrollo de Proveedores" este a cargo del personal de compras, pues es claro que una parte del programa concierne al departamento de calidad, el resto del proyecto analiza puntos preponderantemente relacionados con la capacidad de los proveedores, para abastecer la demanda de materiales.

9) Crear métodos de evaluación. Indicadores de logro que valoren la eficiencia de las acciones, que indiquen el impacto sobre la economía de la empresa y que permitan medir la eficacia de las operaciones.

Durante el desarrollo del Capítulo I, se observó las deficiencias que presenta la administración en general de la empresa, una de las más notables son la ausencia de métodos de evaluación, índices de rendimiento, medidas de error, entre otras ponderaciones que permiten un control eficiente de la administración de las operaciones.

10) Establecer un sistema de comunicación eficiente y confiable entre los departamentos, con la finalidad de evitar la duplicación de funciones.

Para poder entablar un sistema de comunicación eficiente antes que nada es necesario definir la cultura organizacional de la empresa ya que los valores y creencias dentro de una cultura afectan la habilidad de los empleados para resolver problemas, actuar ante nuevas oportunidades, moverse en nuevas y creativas direcciones, y desarrollar su potencial.

El análisis de los elementos que componen a la cultura de una organización permite un mejor entendimiento de lo que es y lo que pretende ser, por medio de este análisis, se puede comprender el porqué y cómo se actuará ante diferentes circunstancias, además de que se podrá entablar una mejor comunicación al conocer los intereses comunes que se tienen como empresa.

Con el seguimiento en las recomendaciones antes presentadas será posible que la empresa mejore en gran medida su organización y administración lo que se reflejará monetariamente en una mayor rentabilidad de sus activos.

2. CONCLUSIONES

Con la finalidad de comprobar que el análisis hecho en Industrias Royer, S.A. de C.V., así como la propuesta y recomendaciones planteadas ofrecen mejoras en el sistema productivo y operativo de la empresa es conveniente destacar los aspectos más sobresalientes del trabajo de investigación.

Al investigar las características generales de la empresa, se identificaron las amenazas y oportunidades a las que se enfrenta, así como las fuerzas y debilidades con las que cuenta. En el desarrollo del estudio se identificó como principales debilidades el sistema de planeación y control empleado en la administración de materiales así como la comunicación que se maneja entre departamentos. Para ello se utilizó el análisis de Pareto con el cual se identificaron y jerarquizaron los eventos o causas más importantes de los principales problemas, los cuales se reflejan en la variación de los niveles de inventario de producto terminado y los costos que esto implica. Para el caso del sistema de planeación y control de la administración de materiales se identificó que en específico las áreas de almacén de materiales y compras representan el 45% de los problemas debido a que los problemas generados en ellas se reflejan en todas las demás áreas. Con base en ello se determinó hacer un análisis más detallado del sistema de inventario de materiales que se maneja actualmente para definir las causas específicas que conllevarían a definir un estado ideal y consecuentemente la propuesta y recomendaciones planteadas.

Dentro de las fortalezas se observó un interés por mantener un alto nivel de servicio al cliente, por lo que las propuestas planteadas se basan en lograr equilibrar la satisfacción de las expectativas del cliente y eliminar costos innecesarios.

De la propuesta se concluye que es importante tomar en cuenta los costos involucrados en la administración de inventarios, ya que al optimizarlos se obtiene un modelo de control de las variables de decisión involucradas más eficiente. Otra observación importante es que a diferencia del sistema actual, en donde se sigue la demanda del producto terminado para la adquisición de materiales, en el método propuesto es posible manejar programas de producción exactos y estables trimestralmente, que a largo plazo permitirían establecer compras que tendieran a un sistema justo a tiempo. La principal ventaja de considerar un programa de producción trimestral, es que se obtienen cantidades a ordenar cercanas a la demanda real en promedio por ciclo, debido a la estacionalidad de la demanda.

La importancia de mantener un programa de producción confiable radica en la eliminación de los costos por faltantes que como se puede ver en la presentación de resultados, es una cantidad monetaria bastante considerable que podría ser invertida en otro tipo de actividades, orientadas a incrementar la rentabilidad de la empresa.

Con la determinación de la cantidad económica a ordenar, el inventario de seguridad y el punto de reorden, fue posible mejorar el abastecimiento de los materiales,

con lo que se eliminan los trabajos extras por cambios de línea y sus costos asociados, así como una disminución considerable en el inventario de producto terminado.

En la evaluación se obtuvo que la diferencia de los costos involucrados en el sistema actual de inventarios y en la propuesta es de \$214,991.54. Utilizando la tasa mínima atractiva de retorno que maneja la empresa (TMAR) del 11% se calculó el valor presente que es de \$ 1,395,803.64 el cual representa el monto del costo de oportunidad que pierde la empresa con el método actual.

Para obtener mayores beneficios la empresa podría usar dichos fondos en la reducción de activos onerosos (créditos o adeudos sobre los cuales la empresa paga un interés), por ejemplo créditos bancarios con los cuales se pagan intereses de hasta el 22% o en el pago de créditos otorgados por sus proveedores.

Finalmente con el trabajo realizado logramos tener una amplia visión de los sistemas de control de inventarios empleados en la actualidad, así como la problemática que se presenta comúnmente en el proceso de abastecimiento, manejo y administración de los inventarios.

BIBLIOGRAFÍA

Erossa,
Proyectos de Inversión en Ingeniería. Su metodología.
Limusa, 1999

Galther Norman
Production and Operations Management.
Duxbury Press
Wadsworth Publishing Company
7th edition 1996

Heizer Jay, Render Barry
Dirección de la Producción. Decisiones tácticas.
Prentice Hall
4^a Edición 1998

Heizer Jay, Render Barry
Principles of Operations Management.
Prentice Hall
3rd edition 1999

Klein Alfred W., Grabinsky Nathan
El Análisis Factorial. Guía para Estudios de Economía Industrial.
Banco de México. Dirección de Investigación Económica
Duodécima reimpresión. 1990

Narasimhan Sim, McLeavey Dennis, Billington Peter
Planeación de la Producción y Control de Inventarios
Prentice Hall Hispanoamericana
Segunda edición 1996

Nassir, Sapag.
Preparación y Evaluación de Proyectos.
McGraw-Hill, 1997

Pariente Fragoso José Luis
Teoría de las Organizaciones. Un enfoque de metáforas
Colección Centro de Excelencia
Universidad Nacional Autónoma de Tamaulipas
Agosto del 2000 Unidad 1,2,8.

Sipper Daniel, Buiffin Robert L.
Planeación y Control de la Producción
McGraw-Hill
1^a edición al español 1998

Bolten, Steven E.
Administración Financiera
Limusa
6^a edición al español 1994

APÉNDICE A

Tabla de Distribución Normal para la obtención del inventario de seguridad⁵



| Número de desviaciones estándar del inventario de seguridad (k o z) | Riesgo de agotar existencias (SOR) | Veces que se espera se agoten existencias ($g(k)$ o $g(z)$) ^a | Veces que se espera se agoten existencias ($g(-k)$ o $g(-z)$) ^a |
|---|------------------------------------|--|--|
| 0.00 | 0.500000 | 0.3989423 | 0.3989743 |
| 0.01 | 0.4960106 | 0.3939632 | 0.4039622 |
| 0.02 | 0.4930216 | 0.3890221 | 0.4090221 |
| 0.03 | 0.4880335 | 0.3841218 | 0.4141218 |
| 0.04 | 0.4840465 | 0.3792614 | 0.4192614 |
| 0.05 | 0.4800611 | 0.3744409 | 0.4244409 |
| 0.06 | 0.4760777 | 0.3696602 | 0.4296602 |
| 0.07 | 0.4720968 | 0.3649193 | 0.4349193 |
| 0.08 | 0.4681186 | 0.3602182 | 0.4402182 |
| 0.09 | 0.4641435 | 0.3555569 | 0.4455569 |
| 0.10 | 0.4601721 | 0.3509353 | 0.4509353 |
| 0.11 | 0.4562046 | 0.3463535 | 0.4563535 |
| 0.12 | 0.4522415 | 0.3418112 | 0.4618112 |
| 0.13 | 0.4482832 | 0.3373086 | 0.4673086 |
| 0.14 | 0.4443300 | 0.3328455 | 0.4728455 |
| 0.15 | 0.4403823 | 0.3284220 | 0.4784220 |
| 0.16 | 0.4364405 | 0.3240379 | 0.4840379 |
| 0.17 | 0.4325051 | 0.3196931 | 0.4896931 |
| 0.18 | 0.4285763 | 0.3153877 | 0.4953877 |
| 0.19 | 0.4246546 | 0.3111216 | 0.5011216 |
| 0.20 | 0.4207403 | 0.3068946 | 0.5068946 |
| 0.21 | 0.4168339 | 0.3027068 | 0.5127068 |
| 0.22 | 0.4129356 | 0.2985579 | 0.5185579 |
| 0.23 | 0.4090459 | 0.2944480 | 0.5244480 |
| 0.24 | 0.4051652 | 0.2903770 | 0.5303770 |
| 0.25 | 0.4012937 | 0.2863447 | 0.5363447 |
| 0.26 | 0.3974319 | 0.2823511 | 0.5423511 |
| 0.27 | 0.3935802 | 0.2783960 | 0.5483960 |
| 0.28 | 0.3897388 | 0.2744794 | 0.5544794 |
| 0.29 | 0.3859082 | 0.2706012 | 0.5606012 |
| 0.30 | 0.3820886 | 0.2667612 | 0.5667612 |
| 0.31 | 0.3782805 | 0.2629594 | 0.5729594 |
| 0.32 | 0.3744842 | 0.2591956 | 0.5791956 |
| 0.33 | 0.3707000 | 0.2554697 | 0.5854697 |
| 0.34 | 0.3669283 | 0.2517815 | 0.5917815 |
| 0.35 | 0.3631694 | 0.2481310 | 0.5981310 |
| 0.36 | 0.3594236 | 0.2445181 | 0.6045181 |
| 0.37 | 0.3556913 | 0.2409425 | 0.6109425 |

⁵ Narasimhan Sim, McLeavey Dennis, Billington Peter. "Planeación de la Producción y Control de Inventarios". Prentice Hall Hispanoamericana, 166-174, 1996

| <i>Número de devoluciones estándar del inventario de seguridad (I = s)</i> | <i>Riesgo de agotar existencias (SOR)</i> | <i>Veces que se espera se agoten existencias (E(s) o s/E)</i> | <i>Veces que se espera se agoten existencias (E(-s) o E(-I))</i> |
|--|---|---|--|
| 0.38 | 0.35191728 | 0.2274042 | 0.61174042 |
| 0.39 | 0.34836643 | 0.2259030 | 0.6229930 |
| 0.40 | 0.3445783 | 0.2244008 | 0.6344288 |
| 0.41 | 0.34059200 | 0.2229114 | 0.6459114 |
| 0.42 | 0.3373428 | 0.2214307 | 0.6473407 |
| 0.43 | 0.3339779 | 0.2200645 | 0.6502645 |
| 0.44 | 0.3305986 | 0.2187947 | 0.6549487 |
| 0.45 | 0.3283532 | 0.2176471 | 0.6603671 |
| 0.46 | 0.3272981 | 0.2166115 | 0.6704215 |
| 0.47 | 0.3191775 | 0.2072119 | 0.6772119 |
| 0.48 | 0.3156137 | 0.2040379 | 0.6840379 |
| 0.49 | 0.3120670 | 0.2008996 | 0.6908996 |
| 0.50 | 0.3085375 | 0.1977966 | 0.6977966 |
| 0.51 | 0.3050257 | 0.1947288 | 0.7047288 |
| 0.52 | 0.3015318 | 0.1916960 | 0.7116960 |
| 0.53 | 0.2980559 | 0.1886981 | 0.7186981 |
| 0.54 | 0.2945983 | 0.1857348 | 0.7257348 |
| 0.55 | 0.2911597 | 0.1828060 | 0.7328060 |
| 0.56 | 0.2877397 | 0.1799116 | 0.7399116 |
| 0.57 | 0.2843388 | 0.1770512 | 0.7470512 |
| 0.58 | 0.2809573 | 0.1742247 | 0.7542247 |
| 0.59 | 0.2775953 | 0.1714320 | 0.7614320 |
| 0.60 | 0.2742531 | 0.1686728 | 0.7686728 |
| 0.61 | 0.2709309 | 0.1659469 | 0.7759469 |
| 0.62 | 0.2676288 | 0.1632541 | 0.7832541 |
| 0.63 | 0.2643472 | 0.1605943 | 0.7905943 |
| 0.64 | 0.2610862 | 0.1579671 | 0.7979671 |
| 0.65 | 0.2578460 | 0.1553724 | 0.8053724 |
| 0.66 | 0.2546269 | 0.1528101 | 0.8128101 |
| 0.67 | 0.2514298 | 0.1502796 | 0.8202796 |
| 0.68 | 0.2482522 | 0.1477814 | 0.8277814 |
| 0.69 | 0.2450970 | 0.1453147 | 0.8353147 |
| 0.70 | 0.2419636 | 0.1428794 | 0.8428794 |
| 0.71 | 0.2388520 | 0.1404754 | 0.8504754 |
| 0.72 | 0.2357624 | 0.1381023 | 0.8581023 |
| 0.73 | 0.2326959 | 0.1357600 | 0.8657600 |
| 0.74 | 0.2296525 | 0.1334483 | 0.8734483 |
| 0.75 | 0.2266323 | 0.1311670 | 0.8811670 |
| 0.76 | 0.2236352 | 0.1289157 | 0.8889157 |
| 0.77 | 0.2206619 | 0.1266943 | 0.8966943 |
| 0.78 | 0.2177124 | 0.1245036 | 0.9045026 |
| 0.79 | 0.2147868 | 0.1223404 | 0.9123404 |
| 0.80 | 0.2118853 | 0.1202037 | 0.9202073 |
| 0.81 | 0.2089970 | 0.1181022 | 0.9281022 |
| 0.82 | 0.2061380 | 0.1160278 | 0.9360278 |
| 0.83 | 0.2033089 | 0.1139809 | 0.9439809 |

| <i>Número de divulgaciones anualidad del inventario de patentes de nacionalidad (R o S)</i> | <i>Alcance de registro nacionalidad (ROR)</i> | <i>Valor que se registra en millones nacionalidad (R) o (S)*</i> | <i>Valor que se registra en millones nacionalidad (R-S) o (R+J)*</i> |
|---|---|--|--|
| 0.84 | 0.2004541 | 0.1119623 | 0.9519833 |
| 0.85 | 0.1970623 | 0.1099718 | 0.9599718 |
| 0.86 | 0.1948043 | 0.1088090 | 0.9688090 |
| 0.87 | 0.1913302 | 0.1069738 | 0.9769738 |
| 0.88 | 0.1884296 | 0.1041409 | 0.9841409 |
| 0.89 | 0.1867329 | 0.1023851 | 0.9923851 |
| 0.90 | 0.1840801 | 0.1004312 | 1.0004312 |
| 0.91 | 0.1814112 | 0.0986028 | 1.0086028 |
| 0.92 | 0.1787864 | 0.0968028 | 1.0168028 |
| 0.93 | 0.1761835 | 0.0950280 | 1.0250280 |
| 0.94 | 0.1736008 | 0.0932791 | 1.0332791 |
| 0.95 | 0.1710361 | 0.0915557 | 1.0415557 |
| 0.96 | 0.1685276 | 0.0898578 | 1.0498578 |
| 0.97 | 0.1660232 | 0.0881851 | 1.0581851 |
| 0.98 | 0.1635431 | 0.0865373 | 1.0665373 |
| 0.99 | 0.1610871 | 0.0849142 | 1.0749142 |
| 1.00 | 0.1586553 | 0.0833153 | 1.0833153 |
| 1.01 | 0.1562477 | 0.0817410 | 1.0917410 |
| 1.02 | 0.1538642 | 0.0801904 | 1.1001904 |
| 1.03 | 0.1515020 | 0.0786626 | 1.1086626 |
| 1.04 | 0.1491700 | 0.0771601 | 1.1171602 |
| 1.05 | 0.1468591 | 0.0756801 | 1.1256801 |
| 1.06 | 0.1445723 | 0.0742230 | 1.1342230 |
| 1.07 | 0.1423097 | 0.0727886 | 1.1427886 |
| 1.08 | 0.1400711 | 0.0713767 | 1.1513767 |
| 1.09 | 0.1378566 | 0.0699871 | 1.1599871 |
| 1.10 | 0.1356661 | 0.0686195 | 1.1686195 |
| 1.11 | 0.1334998 | 0.0672736 | 1.1772736 |
| 1.12 | 0.1313568 | 0.0659484 | 1.1859484 |
| 1.13 | 0.1292382 | 0.0646464 | 1.1946464 |
| 1.14 | 0.1271432 | 0.0633665 | 1.2033665 |
| 1.15 | 0.1250720 | 0.0621005 | 1.2121005 |
| 1.16 | 0.1230245 | 0.0608480 | 1.2208480 |
| 1.17 | 0.1210002 | 0.0596129 | 1.2296129 |
| 1.18 | 0.1190002 | 0.0583949 | 1.2383949 |
| 1.19 | 0.1170233 | 0.0571928 | 1.2471928 |
| 1.20 | 0.1150697 | 0.0560064 | 1.2560064 |
| 1.21 | 0.1131395 | 0.0548353 | 1.2648353 |
| 1.22 | 0.1112323 | 0.0536893 | 1.2736893 |
| 1.23 | 0.1093486 | 0.0525686 | 1.2825686 |
| 1.24 | 0.1074878 | 0.0514732 | 1.2914732 |
| 1.25 | 0.1056492 | 0.0504030 | 1.3004030 |
| 1.26 | 0.1038327 | 0.0493574 | 1.3093574 |
| 1.27 | 0.1020384 | 0.0483360 | 1.3183360 |
| 1.28 | 0.1002776 | 0.0473382 | 1.3273382 |
| 1.29 | 0.0985524 | 0.0463645 | 1.3363645 |

| <i>Número de asociaciones similares del Inventario de seguridad (h o i)</i> | <i>Rango de pesos asociados *(SOC)</i> | <i>Voces que se agrupan en esas asociaciones (g(h) o g(i))</i> | <i>Voces que se agrupan en esas asociaciones (g(-h) o g(-i))</i> |
|---|--|--|--|
| 1.30 | 0.0060006 | 0.0455279 | 1.3455279 |
| 1.31 | 0.0050080 | 0.0445084 | 1.3545084 |
| 1.32 | 0.00934176 | 0.0436258 | 1.3636258 |
| 1.33 | 0.0017992 | 0.0427000 | 1.3727000 |
| 1.34 | 0.0001227 | 0.0417906 | 1.3817906 |
| 1.35 | 0.0002081 | 0.0408975 | 1.3908975 |
| 1.36 | 0.0001190 | 0.0400204 | 1.4000204 |
| 1.37 | 0.0033635 | 0.0391391 | 1.4091391 |
| 1.38 | 0.0037934 | 0.0383134 | 1.4183134 |
| 1.39 | 0.0022645 | 0.0374832 | 1.4274832 |
| 1.40 | 0.0007567 | 0.0366481 | 1.4366481 |
| 1.41 | 0.0092009 | 0.0358080 | 1.4458080 |
| 1.42 | 0.0078039 | 0.0350026 | 1.4550026 |
| 1.43 | 0.0043506 | 0.0343118 | 1.4643118 |
| 1.44 | 0.0049337 | 0.0335554 | 1.4735554 |
| 1.45 | 0.0035293 | 0.0328131 | 1.4828131 |
| 1.46 | 0.0021451 | 0.0320847 | 1.4920847 |
| 1.47 | 0.0007809 | 0.0313701 | 1.5013701 |
| 1.48 | 0.0004267 | 0.0306690 | 1.5106690 |
| 1.49 | 0.0001122 | 0.0299813 | 1.5199813 |
| 1.50 | 0.0060072 | 0.0293067 | 1.5293067 |
| 1.51 | 0.0053217 | 0.0286451 | 1.5386451 |
| 1.52 | 0.0042553 | 0.0279963 | 1.5479963 |
| 1.53 | 0.0030084 | 0.0273600 | 1.5573600 |
| 1.54 | 0.0017802 | 0.0267360 | 1.5667360 |
| 1.55 | 0.0005708 | 0.0261243 | 1.5761243 |
| 1.56 | 0.0093000 | 0.0255246 | 1.5855246 |
| 1.57 | 0.0082076 | 0.0249367 | 1.5949367 |
| 1.58 | 0.0070534 | 0.0243604 | 1.6043604 |
| 1.59 | 0.0059174 | 0.0237955 | 1.6137955 |
| 1.60 | 0.0047993 | 0.0232420 | 1.6232420 |
| 1.61 | 0.0036989 | 0.0226895 | 1.6326895 |
| 1.62 | 0.0026161 | 0.0221479 | 1.6421479 |
| 1.63 | 0.0015507 | 0.0216171 | 1.6516171 |
| 1.64 | 0.0005026 | 0.0211109 | 1.6611109 |
| 1.65 | 0.0004715 | 0.0206370 | 1.6706370 |
| 1.66 | 0.0004572 | 0.0201474 | 1.6801474 |
| 1.67 | 0.0045397 | 0.0196678 | 1.6896678 |
| 1.68 | 0.00464786 | 0.0191982 | 1.6991982 |
| 1.69 | 0.0005140 | 0.0187382 | 1.7087382 |
| 1.70 | 0.0046304 | 0.0182878 | 1.7182878 |
| 1.71 | 0.0036329 | 0.0178449 | 1.7278449 |
| 1.72 | 0.0027162 | 0.0174151 | 1.7374151 |
| 1.73 | 0.0018151 | 0.0169925 | 1.7469925 |
| 1.74 | 0.0009295 | 0.0165788 | 1.7565788 |
| 1.75 | 0.0000091 | 0.0161739 | 1.7661739 |

APÉNDICE A

| Número de declaraciones censuradas del inventario de seguridad (k o z) | Riesgo de agotar existencias (SOR) | Veces que se espera se agoten existencias [g(k) o g(z)] ^a | Veces que se espera se agoten existencias [g(-k) o g(-z)] ^b |
|--|------------------------------------|--|--|
| 1.30 | 0.0968006 | 0.0455279 | 1.3455279 |
| 1.31 | 0.0930980 | 0.0445684 | 1.3545684 |
| 1.32 | 0.0934176 | 0.0436258 | 1.3636258 |
| 1.33 | 0.0917592 | 0.0427000 | 1.3727000 |
| 1.34 | 0.0901227 | 0.0417906 | 1.3817906 |
| 1.35 | 0.0885081 | 0.0408975 | 1.3908975 |
| 1.36 | 0.0869150 | 0.0400204 | 1.4000204 |
| 1.37 | 0.0853435 | 0.0391591 | 1.4091591 |
| 1.38 | 0.0837934 | 0.0383134 | 1.4183134 |
| 1.39 | 0.0822645 | 0.0374832 | 1.4274832 |
| 1.40 | 0.0807567 | 0.0366681 | 1.4366681 |
| 1.41 | 0.0792699 | 0.0358680 | 1.4458680 |
| 1.42 | 0.0778039 | 0.0350826 | 1.4550826 |
| 1.43 | 0.0763586 | 0.0343118 | 1.4643118 |
| 1.44 | 0.0749337 | 0.0335554 | 1.4735554 |
| 1.45 | 0.0735293 | 0.0328131 | 1.4828131 |
| 1.46 | 0.0721451 | 0.0320847 | 1.4920847 |
| 1.47 | 0.0707809 | 0.0313701 | 1.5013701 |
| 1.48 | 0.0694367 | 0.0306690 | 1.5106690 |
| 1.49 | 0.0681122 | 0.0299813 | 1.5199813 |
| 1.50 | 0.0668072 | 0.0293067 | 1.5293067 |
| 1.51 | 0.0655217 | 0.0286451 | 1.5386451 |
| 1.52 | 0.0642555 | 0.0279963 | 1.5479963 |
| 1.53 | 0.0630084 | 0.0273600 | 1.5573600 |
| 1.54 | 0.0617802 | 0.0267360 | 1.5667360 |
| 1.55 | 0.0605708 | 0.0261243 | 1.5761243 |
| 1.56 | 0.0593800 | 0.0255246 | 1.5855246 |
| 1.57 | 0.0582076 | 0.0249367 | 1.5949367 |
| 1.58 | 0.0570534 | 0.0243604 | 1.6043604 |
| 1.59 | 0.0559174 | 0.0237955 | 1.6137955 |
| 1.60 | 0.0547993 | 0.0232420 | 1.6232420 |
| 1.61 | 0.0536989 | 0.0226995 | 1.6326995 |
| 1.62 | 0.0526161 | 0.0221679 | 1.6421679 |
| 1.63 | 0.0515507 | 0.0216471 | 1.6516471 |
| 1.64 | 0.0505026 | 0.0211369 | 1.6611369 |
| 1.65 | 0.0494715 | 0.0206370 | 1.6706370 |
| 1.66 | 0.0484572 | 0.0201474 | 1.6801474 |
| 1.67 | 0.0474597 | 0.0196678 | 1.6896678 |
| 1.68 | 0.0464786 | 0.0191982 | 1.6991982 |
| 1.69 | 0.0455140 | 0.0187382 | 1.7087382 |
| 1.70 | 0.0445654 | 0.0182878 | 1.7182878 |
| 1.71 | 0.0436329 | 0.0178469 | 1.7278469 |
| 1.72 | 0.0427162 | 0.0174151 | 1.7374151 |
| 1.73 | 0.0418151 | 0.0169925 | 1.7469925 |
| 1.74 | 0.0409295 | 0.0165788 | 1.7565788 |
| 1.75 | 0.0400591 | 0.0161739 | 1.7661739 |

| Número de desviaciones estándar del inventario de seguridad (k o L) | Riesgo de agotar existencias (SOR) | Veces que se agota se agotan existencias $(g(k) \text{ o } g(L))^*$ | Veces que se agota se agotan existencias $(g(-k) \text{ o } g(-L))^*$ |
|---|------------------------------------|---|---|
| 1.76 | 0.0092039 | 0.0157776 | 1.7757776 |
| 1.77 | 0.0343635 | 0.0153897 | 1.7853897 |
| 1.78 | 0.0275379 | 0.0150103 | 1.7950103 |
| 1.79 | 0.0267269 | 0.0146389 | 1.8046389 |
| 1.80 | 0.0359303 | 0.0142757 | 1.8142757 |
| 1.81 | 0.0351478 | 0.0139203 | 1.8239203 |
| 1.82 | 0.0343794 | 0.0135727 | 1.8335727 |
| 1.83 | 0.0336249 | 0.0132327 | 1.8432327 |
| 1.84 | 0.0328841 | 0.0129001 | 1.8529001 |
| 1.85 | 0.0321567 | 0.0125750 | 1.8625750 |
| 1.86 | 0.0314427 | 0.0122570 | 1.8722570 |
| 1.87 | 0.0307218 | 0.0119461 | 1.8819461 |
| 1.88 | 0.0300540 | 0.0116421 | 1.8916421 |
| 1.89 | 0.0293789 | 0.0113449 | 1.9013449 |
| -1.90 | 0.0287165 | 0.0110545 | 1.9110545 |
| 1.91 | 0.0280655 | 0.0107706 | 1.9207706 |
| 1.92 | 0.0274289 | 0.0104931 | 1.9304931 |
| 1.93 | 0.0268034 | 0.0102220 | 1.9402220 |
| 1.94 | 0.0261898 | 0.0099570 | 1.9499570 |
| 1.95 | 0.0255880 | 0.0096981 | 1.9596981 |
| 1.96 | 0.0249978 | 0.0094452 | 1.9694452 |
| 1.97 | 0.0244191 | 0.0091981 | 1.9791981 |
| 1.98 | 0.0238517 | 0.0089568 | 1.9889568 |
| 1.99 | 0.0232954 | 0.0087211 | 1.9987211 |
| 2.00 | 0.0227501 | 0.0084908 | 2.0084908 |
| 2.01 | 0.0222155 | 0.0082660 | 2.0182660 |
| 2.02 | 0.0216916 | 0.0080465 | 2.0280465 |
| 2.03 | 0.0211782 | 0.0078322 | 2.0378322 |
| 2.04 | 0.0206751 | 0.0076229 | 2.0476229 |
| 2.05 | 0.0201821 | 0.0074186 | 2.0574186 |
| 2.06 | 0.0196992 | 0.0072192 | 2.0672192 |
| 2.07 | 0.0192261 | 0.0070246 | 2.0770246 |
| 2.08 | 0.0187627 | 0.0068347 | 2.0868347 |
| 2.09 | 0.0183088 | 0.0066493 | 2.0966493 |
| 2.10 | 0.0178644 | 0.0064684 | 2.1064684 |
| 2.11 | 0.0174291 | 0.0062920 | 2.1162920 |
| 2.12 | 0.0170030 | 0.0061198 | 2.1261198 |
| 2.13 | 0.0165857 | 0.0059519 | 2.1359519 |
| 2.14 | 0.0161773 | 0.0057881 | 2.1457881 |
| 2.15 | 0.0157776 | 0.0056283 | 2.1556283 |
| 2.16 | 0.0153863 | 0.0054725 | 2.1654725 |
| 2.17 | 0.0150034 | 0.0053205 | 2.1753205 |
| 2.18 | 0.0146287 | 0.0051724 | 2.1851724 |
| 2.19 | 0.0142621 | 0.0050279 | 2.1950279 |
| 2.20 | 0.0139034 | 0.0048871 | 2.2048871 |
| 2.21 | 0.0135525 | 0.0047498 | 2.2147498 |
| 2.22 | 0.0132093 | 0.0046160 | 2.2246160 |

APÉNDICE A

| <i>Número de desviaciones estándar del inventario de seguridad (R = z)</i> | <i>Riesgo de agotar existencias (SOR)</i> | <i>Vezes que se espera de agotar existencias (g(R) o g(z))²</i> | <i>Vezes que se espera de agotar existencias (g(-R) o g(-z))²</i> |
|--|---|--|--|
| 2.23 | 0.0128737 | 0.0048856 | 2.2344836 |
| 2.24 | 0.0125454 | 0.0043385 | 2.2443585 |
| 2.25 | 0.0122244 | 0.0042347 | 2.25472347 |
| 2.26 | 0.0119106 | 0.0041140 | 2.2641140 |
| 2.27 | 0.0116038 | 0.0039964 | 2.2739964 |
| 2.28 | 0.0113038 | 0.0038819 | 2.2838819 |
| 2.29 | 0.0110106 | 0.0037703 | 2.2937703 |
| 2.30 | 0.0107241 | 0.0036617 | 2.3036617 |
| 2.31 | 0.0104441 | 0.0035558 | 2.3135558 |
| 2.32 | 0.0101704 | 0.0034527 | 2.3234527 |
| 2.33 | 0.0099031 | 0.0033524 | 2.3333524 |
| 2.34 | 0.0096419 | 0.0032546 | 2.3432546 |
| 2.35 | 0.0093867 | 0.0031595 | 2.3531595 |
| 2.36 | 0.0091375 | 0.0030669 | 2.3630669 |
| 2.37 | 0.0088940 | 0.0029767 | 2.3729767 |
| 2.38 | 0.0086563 | 0.0028890 | 2.3828890 |
| 2.39 | 0.0084242 | 0.0028036 | 2.3928036 |
| 2.40 | 0.0081975 | 0.0027205 | 2.4027205 |
| 2.41 | 0.0079763 | 0.0026396 | 2.4126396 |
| 2.42 | 0.0077603 | 0.0025609 | 2.4225609 |
| 2.43 | 0.0075494 | 0.0024844 | 2.4324844 |
| 2.44 | 0.0073436 | 0.0024099 | 2.4424099 |
| 2.45 | 0.0071428 | 0.0023375 | 2.4523375 |
| 2.46 | 0.0069469 | 0.0022670 | 2.4622670 |
| 2.47 | 0.0067557 | 0.0021985 | 2.4721985 |
| 2.48 | 0.0065691 | 0.0021319 | 2.4821319 |
| 2.49 | 0.0063872 | 0.0020671 | 2.4920671 |
| 2.50 | 0.0062097 | 0.0020041 | 2.5020041 |
| 2.51 | 0.0060366 | 0.0019429 | 2.5119429 |
| 2.52 | 0.0058678 | 0.0018833 | 2.5218833 |
| 2.53 | 0.0057031 | 0.0018255 | 2.5318255 |
| 2.54 | 0.0055426 | 0.0017693 | 2.5417693 |
| 2.55 | 0.0053862 | 0.0017146 | 2.5517146 |
| 2.56 | 0.0052336 | 0.0016615 | 2.5616615 |
| 2.57 | 0.0050850 | 0.0016099 | 2.5716099 |
| 2.58 | 0.0049400 | 0.0015598 | 2.5815598 |
| 2.59 | 0.0047988 | 0.0015111 | 2.5915111 |
| 2.60 | 0.0046612 | 0.0014638 | 2.6014638 |
| 2.61 | 0.0045271 | 0.0014178 | 2.6114178 |
| 2.62 | 0.0043965 | 0.0013732 | 2.6213732 |
| 2.63 | 0.0042693 | 0.0013299 | 2.6313299 |
| 2.64 | 0.0041453 | 0.0012878 | 2.6412878 |
| 2.65 | 0.0040246 | 0.0012470 | 2.6512470 |
| 2.66 | 0.0039070 | 0.0012073 | 2.6612073 |
| 2.67 | 0.0037926 | 0.0011688 | 2.6711688 |
| 2.68 | 0.0036812 | 0.0011314 | 2.6811314 |
| 2.69 | 0.0035726 | 0.0010952 | 2.6910952 |

| Número de derivaciones estándar del inventario de seguridad (k o z) | Riesgo de agotar existencias (SDR) | Veces que se esperan se agoten existencias $(g^+) \text{ o } g^-(U)^+$ | Veces que se esperan se agoten existencias $(g^+ - k) \text{ o } g^-(k - U)^+$ |
|---|------------------------------------|--|--|
| 2.70 | 0.0034670 | 0.0010600 | 2.7010600 |
| 2.71 | 0.0033642 | 0.0010258 | 2.7110258 |
| 2.72 | 0.0032641 | 0.0009927 | 2.7209927 |
| 2.73 | 0.0031668 | 0.0009605 | 2.7309605 |
| 2.74 | 0.0030720 | 0.0009293 | 2.7409293 |
| 2.75 | 0.0029798 | 0.0008991 | 2.7508991 |
| 2.76 | 0.0028901 | 0.0008697 | 2.7608697 |
| 2.77 | 0.0028029 | 0.0008412 | 2.7708412 |
| 2.78 | 0.0027180 | 0.0008136 | 2.7808136 |
| 2.79 | 0.0026355 | 0.0007869 | 2.7907869 |
| 2.80 | 0.0025552 | 0.0007609 | 2.8007609 |
| 2.81 | 0.0024771 | 0.0007358 | 2.8107358 |
| 2.82 | 0.0024012 | 0.0007114 | 2.8207114 |
| 2.83 | 0.0023275 | 0.0006877 | 2.8306887 |
| 2.84 | 0.0022557 | 0.0006648 | 2.8406648 |
| 2.85 | 0.0021860 | 0.0006426 | 2.8506426 |
| 2.86 | 0.0021183 | 0.0006211 | 2.8606211 |
| 2.87 | 0.0020524 | 0.0006002 | 2.8706002 |
| 2.88 | 0.0019884 | 0.0005800 | 2.8805800 |
| 2.89 | 0.0019263 | 0.0005604 | 2.8905604 |
| 2.90 | 0.0018659 | 0.0005415 | 2.9005415 |
| 2.91 | 0.0018072 | 0.0005231 | 2.9105231 |
| 2.92 | 0.0017502 | 0.0005053 | 2.9205053 |
| 2.93 | 0.0016949 | 0.0004881 | 2.9304881 |
| 2.94 | 0.0016411 | 0.0004714 | 2.9404714 |
| 2.95 | 0.0015889 | 0.0004553 | 2.9504553 |
| 2.96 | 0.0015383 | 0.0004396 | 2.9604396 |
| 2.97 | 0.0014891 | 0.0004245 | 2.9704245 |
| 2.98 | 0.0014413 | 0.0004099 | 2.9804099 |
| 2.99 | 0.0013950 | 0.0003957 | 2.9903957 |
| 3.00 | 0.0013500 | 0.0003819 | 3.0003819 |
| 3.01 | 0.0013063 | 0.0003687 | 3.0103687 |
| 3.02 | 0.0012639 | 0.0003558 | 3.0203558 |
| 3.03 | 0.0012228 | 0.0003434 | 3.0303434 |
| 3.04 | 0.0011830 | 0.0003314 | 3.0403314 |
| 3.05 | 0.0011443 | 0.0003197 | 3.0503197 |
| 3.06 | 0.0011068 | 0.0003083 | 3.0603083 |
| 3.07 | 0.0010704 | 0.0002976 | 3.0702976 |
| 3.08 | 0.0010351 | 0.0002871 | 3.0802871 |
| 3.09 | 0.0010009 | 0.0002769 | 3.0902769 |
| 3.10 | 0.0009677 | 0.0002670 | 3.1002670 |
| 3.11 | 0.0009355 | 0.0002575 | 3.1102575 |
| 3.12 | 0.0009043 | 0.0002483 | 3.1202483 |
| 3.13 | 0.0008741 | 0.0002394 | 3.1302394 |
| 3.14 | 0.0008448 | 0.0002308 | 3.1402308 |
| 3.15 | 0.0008164 | 0.0002225 | 3.1502225 |

| <i>Número de derivaciones estándar del inventario de seguridad (R + z)</i> | <i>Tiempo de espera estacionario (RQR)</i> | <i>Voces que se esperan en espera estacionario (R/R) o $\mu(1/P)$</i> | <i>Voces que se esperan en espera estacionario (R(-z)) o $\mu(-z)^2$</i> |
|--|--|--|---|
| 3.16 | 0.0007689 | 0.0002145 | 3.1602145 |
| 3.17 | 0.0007623 | 0.0002048 | 3.1702048 |
| 3.18 | 0.0007564 | 0.0001993 | 3.1801993 |
| 3.19 | 0.0007514 | 0.0001920 | 3.1901920 |
| 3.20 | 0.0007472 | 0.0001830 | 3.2001830 |
| 3.21 | 0.0007437 | 0.0001763 | 3.2101763 |
| 3.22 | 0.0007410 | 0.0001718 | 3.2201718 |
| 3.23 | 0.0007389 | 0.0001655 | 3.2301655 |
| 3.24 | 0.0007377 | 0.0001594 | 3.2401594 |
| 3.25 | 0.0007371 | 0.0001535 | 3.2501535 |
| 3.26 | 0.0007371 | 0.0001478 | 3.2601478 |
| 3.27 | 0.0007378 | 0.0001434 | 3.2701434 |
| 3.28 | 0.0007391 | 0.0001371 | 3.2801371 |
| 3.29 | 0.0007419 | 0.0001320 | 3.2901320 |
| 3.30 | 0.0007453 | 0.0001271 | 3.3001271 |
| 3.31 | 0.0007465 | 0.0001223 | 3.3101223 |
| 3.32 | 0.0007481 | 0.0001177 | 3.3201177 |
| 3.33 | 0.0007493 | 0.0001133 | 3.3301133 |
| 3.34 | 0.0007499 | 0.0001091 | 3.3401091 |
| 3.35 | 0.0007504 | 0.0001030 | 3.3501050 |
| 3.36 | 0.0007509 | 0.0001010 | 3.3601010 |
| 3.37 | 0.0007509 | 0.0000972 | 3.3700972 |
| 3.38 | 0.0007505 | 0.0000935 | 3.3800935 |
| 3.39 | 0.0007495 | 0.0000899 | 3.3900899 |
| 3.40 | 0.0007470 | 0.0000865 | 3.4000865 |
| 3.41 | 0.0007449 | 0.0000832 | 3.4100832 |
| 3.42 | 0.0007423 | 0.0000800 | 3.4200800 |
| 3.43 | 0.0007391 | 0.0000769 | 3.4300769 |
| 3.44 | 0.0007359 | 0.0000740 | 3.4400740 |
| 3.45 | 0.0007328 | 0.0000711 | 3.4500711 |
| 3.46 | 0.0007291 | 0.0000684 | 3.4600684 |
| 3.47 | 0.0007250 | 0.0000657 | 3.4700657 |
| 3.48 | 0.0007208 | 0.0000632 | 3.4800632 |
| 3.49 | 0.0007166 | 0.0000607 | 3.4900607 |
| 3.50 | 0.0007127 | 0.0000583 | 3.5000583 |
| 3.51 | 0.0007084 | 0.0000560 | 3.5100560 |
| 3.52 | 0.0007038 | 0.0000538 | 3.5200538 |
| 3.53 | 0.0006978 | 0.0000517 | 3.5300517 |
| 3.54 | 0.0006911 | 0.0000497 | 3.5400497 |
| 3.55 | 0.0006827 | 0.0000477 | 3.5500477 |
| 3.56 | 0.0006735 | 0.0000458 | 3.5600458 |
| 3.57 | 0.0006635 | 0.0000440 | 3.5700440 |
| 3.58 | 0.0006528 | 0.0000423 | 3.5800428 |
| 3.59 | 0.0006414 | 0.0000406 | 3.5900406 |
| 3.60 | 0.0006291 | 0.0000390 | 3.6000390 |
| 3.61 | 0.0006151 | 0.0000374 | 3.6100374 |

CLASIFICACIÓN ABC DE MATERIA PRIMA

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Costo Unitario | Costo Total | % de Consumo | % de Costo |
|--------|---|--------|----------|----------------|-------------|--------------|------------|
| 13008 | C Al ANODIZ ORO 5005 H-34 0.025"x5.274" | Kg | 120,960 | \$43.6569 | \$5,280,735 | 11.456% | 11.456% |
| 10101 | CL ALEAC 260 T1/2 DURO 0.032" x 0.452" | Kg | 64,756 | \$36.9907 | \$2,395,370 | 5.196% | 16.652% |
| 12246 | CRASTIN(PBT) NE VO15% FV "SK 652 BK" | Kg | 66,816 | \$34.5030 | \$2,305,355 | 5.001% | 21.653% |
| 11101 | C CRS SAE 1008 CAL 22 0.030" x 4.582" | Kg | 342,942 | \$6.1776 | \$2,118,558 | 4.596% | 26.249% |
| 12217 | ABS CYCOLAC MARFIL KJB 23731 | Kg | 58,313 | \$31.4829 | \$1,835,861 | 3.983% | 30.231% |
| 11202 | LAMINA CRS 1008 CAL18 0.048" x 36" x 96" | Kg | 275,562 | \$6.1776 | \$1,702,312 | 3.693% | 33.924% |
| 11203 | LAMINA CRS 1008 CAL16 0.060" x 36" x 96" | Kg | 253,846 | \$6.1776 | \$1,568,159 | 3.402% | 37.326% |
| 12238 | POLIESTIRENO ALTO IMPACTO MARFIL VO | Kg | 67,415 | \$21.0324 | \$1,417,896 | 3.076% | 40.402% |
| 11115 | C CRS SAE 1008 CAL 20 0.036" x 7.480" | Kg | 228,327 | \$6.1776 | \$1,410,513 | 3.060% | 43.462% |
| 10315 | C Cu ALEAC C110 T1/2 DURO 0.032" x 0.500" | Kg | 32,045 | \$40.3603 | \$1,293,346 | 2.806% | 46.267% |
| 12208 | PVC NEGRO FIVA - 70 | Kg | 79,420 | \$15.1114 | \$1,200,144 | 2.603% | 48.871% |
| 12007 | UREA BLANCA COMPRESION U-115GB/U-005 | Kg | 84,216 | \$12.5833 | \$1,059,715 | 2.299% | 51.170% |
| 10303 | C Cu ALEAC C110 T1/2DURO 0.075"x0.495"CR | Kg | 25,498 | \$39.9942 | \$1,019,773 | 2.212% | 53.382% |
| 10106 | CL ALEAC 260 T1/2 DURO 0.032" x 0.2 | Kg | 26,496 | \$37.6147 | \$996,640 | 2.162% | 55.544% |
| 10111 | CL ALEAC 260 T1/2 DURO 0.022" x 1.693" | Kg | 26,496 | \$36.4771 | \$966,498 | 2.097% | 57.641% |
| 11146 | C CRS SAE 1008 CAL 22 0.03" x7.935" | Kg | 145,304 | \$6.1776 | \$897,630 | 1.947% | 59.588% |
| 12004 | UREA HUESO COMPRESION U-103AJ-208GZ | Kg | 70,638 | \$12.5833 | \$888,859 | 1.928% | 61.516% |
| 12237 | POLIESTIRENO ALTO IMPACTO CAFE VO | Kg | 38,572 | \$22.0000 | \$848,584 | 1.841% | 63.357% |
| 11147 | C CRS SAE 1008 CAL 20 0.036" x 11.909" | Kg | 130,435 | \$6.1776 | \$805,775 | 1.748% | 65.105% |
| 10102 | CL ALEAC 260 T1/2 DURO 0.032" x 0.748" | Kg | 19,031 | \$36.4771 | \$694,196 | 1.506% | 66.611% |
| 12001 | UREA CAFE COMPRESION U-892GB/C16 | Kg | 52,721 | \$12.0891 | \$637,349 | 1.383% | 67.993% |
| 10137 | CL ALEAC 260 T SUAVE 0.011" x 2.380" | Kg | 16,477 | \$36.4771 | \$601,034 | 1.304% | 69.297% |
| 13502 | ALAMBRE Ag Ø0.048"-0.049", ALEAC 90-10 | Kg | 296 | \$1,938.1412 | \$573,690 | 1.245% | 70.542% |
| 11148 | C CRS SAE 1008 CAL 22 0.030" x 9.843" | Kg | 79,774 | \$6.1776 | \$492,812 | 1.069% | 71.611% |
| 10134 | CL ALEAC 260 T1/2 DURO 0.028" x 0.433" | Kg | 12,366 | \$38.3469 | \$474,198 | 1.029% | 72.640% |
| 11113 | C CRS SAE 1008 CAL 20 0.036" x 5.342" | Kg | 74,505 | \$6.1776 | \$460,262 | 0.998% | 73.638% |
| 12101 | BAQUELITA NEGRA COMP 1031 F-14/1004-15 | Kg | 30,050 | \$13.1535 | \$395,264 | 0.857% | 74.495% |
| 11204 | LAMINA CRS 1008 CAL14 0.075" x 36" x 96" | Kg | 62,171 | \$6.1776 | \$384,068 | 0.833% | 75.329% |

| | | | | | | | |
|-------|---|----|--------|------------|-----------|--------|---------|
| 10157 | CL ALEAC 260 T DURO 0.032" x 0.610" | Kg | 10,461 | \$36,6263 | \$383,148 | 0.831% | 76.160% |
| 12201 | POLIESTIRENO NATURAL CRISTAL HF-555 | Kg | 30,698 | \$11,8420 | \$363,525 | 0.789% | 76.948% |
| 10142 | CL ALEAC 260 T1/2 DURO 0.062" x 0.787" | Kg | 9,316 | \$36,4771 | \$339,821 | 0.737% | 77.688% |
| 11117 | C CRS SAE 1008 CAL 22 0.030" x 9.450" | Kg | 54,432 | \$6,1776 | \$336,259 | 0.729% | 78.415% |
| 12301 | PIGMENTO POLVO FOSF.VE GSSU | Kg | 973 | \$336,4275 | \$327,344 | 0.710% | 79.125% |
| 10307 | C Cu ALEAC C110 T1/2 DURO 0.062" x 0.622" | Kg | 6,795 | \$42,0809 | \$285,940 | 0.620% | 79.745% |
| 10126 | CL ALEAC 260 T1/2 DURO 0.028" x 0.610" | Kg | 7,661 | \$36,4771 | \$279,451 | 0.606% | 80.352% |
| 12214 | ABS BLANCO KJB - 23801 | Kg | 8,665 | \$31,4829 | \$272,799 | 0.592% | 80.943% |
| 10401 | SOL Cu ALEAC C110 T1/2 D.0.125"x0.622" CR | Kg | 6,446 | \$42,0809 | \$271,253 | 0.588% | 81.532% |
| 15812 | CINTA PVC RIGIDO (1.6 x 52)mm | Kg | 11,071 | \$23,7600 | \$263,047 | 0.571% | 82.102% |
| 12005 | UREA FOSF AL 5% COMPRESION U.02 | Kg | 18,649 | \$14,0754 | \$262,493 | 0.569% | 82.672% |
| 10304 | C Cu ALEAC C110 T1/2 DURO 0.040" x 0.590" | Kg | 6,000 | \$41,4979 | \$248,987 | 0.540% | 83.212% |
| 11707 | VARILLA PULIDA 6.35x321mm CRS 1008-1010 | Kg | 40,122 | \$5,9210 | \$237,562 | 0.515% | 83.727% |
| 12006 | UREA MARFIL COMPRESION U-217GBM13 | Kg | 19,586 | \$12,0891 | \$236,777 | 0.514% | 84.241% |
| 12018 | UREA NEGRA COMPRESION | Kg | 19,427 | \$11,9560 | \$232,270 | 0.504% | 84.745% |
| 10308 | C Cu ALEAC C110 T1/2 DURO 0.065" x 0.875" | Kg | 5,514 | \$41,4979 | \$228,819 | 0.496% | 85.241% |
| 11201 | LAMINA CRS 1008 CAL20 0.036" x 36" x 96" | Kg | 36,730 | \$6,1776 | \$226,903 | 0.492% | 85.734% |
| 10152 | CL ALEAC 260 T1/2 DURO 0.025" x 0.787" | Kg | 6,115 | \$36,4771 | \$223,058 | 0.484% | 86.217% |
| 10167 | CL ALEAC 260 T1/2 DURO 0.032" x 0.500" | Kg | 6,104 | \$36,4771 | \$222,656 | 0.483% | 86.700% |
| 10113 | CL ALEAC 260 T1/2 DURO 0.022" x 0.236" | Kg | 5,761 | \$36,4771 | \$210,145 | 0.456% | 87.156% |
| 10166 | CL ALEAC 260 T EXTRA DURO 0.032" x 0.590" | Kg | 5,739 | \$36,4771 | \$209,342 | 0.454% | 87.610% |
| 10406 | SOL Cu ALEAC C110 T1/2D 0.120"x0.874" CR | Kg | 4,757 | \$42,0809 | \$200,179 | 0.434% | 88.045% |
| 10316 | C Cu ALEAC C110 T1/2D. 0.062" x 0.0490"CR | Kg | 4,539 | \$42,7124 | \$193,872 | 0.421% | 88.465% |
| 10138 | CL ALEAC 260 T1/2 DURO 0.059" x 2.165" | Kg | 5,310 | \$36,4771 | \$193,694 | 0.420% | 88.885% |
| 10104 | CL ALEAC 260 T1/2 DURO 0.032" x 0.346" | Kg | 5,123 | \$36,4771 | \$186,872 | 0.405% | 89.291% |
| 15811 | CINTA PVC RIGIDO (1.6 x 43)mm | Kg | 7,677 | \$23,7600 | \$182,406 | 0.396% | 89.686% |
| 12236 | PVC AHULADO MTA3FIVA ROY SHORE 70-75A VO | Kg | 10,810 | \$16,2994 | \$176,196 | 0.382% | 90.069% |
| 11104 | C CRS SAE 1008 CAL 20 0.036" x 2.460" | Kg | 28,325 | \$6,1776 | \$174,981 | 0.380% | 90.448% |
| 11137 | C CRS SAE 1008 CAL 20 0.036" x 7.000" | Kg | 23,841 | \$6,1776 | \$147,280 | 0.319% | 90.768% |
| 10131 | CL ALEAC 260 T1/2 DURO 0.022" x 0.354" | Kg | 3,975 | \$36,4771 | \$144,997 | 0.315% | 91.082% |
| 10123 | CL ALEAC 260 T1/2 DURO 0.060" x 1.280" | Kg | 3,858 | \$36,4771 | \$140,729 | 0.305% | 91.388% |
| 10103 | CL ALEAC 260 T1/2 DURO 0.049" x 0.255" | Kg | 3,743 | \$36,4771 | \$136,534 | 0.296% | 91.684% |



| | | | | | | | |
|-------|---|----|--------|------------|-----------|--------|---------|
| 15801 | CINTA PVC RIGIDO (0.8 x 24)mm | Kg | 5,247 | \$23.7600 | \$124,669 | 0.270% | 91.954% |
| 10403 | SOL Cu ALEAC C110 T1/2D 0.090"x1.248" CR | Kg | 2,936 | \$42.0809 | \$123,550 | 0.268% | 92.222% |
| 10141 | CL ALEAC 260 T1/2 DURO 0.632" x 1.165" | Kg | 3,302 | \$36.4771 | \$120,447 | 0.261% | 92.484% |
| 10306 | C Cu ALEAC C110 T1/2 DURO 0.083" x 1.250" | Kg | 2,710 | \$42.0809 | \$114,039 | 0.247% | 92.731% |
| 11108 | C CRS SAE 1008 CAL 20 0.036" x 0.787" | Kg | 16,841 | \$6.1776 | \$104,037 | 0.226% | 92.957% |
| 10118 | CL ALEAC 260 T1/2 DURO 0.025" x 0.250" | Kg | 2,849 | \$36.4771 | \$103,923 | 0.225% | 93.182% |
| 10206 | CL ALEAC 230 T SUAVE 0.022" x 3.267" | Kg | 2,416 | \$42.9027 | \$103,653 | 0.225% | 93.407% |
| 12103 | BAQUELITA NEGRA PASTILLA COMP N-1004-15 | Kg | 7,227 | \$13.1535 | \$95,061 | 0.206% | 93.613% |
| 10153 | CL ALEAC 260 T SUAVE 0.013" x 2.067" | Kg | 2,589 | \$36.4771 | \$94,439 | 0.205% | 93.818% |
| 11133 | C CRS SAE 1008 CAL 20 0.036" x 1.260" | Kg | 15,078 | \$6.1776 | \$93,146 | 0.202% | 94.020% |
| 11136 | C CRS SAE 1008 CAL 18 0.048" x 4.252" | Kg | 14,779 | \$6.1776 | \$91,299 | 0.198% | 94.218% |
| 12212 | PVC SEMIRIGIDO AMARILLO RIVA - 003 | Kg | 4,775 | \$18.4378 | \$88,404 | 0.191% | 94.409% |
| 10405 | SOL Cu ALEAC C110 T1/2D 0.187" x 6.000" | Kg | 1,991 | \$42.0809 | \$83,783 | 0.182% | 94.591% |
| 11714 | VARILLA PULIDA CAL. 6 0.192" | Kg | 13,357 | \$6.2565 | \$83,568 | 0.181% | 94.772% |
| 12218 | ABS GRIS KJIB 36262 | Kg | 2,540 | \$31.4829 | \$79,967 | 0.173% | 94.946% |
| 11135 | C CRS SAE 1008 CAL 26 0.018" x 2.756" | Kg | 12,851 | \$6.1776 | \$79,450 | 0.172% | 95.118% |
| 12016 | UREA BLANCA INYECCION | Kg | 6,006 | \$13.1535 | \$79,000 | 0.171% | 95.289% |
| 10139 | CL ALEAC 260 T1/2 DURO 0.040" x 1.614" | Kg | 2,070 | \$36.4771 | \$75,508 | 0.164% | 95.453% |
| 11709 | VARILLA PULIDA 9.5x 280mm CRS 1008-1010 | Kg | 10,985 | \$6.8619 | \$75,378 | 0.164% | 95.617% |
| 10158 | CL ALEAC 260 T1/2 DURO 0.022" x 0.669" | Kg | 1,981 | \$36.4771 | \$72,261 | 0.157% | 95.773% |
| 11119 | C CRS SAE 1008 CAL 20 0.036" x 8.189" | Kg | 11,655 | \$6.1776 | \$72,000 | 0.156% | 95.930% |
| 10136 | CL ALEAC 260 T1/2 DURO 0.062" x 2.000" | Kg | 1,872 | \$36.4771 | \$68,285 | 0.148% | 96.078% |
| 10302 | C Cu ALEAC C110 T1/2 DURO 0.025" x1.522" | Kg | 1,578 | \$42.0809 | \$66,404 | 0.144% | 96.222% |
| 12302 | PIGMENTO CA P/POLIESTIRENO | Kg | 287 | \$227.6588 | \$65,338 | 0.142% | 96.364% |
| 10305 | C Cu ALEAC C110 T1/2 DURO 0.080" x 0.590" | Kg | 1,616 | \$39.8112 | \$64,335 | 0.140% | 96.503% |
| 10151 | CL ALEAC 260 T1/2 DURO 0.032" x 0.315" | Kg | 1,737 | \$36.4771 | \$63,361 | 0.137% | 96.641% |
| 11708 | VARILLA PULIDA 6.35x 360mm CRS 1008-1010 | Kg | 10,431 | \$5.9210 | \$61,762 | 0.134% | 96.775% |
| 10135 | CL ALEAC 260 T1/2 DURO 0.028" x 0.314" | Kg | 1,512 | \$36.4771 | \$55,153 | 0.120% | 96.894% |
| 10148 | CL ALEAC 260 T1/2 DURO 0.032" x 0.464" | Kg | 1,490 | \$36.4771 | \$54,351 | 0.118% | 97.012% |
| 10309 | C Cu ALEAC C110 T1/2 DURO 0.080" x1.220" | Kg | 1,239 | \$42.0809 | \$52,138 | 0.113% | 97.125% |
| 11106 | C CRS SAE 1008 CAL 20 0.036" x 0.905" | Kg | 8,408 | \$6.1776 | \$51,941 | 0.113% | 97.238% |
| 12247 | POLIESTIRENO ALTO IMPACTO NEGRO V-0 | Kg | 2,289 | \$22.4294 | \$51,341 | 0.111% | 97.349% |

| | | | | | | | |
|-------|--|----|-------|--------------|----------|--------|---------|
| 12104 | BAQUELITA CAFÉ COMPRESION P.M | Kg | 3,794 | \$13.1535 | \$49,905 | 0.108% | 97.458% |
| 10310 | C Cu ALEAC C110 T1/2 DURO 0.080" x 1.260" | Kg | 1,221 | \$39.3536 | \$48,051 | 0.104% | 97.562% |
| 11105 | C CRS SAE 1008 CAL 20 0.036" x 1.535" | Kg | 7,620 | \$6.1776 | \$47,073 | 0.102% | 97.664% |
| 11139 | C CRS SAE 1008 CAL 18 0.048" x 2.540" | Kg | 7,340 | \$6.1776 | \$45,344 | 0.098% | 97.762% |
| 10140 | CL ALEAC 260 T1/2 DURO 0.022" x 0.866" | Kg | 1,210 | \$36.4771 | \$44,137 | 0.096% | 97.858% |
| 10407 | SOL Cu ALEAC C110 T1/20 0.125" x 1.122" CR | Kg | 1,033 | \$42.0809 | \$43,470 | 0.094% | 97.952% |
| 10311 | C Cu ALEAC C110 T DURO 0.047" x 0.393" | Kg | 987 | \$42.0809 | \$41,534 | 0.090% | 98.042% |
| 10119 | CL ALEAC 260 T RESORTE 0.022" x 0.314" | Kg | 1,096 | \$36.4771 | \$39,979 | 0.087% | 98.129% |
| 12209 | PLASTISOL ROJO PINM-014 | Kg | 1,805 | \$20.4336 | \$36,883 | 0.080% | 98.209% |
| 10156 | CL ALEAC 260 T1/2 DURO 0.032" x 1.259" | Kg | 918 | \$36.4771 | \$33,486 | 0.073% | 98.282% |
| 11142 | C CRS SAE 1008 CAL 16 0.059" x 3.405" | Kg | 5,296 | \$6.1776 | \$32,717 | 0.071% | 98.353% |
| 15804 | CINTA PVC RIGIDO (0.8 x 60)mm | Kg | 1,333 | \$23.7600 | \$31,672 | 0.069% | 98.421% |
| 10402 | SOL Cu ALEAC C110 T1/2 D 0.083" x 0.875" | Kg | 745 | \$42.0809 | \$31,350 | 0.068% | 98.489% |
| 12223 | ABS GRA POLYLAC 757 HANNA MX801056 MAPC | Kg | 1,180 | \$26.5408 | \$31,318 | 0.068% | 98.557% |
| 10301 | C Cu ALEAC C110 T1/2 DURO 0.040" x 0.500" | Kg | 744 | \$42.0809 | \$31,308 | 0.068% | 98.625% |
| 13011 | C AI ALEAC 1200 D H-14 0.016" x 2.382" | Kg | 913 | \$32.6726 | \$29,830 | 0.065% | 98.690% |
| 11206 | LAMINA CRS 1008 CAL26 0.018" x 36" x 96" | Kg | 4,784 | \$6.1776 | \$29,554 | 0.064% | 98.754% |
| 11140 | C CRS SAE 1008 CAL 18 0.048" x 5.551" | Kg | 4,720 | \$6.1776 | \$29,158 | 0.063% | 98.817% |
| 10404 | SOL Cu ALEAC C110 T1/20 0.187" x 1.093" CR | Kg | 626 | \$42.0809 | \$26,343 | 0.057% | 98.875% |
| 10164 | CL ALEAC 260 T RESORTE 0.022" x 1.360" | Kg | 717 | \$36.4771 | \$26,154 | 0.057% | 98.931% |
| 10112 | CL ALEAC 260 T1/2 DURO 0.032" x 0.551" | Kg | 712 | \$36.4771 | \$26,972 | 0.056% | 98.988% |
| 11134 | C CRS SAE 1008 CAL 20 0.036" x 1.575" | Kg | 4,107 | \$6.1776 | \$25,371 | 0.055% | 99.043% |
| 11706 | ALAMBRE Ac CM A407,CAL17 Ø(0.055") | Kg | 3,173 | \$7.8123 | \$24,788 | 0.054% | 99.096% |
| 10154 | CL ALEAC 260 T RESORTE 0.022" x 0.236" | Kg | 667 | \$36.4771 | \$24,330 | 0.053% | 99.149% |
| 15802 | CINTA PVC RIGIDO (0.8 x 37)mm | Kg | 1,019 | \$23.7600 | \$24,211 | 0.053% | 99.202% |
| 13606 | ALAMBRE Ag Ø0.076", ALEAC 90-10 | Kg | 11 | \$2,080.8723 | \$22,890 | 0.050% | 99.251% |
| 15803 | CINTA PVC RIGIDO (0.8 x 41)mm | Kg | 954 | \$23.7600 | \$22,667 | 0.049% | 99.301% |
| 11710 | VARILLA PULIDA 9.5x 394mm CRS 1008-1010 | Kg | 3,028 | \$6.8619 | \$20,778 | 0.045% | 99.346% |
| 10313 | C Cu ALEAC C110 T1/2 DURO 0.022" x 0.629" | Kg | 484 | \$42.0809 | \$20,367 | 0.044% | 99.390% |
| 15813 | CINTA PVC RIGIDO (1.6 x 57)mm | Kg | 797 | \$23.7600 | \$18,937 | 0.041% | 99.431% |
| 12240 | PVC MARFIL RIVA -012 | Kg | 759 | \$23.4274 | \$17,781 | 0.039% | 99.469% |
| 10143 | CL ALEAC 260 T1/2 DURO 0.020" x 0.570" | Kg | 444 | \$36.4771 | \$16,196 | 0.035% | 99.505% |



| | | | | | | | |
|-------|--|----|-------|-----------|----------|--------|---------|
| 10114 | CL ALEAC 260 T1/2 DURO 0.032" x 0.669" | Kg | 420 | \$36.4771 | \$15,320 | 0.033% | 99.538% |
| 10105 | CL ALEAC 260 T1/2 DURO 0.052" x 0.314" | Kg | 394 | \$36.4771 | \$14,372 | 0.031% | 99.569% |
| 11124 | C CRS SAE 1008 CAL 14 0.074" x 1.181" | Kg | 2,097 | \$6.1776 | \$12,954 | 0.028% | 99.597% |
| 11126 | C CRS SAE 1008 CAL 14 0.074" x 0.504" | Kg | 1,934 | \$6.1776 | \$11,947 | 0.026% | 99.623% |
| 11141 | C CRS SAE 1008 CAL 18 0.048" x 1.063" | Kg | 1,800 | \$6.1776 | \$11,120 | 0.024% | 99.647% |
| 11107 | C CRS SAE 1008 CAL 20 0.036" x 0.315" | Kg | 1,788 | \$6.1776 | \$11,046 | 0.024% | 99.671% |
| 11711 | VARILLA PULIDA 12.7x 610mm CRS 1008-1010 | Kg | 1,391 | \$7.3086 | \$10,166 | 0.022% | 99.693% |
| 11120 | C CRS SAE 1008 CAL 14 0.074" x 1.456" | Kg | 1,591 | \$6.1776 | \$9,829 | 0.021% | 99.714% |
| 10120 | CL ALEAC 260 T1/2 DURO 0.022" x 0.295" | Kg | 253 | \$36.4771 | \$9,229 | 0.020% | 99.734% |
| 11132 | C CRS SAE 1008 CAL 20 0.036" x 2.323" | Kg | 1,339 | \$6.1776 | \$8,272 | 0.018% | 99.752% |
| 11125 | C CRS SAE 1008 CAL 16 0.059" x 0.787" | Kg | 1,321 | \$6.1776 | \$8,161 | 0.018% | 99.770% |
| 11121 | C CRS SAE 1008 CAL 14 0.074" x 2.756" | Kg | 1,115 | \$6.1776 | \$6,888 | 0.015% | 99.785% |
| 10128 | CL ALEAC 260 T1/2 DURO 0.049" x 0.709" | Kg | 184 | \$36.4771 | \$6,712 | 0.015% | 99.800% |
| 11127 | C CRS SAE 1008 CAL 16 0.059" x 0.375" | Kg | 1,039 | \$6.1776 | \$6,419 | 0.014% | 99.814% |
| 12311 | PIGMENTO HUESO PIPOLIESTIRENO | Kg | 107 | \$58.5066 | \$6,260 | 0.014% | 99.827% |
| 12245 | ABS NEGRO | Kg | 212 | \$28.3712 | \$6,015 | 0.013% | 99.840% |
| 11122 | C CRS SAE 1008 CAL 16 0.059" x 0.551" | Kg | 958 | \$6.1776 | \$5,918 | 0.013% | 99.853% |
| 10116 | CL ALEAC 260 T RESORTE 0.020" x 0.267" | Kg | 146 | \$36.4771 | \$5,326 | 0.012% | 99.865% |
| 11111 | C CRS SAE 1008 CAL 18 0.047" x 5.118" | Kg | 839 | \$6.1776 | \$5,183 | 0.011% | 99.876% |
| 11109 | PL CRS 1008 CAL 10 0.135" x 3.114" x 3.118" | Kg | 528 | \$8.3635 | \$4,416 | 0.010% | 99.885% |
| 10201 | CL ALEAC 230 T1.4 DURO 0.032" x 0.433" | Kg | 99 | \$42.9027 | \$4,247 | 0.009% | 99.895% |
| 10159 | CL ALEAC 260 T1/2 DURO 0.032" x 0.303" | Kg | 113 | \$36.4771 | \$4,122 | 0.009% | 99.904% |
| 11143 | C CRS SAE 1008 CAL 20 0.036" x 4.394" | Kg | 580 | \$6.1776 | \$3,583 | 0.008% | 99.911% |
| 11123 | C CRS SAE 1008 CAL 14 0.074" x 1.102" | Kg | 559 | \$6.1776 | \$3,453 | 0.007% | 99.919% |
| 12242 | PVC CAFE MTA 11 RIVA ROY | Kg | 146 | \$23.4274 | \$3,420 | 0.007% | 99.926% |
| 12241 | PVC BLANCO MTA 12 RIVA ROY | Kg | 145 | \$23.4274 | \$3,397 | 0.007% | 99.934% |
| 12243 | PVC NEGRO MTA 9 RIVA ROY | Kg | 145 | \$23.4274 | \$3,397 | 0.007% | 99.941% |
| 11205 | LAMINA CRS 1008 CAL 12 0.105" x 36" x 96" | Kg | 457 | \$6.1776 | \$2,823 | 0.006% | 99.947% |
| 10160 | CL ALEAC 260 T SUAVE 0.013" x 2.5" | Kg | 74 | \$36.4771 | \$2,699 | 0.006% | 99.953% |
| 10155 | CL ALEAC 260 T1/2 DURO 0.032" x 1.653" | Kg | 73 | \$36.4771 | \$2,663 | 0.006% | 99.959% |
| 12229 | ABS AZ-MA HANNA MX101317 MAPC | Kg | 88 | \$27.9136 | \$2,456 | 0.005% | 99.964% |
| 12231 | ABS VE-BO POLYLACT737 HANNA MX201196 MAPC | Kg | 71 | \$27.6390 | \$1,962 | 0.004% | 99.968% |



| | | | | | | | |
|-------|---|----|-----|-----------|--------------|--------|----------|
| 12233 | ABS NATURAL ELECTROPLATING | Kg | 76 | \$25.0000 | \$1,900 | 0.004% | 99.972% |
| 12304 | PIGMENTO MA P/POLIESTIRENO HF 77 LT 103 | Kg | 31 | \$53.5265 | \$1,659 | 0.004% | 99.976% |
| 10121 | CL ALEAC 260 T1/2 DURO 0.028" x 0.819" | Kg | 42 | \$36.4771 | \$1,532 | 0.003% | 99.979% |
| 12224 | ABS VE-IN POLYLAC737 HANNA MX201193 MAPC | Kg | 47 | \$27.4560 | \$1,290 | 0.003% | 99.982% |
| 12312 | PIGMENTO FOSF P/POLIESTIRENO | Kg | 16 | \$61.5600 | \$985 | 0.002% | 99.984% |
| 12225 | ABS BOR POLYLAC737 HANNA MX501209 MAPC | Kg | 35 | \$27.9136 | \$977 | 0.002% | 99.986% |
| 12227 | ABS RO-PA POLYLAC737 HANNA MX501212 MAPC | Kg | 35 | \$27.9136 | \$977 | 0.002% | 99.989% |
| 12228 | ABS AZ-PA POLYLAC737 HANNA MX101334 MAPC | Kg | 35 | \$27.9136 | \$977 | 0.002% | 99.991% |
| 12232 | ABS AM POLYLAC737 HANNA MX301144 MAPC | Kg | 35 | \$27.6390 | \$967 | 0.002% | 99.993% |
| 12230 | ABS ROJO POLYLAC737 HANNA MX501210 MAPC | Kg | 35 | \$27.4560 | \$961 | 0.002% | 99.995% |
| 12226 | ABS VE-PA POLYLAC737 HANNA MX201195 MAPC | Kg | 35 | \$26.1747 | \$916 | 0.002% | 99.997% |
| 11114 | C CRS SAE 1008 CAL 20 0.036" x 4.980" | Kg | 139 | \$6.1776 | \$859 | 0.002% | 99.999% |
| 11145 | C CRS SAE 1070-1074 CAL30 0.012" x 1.346" | Kg | 50 | \$6.1776 | \$309 | 0.001% | 99.999% |
| 12216 | POLIESTIRENO ALTO IMPACTO HIN 4220 | Kg | 15 | \$12.3172 | \$185 | 0.000% | 100.000% |
| 11144 | C CRS SAE 1060 CAL 30 0.012" x 1.693" | Kg | 11 | \$6.1776 | \$68 | 0.000% | 100.000% |
| 13701 | PAPEL PRESSAN DE 24 PUNTOS | Kg | 10 | \$3.9706 | \$40 | 0.000% | 100.000% |
| | | | | | \$46,097.490 | | |



CLASIFICACIÓN ABC DE COMPONENTES

| Código | Descripción Materia Prima (Forma abreviada) | Unidad | Demanda Anual 2001 | Costo Unitario | Inversión en Inventario | Porcentaje | Porcentaje Acumulado | Clasificación ABC |
|--------|--|--------|-----------------------|-------------------|----------------------------|------------|-------------------------|----------------------|
| 11505 | BASE INTERRUPTOR 2 x 30 A | Pz | 521.739 | \$4.9981 | \$2.138.152 | 7.452% | 7.452% | A |
| 12621 | ETIQUETA 5" x 3" P/TRANSF TERM | Pz | 1.027.514 | \$0.9697 | \$996.401 | 3.473% | 10.925% | A |
| 11508 | BASE INTERRUPTOR 3 X 30 A | Pz | 125.217 | \$6.8524 | \$858.035 | 2.991% | 13.915% | A |
| 11801 | CAJA CAPLE 18PTO 12 x 9 x 4.2 cm | Pz | 1.249.930 | \$0.6864 | \$857.925 | 2.990% | 16.905% | A |
| 11509 | BASE SUP INTERRUPTOR 60 A | Pz | 68.870 | \$12.2743 | \$845.332 | 2.946% | 19.852% | A |
| 11503 | BASE P LAMP REDONDA 83mm. | Pz | 214.957 | \$3.8400 | \$825.434 | 2.877% | 22.729% | A |
| 10501 | TOR 8-32 NC 5/16" C/ FIJ RAN MIX Ac TROP | Pz | 16.533.910 | \$0.0494 | \$817.119 | 2.848% | 25.577% | A |
| 10502 | TOR 6-32NC 1/4" C/BINDING RAN MIX Ac LAT | Pz | 20.701.785 | \$0.0390 | \$806.674 | 2.812% | 28.388% | A |
| 11519 | BASE P LAMP REDONDA 102 mm | Pz | 151.304 | \$5.2009 | \$786.913 | 2.743% | 31.131% | A |
| 10503 | TOR 6-32 NC 1" C/ PLANA Ac GALV | Pz | 13.455.950 | \$0.0428 | \$575.484 | 2.006% | 33.137% | A |
| 10912 | PLA 6-20 x 3/8" B C/OVAL Ac TROP | Pz | 9.655.566 | \$0.0561 | \$541.422 | 1.887% | 35.024% | A |
| 15225 | INSTRUCTIVO INSTALACION GENERAL | Pz | 1.824.944 | \$0.2566 | \$468.295 | 1.632% | 36.656% | A |
| 14417 | ESMALTE ALOUIDALCO ASA-61-GRAY | Li | 19.387 | \$23.7600 | \$460.635 | 1.605% | 38.261% | A |
| 11902 | CAJA C/C 53 x 33 x 20 2mm 9Kg/cm2 | Pz | 73.904 | \$5.9153 | \$437.164 | 1.524% | 39.785% | A |
| 11510 | BASE INF INTERRUPTOR 60 A | Pz | 68.870 | \$5.3151 | \$434.923 | 1.516% | 41.301% | A |
| 11802 | CAJA CAPLE 18PTO 19 x 12.1 x 8 cm P/PL | Pz | 441.636 | \$0.9761 | \$431.259 | 1.503% | 42.804% | A |
| 13103 | TERMINAL CTO CENTRAL LAT L-3000 | Pz | 845.217 | \$0.4752 | \$401.647 | 1.400% | 44.204% | A |
| 13104 | TERMINAL CTO LATERAL LAT L-3000 | Pz | 845.217 | \$0.4752 | \$401.647 | 1.400% | 45.604% | A |
| 11520 | BASE SUP INTERRUPTOR DO 60 A | Pz | 34.957 | \$10.0552 | \$351.501 | 1.225% | 46.829% | A |
| 11561 | REM BIMET Cu,Ag (1.5x 2.5x2.8)mm (R103) | Pz | 826.433 | \$0.4018 | \$332.053 | 1.157% | 47.986% | A |
| 10706 | RESORTE TRAC PIANO CAL24 A228 (R-13) | Pz | 3.057.393 | \$0.1055 | \$322.538 | 1.124% | 49.110% | A |
| 12613 | ETIQUETA 1.78"x1.36" P/TRANSF TERM LTS | Pz | 1.239.791 | \$0.2599 | \$321.463 | 1.120% | 50.231% | A |
| 11513 | BASE SUP INTERRUPTOR 3 X 100 A | Pz | 13.565 | \$21.6097 | \$293.136 | 1.022% | 51.252% | A |
| 12401 | BOLSA LDPE 96x190 mm CAL 150 P/PL | Pz | 7.840.342 | \$0.0363 | \$284.589 | 0.992% | 52.244% | A |
| 10525 | TOR 5-40 NC 1/4" C/FIJ No 4 Ac GALV | Pz | 7.721.740 | \$0.0361 | \$278.872 | 0.972% | 53.216% | A |
| 15224 | INSTRUCTIVO INT SEGURIDAD | Pz | 1.027.514 | \$0.2566 | \$263.668 | 0.919% | 54.135% | A |
| 11524 | BASE P LAMP CUADRADA | Pz | 137.739 | \$1.6792 | \$258.843 | 0.902% | 55.037% | A |

| | | |
|-------|--|----|
| 15604 | JACK TELEFONICO 4 HILOS | Pz |
| 10531 | TOR 1/4-20 NC 1 1/4" CIGOTA Ac GALV | Pz |
| 11903 | CAJA C/C 26.5 x 16 x 37.2cm 11Kg/cm2 | Pz |
| 10574 | TOR 8-32 NC 5/16" C/ESTUFA No.10 Ac TROP | Pz |
| 11904 | CAJA C/C 40 x 26 x 20cm 11Kg/cm2 | Pz |
| 11803 | CAJA CAPLE 18PTO 21.2 x 5 Bx 7.2cm L-VIS | Pz |
| 10573 | TOR 8-32 NC 3/4" C/IFU Ac TROP | Pz |
| 12612 | ETIQUETA 4" x 3" P/TRANSF TERM (LTS) | Pz |
| 11521 | BASE INF INTERRUPTOR DD 60 A | Pz |
| 11931 | CAJA C/C 31.5 x 21.5x 15cm 11Kg/cm2 | Pz |
| 11506 | BASE P LAMP MOGUL 1500W | Pz |
| 12703 | CLIP P CARTUCHO 60A (GRAPA IR-5) L-INT | Pz |
| 11809 | CAJA CAPLE 18PTO 14 x 10.5 x 4.1cm IL | Pz |
| 11933 | CAJA C/C 24 x 12 x 31.5cm 11Kg/cm2 | Pz |
| 11901 | CAJA C/C 22 x 18.5 x 12.5cm 7Kg/cm2 | Pz |
| 11806 | CAJA CAPLE 18PTO 19.6x10.7x6.8cm LSEGI/L | Pz |
| 10601 | TUERCA 8-32 NC HEX TROP | Pz |
| 10510 | TOR 8-32 NC 5/8" CIGOTA Ac GALV | Pz |
| 10508 | PIJA 5-20 x 1" AB C/IFU No. 4 Ac GALV | Pz |
| 12616 | ETIQUETA 1 1/2" x 7/8" P/TRANSF TERM LTS | Pz |
| 10570 | TOR 8-32 NC 17/32" CHEX Ac TROP | Pz |
| 11504 | BASE P LAMP CANDLE | Pz |
| 10507 | PIJA 5-20 x 1 1/2" AB C/IFU No 4 Ac GALV | Pz |
| 10536 | TOR 3-56 NF 17/64" C/ESP Ac LATON NAT | Pz |
| 15541 | SEP CAPLE 18PTO 19 x 8 cm 4PZ | Pz |
| 11804 | CAJA CAPLE 18PTO 20.2x8.2x4.7cm CLAVIJAS | Pz |
| 11511 | BASE INTERRUPTOR ACOPLADO | Pz |
| 12901 | BISAGRA 1 1/2" LAMINA CRS CAL 19 | Pz |
| 10701 | RESORTE COMP PIANO CAL27 A228 (IR-21) | Pz |
| 11514 | BASE INF INTERRUPTOR 3 X 100 A | Pz |
| 11005 | OJILLO 3 x 11 mm Ac. SAE 1006 LAT | Pz |

| | | | | |
|-----------|----------|-----------|--------|---------|
| 51,646 | \$4 7520 | \$245,422 | 0.856% | 55.893% |
| 1,867,826 | \$0.1293 | \$241,425 | 0.841% | 56.734% |
| 68,870 | \$3.3777 | \$232,624 | 0.811% | 57.545% |
| 3,973,566 | \$0.0580 | \$230,365 | 0.803% | 58.348% |
| 50,756 | \$4.3937 | \$223,007 | 0.777% | 59.125% |
| 246,261 | \$0.9050 | \$222,859 | 0.777% | 59.902% |
| 4,257,387 | \$0.0523 | \$222,542 | 0.776% | 60.678% |
| 301,652 | \$0.7159 | \$215,938 | 0.753% | 61.430% |
| 34,967 | \$6.1643 | \$215,485 | 0.751% | 62.181% |
| 28,017 | \$7.2037 | \$201,827 | 0.703% | 62.885% |
| 52,174 | \$3.8440 | \$200,556 | 0.699% | 63.584% |
| 540,526 | \$0.3661 | \$197,876 | 0.690% | 64.273% |
| 41,915 | \$4.6047 | \$193,005 | 0.673% | 64.946% |
| 34,967 | \$5.4211 | \$189,505 | 0.660% | 65.607% |
| 130,977 | \$1.3771 | \$180,372 | 0.629% | 66.235% |
| 63,652 | \$2.7365 | \$174,181 | 0.607% | 66.842% |
| 4,517,217 | \$0.0380 | \$171,727 | 0.589% | 67.441% |
| 3,931,852 | \$0.0432 | \$170,025 | 0.583% | 68.033% |
| 3,610,436 | \$0.0456 | \$164,705 | 0.574% | 68.607% |
| 1,513,053 | \$0.1048 | \$158,508 | 0.552% | 69.160% |
| 1,940,859 | \$0.0789 | \$153,102 | 0.534% | 69.694% |
| 210,261 | \$9.7142 | \$150,174 | 0.523% | 70.217% |
| 2,660,870 | \$0.0561 | \$149,205 | 0.520% | 70.737% |
| 2,459,912 | \$0.0594 | \$146,713 | 0.511% | 71.248% |
| 254,609 | \$0.5730 | \$145,881 | 0.508% | 71.757% |
| 110,870 | \$1.2806 | \$142,019 | 0.495% | 72.252% |
| 22,957 | \$5.8012 | \$133,179 | 0.464% | 72.716% |
| 171,758 | \$0.7896 | \$132,223 | 0.461% | 73.177% |
| 4,776,913 | \$0.0276 | \$131,659 | 0.459% | 73.636% |
| 13,565 | \$9.5388 | \$129,394 | 0.451% | 74.087% |
| 2,568,001 | \$0.0466 | \$119,591 | 0.417% | 74.503% |



| | | | | | | | |
|-------|---|----|-----------|------------|-----------|--------|---------|
| 10909 | PIJA 4-24 x13/32" AB C/FIJ No 4 Ac GALV | Pz | 3,132,526 | \$0 0380 | \$119,086 | 0.415% | 74.919% |
| 11830 | CAJA CAPLE 18PTO 8 x 2 5 x 12 Scm L-MON | Pz | 127,297 | \$0 9348 | \$119,003 | 0.415% | 75.333% |
| 15631 | TIMER 0-60 MIN F660MW | Pz | 990 | \$117.7386 | \$116,561 | 0.406% | 75.740% |
| 10616 | TOR 8-32 NC 5/16" C. ESTUFA No 10 Ac LAT | Pz | 1,695,129 | \$0 0684 | \$115,996 | 0.404% | 76.144% |
| 15401 | EMBRAGUE MECANISMO DD ZAMAC L.H.T | Pz | 34,957 | \$3 2032 | \$111,974 | 0.390% | 76.534% |
| 13101 | PERNO REMACHE LATON 1/8" L-7000 | Pz | 156,522 | \$0 7128 | \$111,569 | 0.389% | 76.923% |
| 10545 | TOR 3-56 NF 3/16" C/FIJ No 3 Ac TROP | Pz | 2,566,960 | \$0 0428 | \$109,784 | 0.383% | 77.306% |
| 15201 | DIAGRAMA DE CONEXION L-7000 | Pz | 110,503 | \$0 9871 | \$109,080 | 0.380% | 77.686% |
| 15218 | INSTRUCTIVO INSTAL PPL SIN TOR L-7000 | Pz | 889,043 | \$0 1217 | \$108,153 | 0.377% | 78.063% |
| 15606 | DIMMER DESLIZABLE S-600 S/APAG | Pz | 963 | \$112.2310 | \$108,078 | 0.377% | 78.439% |
| 13502 | CABLE THW 18 FORRO NE Ø3 85 mm x150 mm | Pz | 646,957 | \$0 1663 | \$107,602 | 0.375% | 76.814% |
| 15503 | SEP C/C 32 5x20cm 7Kg/cm2 4PZ o 5PZ | Pz | 317,374 | \$0 3293 | \$104,516 | 0.364% | 79.179% |
| 12501 | ETIQUETA PINT 2221 2P x 30A 250V- | Pz | 521,739 | \$0 1965 | \$102,544 | 0.357% | 79.536% |
| 10571 | TOR 12-24 NC 1/2" C/HEX GRAN Ac GALV VE | Pz | 119,668 | \$0 8315 | \$99,533 | 0.347% | 79.883% |
| 11001 | OJILLO 3 x 6 mm Ac SAE 1006 LAT | Pz | 6,116,874 | \$0 0162 | \$98,829 | 0.344% | 80.228% |
| 13102 | TERMINAL CTO REDONDO LAT NIQUELADO | Pz | 125,218 | \$0 7223 | \$90,445 | 0.315% | 80.543% |
| 10512 | TOR 10-24 NC 3/4" C/GOTA Ac GALV | Pz | 1,322,617 | \$0 0646 | \$85,477 | 0.298% | 80.841% |
| 15631 | SEP CAPLE 18PTO 12 x 8 cm 1PZ | Pz | 1,080,469 | \$0 0776 | \$83,896 | 0.292% | 81.133% |
| 14001 | ZAPATA Cu C/TOR 38-24NFx3/4" C/HEX GALV | Pz | 13,776 | \$6 0826 | \$83,793 | 0.292% | 81.425% |
| 11515 | BASE SUP INTERRUPTOR 3 x 200 A | Pz | 6,888 | \$11 9180 | \$82,091 | 0.286% | 81.711% |
| 15607 | DIMMER DESLIZABLE S-600 C/APAG BL | Pz | 548 | \$147.3299 | \$80,736 | 0.281% | 81.993% |
| 11909 | CAJA C/C 53 x 20 x 40 Scm 11Kg/cm2 | Pz | 12,521 | \$6 3924 | \$80,039 | 0.279% | 82.272% |
| 10702 | RESORTE COMP HD CAL 18 A227 COBRI (IR-15) | Pz | 657,417 | \$0 1178 | \$77,476 | 0.270% | 82.542% |
| 10810 | REMACHE ST 1/8" x 23/64" ZINCADO (IR-111) | Pz | 2,650,435 | \$0 0285 | \$75,569 | 0.263% | 82.805% |
| 10891 | REMACHE ST 1/8" x 55/64" ZINCADO (IR-SL) | Pz | 1,314,808 | \$0 3561 | \$73,726 | 0.257% | 83.062% |
| 13503 | LED 3mm VERDE DIFUSO C/RESIS 33x0hm 1/2W | Pz | 39,652 | \$1 8304 | \$72,579 | 0.253% | 83.315% |
| 10535 | TOR 8-32 NC 3/16" C/FIJ ESP Ac TROP | Pz | 1,773,913 | \$0 0409 | \$72,495 | 0.253% | 83.568% |
| 15629 | TIMER 0-15 MIN FD15MW | Pz | 593 | \$117.7386 | \$69,819 | 0.243% | 83.811% |
| 10504 | TOR 6-32 NC 5/16" C/OVAL ESP Ac LAT | Pz | 1,796,869 | \$0 0380 | \$68,310 | 0.238% | 84.049% |
| 10901 | PIJA 6-20 x 1/2" AB C/FIJ Ac GALV | Pz | 1,941,912 | \$0 0352 | \$68,287 | 0.238% | 84.287% |
| 12615 | ETIQUETA 2" x 1" PITRANSF TERM SILVER | Pz | 63,355 | \$1 0760 | \$68,168 | 0.238% | 84.525% |



| | | | | | | | |
|-------|---|----|-----------|------------|----------|--------|---------|
| 12702 | CLIP P CARTUCHO 100A (GRAPA IR-11) L-INT | Pz | 122,085 | \$0 5531 | \$67,529 | 0.235% | 84.760% |
| 10603 | REMACHE ST 5/32" x 5/16" ZINCADO (IR-113) | Pz | 1,986,783 | \$0 0323 | \$64,200 | 0.224% | 84.984% |
| 14403 | XILOL | Ll | 12,261 | \$5 2272 | \$64,091 | 0.223% | 85.207% |
| 11518 | BASE P LAMP TIPO V | Pz | 17,739 | \$3 5925 | \$63,728 | 0.222% | 85.429% |
| 14101 | OPRESOR 7/16-20 NF 19/32" CRS TROP | | 81,390 | \$0 7698 | \$62,656 | 0.218% | 85.648% |
| 13905 | FOCO NEON 6mm CRESIS 220kohms 1/2W | Pz | 62,609 | \$0 9979 | \$62,479 | 0.218% | 85.865% |
| 10913 | PLJA 8-18 x 7/16" BT CFIJ Ac TROP | Pz | 1,565,220 | \$0 0399 | \$62,479 | 0.218% | 86.063% |
| 15630 | TIMER 0-30 MIN FD30MW | Pz | 530 | \$117.7386 | \$62,401 | 0.217% | 86.301% |
| 11907 | CAJA C/C 34 x 18.5 x 43cm 11Kg/cm2 | Pz | 13,565 | \$4 5978 | \$62,369 | 0.217% | 86.518% |
| 15622 | SENSOR INFRARROJO LP-2 BL | Pz | 156 | \$390.3145 | \$60,889 | 0.212% | 86.730% |
| 14904 | FOIL 101 6 mm x 360 m P/TRANSF TERM NE | Ml | 195,225 | \$0 3114 | \$60,797 | 0.212% | 86.942% |
| 10533 | TOR 8-32 NC 3/16" C/ESP Cu ELECTROLITICO | Pz | 939,130 | \$0 0646 | \$60,693 | 0.212% | 87.154% |
| 10560 | TOR 8-32 NC 1/4" CFIJ Ac GALV | Pz | 1,276,800 | \$0 0475 | \$60,674 | 0.211% | 87.365% |
| 10565 | TOR 8-32 NC F 5/16" CH/EX Ac GALV VERDE | Pz | 907,826 | \$0 0665 | \$60,396 | 0.211% | 87.576% |
| 13501 | CABLE THW 18 FORRO NE Ø27 mm x150 m/m | Pz | 385,044 | \$0 1568 | \$60,381 | 0.210% | 87.786% |
| 13601 | ALAMBRE MAGNETO ESMALTE SENC #40 130°C | Kg | 585 | \$102.7002 | \$60,080 | 0.209% | 87.995% |
| 11911 | CAJA C/C 23.5 x 17 x 21 2cm 11Kg/cm2 | Pz | 26,530 | \$2 2391 | \$59,404 | 0.207% | 88.203% |
| 10602 | TUERCA 8-32 NC CUADRADA GALV | Pz | 1,474,460 | \$0 0361 | \$53,250 | 0.186% | 88.388% |
| 15632 | TIMER 0-6 HRS FD6HW | Pz | 358 | \$147.3289 | \$52,744 | 0.184% | 88.572% |
| 11705 | NUCLEO BOBINA 1/4" CRS SAE1008-1010 GALV | Pz | 75,000 | \$0 7000 | \$52,500 | 0.183% | 88.755% |
| 11829 | CAJA CAPLE 18PTO 13 x 10.5 x 3.6cm L-MON | Pz | 10,434 | \$5 0276 | \$52,458 | 0.183% | 88.938% |
| 10505 | TOR 8-32 NC 1/4" CFIJ Ac TROP | Pz | 1,396,488 | \$0 0375 | \$52,425 | 0.183% | 89.120% |
| 11826 | CAJA CAPLE 18PTO 7.5x2.5x12cm L-INNOVER | Pz | 67,820 | \$0 7629 | \$51,737 | 0.180% | 89.301% |
| 15001 | GRAPA P/EMPAQUE 1.38" x 1/2" | Pz | 2,547,842 | \$0 0201 | \$51,335 | 0.179% | 89.480% |
| 10902 | PLJA 4-24 x 1/4" B CFIJ Ac GALV | Pz | 1,419,131 | \$0 0361 | \$51,252 | 0.179% | 89.658% |
| 10905 | PLJA BH 4-24 x 3/8 CAB FUADORA GA | Pz | 1,374,785 | \$0 0361 | \$49,651 | 0.173% | 89.831% |
| 12522 | ETIQUETA P/INT 2000 2P x 30A 250V- | Pz | 260,870 | \$0 1891 | \$49,338 | 0.172% | 90.003% |
| 11814 | CAJA CAPLE 18PTO 17.2x11.4 x3.2cm L-DECO | Pz | 6,052 | \$8 0698 | \$48,839 | 0.170% | 90.174% |
| 10544 | TOR 5-40 NC 5/16" CFIJ No. 4 Ac GALV | Pz | 1,283,460 | \$0 0380 | \$48,793 | 0.170% | 90.344% |
| 10568 | TOR 8-32 NC 5/16" CH/EX No.10 Ac GALV VE | Pz | 792,521 | \$0 0608 | \$48,206 | 0.168% | 90.512% |
| 15633 | TIMER 0-12 HRS FD12HW | Pz | 322 | \$147.3269 | \$47,440 | 0.165% | 90.677% |



| | | | | | | | |
|-------|--|----|-----------|------------|----------|--------|---------|
| 11502 | BASE INF P LAMP ANUNCIO | Pz | 89,739 | \$0.5227 | \$46,908 | 0.163% | 90.841% |
| 11507 | BASE SUP P LAMP ANUNCIO | Pz | 89,739 | \$0.5227 | \$46,908 | 0.163% | 91.004% |
| 15524 | SEP C/C 37.6x24.6cm 7kg/cm2 6&5PZ | Pz | 90,500 | \$0.5075 | \$45,930 | 0.160% | 91.164% |
| 10515 | TOR 6-32 NC 7/8" C/OVAL ESP Ac NIQ | Pz | 838,958 | \$0.0542 | \$45,449 | 0.158% | 91.322% |
| 12409 | BOLSA LDPE 80x100 mm CAL150 | Pz | 1,592,970 | \$0.0285 | \$45,419 | 0.158% | 91.481% |
| 15628 | TIMER 0.5 MIN FDSMW | Pz | 384 | \$117.7386 | \$45,212 | 0.158% | 91.638% |
| 10514 | TOR 6-32 NC 5/16" C/OVAL ESP Ac NIQ | Pz | 1,217,738 | \$0.0371 | \$45,136 | 0.157% | 91.796% |
| 10704 | RESORTE TRAC PIANO CAL25 A228 (IR-14) | Pz | 512,347 | \$0.0846 | \$43,337 | 0.151% | 91.947% |
| 14602 | TAPON DE POLIETILENO ROJO L-INT | Pz | 84,731 | \$0.4752 | \$40,264 | 0.140% | 92.087% |
| 14416 | PINTURA VERDE PANTONE 3415C SECA RAPIDO | Lt | 618 | \$64.0000 | \$39,552 | 0.138% | 92.225% |
| 14701 | TUBO TERMOCONTRACTIL 125°C 3/16" | Mt | 4,383 | \$8.5536 | \$37,490 | 0.131% | 92.356% |
| 10705 | RESORTE COMP PIANO A228 (IR-25) | Pz | 57,391 | \$0.6178 | \$35,454 | 0.124% | 92.479% |
| 11517 | BASE SEPARADOR INTERRUPTOR 3 X 200 A | Pz | 13,776 | \$2.5547 | \$35,193 | 0.123% | 92.602% |
| 11817 | CAJA CAPLE 18PTO 13x10.5x3.6cm L-INNOVER | Pz | 8,713 | \$4.0076 | \$34,918 | 0.122% | 92.724% |
| 11526 | BASE P LAMP CANDIL CERAMICA 660W, 4KV | Pz | 10,435 | \$3.3264 | \$34,711 | 0.121% | 92.845% |
| 11807 | CAJA CAPLE 18PTO 14.8x5.5x5.2cm CTO TRIP | Pz | 36,522 | \$0.9399 | \$34,329 | 0.120% | 92.964% |
| 11808 | CAJA CAPLE 18PTO 23.5 x 9.7x 4.7cm L-SEG | Pz | 12,000 | \$2.8419 | \$34,103 | 0.119% | 93.083% |
| 15206 | INSTRUCTIVO INST L-INNOVER | Pz | 93,959 | \$0.3516 | \$33,040 | 0.115% | 93.198% |
| 15542 | SEP REJ 20PTO 10.5x3.4cm 813x3.4cm (4 1) | Pz | 26,661 | \$1.2384 | \$33,016 | 0.115% | 93.313% |
| 15211 | GARANTIA PRODUCTOS ROYER | Pz | 1,030,847 | \$0.0316 | \$32,527 | 0.113% | 93.427% |
| 11923 | CAJA C/C 38 x 25 x 16cm 11kg/cm2 | Pz | 9,605 | \$3.2542 | \$31,256 | 0.109% | 93.536% |
| 15552 | SEP C/C 18.5 x 13cm 7kg/cm2 1PZ | Pz | 127,931 | \$0.2443 | \$31,248 | 0.109% | 93.644% |
| 10707 | RESORTE COMP PIANO CAL13 A228 GALV (IR6) | Pz | 73,462 | \$0.4220 | \$30,999 | 0.108% | 93.753% |
| 15608 | DIMMER DESLIZABLE S-600 CIAPAG NA | Pz | 208 | \$147.3289 | \$30,644 | 0.107% | 93.859% |
| 15215 | INSTRUCTIVO INSTALACION L-MONDIAL | Pz | 158,601 | \$0.1910 | \$30,298 | 0.106% | 93.965% |
| 15610 | DIMMER ROTATORIO D-500R | Pz | 522 | \$57.1542 | \$29,835 | 0.104% | 94.069% |
| 11516 | BASE INF INTERRUPTOR 3 X 200 A | Pz | 6,888 | \$4.1628 | \$28,673 | 0.100% | 94.169% |
| 15502 | SEP C/C 52.5x20cm 7kg/cm2 1PZ | Pz | 52,174 | \$0.5322 | \$27,768 | 0.097% | 94.266% |
| 11303 | FIBRA IND (0.81 x 200 x 140)mm AISLA SUP | Pz | 13,565 | \$2.0434 | \$27,718 | 0.097% | 94.362% |
| 10534 | TOR 6-32 NC 3/16" C/FU No.3 Ac TROP | Pz | 845,217 | \$0.0323 | \$27,312 | 0.095% | 94.457% |
| 14807 | CINTA P/HOT STAMPING 25.4mm x 50m. VERDE | Mt | 852 | \$31.5069 | \$26,844 | 0.094% | 94.551% |

| | | |
|-------|--|----|
| 10528 | TOR 1/4-20 NC 3/4" C/GOTA Ac GALV | Pz |
| 14802 | CINTA ADHESIVA TRANSP 50.8mm x 150m S100 | Mt |
| 10561 | TOR 4-24 NC B 0 925" C/PLANA ESP Ac TROP | Pz |
| 14803 | CINTA HOT STAMPING 25 4 mm x 50 m NE | Mt |
| 11912 | CAJA C/C 37 x 18.5 x 24cm 11Kg/cm2 | Pz |
| 15530 | SEP REJ CAPLE 18PTO 12x4cm& 9x4cm (4 1) | Pz |
| 12503 | ETIQUETA PINT 2232 3P x 30A 250V- | Pz |
| 10539 | TOR 1/4-20 NC 2" C/GOTA Ac GALV | Pz |
| 10804 | REMACHE ST 1/8" x 7/16" ZINCADO (IR-108) | Pz |
| 14414 | GRASA BENTONA 2 | Kg |
| 13904 | LED 3mm VERDE DIFUSO C/RESIS 33KOhm 1/2W | Pz |
| 14801 | ROLLO MASKING TAPE 12 mm X 50m No.124 | Mt |
| 10513 | TOR 1/4-20 NC 7/8" C/HEX Ac GALV | Pz |
| 12505 | ETIQUETA PINT 2232 3P x 60A 250V- | Pz |
| 11910 | CAJA C/C 48 x 23 x 20.5cm 11Kg/cm2 | Pz |
| 15511 | SEP C/C 52.5x19.5cm 7kg/cm2 3PZ | Pz |
| 11941 | CAJA C/C 18.5 x 13.5 x 11cm 11Kg/cm2 | Pz |
| 12407 | BOLSA MONOPROPILENO TRANSP 40x90mm 30u | Pz |
| 11527 | BASE PLAMP MOGUL 1500W, 4KV | Pz |
| 15510 | SEP C/C 19.5x18cm 7kg/cm2 8PZ | Pz |
| 10559 | TOR 6-32 NC 1/4" C/BINDING Ac PAV | Pz |
| 15609 | DIMMER DESLIZABLE S-600 C/APAG GR | Pz |
| 11905 | CAJA C/C 28 x 28 x 17 cm 11 Kg/cm2 | Pz |
| 11003 | OJILLO 2.5 x 4 mm Ac SAE 1006 LAT | Pz |
| 11920 | CAJA C/C 34.5 x 21.5 x 20cm 11Kg/cm2 | Pz |
| 15601 | CONEXIÓN COAXIAL 75 OHMS CON TUERCA | Pz |
| 15559 | SEP C/C 31 x 21cm 7 kg/cm2 2PZ | Pz |
| 12521 | ETIQUETA PINT ACOPLADO 2P x 30A 127V- | Pz |
| 12504 | ETIQUETA PINT 2222 2P x 60A 250V- | Pz |
| 15512 | SEP C/C 47.7x9.6cm 7kg/cm2 8PZ | Pz |

| | | | | |
|-----------|------------|----------|--------|---------|
| 237,704 | \$0.1102 | \$26,206 | 0.091% | 94.642% |
| 208,928 | \$0.1195 | \$24,957 | 0.087% | 94.729% |
| 658.434 | \$0.0375 | \$24,718 | 0.086% | 94.815% |
| 783 | \$31.5069 | \$24,670 | 0.086% | 94.901% |
| 7.225 | \$3.4129 | \$24,658 | 0.086% | 94.987% |
| 169,461 | \$0.1443 | \$24,448 | 0.085% | 95.073% |
| 125,217 | \$0.1915 | \$23,980 | 0.084% | 95.156% |
| 139,828 | \$0.1711 | \$23,921 | 0.083% | 95.240% |
| 730,436 | \$0.0323 | \$23,603 | 0.082% | 95.322% |
| 1,249 | \$18.3712 | \$22,946 | 0.080% | 95.402% |
| 12,522 | \$1.6364 | \$22,920 | 0.080% | 95.482% |
| 177,383 | \$0.1236 | \$21,916 | 0.076% | 95.558% |
| 169,462 | \$0.1293 | \$21,904 | 0.076% | 95.634% |
| 45,913 | \$0.4695 | \$21,556 | 0.075% | 95.710% |
| 4,820 | \$4.4597 | \$21,544 | 0.075% | 95.785% |
| 37,565 | \$0.5617 | \$21,100 | 0.074% | 95.858% |
| 6,953 | \$3.0033 | \$20,882 | 0.073% | 95.931% |
| 270,765 | \$0.0750 | \$20,304 | 0.071% | 96.002% |
| 5,217 | \$3.8440 | \$20,054 | 0.070% | 96.072% |
| 100,174 | \$0.1967 | \$19,708 | 0.069% | 96.140% |
| 355,825 | \$0.0542 | \$19,276 | 0.067% | 96.207% |
| 130 | \$147.3289 | \$19,153 | 0.067% | 96.274% |
| 6,500 | \$2.9384 | \$19,100 | 0.067% | 96.341% |
| 1,181,218 | \$0.0162 | \$19,085 | 0.067% | 96.407% |
| 6,365 | \$2.9272 | \$18,632 | 0.065% | 96.472% |
| 28,275 | \$0.6178 | \$17,467 | 0.061% | 96.533% |
| 48,731 | \$0.3574 | \$17,414 | 0.061% | 96.594% |
| 22,957 | \$0.7176 | \$16,473 | 0.057% | 96.651% |
| 22,957 | \$0.7128 | \$16,364 | 0.057% | 96.708% |
| 34,383 | \$0.4752 | \$16,344 | 0.057% | 96.765% |



| | | | | | | | |
|-------|---|----|---------|------------|----------|--------|---------|
| 10517 | TOR 8-32 NC 5/16" C/FIJ RAN MIX Ac GALV | Pz | 417,391 | \$0.0390 | \$16,264 | 0.057% | 96.822% |
| 13505 | CABLE THW 24 FORRO VERDE Ø1.5 mm | Mt | 26,295 | \$0.6178 | \$16,244 | 0.057% | 96.879% |
| 11364 | FIBRA IND (Ø 81 x 222 x 57)mm AISLA INF | Pz | 13,565 | \$1.1880 | \$16,115 | 0.056% | 96.935% |
| 10526 | TOR 6-32 NC 5/16" C/ROYER Ac TROP | Pz | 367,306 | \$0.0437 | \$16,058 | 0.056% | 96.991% |
| 10508 | TOR 5-40 NC 3/16" C/FIJ No. 4 AC NAT | Pz | 512,347 | \$0.0304 | \$15,582 | 0.054% | 97.045% |
| 10542 | TOR 10-32 NF 1/2" C/FIJ Ac GALV | Pz | 259,830 | \$0.0599 | \$15,557 | 0.054% | 97.099% |
| 11002 | OJILLO 3 x 8 mm Ac. SAE 1006 LAT | Pz | 601,567 | \$0.0257 | \$15,437 | 0.054% | 97.153% |
| 15621 | DIMMER ROTATORIO APAG A PRESION D-600P | Pz | 260 | \$57.1542 | \$14,860 | 0.052% | 97.205% |
| 15535 | SEP CAPLE 16PTO 19 x 10.2 cm 1PZ | Pz | 63,652 | \$0.2323 | \$14,785 | 0.052% | 97.256% |
| 12851 | ROLDANA PRESION 3"Ø 6" Ac. TEMP GALV | Pz | 734,512 | \$0.0200 | \$14,662 | 0.051% | 97.307% |
| 10541 | TOR 6-8 NC BT 5/8" CIGOTA Ac LAT | Pz | 173,220 | \$0.0846 | \$14,652 | 0.051% | 97.359% |
| 10814 | REMACHE ST 1/4"x 31/32" ZINCADO (IR-121) | Pz | 72,627 | \$0.1986 | \$14,426 | 0.050% | 97.409% |
| 10716 | RESORTE COMP CAL24 A313 (IR-32) | Pz | 111,851 | \$0.1283 | \$14,325 | 0.050% | 97.459% |
| 10564 | TOR 8-32 NC 1/2" C/FIJ LATON A260 NAT | Pz | 91,828 | \$0.1511 | \$13,876 | 0.048% | 97.507% |
| 11944 | CAJA LINER BL 27.4 x 8.6x13.5cm 11Kg/cm2 | Pz | 3,954 | \$3.4994 | \$13,837 | 0.048% | 97.555% |
| 14301 | CART FUNDIBLE JET MELT B 2 1/2"x2 7/8" | kg | 103 | \$132.3000 | \$13,627 | 0.047% | 97.603% |
| 10603 | TUERCA 5-40 NC CUADRADA GALV | Pz | 521,739 | \$0.0257 | \$13,388 | 0.047% | 97.649% |
| 11822 | CAJA CAPLE 18PTO 11 x 8 x 12cm L DECO | Pz | 2,974 | \$4.4859 | \$13,341 | 0.046% | 97.696% |
| 14902 | BARRA DE SOLDADURA 50-50 | Kg | 188 | \$70.2346 | \$13,204 | 0.046% | 97.742% |
| 11813 | CAJA CAPLE 18PTO 17.2x11.4 x4 4cm L DECO | Pz | 5,008 | \$2.5423 | \$12,732 | 0.044% | 97.786% |
| 10563 | TOR 6-32 NC 3/8" C/ROYAL ESP AC NIO | Pz | 292,174 | \$0.0428 | \$12,496 | 0.044% | 97.830% |
| 12408 | BOLSA POLIETILENO TRANSP 85x140mm CAL 150 | Pz | 128,867 | \$0.0950 | \$12,248 | 0.043% | 97.873% |
| 10812 | REMACHE ST 1/8"x1 1/32" ZINCADO (IR-115) | Pz | 203,479 | \$0.0570 | \$11,603 | 0.040% | 97.913% |
| 15563 | SEP C/C 52.5x26cm 7kg/cm2 1PZ | Pz | 21,730 | \$0.5322 | \$11,565 | 0.040% | 97.953% |
| 10713 | RESORTE COMP HD CAL19 A227 LAT (IR-25) | Pz | 81,391 | \$0.1416 | \$11,526 | 0.040% | 97.994% |
| 10703 | RESORTE COMP PIANO CAL24 A228 (IR-20) | Pz | 302,713 | \$0.0380 | \$11,508 | 0.040% | 98.034% |
| 14901 | SOLDADURA 60-40 DE 1/16" | Kg | 160 | \$70.2346 | \$11,238 | 0.039% | 98.073% |
| 10817 | REMACHE ST Ø 228"x0.596" ZINCADO (IR124) | Pz | 34,957 | \$0.3184 | \$11,130 | 0.039% | 98.112% |
| 10818 | REMACHE ST 1/8"x 19/32" ZINCADO (IR-125) | Pz | 344,348 | \$0.0323 | \$11,127 | 0.039% | 98.150% |
| 10807 | REMACHE ST 1/4"x 13/32" ZINCADO (IR-118) | Pz | 87,027 | \$0.1274 | \$11,083 | 0.039% | 98.189% |
| 14405 | PETROLATO/VASELINA SOLIDA BL NIEVE | Kg | 447 | \$24.7104 | \$11,046 | 0.038% | 98.228% |



| | | |
|-------|---|----|
| 11943 | CAJA LINER BL 27 4x 17.6x13.5cm 11Kg/cm2 | Pz |
| 11825 | CAJA CAPLE 18PTO 7 5 x 2.5 x 12cm L-DECO | Pz |
| 10709 | RESORTE COMP HD CAL 10 A227 GALV (IR-7) | Pz |
| 13503 | CABLE THW 18 FORRO AM Ø3 85mm x 150mm | Pz |
| 15517 | SEP C/C 27 8x7.5cm 7kg/cm2 16PZ | Pz |
| 12506 | ETIQUETA PINT 2233 3P x 100A 250V- | Pz |
| 10506 | TOR 6-32 NC 5/16" C/OVAL ESP Ac PAV | Pz |
| 15533 | SEP REJ 18PTO 7.8x4.5cm&19.8x4.5cm (4.1) | Pz |
| 10815 | REMACHE ST 1/4" x 25/32" ZINCADO (IR-122) | Pz |
| 12611 | ETIQUETA 3 1/2" x 1" P/TRANSF TERM (LTS) | Pz |
| 10805 | REMACHE ST 5/32" x 9/16" ZINCADO (IR-114) | Pz |
| 10824 | REMACHE ST 1/8" x 1 1/4" ZINCADO (IR-130) | Pz |
| 10620 | TOR 5-40 NC 1" C/FIJ Ac GALV | Pz |
| 10524 | TOR 5-40 NC 1 3/8" C/FIJ Ac GALV | Pz |
| 11823 | CAJA CAPLE 18PTO 7.5x5.8x12cm L-DECO | Pz |
| 11008 | OJILLO 7.5 x 8.5 mm Ac. SAE 1006 LAT | Pz |
| 15504 | SEP C/C 27 8x27 8cm 7kg/cm2 3PZ | Pz |
| 12704 | CLIP P CARTUCHO 200A (GRAFPA IR-8) L-INT | Pz |
| 11932 | CAJA C/C 58.5 x 24.5 x 24.5cm 11Kg/cm2 | Pz |
| 12802 | ROLDANA PRESION 1/4" Ac. TEMP GALV | Pz |
| 11929 | CAJA C/C 38.5 x 24 x 60.5cm 11Kg/cm2 | Pz |
| 10568 | TOR 4-40 NC 3/8" C/FIJ Ac NIQ | Pz |
| 15515 | SEP C/C 36 5x18cm 7kg/cm2 2, 3 & 5 PZ | Pz |
| 11824 | CAJA CAPLE 18PTO 7.5x 5.8x12cm L-INNOVER | Pz |
| 11306 | FIBRA IND (0.81 x 240 x 172)µm AISLA SUP | Pz |
| 13801 | TUBO FIBRA VIDRIO ØINT 1mm (ESPAQUETI) | Mt |
| 10813 | REMACHE ST 3/32" x 5/32" ZINCADO (IR-102) | Pz |
| 15514 | SEP C/C 47.7x21.5cm 7kg/cm2 3PZ | Pz |
| 11922 | CAJA C/C 29.5 x 15.3 x 13.4cm 11Kg/cm2 | Pz |
| 10806 | REMACHE ST 3/16" x 1/4" ZINCADO (IR-115) | Pz |
| 10522 | TOR 6-32 NC 7/8" C/FIJ Ac TROP | Pz |

| | | | | |
|---------|----------|----------|--------|---------|
| 10,617 | \$1,0366 | \$11,006 | 0.038% | 98.266% |
| 17,215 | \$0.6333 | \$10,902 | 0.038% | 98.304% |
| 13,565 | \$0.7983 | \$10,829 | 0.038% | 98.342% |
| 62,609 | \$0.1663 | \$10,413 | 0.036% | 98.378% |
| 103,990 | \$0.0998 | \$10,377 | 0.036% | 98.414% |
| 13,565 | \$0.7632 | \$10,352 | 0.036% | 98.450% |
| 207,653 | \$0.0475 | \$9,868 | 0.034% | 98.485% |
| 77,478 | \$0.1264 | \$9,793 | 0.034% | 98.519% |
| 40,695 | \$0.2386 | \$9,708 | 0.034% | 98.553% |
| 34,403 | \$0.2805 | \$9,650 | 0.034% | 98.586% |
| 183,653 | \$0.0523 | \$9,600 | 0.033% | 98.620% |
| 159,652 | \$0.0580 | \$9,256 | 0.032% | 98.652% |
| 208,696 | \$0.0428 | \$8,926 | 0.031% | 98.683% |
| 153,913 | \$0.0580 | \$8,923 | 0.031% | 98.714% |
| 1,877 | \$4.6437 | \$8,716 | 0.030% | 98.744% |
| 146,087 | \$0.0570 | \$8,330 | 0.029% | 98.773% |
| 19,436 | \$0.4239 | \$8,239 | 0.029% | 98.802% |
| 13,776 | \$0.5892 | \$8,117 | 0.028% | 98.830% |
| 3,026 | \$2.6789 | \$8,106 | 0.028% | 98.859% |
| 387,346 | \$0.0209 | \$8,099 | 0.028% | 98.887% |
| 2,296 | \$3.4623 | \$7,949 | 0.028% | 98.915% |
| 208,696 | \$0.0380 | \$7,934 | 0.028% | 98.942% |
| 27,598 | \$0.2851 | \$7,866 | 0.027% | 98.970% |
| 1,667 | \$4.6437 | \$7,741 | 0.027% | 98.997% |
| 2,296 | \$3.3264 | \$7,637 | 0.027% | 99.023% |
| 7,231 | \$1.0454 | \$7,560 | 0.026% | 99.050% |
| 417,392 | \$0.0181 | \$7,537 | 0.026% | 99.076% |
| 13,419 | \$0.5598 | \$7,512 | 0.026% | 99.102% |
| 3,965 | \$1.8459 | \$7,319 | 0.026% | 99.128% |
| 156,941 | \$0.0466 | \$7,309 | 0.025% | 99.153% |
| 172,173 | \$0.0416 | \$7,200 | 0.025% | 99.178% |



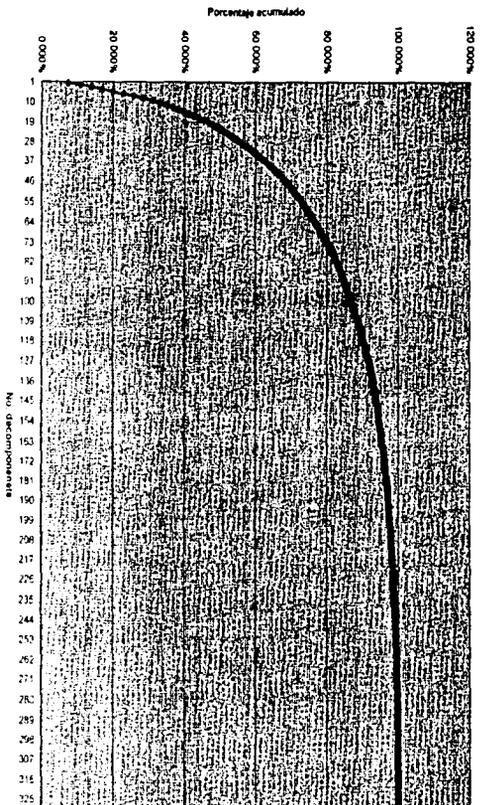
| | | | | | | | |
|-------|--|----|---------|----------|---------|--------|---------|
| 11007 | QJILLO 4.4 x 5 mm Ac SAE 1006 LAT | Pz | 470,609 | \$0.0152 | \$7,156 | 0.025% | 99.203% |
| 10911 | PIJA 3-28 x 11/32" AB C/FIJ No.3 Ac GALV | Pz | 125,218 | \$0.0565 | \$7,081 | 0.025% | 99.228% |
| 10718 | RESORTE COMP CAL30 A313 (IR-33) | Pz | 104,348 | \$0.0675 | \$7,041 | 0.025% | 99.252% |
| 15528 | SEP C/C 58x 11.4cm 7kg/cm2 8PZ | Pz | 24,208 | \$0.2908 | \$7,040 | 0.025% | 99.277% |
| 12508 | ETIQUETA P/INT DD 2422 2P x 60A 250V- | Pz | 18,261 | \$0.3802 | \$6,942 | 0.024% | 99.301% |
| 10604 | TUERCA 1/4-20 NC CUADRADA GALV | Pz | 174,260 | \$0.0390 | \$6,790 | 0.024% | 99.325% |
| 10605 | TUERCA 4-40 NC HEX NIQ | Pz | 208,696 | \$0.0323 | \$6,744 | 0.024% | 99.348% |
| 11916 | CAJA C/C 25 x 21.5 x 17cm 11Kg/cm2 | Pz | 2,506 | \$2.6031 | \$6,523 | 0.023% | 99.371% |
| 15558 | SEP C/C 23 x 16.5cm 7kg/cm2 2PZ | Pz | 30,886 | \$0.2081 | \$6,429 | 0.022% | 99.393% |
| 15529 | SEP C/C 58 x 24 cm 7kg/cm2 3PZ | Pz | 9,078 | \$0.7023 | \$6,376 | 0.022% | 99.416% |
| 10566 | TOR 5-40 NC 1/4" C/FIJ RAN MIXT Ac LAT | Pz | 171,128 | \$0.0366 | \$6,262 | 0.022% | 99.437% |
| 10543 | TOR 8-32 NC 1" C/FIJ Ac TROP | Pz | 69,914 | \$0.0855 | \$5,980 | 0.021% | 99.458% |
| 11831 | CAJA CAPLE 18PTO 8 x 5 x 12.5 cm L-MOV | Pz | 2,264 | \$2.6126 | \$5,915 | 0.021% | 99.479% |
| 12509 | ETIQUETA P/INT DD 2432 3P x 60A 250V- | Pz | 16,696 | \$0.3393 | \$5,665 | 0.020% | 99.499% |
| 10711 | RESORTE TRAC PIANO CAL22 GALV (IR-28) | Pz | 34,957 | \$0.1549 | \$5,415 | 0.019% | 99.518% |
| 10706 | RESORTE TRAC HD CAL23 A227 TROP (IR-9) | Pz | 87,027 | \$0.0590 | \$5,136 | 0.018% | 99.535% |
| 11906 | CAJA C/C 46 x 28 x 13cm 11 Kg/cm2 | Pz | 1,148 | \$4.3908 | \$5,041 | 0.018% | 99.553% |
| 12803 | ROLDANA PLANA B 3/8" Ac SAE 1010 GALV | Pz | 82,435 | \$0.0599 | \$4,936 | 0.017% | 99.570% |
| 15513 | SEP C/C 22.7x9.6cm 7kg/cm2 8PZ | Pz | 34,393 | \$0.1426 | \$4,903 | 0.017% | 99.587% |
| 10710 | RESORTE ROTOR COMP HD CAL25 A227 (IR-26) | Pz | 173,220 | \$0.0276 | \$4,774 | 0.017% | 99.604% |
| 10712 | RESORTE COMP HD CAL18 A227 (IR-27) | Pz | 34,957 | \$0.1350 | \$4,718 | 0.016% | 99.620% |
| 10546 | TOR 5-40 NC 3/16" C/FIJ No. 6 Ac TROP | Pz | 96,628 | \$0.0466 | \$4,453 | 0.016% | 99.636% |
| 10530 | TOR 1/4-20 NC 1 3/4" CIGOTA Ac GALV | Pz | 27,552 | \$0.1578 | \$4,347 | 0.015% | 99.651% |
| 10523 | TOR 5-40 NC 5/8" CIGOTA Ac LAT | Pz | 104,348 | \$0.0409 | \$4,264 | 0.015% | 99.666% |
| 11306 | FIBRA IND (0.81 x 240 x 74) mm AISLA INF | Pz | 2,296 | \$1.6632 | \$3,819 | 0.013% | 99.679% |
| 10549 | TOR 6-32 F A3/8" C/OVAL ESP Ac GALV BLANCO | Pz | 68,864 | \$0.0549 | \$3,781 | 0.013% | 99.692% |
| 10823 | REMACHE 3/32" x 9/64" Cu C110 (IR-129) | Pz | 73,044 | \$0.0494 | \$3,610 | 0.013% | 99.705% |
| 10821 | REMACHE ST 1/8" x 25/32" ZINCADO (IR-127) | Pz | 93,913 | \$0.0380 | \$3,570 | 0.012% | 99.717% |
| 10822 | REMACHE ST 7/64" x 1/8" ZINCADO (IR-128) | Pz | 262,956 | \$0.0133 | \$3,499 | 0.012% | 99.730% |
| 10550 | TOR 6-32 F A3/8" C/OVAL ESP Ac GALV MARFIL | Pz | 62,500 | \$0.0549 | \$3,431 | 0.012% | 99.742% |
| 12705 | CLIP RECIBE CUCH 200A (GRAPA IR-23)L-INT | Pz | 13,776 | \$0.2414 | \$3,326 | 0.012% | 99.753% |

| | | | | | | | |
|-------|---|----|---------|----------|---------|--------|---------|
| 11927 | CAJA C/C 31 x 21x 25cm 11Kg/cm2 | Pz | 960 | \$3.3264 | \$3,193 | 0.011% | 99.764% |
| 15527 | SEP C/C 24x11 4cm 7kg/cm2 8PZ | Pz | 24,208 | \$0.1306 | \$3,160 | 0.011% | 99.775% |
| 11914 | CAJA C/C 37 x 18.5 x 17cm 11Kg/cm2 | Pz | 939 | \$3.1078 | \$2,918 | 0.010% | 99.786% |
| 15216 | FOLLETO PRODUCTOS L-MONDIAL | Pz | 9,122 | \$0.3155 | \$2,878 | 0.010% | 99.796% |
| 15219 | INSTRUCTIVO INSTAL P/PL SIN TOR L-3000 | Pz | 21,610 | \$0.1217 | \$2,629 | 0.009% | 99.805% |
| 10509 | TOR 8-32 NC 9/16" C/FIJ Ac TROP | Pz | 45,914 | \$0.0542 | \$2,487 | 0.009% | 99.813% |
| 15508 | SEP C/C 45 5x27.5cm 7kg/cm2 3PZ | Pz | 3,444 | \$0.6852 | \$2,360 | 0.008% | 99.822% |
| 12617 | ETIQUETA 3" x 2" P/TRANSF TERM LTS | Pz | 3,960 | \$0.5894 | \$2,334 | 0.008% | 99.830% |
| 15222 | INSTRUCTIVO INT ACOPLADO PORCELANA | Pz | 22,957 | \$0.1004 | \$2,306 | 0.008% | 99.838% |
| 10567 | TOR 5-40NC 1/4" C/FIJ RAN MIXT Ac PAV NE | Pz | 27,130 | \$0.0836 | \$2,269 | 0.008% | 99.846% |
| 10553 | TOR 6-32 NC 1" C/OVAL ESP Ac GALV MARFIL | Pz | 40,694 | \$0.0549 | \$2,234 | 0.008% | 99.853% |
| 10802 | REMACHE ST 1/8" x 17/64" ZINCADO (IR-107) | Pz | 104,348 | \$0.0209 | \$2,182 | 0.008% | 99.861% |
| 15207 | FOLLETO PRODUCTOS L-INNOVER | Pz | 5,576 | \$0.3516 | \$1,961 | 0.007% | 99.868% |
| 15716 | MUELLE 1/2 CANA PIPERILLA TIMER | Pz | 1,955 | \$0.9720 | \$1,900 | 0.007% | 99.875% |
| 11010 | OJILLO 3 x 11 mm LAT NAT | Pz | 20,870 | \$0.0893 | \$1,864 | 0.006% | 99.881% |
| 15545 | SEP CAPLE 18PTO 20 8 x 17 cm 1PZ | Pz | 5,008 | \$0.3593 | \$1,799 | 0.006% | 99.887% |
| 11935 | CAJA C/C 28.5 x 25 x 20cm 11Kg/cm2 | Pz | 783 | \$2.2658 | \$1,774 | 0.006% | 99.893% |
| 12507 | ETIQUETA PRINT 2234 3P x 200A 250V~ | Pz | 2,296 | \$0.7090 | \$1,628 | 0.006% | 99.899% |
| 10562 | TOR 6-32 NC 3/8" C/OVAL ESP Ac PAV | Pz | 37,043 | \$0.0437 | \$1,619 | 0.006% | 99.905% |
| 15532 | SEP CAPLE 18PTO 21 x 5 6 cm 1PZ | Pz | 133,043 | \$0.0121 | \$1,606 | 0.006% | 99.910% |
| 10606 | TUERCA 5-40 NC HEX GALV | Pz | 57,391 | \$0.0276 | \$1,582 | 0.006% | 99.916% |
| 15537 | SEP C/C 38 5x22.5cm 7kg/cm2 1PZ | Pz | 3,781 | \$0.3916 | \$1,481 | 0.005% | 99.921% |
| 15203 | DIAGRAMA DE CONEXIÓN L - 3000 | Pz | 28,173 | \$0.0494 | \$1,391 | 0.005% | 99.926% |
| 10538 | TOR 4-24 NC F AUTORR 1/2" C/OGATA Ac TROP | Pz | 27,130 | \$0.0485 | \$1,315 | 0.005% | 99.931% |
| 11938 | CAJA C/C 35 x 23 3 x 16.5cm 11Kg/cm2 | Pz | 303 | \$4.2198 | \$1,279 | 0.004% | 99.935% |
| 15544 | SEP C/C 27.5 x 24cm 7kg/cm2 5PZ | Pz | 3,913 | \$0.3241 | \$1,268 | 0.004% | 99.939% |
| 15507 | SEP C/C 27 8x5.8cm 7kg/cm2 12PZ | Pz | 13,774 | \$0.0874 | \$1,204 | 0.004% | 99.944% |
| 10551 | TOR 6-32 F A 3/8" C/OVAL ESP Ac GALV GRIS | Pz | 20,008 | \$0.0549 | \$1,098 | 0.004% | 99.947% |
| 11805 | CAJA CAPLE 18PTO 11.8x7x10.5cm DUPLEX IL | Pz | 710 | \$1.4864 | \$1,055 | 0.004% | 99.951% |
| 10554 | TOR 6-32 NC 1" C/OVAL ESP Ac GALV GRIS | Pz | 18,780 | \$0.0549 | \$1,031 | 0.004% | 99.955% |
| 15506 | SEP C/C 45 8x5.8cm 7kg/cm2 6PZ | Pz | 6,887 | \$0.1483 | \$1,021 | 0.004% | 99.958% |



| | | | | | | | |
|-------|---|----|--------|----------|--------------|----------|----------|
| 12804 | ROLDANA PRESION 1/8" Ac. TEMP GALV | Pz | 69,914 | \$0.0133 | \$930 | 0.003% | 99.961% |
| 11925 | CAJA C/C 33 x 16.5 x 26cm 11Kg/cm2 | Pz | 351 | \$2.5756 | \$904 | 0.003% | 99.965% |
| 10811 | REMACHE ST 5/32"x 7/32" ZINCADO (IR-112) | Pz | 31,304 | \$0.0276 | \$863 | 0.003% | 99.968% |
| 10527 | TOR 12-24 NC 1/2" C/FU Ac GALV | Pz | 11,480 | \$0.0703 | \$807 | 0.003% | 99.970% |
| 11937 | CAJA C/C 35 x 23.3 x 22.5cm 11Kg/cm2 | Pz | 250 | \$3.1154 | \$779 | 0.003% | 99.973% |
| 15516 | SEP C/C 22.5x18cm 7kg/cm2 1PZ | Pz | 3,781 | \$0.1929 | \$729 | 0.003% | 99.976% |
| 10552 | TOR 6-32 NC 1" C/OVAL ESP Ac GALV BLANCO | Pz | 13,120 | \$0.0549 | \$720 | 0.003% | 99.978% |
| 10529 | TOR 1/4-20 NC 1" C/GOTA Ac GALV | Pz | 6,888 | \$0.1036 | \$714 | 0.002% | 99.981% |
| 10808 | REMACHE ST 3/32"x 9/32" ZINCADO (IR-104) | Pz | 28,174 | \$0.0219 | \$616 | 0.002% | 99.983% |
| 15525 | SEP C/C 33x16cm 7kg/cm2 6PZ | Pz | 2,104 | \$0.2908 | \$612 | 0.002% | 99.985% |
| 10714 | RESORTE COMP PIANO CAL27 A228 (IR-30) | Pz | 8,347 | \$0.0675 | \$563 | 0.002% | 99.987% |
| 10816 | REMACHE ST 3/16" x 3/8" ZINCADO (IR-123) | Pz | 9,184 | \$0.0561 | \$515 | 0.002% | 99.989% |
| 15210 | INSTRUCTIVO INSTAL TIMER L- MONDECOINNO | Pz | 3,177 | \$0.1606 | \$510 | 0.002% | 99.991% |
| 10556 | TOR 6-32 NC 3/4" C/PLANA Ac GALV | Pz | 9,390 | \$0.0500 | \$470 | 0.002% | 99.992% |
| 10572 | TOR 6-32 NC 1/4" C/BIND RAN MIX Ac NIQ | Pz | 10,435 | \$0.0390 | \$407 | 0.001% | 99.994% |
| 14805 | FOIL RIBBON STK#2900-157 50.8mmx360m NE | Mt | 1,812 | \$0.1945 | \$352 | 0.001% | 99.995% |
| 15212 | INSTRUCTIVO DIMMER ROTATORIO L- DECORART | Pz | 782 | \$0.3516 | \$275 | 0.001% | 99.996% |
| 15204 | INSTRUCTIVO L VERTICAL | Pz | 3,130 | \$0.0864 | \$270 | 0.001% | 99.997% |
| 12412 | BOLSA POLIETILENO 130x140mm CAL 150 | Pz | 4,695 | \$0.0570 | \$268 | 0.001% | 99.998% |
| 15208 | INSTRUCTIVO INSTAL DIMMER L- INNOVERIMON | Pz | 1,459 | \$0.1559 | \$227 | 0.001% | 99.998% |
| 11919 | CAJA C/C 35.5 x 21.5 x 12.5cm 11Kg/cm2 | Pz | 70 | \$2.5081 | \$176 | 0.001% | 99.999% |
| 11009 | OJILLO 4.7 x 11 mm LAT NAT | Pz | 4,140 | \$0.0228 | \$94 | 0.000% | 99.999% |
| 15209 | INSTRUCTIVO INSTAL DIMMER DESLIZABLE | Pz | 390 | \$0.1559 | \$61 | 0.000% | 100.000% |
| 15214 | INSTRUCTIVO SENSOR IROJO L- MONDECOINNO | Pz | 156 | \$0.3516 | \$55 | 0.000% | 100.000% |
| | | | | | \$28,691,460 | 100.000% | |





Curva ABC de materia prima

