

**UNIVERSIDAD LATINOAMERICANA DE CIENCIA Y  
TECNOLOGÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO  
EMPRESARIAL**

**Proyecto Final**

**TEMA:**

**Diseño de un sistema de control de inventarios en la bodega de  
repuestos de COMECA S.A.**

**Alumno:**

**Fernando Leandro Cervantes  
1-1192-0130**

**Tutora:**

**Adyeri Marín**

**23 de abril de 2005.**

## ÍNDICE

TEMA	PÁGINA
<b>Justificación</b> .....	<b>4</b>
<b>Marco teórico</b> .....	<b>5</b>
<i>¿Qué es un inventario?</i> .....	<b>5</b>
<i>Funciones del inventario</i> .....	<b>6</b>
<i>Tipos de inventario</i> .....	<b>7</b>
<i>Modelos de inventario</i> .....	<b>7</b>
<i>Análisis de Valor</i> .....	<b>10</b>
<b>Diagnóstico</b> .....	<b>10</b>
<b>Propuestas</b> .....	<b>20</b>
<b>Bibliografía</b> .....	<b>28</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>30</b>
<b>ANEXO 1</b> Tabla de objetivos.....	<b>31</b>
Carta de filóloga.....	<b>32</b>
Declaración Jurada.....	<b>33</b>
<b>ANEXO 2</b> Subclasificación de Análisis de Valor.....	<b>34</b>
<b>ANEXO 3</b> Clasificación ABC de las familias de repuestos de la bodega de COMECA S.A.....	<b>34</b>
<b>ANEXO 4</b> Mapeo del Proceso "Solicitud de repuestos".....	<b>35</b>
<b>ANEXO 5</b> Fórmula del modelo de "Pedido Óptimo".....	<b>36</b>
<b>ANEXO 6</b> Manual de Usuario.....	<b>37</b>
<b>ANEXO 7</b> Informe de Mantenimiento del equipo.....	<b>44</b>
<b>ANEXO 8</b> Modificación del procedimiento de "Solicitud de Repuestos".....	<b>45</b>

## INDICE DE TABLAS.

TEMA	PAGINA
<b>Cuadro 1</b> Tipos de inventario.....	<b>7</b>
<b>Cuadro 2</b> Costos de inventario.....	<b>8</b>
<b>Cuadro 3</b> Repuestos con su demanda y existencia.....	<b>8</b>
<b>Cuadro 4</b> Preguntas del Análisis de Valor .....	<b>10</b>
<b>Cuadro 5</b> Clasificación de los Repuestos por familia.....	<b>11</b>
<b>Cuadro 6</b> Criterios ABC.....	<b>13</b>
<b>Cuadro 7</b> Costo de almacenamiento anual.....	<b>15</b>
<b>Cuadro 8</b> Clasificación de valor por actividad.....	<b>15</b>
<b>Cuadro 9</b> Resumen de los artículos Sin movimiento durante el periodo 2004.....	<b>17</b>
<b>Cuadro 10</b> Resumen de categorización de repuestos.....	<b>18</b>
<b>Cuadro 11</b> Costo de pedir un repuesto.....	<b>21</b>
<b>Cuadro 11</b> Modelo de Pedido óptimo para La familia Mangueras.....	<b>22</b>
<b>Cuadro 13</b> Costos de implementar el "Sistema de Control de Inventarios de la bodega de repuestos de COMECA S.A." .....	<b>23</b>

**Cuadro 14** Agenda de capacitación..... **23**

**Cuadro 15** Costos de implementar el  
"Informe de Mantenimiento del Equipo" ..... **27**

## **Justificación.**

Esta investigación se realizará en la empresa Envases COMECA S.A. Dicha compañía se dedica, desde 1978, a fabricar envases de hojalata para diferentes sectores industriales dentro y fuera de Costa Rica; se ha destacado en todos estos años por un crecimiento constante, tanto en el ámbito organizacional como en el área estructural, y por la inversión constante en equipo y tecnología constante que permite garantizar la calidad en sus productos. La empresa esta ubicada 400 m. al norte de Pozuelo, en la Uruca.

El problema de esta empresa es ¿Cómo se pueden disminuir los costos de operación en la bodega de repuestos?. Esta empresa cuenta con una bodega de repuestos, a la cual se aplicará la investigación debido a que no cuenta con un sistema para controlar el inventario; además, se cuenta con 3.688 repuestos, otro problema es que los 3.688 repuestos almacenados allí están clasificados por "Familia de máquina", y los encargados de la bodega no saben si un mismo repuesto puede ser usado en varias máquinas, ya sea intacto o modificado; esta situación eleva los costos pues se compran repuestos innecesarios.

El costo de los activos que se encuentran en la bodega suma los \$360.000; además se sabe que alrededor del 60% o el 70% de los repuestos no tuvo movimiento durante el año pasado (2004). El hecho de que la mayor parte de los repuestos no se mueva hace que los costos y el espacio de almacenaje aumente, situación que refleja un mal manejo de los repuestos dentro del inventario de la empresa.

Actualmente la bodega cuenta con un sistema que utiliza una hoja electrónica en *Excel* la cual indica los mínimos, los máximos y la existencia de cada repuesto. El problema es que los métodos utilizados para obtener esos datos no están bien definidos y no se cuenta con los originales de estos análisis: en consecuencia, no se tiene seguridad de que esa información sea correcta.

Los costos que se utilizaron fueron tomados al azar, por lo que la hoja electrónica mencionada no contiene datos correctos que permitan controlar los inventarios. El modelo que se utilizó en ese entonces fue el de "Pedido óptimo"; para aplicar ese modelo se necesita establecer el costo de almacenar y el costo de pedir, ninguno de los cuales está contemplado en la hoja electrónica de COMECA S.A., por eso, los datos no son confiables.

Por este motivo, muchos de los repuestos están almacenados de acuerdo con puntos de reorden empíricos, motivo del que se intuye que no hubo un análisis previo de la situación. Así, aunque no tuvieron ningún movimiento durante 2004, esos repuestos tienen existencia en el inventario actual, lo cual genera mala utilización del espacio físico y el aumento innecesario de los costos.

## **Marco teórico**

### ***¿Qué es un inventario?***

El inventario es una herramienta muy importante que toda empresa debe desarrollar, debido a que le trae muchas ventajas. Al mismo tiempo, es uno de los activos más caros pues controla la forma en que salen, entran y se almacenan muchos artículos, por lo que significa costos de almacenar, mantener y de mano de obra.

El inventario es la relación de los activos de una entidad; además, es un recurso almacenado que se utiliza para satisfacer una necesidad actual o futura. Por ejemplo, la empresa COMECA se beneficiaría con esta herramienta si controlara los activos fijos en la bodega de repuestos, con el fin de disminuir costos al reducir inventario.

Otra ventaja de un buen inventario tiene que ver con la producción: si un equipo se daña y ocupa reparación, no se detendría la producción mucho tiempo si se tienen los repuestos; el problema es que, a veces, la falta de conocimiento de

cuáles son los repuestos almacenados provoca atrasos. En conclusión, una buena gestión del inventario conserva la producción, sin atrasarse.

A la hora de clasificar los artículos del inventario en la bodega de repuestos de COMECA, se deben de recurrir a ciertas herramientas como el Análisis ABC, que clasifica los artículos en tres clases según el volumen monetario. La clasificación se puede hacer tomando en cuenta las familias de repuestos para hacerla más fácil.

### ***Funciones del inventario.***

Según Jay Heizer "el inventario puede cumplir varias funciones que aportan flexibilidad a las operaciones de la empresa" (Heizer, 2001: 43), Tales funciones se describen a continuación:

**1. Desconectar o separar varias partes del proceso productivo:** Esto significa que cuando los suministros de una empresa están fluctuando, puede ser necesario adquirir o comprar más repuestos. En el caso de la empresa COMECA, esta función separa el proceso de producción de la cantidad de repuestos en la bodega.

**2. Proporcionar un inventario de artículos que satisfaga la demanda anticipada de los clientes:** COMECA tiene una gran demanda mensual de productos, por eso debe mantener un inventario de los repuestos de bodega que le permita poder cumplir las demandas establecidas por el cliente sin ningún problema o atraso.

**3. Sacar ventaja de los descuentos por cantidad:** Muchos de los repuestos embodegados en COMECA son caros; por esa razón, se deben comprar al mayoreo aprovechando la cantidad y los descuentos que pueda hacer el proveedor.

**4. Protegerse de la inflación y los cambios de precio:** El 61,82% de los repuestos de la bodega de COMECA son comprados en otros países por lo que se deben prever los costos en dólares de cada uno y las variaciones en el precio de los mismos.

***Tipos de inventario.***

Heizer (2001) menciona, en su libro *Dirección de la Producción*, los tipos de inventario que una empresa tiene a mano para realizar las funciones del inventario.

Cuadro 1

**Tipos de inventario**

Tipo de inventario	Características
Materias primas	Contempla los materiales que han sido adquiridos, pero que no han entrado al proceso productivo.
Productos en curso	El producto no está terminado.
Mantenimiento, reparación y operación	Toma en cuenta materiales de mantenimiento, reparación y operación de los equipos productivos. Su demanda se ve fijada por los programas de mantenimiento de los equipos.
Producto terminado	El producto está terminado y espera ser enviado. Se almacena debido a que la demanda de los clientes puede desconocerse.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Heizer, *Dirección de la Producción*. Páginas 43-44.

El tipo de inventario “Mantenimiento, reparación y operación” es el que se emplea debe emplearse en la bodega de repuestos de COMECA S.A. Esto porque los componentes, que dicho tipo de inventario toma en cuenta, se necesitan para mantener los equipos del proceso productivo; además, según este

inventario, es necesario conocer los programas de mantenimiento con los que cuenta la empresa con el fin de mantenerlos dentro del inventario.

***Modelos de inventario.***

Antes de conocer cuales son los modelos que se pueden aplicar a la bodega de repuestos de COMECA, es necesario saber, implementar un inventario trae costos. Según Mathur (1996) estos costos son:



Cuadro 2

**Costos de inventario**

Costos de Inventario	Descripción
De almacenamiento	Son los costes asociados con la posesión o manejo del inventario a través del tiempo. Incluyen los costes de seguro, personal, etc.
De reparación	Es el coste de preparar una máquina o proceso para la fabricación de un pedido.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Mathur, *Investigación de Operaciones. El arte de la toma de decisiones*. Páginas 642-644.

### 1) Modelo básico de la cantidad de pedido económico o lote económico (EOQ)

En este modelo la demanda del activo es conocida y constante; además el plazo de entrega también es conocido y constante. Los únicos costes variables son: Preparación y Almacenamiento. Las roturas de existencias (faltantes) se pueden evitar totalmente, si se piden en el momento justo. (Ford, Harris, 1915)

Este modelo puede ser de gran ayuda para la bodega de repuestos de COMECA S.A. debido a que el archivo tiene los datos históricos de la demanda de cada uno de los repuestos y su plazo de entrega. Además, se pueden reducir los pedidos, minimizando en esa forma los costos. En el cuadro 3 se muestran algunos de los repuestos con su existencia y demanda.

Cuadro 3

**Repuestos con su demanda y existencia**

Cód. Art.	Demanda	Existencia	Costo ¢	Costo Total ¢
3207008009	5	14	46,9611	657,4554
3207008010	8	10	49,6503	496,503
3207008001	17	18	53,8182	968,7276
3207008002	10	10	69,2511	692,511
3207008005	9	9	301,2866	2711,5794
3207005040	7	8	167,9712	1343,7696
3207005002	5	9	164,5801	1481,2209
3207005017	1	12	163,5129	1962,1548
3207005008	1	10	153,949	1539,49

Fuente: Elaboración propia, 7 de abril 2005.

## **2) Modelo de cantidad de pedido de producción.**

Este modelo se puede aplicar cuando el inventario fluye continuamente o se elabora durante un periodo, después de que se lanzó una orden o cuando las unidades se producen y se venden simultáneamente.

## **3) Modelo de descuento por cantidad.**

Este es un precio reducido que, normalmente, aplica el proveedor cuando se compran grandes cantidades de un mismo producto. La bodega de repuestos maneja una gran cantidad de componentes (alrededor de 6 000 repuestos); por lo que, al saber cuanto se puede pedir, se pueden hacer este tipo de descuento por volumen.

## **4) Justo a tiempo (JIT)**

Mediante este sistema, los suministros llegan dónde se necesiten cuando se necesiten. En este caso, no es el modelo mas recomendable debido a que hay equipos que no tienen un comportamiento normal cuando sufren algún desperfecto; pedir un suministro cada vez que se necesita, además de ser costoso, ya que muchos repuestos se importan de otro país (61,82%), no es factible pues la entrega no es inmediata y no es posible detener el equipo hasta que se traiga su repuesto.

## **5) Sistemas de Planeación de los Requerimientos de Materiales (MRP)**

Domínguez (1995) menciona que este modelo se puede utilizar para identificar las partes y los materiales específicos requeridos para producir artículos. En el caso de COMECA, se identificarían los repuestos para cada máquina en específico. Este sistema reúne los modelos anteriormente identificados por lo que, gracias a él, se puede obtener cuándo hacer un pedido y cuan seguido. Además, es un sistema computarizado que agiliza las operaciones.

## **Análisis de Valor.**

Por otro lado, conocer el tipo de inventario que actualmente maneja COMECA, se puede lograr mediante el análisis de valor de las actividades de un proceso. Al realizar un mapeo de proceso las actividades se valoran por medio de las actividades según las siguientes preguntas que se muestran en la cuadro 4, además cada pregunta tiene una respuesta que debe respetarse para así poder obtener el valor que genera cada una de las actividades. Si una actividad no obtiene la respuesta deseada en alguna pregunta automáticamente no genera valor.

Cuadro 4

### **Preguntas del Análisis de Valor**

<b>Preguntas</b>	<b>Respuesta deseada</b>
1. ¿Notará el cliente una disminución del valor de su servicio o producto, si esta actividad no se ejecuta?	SÍ
2. ¿Estaría evidentemente incompleto el servicio o producto sin este paso?	SÍ
3. ¿Si usted estuviera obligado a entregar el servicio o producto en forma urgente, obviaría este paso?	NO
4. Si usted está coordinando este proceso y pudiera lograr ahorros eliminando este paso, ¿lo haría?	NO
5. Si la actividad consiste en una inspección o en una revisión, ¿es la tasa de rechazos o devoluciones significativa?	SÍ

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Domingo, Calidad y mejora continua. Página 330.

Mas adelante se generó una Subclasificación en la cual se le otorga un grado de valor a cada una de las actividades, esta Subclasificación se puede observar en el Anexo 2.

## **Diagnóstico**

La bodega de repuestos de COMECA S.A. cuenta con una gran variedad de artículos. Estos repuestos se encuentran clasificados actualmente, por "Familia de máquina"; por lo que este objetivo identificará de identificar cada uno de estos componentes, luego los clasificará por familias y así, logrará tener un panorama mas claro de las piezas con que esta bodega cuenta.

Cuadro 5  
**Clasificación de los repuestos por familia**

	Familia	Cantidad de Artículos
1	Varios	1 255
2	Eléctricos	501
3	Roles	391
4	Fajas	221
5	Resortes	189
6	Tornillos	171
7	Rodillos	147
8	Hules	102
9	Filtros	72
10	Válvulas	72
11	Accesorios	71
12	Pines	62
13	Anillos	51
14	Retenedores	46
15	Pistones y Cilindros	42
16	Chucks	40
17	Discos	34
18	Pegas	29
19	Boquillas	25
20	Cuchillas	23
21	Tacos	20
22	Piñones	20
23	Manqueras	19
24	Tubos	19
25	Sensores	17
26	Clutch y Embragues	17
27	Empaques	12
28	Cadenas de Transmisión	11
29	Horquillas	9
	<b>TOTAL</b>	<b>3 688</b>

Fuente: Elaboración propia, 25 de febrero 2005

La clasificación de todos los artículos logra que se hagan, fácilmente, los estudios de demanda, análisis de estacionalidad y clasificación ABC, que más adelante se aplicarán; además, facilita la codificación de cada repuesto, el proceso de pedido de equipo, y la solicitud de un repuesto.

Al momento de la recolección de datos, se encontraron 3.688 piezas dentro de la categoría "Repuestos", las cuales están siendo almacenados en 640,9 m<sup>3</sup> y administradas por dos empleados. Este departamento conserva la información sobre las salidas de cada repuesto en el año anterior (2004).

Para hacer la clasificación, primero, se consideró a cuál familia pertenecía cada repuesto, luego, cada uno de ellos se clasificó en una hoja electrónica (Excel).

Los repuestos se pueden clasificar en de 29 familias como Repuestos, Accesorios, Hules, Tornillos, Eléctricos, Válvulas, etc. Las familias Tornillos, Roles, Resortes, Hules, Fajas y Eléctricos cuentan con una gran cantidad de repuestos subclasificados dentro de ellas; igualmente, hay familias que no tienen tanta cantidad de repuestos como las anteriores, por ejemplo la familia Horquillas y la familia Cadenas de transmisión solo cuentan con 11 y 12 repuestos respectivamente.

La familia Varios cuenta con 1.255 repuestos que no se pudieron clasificar debido a que su nombre o código no indicaban a cuál familia podían pertenecer; además, si algunos repuestos se hubieran clasificado en familias cada una de ellas contaría con un máximo de 10 elementos, además, algunos de estos repuestos pueden pertenecer a una de las familias anteriormente mencionadas pero como su nombre no lo indica pudieron pasar por alto en el momento de la clasificación.

En la Cuadro 5, se muestra los 3.688 repuestos clasificados en sus respectivas familias.

Luego de agrupar los repuestos en sus respectivas familias, se procedió a analizar las salidas históricas de cada uno de los repuestos, para así poder obtener el costo total de esas salidas para cada familia. Eso se hizo con el fin de determinar, a través de un Análisis ABC, cuáles son las familias más importantes en cuanto al costo de salidas (en colones).

Los datos arrojados por esta herramienta indicaron que el costo de las salidas de todas las familias es de ₡80.765.118,28. La familia más importante en cuanto al costo de salidas fue Varios, cuyos repuestos costaron ₡40.494.027,69, suma que representa un 50,14% del costo total. La familia Eléctricos es la segunda en importancia, pues sus costos alcanzaron los ₡10.683.246,95, un 13,23% del costo total, seguida por la familia de Rodillos la cuál representa el 13,22% del costo total.

Las familias Empaques y Cadenas de transmisión son las menos importantes en costo de salidas de sus componentes, suman solamente el 0,01% y el 0,003% del costo total; además, la familia Piñones, no tuvo ningún movimiento en el año 2004 por lo que es la menos importante en costo.

Las familias Varios, Eléctricos y Rodillos son las que brindan la posibilidad de analizar cada uno de sus componentes, para poder obtener la cantidad óptima de pedido y el punto de reorden de cada uno de ellos. Más adelante se hará un análisis de "no movimiento" y "rotación" de los inventarios, el cual abrirá el panorama sobre el comportamiento de estos repuestos.

En el Anexo 3 se muestran los 3.688 repuestos clasificados según sus respectivas familias, además de sus Análisis ABC. El cuadro 6 muestra los criterios de análisis ABC propuestos por Murray (1998: 127.)

Cuadro 6

**Criterios ABC**

<i>Criterios</i>	Porcentaje deseado	Porcentaje acumulado
<i>A</i>	80	80
<i>B</i>	15	95
<i>C</i>	5	100

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Murray, *Círculos de Calidad*. Página 127.

Un aspecto importante dentro de esta investigación es conocer el proceso que se sigue cuando se solicita un repuesto. Luego de observar cómo el encargado de la bodega realiza este trámite, se procedió a realizar un mapeo de proceso (Ver Anexo 4) con el fin de valorar cada una de las etapas o actividades que dicho proceso implica.

Este proceso implica 19 actividades realizadas por el encargado de bodega, el empleado de mantenimiento, el Departamento de Compras y el Gerente de Producción. El proceso de solicitud de repuestos empieza cuando el operario de mantenimiento llena la solicitud "Material Requerido".

Luego de eso, se verifica que los datos de la solicitud estén correctos; esta actividad es de suma importancia debido a que, si en la boleta no están los datos correctos, la misma se debe anular ya que pudo haber sido manipulada por el empleado, por eso la firma del autorizador debe estar presente en la solicitud y debe ser legible.

Luego de esa verificación, se prosigue a consultar en la base de datos (Catálogo de artículos) de la bodega la existencia del repuesto requerido. Si en ese momento el repuesto no está dentro del inventario de la bodega por lo que se le comunica al empleado para que empiece el proceso de compras, el cual tiene una duración de 3 días si la compra del repuesto es nacional y 31 días si es internacional, este proceso lo lleva a cabo el Departamento de Compras de la compañía.

La bodega de repuestos utiliza una hoja electrónica en Excel, la cual contiene los puntos de reorden, los mínimos y los máximos de algunos repuestos de la bodega. Esta información se obtuvo por medio de modelos empíricos los cuales no fueron documentados, y no puede precisarse si esos modelos fueron utilizados los correctos, Se sabe que para obtener el punto de reorden se utilizó anteriormente, el modelo "Pedido de cantidad óptima"; en este caso, los costos que utiliza este modelo (costo de pedir, costo de almacenar) no fueron los correctos debido a que se tomaron al azar, sin un análisis debido. Por ejemplo el costo de almacenar, este costo presenta varios errores debido a que los datos recolectados indican que este costo es de ₡10.048.750,56 anuales significando esto un 3,9% del costo del inventario (₡258.133.033,26). Según varios autores entre ellos Heizer (2001) indican que cualquier costo de almacenar inferior al 15% resulta sospechoso, puesto que los costes de almacenaje de inventarios representan, aproximadamente, el 40% del valor de los bienes en el inventario (Página 50). Este costo se puede ver a continuación en el cuadro 7.

Cuadro 7

**Costo de almacenamiento anual.**

<b>RUBRO</b>	<b>COSTO EN COLONES</b>	
Luz	2.000,00	
Agua	300,00	
Teléfono	1.000,00	
Mano de obra	418.852,98	
Alquiler (m <sup>3</sup> x \$3 ¢/u)	901.746,30	640,9 m <sup>3</sup>
Seguro	7.500,00	
Total	15.976.791,36	
CH x unidad al año	243,64	

Luego de que se asignara valor a cada una de las actividades, se tabularon las actividades que no generan valor. Esta información la muestra la cuadro 8.

Fuente: Elaboración propia, 13 marzo 2005.

Cuadro 8

**Clasificación de valor por actividad**

<b>Actividades que no generan valor</b>
Verificar si el precio del repuesto es mayor a ¢200 000
Comunicar al solicitante que necesita la firma de autorización del Gerente de Producción
Solicitar autorización al Gerente de Producción
Firmar la solicitud
Entregar solicitud firmada al encargado de bodega

Las actividades que están en la tabla no generan valor debido a que hacen que el proceso se tarde mas tiempo; el lapso entre cada actividad se puede disminuir con la modificación de esas actividades y el proceso se podría agilizar más eliminándolas. Por ejemplo, la actividad SR-11 la cual verifica si el precio del repuesto solicitado es mayor a ¢200.000,00, es una de las actividades que consumen entre

Fuente: Elaboración propia, 14 de marzo 2005.

20 y 45 minutos en el proceso.

Si el precio es mayor a esa suma, se debe solicitar la firma del Gerente de Producción; el problema es que, el 50% o 70% del tiempo, el Gerente de Producción no se encuentra en su oficina pues está realizando algún trámite dentro de la planta por lo que obtener su firma se puede demorar.



Por otro lado, la actividad SR-04 es una regla de la empresa (Ver Anexo 4) que aplica cuando la solicitud presenta algún dato ilegible o incorrecto. Esta situación se debe a que, anteriormente, algunos empleados aprovechaban este proceso para solicitar otros repuestos que no eran necesarios para el mantenimiento de algún equipo, sino que eran de uso personal; esta situación hacía que la empresa comprara esos repuestos debido al mal uso que los empleados daban al proceso.

Luego de obtener, mediante el análisis ABC, cuáles eran las familias de repuestos más importantes en cuanto a costo de salidas, se buscó dentro de cada una cuáles eran los repuestos que tenían existencia dentro del inventario pero que no tuvieron movimiento durante el periodo 2004. Gracias a esa búsqueda se encontraron 2913 repuestos que no tuvieron movimiento durante el 2004.

Una de las familias con mayor cantidad de artículos sin movimiento durante el 2004 fue Varios ya que 1078 (37,01%) componentes no tuvieron movimiento durante ese periodo; eso significa que los costos de mantener las existencias de estos mismos sumaron ₡100.580.108,73. A Varios le siguen las familias Eléctricos y Roles las cuales obtuvieron un 12,5% y 11,12%, respectivamente, de artículos que no tuvieron movimiento durante el período 2004.

Las familias con menos importancia en cuanto al costo de existencia fueron Accesorios y Horquillas debido a que solo el 0,34% y 0,24% respectivamente de sus componentes no se mueven, pero su costo de existencia fue de ₡915.154,03 entre las dos familias; son muy pocos los repuestos sin movimiento, pero su costo en realidad es importante. En la cuadro 9 se muestran los artículos sin movimiento en el periodo 2004, clasificados por familia.

Cuadro 9

**Resumen de los artículos "sin movimiento" durante el periodo 2004.**

Fuente: Elaboración propia, 15 de marzo 2005.

Familia	Cantidad de Artículos	Piezas en movimiento	Artículos sin movimiento	Porcentaje no movimiento	Costo de no movimiento ¢
1 Varios	1 255	177	1 078	37,01	100.580.108,73
2 Eléctricos	501	137	364	12,5	18.209.898,77
3 Roles	391	67	324	11,12	16.459.999,40
4 Fajas	221	68	153	5,25	2.887.098,53
5 Resortes	189	51	138	4,74	789.221,00
6 Tornillos	171	34	137	4,7	1.218.687,45
7 Rodillos	147	32	115	3,95	21.877.618,90
8 Hules	102	20	82	2,81	680.292,67
9 Válvulas	72	10	62	2,13	3.020.977,39
10 Pines	62	9	53	1,82	400.410,83
11 Filtros	72	27	45	1,54	973.431,81
12 Anillos	51	8	43	1,48	733.997,04
13 Retenedores	46	5	41	1,41	69.123,56
14 Pistones y Cilindros	42	8	34	1,17	1.377.656,28
15 Chucks	40	8	32	1,1	6.337.374,62
16 Discos	34	5	29	1	673.610,32
17 Cuchillas	23	2	21	0,72	5.997.787,66
18 Pegas	29	9	20	0,69	37.452,10
19 Boquillas	25	5	20	0,69	1.902.373,64
20 Piñones	20	2	18	0,62	1.780.996,18
21 Tubos	19	2	17	0,58	697.299,48
22 Tacos	20	4	16	0,55	148.771,84
23 Clutch y Embragues	17	3	14	0,48	1.852.097,19
24 Sensores	17	7	10	0,34	372.641,27
25 Mangueras	19	9	10	0,34	45.274,22
26 Empaques	12	2	10	0,34	168.991,51
27 Cadenas de Transmisión	11	1	10	0,34	70.289,85
28 Accesorios	71	61	10	0,34	26.656,35
29 Horquillas	9	2	7	0,24	888.497,68
<b>TOTAL</b>	<b>3.688</b>	<b>775</b>	<b>2.913</b>		<b>190.278.636,27</b>

Como se puede observar en el cuadro 9 el costo de almacenar el inventario de los repuestos que no tuvieron movimiento es de ¢190.278.636,27 lo que indica que esta cantidad pudo ser utilizada en la compra de materia prima, montacargas, mobiliario, equipo, entre otros.

Seguido a este análisis, se realizó una categorización ABC partiendo del costo de existencia; eso con el fin de conocer cuáles son los repuestos más caros en artículos sin movimiento Los datos obtenidos con esta herramienta indican que

348 artículos son categoría A. Esto último significa que un 11,95% de los repuestos tienen un costo de existencia de ₡151.187.267,98; es decir, este porcentaje contempla los repuestos menos rentables de mantener dentro del inventario.

El cuadro 10 resume la categorización de los repuestos conforme a su costo de existencia.

Cuadro 10

**Resumen de categorización de repuestos.**

Categoría	Inversión		Inventario	
	Número de artículos	Porcentaje	Costo anual de existencia (colones)	Porcentaje
A	348	11,95	151.687.267,98	79,94
B	552	18,95	28.565.596,98	15,05
C	2013	69,1	9.491.031,80	5
<b>TOTAL</b>	<b>2913</b>	<b>100</b>	<b>189.743.896,76</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia, 15 de marzo 2005.

Luego de desarrollar los objetivos de diagnóstico y análisis de los datos obtenidos, se concluye que COMECA S.A. tiene una gran cantidad de repuestos almacenados en su bodega (3.688 repuestos), la cual estaba clasificada por familia de máquina. En este caso, ese tipo de clasificación no es apropiada debido a que los repuestos deberían estar clasificados por familia de repuestos, por ejemplo: Hules, Eléctricos, Rodillos etc.

A la hora de hacer esa clasificación, hubo una familia en la cual se agruparon 1255 repuestos, debido a que muchos de los nombres no indicaban cuál era su familia pues estaba en alemán o se les identificaba solo con un código.

Otro problema encontrado fue que el proceso de "Solicitud de Repuestos" implica seis actividades que no generan Valor, por ejemplo, la actividad SR-12 (verificar si el precio del repuesto es mayor a ₡200.000,00) no genera valor, por lo que se

podría mejorar: está demandando tiempo que se puede disminuir implementando otro tipo de hoja de control para hacer que esta actividad no fuera necesaria dentro del proceso y se pudiera eliminar. Por lo tanto, al mejorar o eliminar las actividades sin valor el proceso se puede ver agilizado.

Se encontró que la bodega almacena 3.688 repuestos, pero, luego se encontró que muchos de ellos no tuvieron movimiento en el periodo 2004. Para ser más exactos el 78,99% de estos repuestos presenta esta característica de "No movimiento", así, solo un 21,01% de artículos tuvo movimiento en el periodo 2004.

Esta situación es una desventaja para la empresa ya que ese 78,99% de artículos sin movimiento significa ¢190.278.636,27 en inventario sin movimiento. Esta cifra es alarmante; se deben tomar acciones correctivas inmediatas para poder disminuir este porcentaje y almacenar solo los repuestos que se necesitan; eso reducirá los costos de pedir y almacenar los mismos.

Por medio de una estrategia, los repuestos sin movimiento se pueden disminuir; por ejemplo, se puede organizar una feria de venta de repuestos con 50% menos de su precio, gracias a la cual COMECA puede recuperar parte del capital invertido anteriormente; otra opción es buscar los repuestos que se pueden reciclar o vender a empresas fundidoras que utilicen piezas de hierro, hules, etc. También esta es una forma de recuperar el capital invertido y reducir el inventario de la bodega de repuestos. Ambas soluciones lograrían disminuir el espacio físico que utiliza la bodega de repuestos.

Muchos de los puntos de reorden y de cantidad de Pedido Óptimo se calcularon con base en costos inadecuados para la empresa, lo cual hace que haya un 78,99% de repuestos embodegados pero sin movimiento.

Este problema se puede disminuir utilizando una hoja electrónica en el programa Excel, pues cuenta con todas las herramientas necesarias para lograrlo; además es un software conocido por el encargado de bodega, fácil de usar y tiene un costo mínimo de implementación.

En síntesis los costos en la bodega de repuestos se pueden disminuir los costos significativamente implementando un buen modelo que controle el inventario.

El control de inventarios se aplicará solo con los repuestos que presentaron movimiento en el periodo 2004: son 760 repuestos.

Luego de analizar los problemas de esta bodega, se proponen soluciones que mas adelante se estarán desarrollando.

La bodega de repuestos de COMECA almacena 760 artículos los cuales tuvieron movimiento durante el periodo 2004. Se estudió el comportamiento de la demanda de estos para poder aplicarles algún modelo de control de inventarios. El modelo de inventario que se aplicará a esta bodega es el de "Pedido óptimo" (EOQ) por dos razones: es un modelo robusto y se tienen los datos de demanda y de los plazos de entrega de cada repuesto.

El único problema encontrado para aplicar este modelo es que la empresa no sabe cuánto le cuesta pedir un repuesto y almacenarlo. Por esa razón se inició la búsqueda de estos costos para así poder proponer estos mismos. Luego de haber observado cómo se pide un repuesto y cuánto tiempo se tarda haciéndolo, se puede establecer cuáles son las actividades necesarias para dicho proceso y cuánto cuesta cada una, ambas variables se resumieron en el cuadro 11. Es importante destacar que los costos son los mismos no importa si la compra es nacional o internacional.

## Cuadro 11

### Costo de pedir un repuesto.

Actividad	Tiempo Aproximado	Horas	Encargado	Costo €	Costo Total €
Hacer la solicitud de cotización a compras	20 minutos	0,33	Mecánico de línea	1.567,50	522,50
Realizar la cotización	2 horas	2,00	Víctor Hugo	757,50	1.515,00
Entrega y revisión de la cotización	25 minutos	0,42	Víctor Hugo/ Mecánico de línea	757,5 1567,5	968,75
Pasar a bodega	5 minutos	0,08	Mecánico de línea	1.567,50	130,63
Generar la solicitud de compra	3 minutos	0,05	Encargado de Bodega	729,95	36,50
Realizar la compra	2 horas	2,00	Víctor Hugo	757,50	1.515,00
				Total	4.688,37
				15 % otros (teléfono, fax, e-mail, papelería etc.)	703,26
				Costo de pedir	5.391,63

Fuente Elaboración propia, 28 marzo 2005.

Anteriormente se había establecido que el costo de almacenaje que se maneja en la bodega de repuestos no es correcto, por lo que se decidió que el costo de almacenamiento de cada repuesto fuera el 25% de su precio. De este modo, se puede obtener la cantidad de pedido óptimo de cada repuesto por medio de la fórmula de este modelo cual se puede observar en el anexo 5.

Una vez que se han descubierto estos costos, se aplicó la fórmula de pedido óptimo a los repuestos que tuvieron movimiento durante el periodo 2004; además, se estableció su punto de reorden, el cual indica cuándo deben solicitar o comprar un repuesto. Estos cálculos se realizaron en Excel.

Por medio de tablas dinámicas se creó una base de datos que el encargado de bodega puede utilizar con el fin de hacer las transacciones de salida y entrada de repuestos, verificar la existencia de cada uno y revisar el estado de esa existencia (si hay faltantes o si está por encima del punto de reorden). Para este sistema de control de inventarios se creó un manual de usuario el cuál se puede observar en el Anexo 6.

Para ejemplificar lo anterior, en el cuadro 12 se puede observar que cada repuesto de la familia de Mangueras tiene su pedido óptimo y su punto de reorden. En el caso del repuesto código 3207010018, que tiene una demanda anual de 3.558,7 unidades, su pedido óptimo es de 692 unidades por eso, cuando la existencia este en 34 unidades, el encargado de la bodega deberá pedir 692 unidades de ese mismo repuesto.

Cuadro 12

**Modelo de "Pedido óptimo" para la familia Mangueras.**

Código	Salidas	Existencia	Costo (colones)	Condición de compra	Tiempo de entrega (días)	Cantidad óptima de pedido	Punto de Reorden
3207010018	3.558,70	33,00	320,34	Nacional	3,00	692	34
3207010006	2.983,00	828,00	5,77	Nacional	3,00	4.721	29
3207010005	150,00	800,00	0,63	Nacional	3,00	3.214	1
3207010004	100,00	1.050,00	0,67	Nacional	3,00	2.537	1
3157060098	38,00	3,50	317,17	Nacional	3,00	72	0
3207010003	26,00	10,00	940,00	Nacional	3,00	35	0
3205005054	23,00	18,00	854,68	Nacional	3,00	34	0
3207010002	21,00	12,70	1.252,92	Nacional	3,00	27	0
3207010001	17,25	11,50	607,83	Nacional	3,00	35	0

Fuente: Elaboración propia, 7 de abril 2005.

Si se aplica esta propuesta, los encargados de utilizar esta base de datos serán los mismos que ya trabajan en la bodega de repuestos, ya que conocen la hoja electrónica *Excel*. Además, se les brindará una capacitación antes de aplicar este sistema para que aprendan el funcionamiento del Sistema de Control de Inventarios de la bodega de repuestos de COMECA S.A. Esta capacitación la brindará el autor de este sistema (Fernando Leandro Cervantes), tendrá una duración de 85 minutos (1 hora con 25 minutos) y entrenará a los dos encargados y al Jefe de Bodegas. En el cuadro 13 se encuentran los costos de implementar este Sistema.

Cuadro 13

**Costos de implementar el "Sistema de Control de Inventarios de la bodega de repuestos de COMECA S.A."**

Rubro	Tiempo	Costo
Sistema de Control de Inventarios para la bodega de repuestos de COMECA S.A.	5 horas	φ9500
Capacitación: dos empleados de bodega (salario φ729,95 por hora) y Jefe de Bodegas (salario φ1490,4 por hora)	0,6 horas	φ1.770
Manual de Usuario	-	φ550
Honorarios de capacitación	0,6 horas	φ6.536
<b>TOTAL</b>		<b>φ18.355</b>

Fuente: Elaboración propia, 7 de abril 2005.

En el cuadro 14 se puede observar la agenda de actividades de la capacitación que brindará el autor del sistema.

Cuadro 14

**Agenda de capacitación**

Actividad	Tiempo
Bienvenida	5 minutos
Introducción al Sistema	5 minutos
Capacitación del Sistema	40 minutos
Uso del Sistema	20 minutos
Dudas	15 minutos
<b>Total</b>	<b>85 minutos</b>

Fuente: Elaboración propia, 7 de abril 2005.

En el cuadro anterior se puede observar que la agenda cuenta con 5 minutos de introducción los cuales serán utilizados para dar a conocer el tema que se va a tratar en la capacitación, además se cuenta con 40 minutos de capacitación y 15 minutos de dudas.



Con este sistema se puede evitar la compra de repuestos innecesaria. Debido al modelo que tenía esta bodega, los costos de almacenar los repuestos con movimiento durante el periodo 2004 llegaban a ¢65.101.480,16; con esta propuesta, los costos de existencias serán de ¢40.625519.75 y un costo total anual de ¢158.118.199.65, en lugar de mantener un inventario cuya existencia anual llegaba a ¢258.133.033.26. Estos números nos indican una reducción del 61.25% de los costos en la bodega de repuestos.

COMECA S.A tiene en su bodega de repuestos ¢190.278.636,27 invertidos en repuestos que no tuvieron movimiento durante el periodo 2004. Así, el 73,71% del inventario es de artículos sin movimiento.

Para atacar este problema, se puede organizar una venta de estos repuestos con el fin de recuperar parte del capital invertido. La familia con mayor cantidad de artículos sin movimiento durante el periodo 2004 fue Varios, ya que 1.078 artículos, de 1.255, no tuvieron movimiento, lo cual se traduce, numéricamente, en ¢100.580.108,73.

La venta de estos repuestos se podría hacer a través de un vendedor de repuestos español. Como el 95% de los repuestos sin movimiento durante el 2004 fue comprado en Europa, este vendedor podría ser de mucha utilidad pues en Costa Rica ninguna otra empresa utiliza la misma maquinaria que COMECA y, por medio de dicho vendedor se podrían establecer contactos con empresas Can Makers, que se dedican a producir lo mismo que COMECA S.A (envases de hojalata).

La decisión de contactar este vendedor se tomó teniendo en cuenta que COMECA S.A anteriormente ha trabajado con él y ha encontrado una buena imagen, experiencia y un muy buen currículum.

Los repuestos que no tuvieron movimiento durante el periodo 2004 tienen que ser seccionados por este vendedor ya que muchos de ellos pueden estar obsoletos, servir para maquinaria de empresas conocidas, servir como canje para algún otro tipo de repuesto que se necesite o para reventa. Por eso, COMECA decidió poner en manos de este vendedor los repuestos que desean vender; a la vez, creará un catálogo de los repuestos que COMECA desea vender y se mostrarían las fotos de los más importantes en volumen de dólares.

Otra opción presentada por este vendedor son los remates que se realizan en los Estados Unidos; solo se debe realizar un buen estudio sobre el precio al que se vendería cada producto para determinar si es o no rentable.

Luego de analizar el proceso "Solicitud de Repuesto", se encontraron seis actividades que no generan valor y que, a la vez, se pueden mejorar.

Una de ellas es la actividad SR-11 "Verificar si el precio del repuesto es mayor a ₡200,000", la cual se realiza si el costo del repuesto es mayor a ₡200,000; el Gerente de Producción debe validar la salida de ese repuesto con el fin de que no sea utilizado de mala forma o sea robado. Esta actividad se puede eliminar por medio de una hoja de control llamada "Informe de Mantenimiento del Equipo" (Ver Anexo 7), la que se divide en tres partes y los departamentos Mantenimiento Preventivo, Bodega de Repuestos y Producción se verán beneficiados con los datos que arroje.

La primera parte tiene la "Solicitud de Mantenimiento del Equipo", la cual debe llenarse con los datos del equipo al que se va a dar mantenimiento (nombre del equipo, encargado del equipo, encargado del mantenimiento, falla encontrada, descripción de la falla, mantenimiento requerido); luego de llenar esta parte, se debe pedir la firma autorizada del encargado del departamento de Mantenimiento Preventivo y, también, el visto bueno del Gerente de Producción,

el cual valida la salida del repuesto y, a la vez se entera del estado de la línea de producción detenida debido al equipo que ha fallado.

Se puede optar por alguna otra alternativa; por ejemplo, cambio del equipo, modificación del mismo o simplemente el traslado del mantenimiento de ese equipo para otro día. Con esto se evita verificar el precio del repuesto, ya que se puede monitorear si el mantenimiento que se le va aplicar y el repuesto solicitado son los necesarios.

Esta primera parte disminuye las decisiones que debe tomar el encargado de bodega y, a la vez, agiliza el proceso ya que se disminuye el tiempo entre un 15% y un 25% el tiempo que le toma al encargado de mantenimiento hacer la solicitud del repuesto en la bodega; además, los demás usuarios de la bodega se verán beneficiados con la agilización del proceso.

La segunda parte de este informe tiene como objetivo que el encargado del mantenimiento describa cuáles reparaciones hizo al equipo con el fin de conocer las actividades que se realizó, y el tiempo en que las realizó; así se tendrá un indicador del costo de mantenimiento del equipo.

Esta parte es muy importante para el departamento de mantenimiento ya que puede conocer el tiempo estándar que toma cada tipo de mantenimiento u acción correctiva a los equipos, calcular el costo de ese mantenimiento y lograr categorizar los tipos de mantenimiento de los equipos.

La última parte de este informe es la que necesita la bodega para llevar un control de sus activos, como comúnmente se estaba llevando esta información. La propuesta se basa en agregar la solicitud de repuesto a la hoja de control, ya que así el encargado de mantenimiento solo tendrá que despegar esta parte del informe y entregarla con las respectivas firmas autorizadas (Jefe de Mantenimiento y Gerente de Producción) al encargado de la bodega. El encargado de mantenimiento, luego de llenar la primera parte, deberá completar

la última parte de ese informe ("Solicitud de Repuesto") con el fin de que, tanto el Gerente de Producción como el Jefe de Mantenimiento, corroboren que el o los repuestos solicitados son correctos y necesarios.

Los responsables de este proceso no cambiarían si se llegara a aplicar este proceso; de lo contrario, este diagnóstico señala ventajas debido a que el "Trámite de Solicitud de Repuesto" se agiliza y reduce en tiempo, a la vez que lo hace más atractivo para la compañía pues genera información muy valiosa como tiempo y costo de cada mantenimiento dado al equipo.

Los costos asociados a esta propuesta se indican en el Cuadro 15. El costo de llenar la hoja de control se obtuvo aplicando la herramienta propuesta a cinco funcionarios de mantenimiento y bodega. Los tiempos están promediados: la primera parte se llena en 11 minutos, la segunda, en 17 minutos y la tercera, en 5 minutos.

La primera y segunda parte las llena el encargado de brindar mantenimiento; los costos suman ₡731.5, con la firma de los autorizados, el costo total de esta actividad llega a ₡752.5; por último, la tercera parte la realiza el encargado de bodega, tiene una duración promedio de 10 minutos y su costo de es ₡121.66. En resumen, todo el proceso de este informe termina en 38 minutos.

Cuadro 15

**Costos de Implementar "Informe de Mantenimiento del Equipo"**

Rubro	Costo
Tiempo que lleva completar el "Informe de Mantenimiento del Equipo"	ϕ874,16
Tinta (2%)	ϕ37
Hoja Del Informe	ϕ1,8
Impresión de la hoja	ϕ4,7
Otros (3%)	ϕ13,35
<b>TOTAL</b>	<b>ϕ931,01</b>

Fuente: Elaboración propia, 6 de abril 2005.

Si la empresa COMECA S.A. llegara a implementar esta propuesta , su proceso de "Solicitud de Repuesto" cambiaría; tales cambios se pueden observar en el anexo 8.

**BIBLIOGRAFÍA.**

- Heizer, J. (2001). *Dirección de la Producción*. 6<sup>ta</sup> Edición. México, Prentice Hall.
- Harris, F. (1915) *Operations and Costs*. 2<sup>da</sup> Edición. Chicago, SE.
- The Educational Society for Resource Management.(2000). "JUST IN TIME". Recuperado el 3 de febrero de 2004. Disponible en: <http://www.apics.org>
- Mathur, K; Solow, D. (1996). *Investigación de Operaciones*. El arte de la toma de decisiones". México, Prentice Hall.
- Adam, E; Ebert, R. (1991). *Administración de la Producción y las Operaciones*. 4<sup>ta</sup> edición. México, Prentice Hall Hispanoamericana.
- Hicks, P. (2002). *Ingeniería Industrial y Administración*. Una nueva perspectiva. 2<sup>da</sup> Edición. México, CECSA.

- Arbones, E. (1989). *Optimización Industrial II Programación de recursos*. España, Marcombo S.A.
- Domingo, J; Arranz, A. (2000). *Calidad y mejora continua*. España. Editorial Donostiarra.
- Inoue, M; Murray, D; Blanco, R. (1998). *Círculos de Calidad: El enfoque espiral para aumentar la calidad, productividad y creatividad*. Cartago. Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Singhal, K. (1992). *Production & Operations Management*. 6<sup>ta</sup> Edición. Illinois, Irwin.
- Domínguez, J; García, S; Domínguez, M. (1995). *Dirección de Operaciones. Aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios*. España, Mc Graw Hill.
- Chase, R; Aquilano, N; Jacobs, R. (2000). *Administración de la producción y operaciones. Manufactura y servicios*. 8<sup>va</sup> Edición. Bogotá, McGraw Hill.
- Tawfik, L. (1992). *Administración de la Producción*. México Mc Graw Hill.
- Biblioteca Dominico Virtual. (2000). "Tipos de Inventario". Recuperado el 3 de febrero 2004. Disponible en: <http://www.bibliotecavirtual.com.do/Contabilidad/TiposdeInventario.html>
- CITE-EPN. (2000). "Mapeo de Procesos". Recuperado el 8 marzo de 2004, Disponible en: [http://www.cite-epn.edu.ec/capacitacion/Mapeo\\_procesos.html](http://www.cite-epn.edu.ec/capacitacion/Mapeo_procesos.html)
- García, I; Hernández, A. (1998). *Propuesta de un Sistema de Administración de Inventarios para la Empresa Filos S.A.* Tesis para optar por el grado de Licenciado en Ingeniería Industrial, ULACIT, San Jose.

**ANEKOS**

ANEXO 1

**Tabla de objetivos**

**Fernando Leandro Cervantes**

**Cédula: 1-1192-0130**

**Teléfono: 387-3641  
fleandroc@yahoo.es**

**Tema:** Diseño de un sistema de control de inventarios en la bodega de repuestos de COMECA. S.A

**Problema:** ¿Cómo se pueden disminuir los costos de operación en la bodega de repuestos de COMECA. S.A.?

<i>OBJETIVOS GENERALES</i>	<i>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</i>	<i>HERRAMIENTAS</i>	<i>% AVANCE</i>
<b>1. DIAGNOSTICO</b> (6) Valorar la situación actual de la Bodega de Repuestos de COMECA S.A	<b>1.1 (1)</b> Identificar los componentes de la bodega de repuestos de COMECA S.A. con el fin de categorizarlos por familias	<b>1.1.1</b> Hoja de verificación	
	<b>1.2 (3)</b> Clasificar las familias de repuestos de acuerdo con la demanda que estas tengan en la empresa, con el fin de establecer las principales para la empresa.	<b>1.2.1</b> Análisis ABC. <b>1.2.2</b> Análisis de datos históricos.	
	<b>1.3 (4)</b> Determinar el tipo de control de inventarios utilizado en la bodega de repuestos de COMECA S.A.	<b>1.3.1</b> Mapeo de proceso.	
	<b>1.4 (1)</b> Identificar la rentabilidad de almacenamiento de los repuestos que no tuvieron movimiento durante el periodo 2004 con el fin de plantear estrategias de mejora para COMECA S.A.	<b>1.4.1</b> Hoja de verificación electrónica. <b>1.4.2</b> Análisis ABC	
<b>2. SOLUCIÓN</b> (5) Diseñar un sistema de control de inventarios para la bodega de repuestos de COMECA S.A	<b>2.1 (5)</b> Proponer un nuevo sistema con el cual se calculen los puntos de reorden y el pedido óptimo de los repuestos con clasificación A (según análisis ABC)	<b>2.1.1</b> Excel.	
	<b>2.2 (5)</b> Diseñar una estrategia para disminuir la cantidad y los costos de los repuestos que no tuvieron movimiento durante el periodo 2004.	<b>2.2.1</b> Estrategia de ventas.	
	<b>2.3 (3)</b> Modificar el proceso de "Solicitud de Repuestos" con el fin de agilizarlo.	<b>2.3.1</b> Análisis de Valor	



Irene Irola Coghi  
Filóloga

150 m sur del mercado de  
Paraiso, Cartago  
Teléfonos: 57475 37 ó 825 32 87

Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología  
ULACID

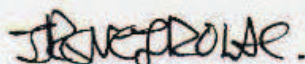
Señores,

Me complace dirigirme a ustedes a fin de comunicarles que apliqué una revisión filológica y de estilo al trabajo de investigación titulado "Diseño de un sistema de control de inventarios en la bodega de repuestos de COMECA S.A." del Sr. Fernando Leandro Cervantes, cédula de identidad 1-1192-0130.

Dicha revisión eliminó problemas ortográficos, sintácticos y gramaticales, y pulió la cohesión y la coherencia del texto en general. Además, deben saber que, a través de un cotejo de ambas versiones, puedo garantizarles que todas las correcciones y sugerencias hechas a su estudiante fueron incorporadas al documento final.

No duden ustedes en ponerse en contacto conmigo si necesitaran ampliar cualquier información al respecto.

Atentamente,



Irene Irola Coghi  
Cédula de identidad 1-111-0662

Paraiso, 16 de abril de 2005

### DECLARACION JURADA

Yo Fernando Leandro Cervantes alumno de la Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología (ULACIT), declaro bajo la fe de juramento y consciente de la responsabilidad penal de este acto, que soy el autor intelectual del informe de Práctica Profesional titulada: "Diseño de un Sistema de Control de Inventarios en la bodega de repuestos de COMECA S.A.", por lo que libero a la ULACIT, de cualquier responsabilidad en caso de que mi declaración sea falsa.

Brindada en San José - Costa Rica en el día veintidós del mes de abril del año dos mil cinco.

Firma del estudiante: \_\_\_\_\_



Cédula de Identidad: \_\_\_\_\_

111920130

## ANEXO 2

### Subclasificación de Análisis de Valor

<b>SI</b>	<i>SI-A</i>	Agrega valor y está bien
	<i>SI-B</i>	Agrega valor y es mejorable
	<i>SI-C</i>	Requerida por la empresa.
<b>NO</b>	<i>NO-A</i>	No agrega valor y es eliminable
	<i>NO-B</i>	No agrega valor y es mejorable

Elaboración propia, 14 de marzo 2005.

## ANEXO 3

### Clasificación ABC de las familias de repuestos de la bodega de COMECA S.A.

	Familia	Cantidad de Artículos	Costo Demanda (colones)	Porcentaje	Porcentaje acumulado	Categorización ABC
1	Varios	1255	40.494.027,69	50,14	50,14	<b>A</b>
2	Eléctricos	501	10.683.246,95	13,23	63,37	<b>A</b>
3	Rodillos	147	10.677.279,51	13,22	76,59	<b>A</b>
4	Chucks	40	4.118.451,69	5,10	81,69	<b>B</b>
5	Roles	391	3.014.208,73	3,73	85,42	<b>B</b>
6	Fajas	221	1.505.905,13	1,86	87,28	<b>B</b>
7	Pines	62	1.492.420,71	1,85	89,13	<b>B</b>
8	Mangueras	19	1.250.311,26	1,55	90,68	<b>B</b>
9	Filtros	72	1.193.712,96	1,48	92,16	<b>B</b>
10	Discos	34	1.072.643,31	1,33	93,48	<b>B</b>
11	Sensores	17	960.879,63	1,19	94,67	<b>B</b>
12	Boquillas	25	924.881,42	1,15	95,82	<b>C</b>
13	Pistones y Cilindros	42	847.589,63	1,05	96,87	<b>C</b>
14	Tornillos	171	474.970,50	0,59	97,46	<b>C</b>
15	Válvulas	72	339.715,99	0,42	97,88	<b>C</b>
16	Resortes	189	297.966,38	0,37	98,25	<b>C</b>
17	Anillos	51	272.125,86	0,34	98,58	<b>C</b>
18	Hules	102	268.838,94	0,33	98,92	<b>C</b>
19	Accesorios	71	247.708,18	0,31	99,22	<b>C</b>
20	Horquillas	9	227.570,81	0,28	99,50	<b>C</b>
21	Cuchillas	23	226.115,92	0,28	99,78	<b>C</b>
22	Pegas	29	78.794,32	0,10	99,88	<b>C</b>
23	Clutch y Embragues	17	24.405,47	0,03	99,91	<b>C</b>
24	Tubos	19	23.881,76	0,03	99,94	<b>C</b>
25	Tacos	20	22.145,66	0,03	99,97	<b>C</b>
26	Retenedores	46	15.161,43	0,019	99,99	<b>C</b>
27	Empaques	12	7.958,27	0,010	100,00	<b>C</b>
28	Cadenas de Transmisión	11	2.200,17	0,003	100,00	<b>C</b>
29	Piñones	20	0,00	0,000	100,00	<b>C</b>
	<b>TOTAL</b>	<b>3688</b>	<b>80.765.118,28</b>			

Elaboración propia, 30 de febrero 2005.

ANEXO 4

Mapeo del proceso "Solicitud de Repuestos".

ENVASES COMECA S.A.		Fecha:14 de marzo 2005 Version 1. Página 1 de 1						
PROCESO DE SOLICITUD DE REPUESTOS SR		Elaborado por: Fernando Leandro Cervantes						
Actividad	Unidades Ejecutoras				Documento	Flujo de Información	Valor	
	Empleado de mantenimiento	Encargado de Bodega	Gerente de Produccion	Compras				
SR-01	Llenar la solicitud "Material Requerido"	○				Material Requerido	1	SI-A
SR-02	Verificar que la solicitud contenga los datos correctos (cantidad solicitada, descripción del repuesto, destino, departamento, firma del autorizador, firma de quien retira y fecha.)	□						SI-A
SR-03	¿Están correctos los datos?	SI	NO					SI-A
SR-04	Anular la solicitud	○						SI-C
SR-05	Verificar la existencia del repuesto dentro del inventario de la bodega de repuestos	□			Catalogo de articulos			SI-A
SR-06	¿Existe el repuesto en el inventario de la bodega?	SI	NO					SI-A
SR-07	Comunicar al solicitante que la bodega no cuenta con ese repuesto	○						SI-A
SR-08	Realizar la compra del repuesto solicitado			○				SI-A
SR-09	Esperar la compra del repuesto	□						SI-A
SR-10	Recibir el repuesto comprado	○						SI-A
SR-11	Verificar si el precio del repuesto es mayor a ₡200 000	□			Catalogo de articulos			NO-B
SR-12	¿El precio del repuesto solicitado es mayor a ₡200 000?	SI	NO					NO-B
SR-13	Comunicar al solicitante que necesita la firma autorizada del Gerente de produccion	○						NO-B
SR-14	Solicitar firma autorizada al Gerente de produccion	○						NO-B
SR-15	Firmar la solicitud	○						NO-B
SR-16	Entregar solicitud firmada al encargado de bodega	○						NO-B
SR-17	Entregar el repuesto solicitado	○						SI-A
SR-18	Realizar la transacción en la base de datos	○			Transaccion de Salida			SI-A
SR-19	Archivar la orden de solicitud	○			Archivo de salidas			SI-A

Elaboración propia, 30 de febrero de 2005.

## ANEXO 5

### Fórmula del modelo de "Pedido Óptimo"

Nombre	Símbolo	Fórmula
Pedido óptimo	$Q^*$	$Q^* = \frac{(2 * Demanda * Costo de pedir)}{(0,25 * Precio) * 1/2}$
Punto de reorden	$ROP$	$ROP = Demanda\ diaria * Plazo\ de\ entrega\ del\ Producto$

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Heizer. *Dirección de la Producción*. Página 54-59.

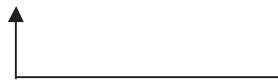
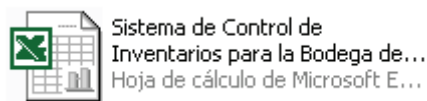
ANEXO 6

**Manual de Usuario**

*Sistema de Control de Inventarios  
de la Bodega de Repuestos de  
COMECA S.A.*

Bienvenido al **“Sistema de Control de Inventarios de la Bodega de Repuestos de COMECA S.A”**. Este Sistema tiene como objetivo el controlar los activos que se encuentra dentro de la bodega de repuestos. Así que ahora usted podrá conocer el funcionamiento de esta herramienta.

- Primero usted deberá abrir (dar doble clic sobre el icono) el archivo que se ubica en el escritorio de su computador, llamado **“Sistema de Control de Inventarios de la Bodega de Repuestos de COMECA S.A”**.



Dar doble clic sobre este icono para abrir.

- Luego de abrir este icono se le presentará una pantalla inicial en la cuál se encuentran las opciones que el usuario puede utilizar.

## PANTALLA INICIAL

# SISTEMA DE INVENTARIOS DE REPUESTOS COMECA S.A.





- La primera herramienta que el usuario puede utilizar es la matriz de consulta: esta es puede ser accesada por medio del icono “Matriz de Consulta” ubicado en la pantalla inicial.

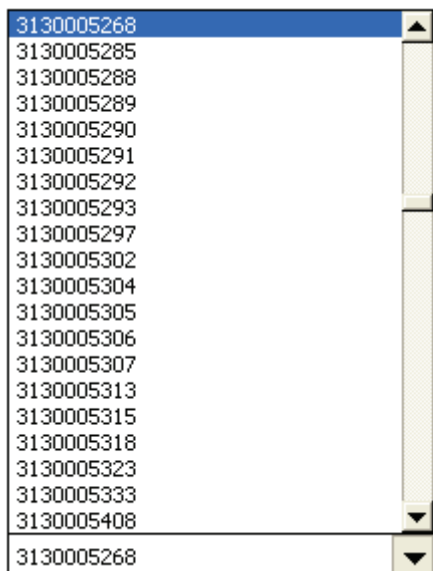


Icono para acceder a la Matriz de Consulta.

Esta matriz tiene la opción de búsqueda del código de algún repuesto por medio de una ventana la cuál brinda todos los códigos de la bodega de repuestos de COMECA S.A.



Al dar clic en esta ventana se desplegarán los códigos de los repuestos



Lista de Códigos desplegada.

Al realizar la búsqueda del código que desea consultar, automáticamente se le brindarán los datos de existencia. Pedido óptimo, costo, condición de compra, punto de reorden y una alerta que indica el estado de la existencia del repuestos por ejemplo si la existencia es mayor al punto de reorden la alerta indica “Bien”



ya que no hace falta ese repuesto pero si la existencia de ese producto es menor o igual al punto de reorden la alerta indicará que se necesita comprar la cantidad que el pedido óptimo establece.

Existencia	1
Costo	12058,58
Pedido optimo	1
Condicion de Compra	Nacional
ROP	0
Alerta	Bien



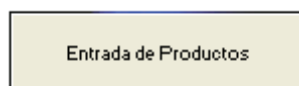
En este caso el repuesto tiene 1 unidad de existencia v no presenta alerta

Existencia	3
Costo	14785,18
Pedido optimo	17
Condicion de Compra	Internacional
ROP	10
Alerta	Requiere pedir 17 unidades



En este caso la existencia es 3 y el punto de reorden indica que cuando este en 10 unidades debe pedir 17 unidades por lo que la alerta indica que se debe hacer pedido

- Otra opción es "Entrada de Productos", igualmente para poder acceder a esta pantalla se debe chiquear sobre el icono "Entrada de Productos".



Icono de "Entrada de Productos"

En esta pantalla usted puede hacer las transacciones de entrada de productos. El primer paso es buscar el código que tiene el repuesto.

3130005268	▼	Código en Matriz 256
------------	---	-------------------------

Primero debe buscar el código del repuesto, luego de encontrarlo, el cuadro "Código en Matriz" le indicará el numero que tiene el repuesto dentro de la matriz.

Esta es la plantilla que deberá llenar. En el momento que se conozca el número de Código en Matriz que tiene el repuesto, este debe ser digitado en la casilla de "Código en Matriz" de la plantilla y automáticamente aparecerá el código del repuestos solicitado.

<b>CONTROL DE ENTRADAS DE BODEGA DE REPUESTOS COMECA S.A.</b>						
<b>PLANTILLA DE INCORPORACION DE DATOS</b>					3130005268	<b>Código en Matriz</b> 256
<b>Número de Entradas</b>	<b>Código en Matriz</b>	<b>Codigo</b>	<b>Fecha</b>	<b>Cantidad Entrada</b>	<b>Código Responsable</b>	<b>Responsable</b>
1	-	-				-
2	-	-				-
3	-	-				-
4	-	-				-
5	-	-				-
6	-	-				-
7	-	-				-
8	-	-				-
9	-	-				-
10	-	-				-
11	-	-				-
12	-	-				-
13	-	-				-
14	-	-				-
15	-	-				-
16	-	-				-
17	-	-				-
18	-	-				-

Esta es la casilla donde se debe digitar el Código de matriz

Luego de llenar esta casilla se debe indicar la fecha de entrada en el formato **día/mes/año**. Por ejemplo 4/10/05. Además de la cantidad de artículos que se agregan a la bodega (columna 5).

En la columna de "Código de Responsable" el usuario tiene dos opciones ya que esa es la cantidad de empleados encargados de la bodega de repuestos.

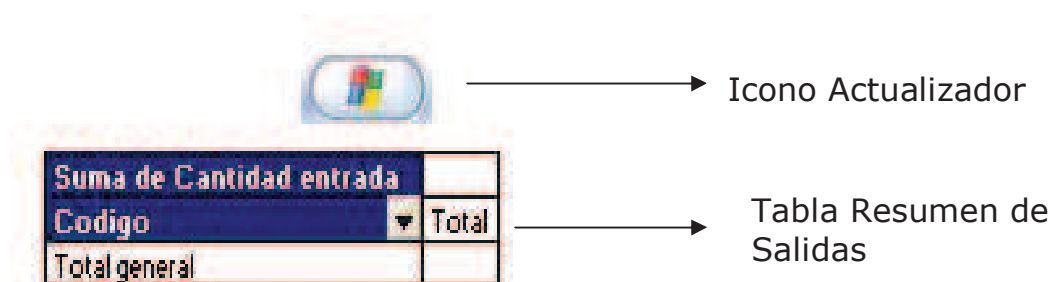
<b>Responsables:</b>	1	Olger Herrera
	2	Juan José Madriz

Para cada encargado de la bodega hay un Código en el caso de Olger Herrera, él debe de colocar el número "1" en la casilla Código de Responsable y automáticamente aparecerá el nombre de él como responsable.

<b>Código Responsable</b>	<b>Responsable</b>
1	Olger Herrera

Ilustración.

Esta pantalla tiene la opción de actualizar el cuadro resumen de salidas y repuestos solicitados por encargado. Esta actualización se logra al dar clic sobre el icono de actualizar.



<b>Cuenta de Responsable</b>	
<b>Responsable</b>	<b>Total</b>
Juan José Madriz	1
Olger Herrera	2
Total general	3

Cuadro de Cuenta de Responsable.

- La opción de "Salidas de Productos" se comporta de igual manera que la plantilla de "Entrada de Productos", ya que igualmente el usuario debe incluir el numero de Código de Matriz, la fecha de salida, la cantidad solicitada así como el encargado que realiza la transacción.

Esta plantilla tiene una tabla resumen como la tiene "Entrada de Productos" y cuenta con el mismo icono de actualización.

Este sistema de control de inventarios cuenta con una plantilla de indicadores: Condiciones de compra, tiempo de entrega etc.

Los datos que se incorporan a las plantillas de "Entrada de Productos" y "Salida de Productos" actualizan automáticamente al dar clic al icono actualizador. Además de generar cambios en la "Matriz de Información"

Consultas al 3873641 con Fernando Leandro

## ANEXO 7

**Informe de Mantenimiento del equipo**

Informe de Mantenimiento de los equipos		Envases COMECA, S.A			
Nombre del equipo:		Fecha:			
Empleado en turno:		Línea:			
Encargado del mantenimiento:		Turno:			
Descripción de la falla encontrada					
<b>Autorizo</b>					
<i>Gerente de Producción</i>		<i>Supervisor de Mantenimiento</i>			
<b>Descripción del Mantenimiento Aplicado al Equipo</b>					
Encargado del mantenimiento:		Fecha:			
Tipo de Mantenimiento:		Hora de Inicio:			
Descripción del Mantenimiento Aplicado al Equipo:					
Supervisado por:		Hora de finalización:			
<b>MATERIAL REQUERIDO</b>					
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	No.	CÓDIGO	LOC.	MONTO
TOTAL UNITS.	DESTINO	DEPARTAMENTO	ENTREGADO	AUTORIZO	RETIRA
FECHA	DIGITADO POR	No DOCUMENTO	TIPO DE MANTENIMIENTO		
			(1) MC (2) MP (3) CAMBIO PROD. (4) OTROS (5) PROYECTOS (6) MEJORAS		

Fuente: Elaboración propia, 7 de abril 2005.

ANEXO 8

**Modificación del procedimiento de "Solicitud de Repuestos".**

ENVASES COMECA S.A.		Fecha:14 de marzo 2005 Version 1. Página 1 de 1						
PROCESO DE SOLICITUD DE REPUESTOS SR		Elaborado por: Fernando Leandro Cervantes						
	Actividad	Unidades				Documento	Flujo de Informació	Valor
		Empleado de mantenimiento	Encargado de Bodega	Gerente de Produccion	Compras			
SR-01	Llenar la solicitud "Material Requerido"	○				Material Requerido	1	SI-A
SR-02	Verificar que la solicitud contenga los datos correctos (cantidad solicitada, descripción del repuesto, destino, departamento, firma del autorizador, firma de quien retira y fecha.)	□						SI-A
SR-03	¿Están correctos los datos?	SI	NO					SI-A
SR-04	Anular la solicitud	○						SI-C
SR-05	Verificar la existencia del repuesto dentro del inventario de la bodega de repuestos	□				Catalogo de articulos	🗄️	SI-A
SR-06	¿Existe el repuesto en el inventario de la bodega?	SI	NO					SI-A
SR-07	Comunicar al solicitante que la bodega no cuenta con ese repuesto	○						SI-A
SR-08	Realizar la compra del repuesto solicitado				○			SI-A
SR-09	Esperar la compra del repuesto	⌋						SI-A
SR-10	Recibir el repuesto comprado	○			○		➡ Pasar a SR-17	SI-A
SR-17	Entregar el repuesto solicitado	○						SI-A
SR-18	Realizar la transacción en la base de datos	○				Transaccion de Salida	▭	SI-A
SR-19	Archivar la orden de solicitud	○				Archivo de salidas	📁	SI-A

Fuente: Elaboración propia, 7 de abril 2005.