



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

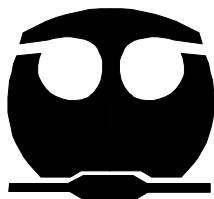
**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE PLANEACIÓN
DE MATERIALES EN UNA EMPRESA
DISTRIBUIDORA-MANUFACTURERA**

INFORME DE LA PRÁCTICA PROFESIONAL

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO QUÍMICO**

PRESENTA:

AROCHI SALMÓN SAÚL OSCAR



MÉXICO, D.F.

2007



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.

JURADO ASIGNADO:

Presidente	HÉCTOR MARCELINO GÓMEZ VELASCO
Vocal	EDUARDO FLORES PALOMINO
Secretario	JESÚS CAMPOS CORTÉZ
1er. Suplente	ANDONI GARRITZ CRUZ
2do. Suplente	YOLANDA CASTILLO VALLEJO

SITIO EN DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

**HONEYWELL AUTOMOTIVE DE MÉXICO,
CARR. MÉXICO-CUAUTITLÁN, KM 31.5, LOMA BONITA, CUAUTITLÁN,
EDO. DE MÉXICO, MÉXICO**

ASESOR DEL TEMA:

M. en A. JESÚS CAMPOS CORTÉZ

SUSTENTANTE:

SAÚL OSCAR AROCHI SALMÓN

El presente trabajo lo dedico con cariño y respeto a.....

Mi esposa Paty:

Por su amor, paciencia y dedicación demostrada durante todos éstos años.

Mi hijo Oscar Eduardo:

Por ser uno de los motivos de este trabajo.

Mis Padres, Estela y Everardo:

Por el apoyo que he recibido durante todas las etapas de mi vida.

La UNAM, en especial a la Facultad de Química y profesores:

Por todos los conocimientos adquiridos en mi preparación académica.

ÍNDICE

INFORME DE PRÁCTICA PROFESIONAL: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE PLANEACIÓN DE MATERIALES EN UNA EMPRESA DISTRIBUIDORA-MANUFACTURERA

	Pág.
OBJETIVO	6
INTRODUCCIÓN	7
I.- Entorno a un MRP	9
1.1 - Material requirements planning (MRP).....	9
1.2 - Manufacturing resources planning (MRP II)	10
1.3 - Enterprise resource planning (ERP).....	10
II.- Situación inicial de la compañía	11
III.- Generalidades de la empresa en estudio	12
3.1 - Información sobre el inventario	12
3.1.1 Inventario en tránsito	13
3.2 - Información de ventas	13
3.3 - Familias de productos	14
3.4 - Backorder (BO).....	14
3.5 - Niveles de servicio	14
IV.- Principales retos	14
PRONÓSTICOS DE VENTAS	17
I.- Fase de identificación de oportunidades	17
II.- Fase de acciones	19
2.1.- Promedios móviles	22
2.2 - Promedios móviles ponderados	23
2.3 - Suavización exponencial	24
2.4 - Estacionalidad	25

2.5 - Productos nuevos	25
III.- Fase de implementación	26
IV.- Fase de optimización	28
4.1.- Modificaciones a los pronósticos	31
4.2 - Exactitud del pronóstico	32
4.2.1 MAPE	32
4.2.2 MSE	34
4.2.3 MAD	34
4.2.4 MAD estandarizado	35
V.- Fase de estabilización	39
5.1.- Elementos de los datos de demanda que afectan las estrategias	39
5.2.- Demandas inusuales	40
5.3.- Principales impactos en el proceso de pronóstico	41
5.3.1 Mantenimiento a la base de datos	41
5.3.2 Entrenamiento	41
5.3.3 Retroalimentación de marketing	41
5.3.4 Comparación a nivel global	42
VI.- Lecciones aprendidas	43
INVENTARIOS	45
I.- Fase de identificación de oportunidades	45
1.1 - Administración de inventario y control de inventario	46
II.- El proyecto	47
III.- Fase de implementación	48
3.1- Planeando los niveles de inventario	48
3.2- Pasos en la planeación del inventario	49
3.3- Convertir pronósticos a costo de venta	49
3.4- Días o meses de inventario a la mano	50
IV.- Fase de optimización I	51
V.- Fase de optimización II	53

VI.- Fase de optimización III	55
6.1- Inventario de ciclo	56
6.2- Inventario de desfaseamiento	56
6.3- Inventario anticipado	57
6.4 - Reserva de inventario	57
6.5 - Tiempo de resurtimiento o replenishment	59
6.6 - Inventario de seguridad (safety stock)	64
VII.- Fase de optimización IV	67
VIII.- Fase de estabilización	68
8.1 - Conteos cíclicos	68
8.2 - Requisitos especiales del inventario de seguridad	69
8.3 - Roles en la administración de inventarios	69
IX.- Lecciones aprendidas	70
SISTEMA DE PLANEACIÓN DE MATERIALES Y MRP.....	72
I.- Fase de identificación de oportunidades	72
1.1 – Cantidad de inventario que deseamos mantener	73
1.2 – Inventarios.....	74
1.3 – Demanda.....	76
1.3.1 Demanda dependiente	76
1.3.2 Demanda independiente	76
1.3.3 Errores en la demanda	77
1.4 – Backorder (BO)	78
1.5 – Evolución de las características req. de materiales.	78
1.5.1 Años 60´s	78
1.5.2 Años 70´s	78
1.5.3 Años 80´s	79
1.5.4 Años 90´s	79
II.- Fase de implementación I	81
2.1- Maestro de partes	81
2.2- Lista de materiales o bill of materials (BOM)	84

III.- Fase de implementación II	86
IV.- Fase de implementación III	88
V.- Fase de implementación IV	90
VI.- Fase de estabilización	91
6.1- Salidas de nuestro MRP	91
6.2- Métricas	92
6.3- Políticas de ordenes y entregas	93
6.4- Análisis de ordenes calculadas	94
6.5 – Mensajes de acción	95
6.6 – Filtros	95
6.7 – Otros métodos para calcular los requerimientos	96
6.7.1 Punto de reorden	97
6.7.2 Dos contenedores	97
6.7.3. Kanban	97
6.7.4. Revisión periódica	98
6.8 – Roles y responsabilidades	100
6.9 – Madurez del proceso	102
6.10 – Lo que hay que hacer y no hacer	102
6.10.1 Lo que hay que hacer	102
6.10.2 Lo que no hay que hacer	103
VI.- Lecciones aprendidas	103
MEDICIONES DE DESEMPEÑO	107
I.- Fase de identificación de oportunidades	107
1.1 – Backorder	108
1.2 – First fill	108
II.- Fase de implementación I	109
2.1- Line-fill	111
2.2- Unit-fill	111
2.3- Backorder	112
2.4- Rotación de inventario	112

III.- Fase de optimización	113
3.1- OTTR	113
3.2- Backorder	114
IV.- Lecciones aprendidas	114
MEJORA CONTINUA	116
I.- Introducción	116
1.1 – Círculo de Deming	117
1.2 – 4 Absolutos de la calidad.....	118
1.2.1 Calidad	118
1.2.2 Prevención	118
1.2.3 Cero defectos	119
1.2.4 Precio de incumplimiento	119
1.3 – Six sigma	120
1.4 – JIT (Just in time)	121
1.5 – Lean manufacturing (Manufactura esbelta)	123
II.- Lecciones Aprendidas	124
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	125
I.- Conclusiones	125
1.1 – Inventarios	126
1.2 – Servicio al cliente	128
1.3 – Requerimientos	130
1.4 – Clasificación ABC.....	131
1.5 – Lead time	132
II.- Recomendaciones	132
FUENTES DE CONSULTA	134

OBJETIVO

Mi práctica profesional en esta área durante seis años me ha permitido realizar y analizar la implementación de un sistema de planeación de materiales, por lo que el presente trabajo está centrado en la implementación del mismo dentro de una empresa distribuidora–manufacturera perteneciente a la industria automotriz

El objetivo de este trabajo es mostrar la situación de la empresa antes de la implementación, señalar las acciones tomadas durante la misma y finalmente revisar los resultados obtenidos.

Me permití, de igual manera, hacer algunas sugerencias que nos pueden ser útiles en procesos similares siempre dentro de un proceso de mejora continua en el que todos debemos y estamos comprometidos.

INTRODUCCIÓN

Los objetivos de una empresa siempre tienen que ver con la satisfacción de necesidades de los clientes así como el cumplimiento de funciones sociales dentro de una comunidad. Pero para nadie es secreto que es un imperativo que ésta genere ingresos y utilidades para su desarrollo. Estos ingresos o utilidades varían según el mercado, la competencia, la agilidad de la empresa, etc.

Si bien es cierto que algunos cambios están fuera de nuestro control, otros pueden ser manejados por nosotros mismos. Un ejemplo de aquellos cambios que podemos manejar son los que respectan a las ventajas competitivas que podemos tener con relación a otras empresas.

¿Pero cuál es el objetivo de cambiar o mejorar? La respuesta es simple, la mejora nos coloca dentro de la competencia del mercado y esto nos permite tener la posibilidad de “pelear por la cabeza”. Estos cambios o mejoras, además son una herramienta natural para poder tener una evolución dentro de estos mercados y así mantener o mejorar nuestra competitividad.

Ésta es una de las razones del por qué se deben realizar mejoras continuas en las compañías, y uno de los objetivos que tiene nuestra empresa es el de mejorar nuestro servicio a los clientes.

Una visión simplificada de qué es el servicio al cliente es ofrecer a los clientes lo que ellos esperan hoy en día, y esto incluye al menos los siguientes puntos: productos personalizados, una calidad adecuada y productos confiables, una respuesta rápida en cuanto a entrega de productos y servicio postventa, así como precios y costos más bajos y competitivos.

Es necesario analizar el ambiente competitivo ¿Qué está haciendo la competencia hoy en día? (Benchmarking), ¿Qué están haciendo las compañías

para prepararse ellas mismas para los cambios en el mercado y en los competidores? (Planeación de los negocios dirigido por un plan de negocios).

Las compañías que se muevan más rápido que sus competidores, que puedan cambiar de dirección respecto a sus estrategias, tienen una ventaja de marketing sobre la competencia. Son compañías ágiles.

Agilidad en el sentido de negocios es la habilidad de una empresa a cambiar mas rápidamente que la competencia en el ambiente de una manera continua y de responder rápidamente a los mercados cambiantes, dirigidos a los requisitos, requerimientos, productos y servicios de sus clientes. El ser ágil no solamente significa ser flexible en sus plantas y procesos, sino también con sus proveedores.

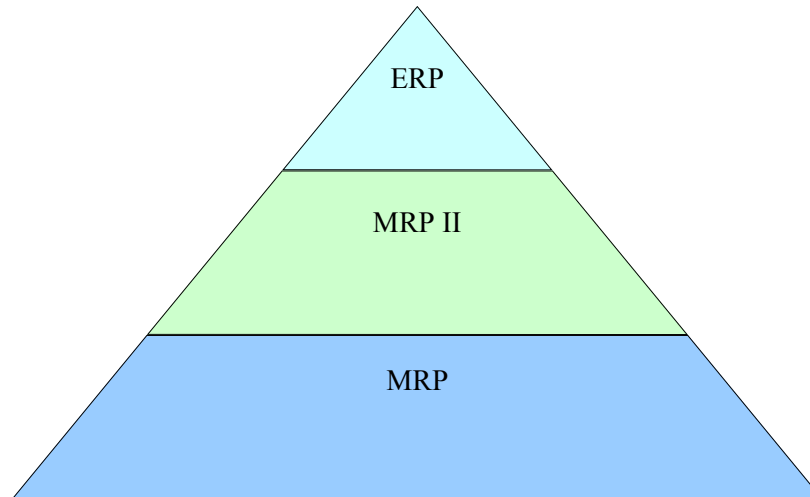
Para poder moverse más rápidamente que la competencia, las compañías deben de quitarse la "grasa de encima", ser "esbeltas". Una definición de compañía esbelta sería "la capacidad de hacer más y más con menos y menos".

Igualmente, necesitamos de la planeación estratégica, determinando ésta lo que la compañía tiene que hacer hoy en día para asegurarse de que estará presente de forma competitiva por al menos los próximos 5 años.

Los planes estratégicos se convierten en un factor en la preparación de los planes de negocio que mira la planeación del negocio basada en productos, mercados, y clientes de hoy y de mañana. La planeación del negocio nos estipula cómo va a ser manejado el negocio. Esta debe mirar hacia los nuevos mercados, nuevas líneas de productos, adquisiciones, o nuevas iniciativas dominantes tales como la administración de la cadena de suministros.

I.- ENTORNO A UN MRP

Si bien el tema de nuestro trabajo es sobre la técnica del MRP, es importante saber en que parte del contexto integral de una cadena de abastecimientos se encuentra y qué existe además de éste.



1.1 - Material requirements planning (MRP) ¹

En la base de la pirámide, tenemos al MRP, éste como tal, es un programa, software o algoritmo que calcula las cantidades de material requeridos, ya sea para venta o para la fabricación de un producto y nos ayuda a administrar los procesos de manufactura. Tiene el propósito básico de controlar inventarios, procesar listas de materiales y apoyar en la programación básica de la producción.

Sus objetivos principales son:

- a) Determinar los materiales requeridos
 - ¿Qué es requerido?
 - ¿Cuánto es requerido?
 - ¿Cuándo es requerido?
- b) Establecer y mantener prioridades de dichos materiales.

¹ Honeywell, Material requirements planning, Supply chain management programs, Perrysburg, USA, 2000, p14

1.2 - Manufacturing resources planning, MRPII ²

Mientras más funcionalidad en la programación de la producción (scheduling) fueron añadidos a éstos programas, se les fue cambiando el nombre a éstas nuevas generaciones por el de MRP II.

Estos cubren todos los recursos de manufactura dentro de una empresa, así como también la habilidad adicional de resolver situaciones “que pasa si”

Las funciones consideradas generalmente para estos modelos son:

Planeación comercial, ventas, programación de la producción maestra (MPS), MRP, sistemas de soporte para la ejecución de capacidad y materiales, finanzas, contabilidad, cuentas por pagar, cuentas por cobrar, y otros procesos del negocio tales como la programación de la producción y control de inventarios las cuales ya eran parte de los sistemas MRP básico.

MRPII está definido por la American production and inventory control society, (APICS) como:

“El método para la planeación efectiva de todos los recursos de una compañía manufacturera. Idealmente maneja planeación operacional en unidades, planeación financiera en dinero y tiene la capacidad de simular y resolver situaciones tipo “que pasa si” “

1.3 - Enterprise resource planning, ERP ³

Los ERP son sistemas o software que se encuentran en la última etapa de ésta evolución. Son usados por las grandes compañías para la administración de finanzas y operaciones, así como para la optimización de los procesos internos del negocio.

² Process Quality Associates, definition for MRP II, <http://www.pqa.net/askpqa/viewtopic.php?p=13>

³ Wikipedia, enterprise resource planning, http://en.wikipedia.org/wiki/Enterprise_resource_planning.

Los ERP integran todas las facetas de los negocios, incluyendo la planeación de la producción, inventarios, manufactura, ventas, marketing, procesamiento de pedidos, administración de proyectos, mantenimiento, distribución y recursos humanos, a lo largo de toda la compañía.

ERP es el sucesor del MRPII, el cual nos brinda todas las funciones de negocio de una empresa.

II.- SITUACIÓN INICIAL DE LA COMPAÑÍA

El presente estudio, comenzó en el año 2004, en este tiempo realmente no teníamos un “problema” como tal. El deseo de mejorar nuestra competitividad en el mercado es lo que nos impulsó a comenzar con éste proceso de mejora. Nuestra compañía no era la excepción a los cambios en el mercado y mejoras en el servicio al cliente.

Aunado a esto, comenzábamos a tener una creciente presión por parte del corporativo por homogenizar la eficiencia y productividad de todas las plantas de la corporación así como de sus centros de distribución. Nuestros clientes del ramo automotriz ponían una presión extra en las mejoras de ambos.

El reto era la antagónica relación que existe entre los niveles de inventario y el servicio al cliente; debíamos de aumentar el nivel de servicio a los clientes a fin de poder captar un porcentaje mayor de nuestro competido mercado y al mismo tiempo disminuir nuestros inventarios para así bajar nuestros costos de operación.

Nuestra referencia competitiva (benchmarking) fue en primera instancia los niveles de inventario y de servicio a clientes que tenían las plantas y centros de distribución en EU. En base a estos referentes nos fijamos las primeras metas

de mejoras, si bien es cierto que las condiciones del mercado y financieras no son las mismas, era el marco de referencia más próximo que teníamos.

Posteriormente se fijaron otras metas, las cuales se podrán ir viendo a lo largo del trabajo.

III.- GENERALIDADES DE LA EMPRESA EN ESTUDIO

Contamos con una planta de fabricación de productos químicos y un almacén de producto terminado.

Nuestro sistema computarizado para la administración de operaciones es, hasta la fecha, un sistema híbrido. Tenemos una base de datos en un servidor tipo AS400 y todos los cálculos son elaborados en hojas de excel. No contamos con un software especializado de MRP.

Para entender las variables que intervienen en el cálculo del requerimiento de materiales, definiremos la fórmula que utilizamos:

$$\text{Inventario en c. distribución} + \text{inventario en tránsito} - \text{ventas} - \text{backorder}$$

3.1 - Información sobre el inventario

Los saldos de inventario son extraídos de la base de datos del AS400 mediante queries. Nuestro centro de distribución es un sistema multialmacenes, es decir, tenemos almacenes diferentes para producto en cuarentena, producto dañado, producto en recepción, producto listo para venta, etc.

En este caso, solo consideramos el producto listo para la venta.

No teníamos definidos claramente límites de inventario, es decir, no teníamos ni un máximo ni un mínimo, ni tampoco un objetivo en pesos que guiara nuestra planeación

3.1.1 Inventario en tránsito

Consideramos como inventario en tránsito, todo el producto que ha sido solicitado en requerimientos pasados y que aún no ha sido recibido en el almacén. No contábamos con ningún sistema de trazabilidad del producto o de embarque por parte de los proveedores. Este inventario en tránsito es extraído del AS400 de la base de datos de ordenes colocadas. No había verificación por parte de compras si el requerimiento había sido enviado al proveedor o si el proveedor lo había recibido.

3.2 - Información de ventas

Al referirnos a ventas, nos referimos al pronóstico mensual de ventas. En este caso, dicho pronóstico se obtenía calculando el promedio de venta de los últimos 3 meses. Manualmente se comparaba con el promedio de ventas de los últimos 6 meses. Si visualmente existía una diferencia considerable, se modificaba manualmente. El primer problema era saber “visualmente” si existía una diferencia “considerable” o no. No existía un parámetro de desviación que nos dijera que tanto era “considerable”.

Una vez definido el pronóstico de venta, el siguiente paso era considerar los meses de inventario necesarios, dependiendo esto del proveedor que estuviéramos calculando.

Nuestro proveedor internacional es nuestra casa matriz. En este caso, considerábamos mantener 1 mes de inventario. En el caso de proveedores locales, el pedido se hace bajo programa, entregando ellos a los 60 días, una vez colocado el pedido. En este caso, considerábamos las ventas de 2 meses para el cálculo de requerimientos.

3.3 - Familias de productos

Tenemos 3 grandes familias de productos, pero el presente trabajo se concentra solamente en la más grande que es la que impacta más en el servicio y los inventarios.

Su descripción se incluye en el capítulo de pronósticos de venta.

3.4 - Backorder

El backorder o material no surtido era extraído del sistema y tal cual se usaba en nuestro archivo de excel.

3.5 - Niveles de servicio

Solo se consideraba para el nivel de servicio a clientes el producto de línea y sólo de éste se mantenía un inventario. Todo producto que faltase pero que no estuviera dentro de “planeación”, no se consideraba para éste indicador.

IV.- PRINCIPALES RETOS

Los retos que se nos presentaban en ese momento, eran los siguientes:

Inventarios

- En muchas ocasiones, se apartaba electrónicamente el material por medio de una remisión, así que era posible ver en el archivo generado del sistema existencias falsas. Esto provocaba escasez de material en determinado momento.
- Carecíamos de un objetivo de inventarios, y no comparábamos si teníamos el número correcto o si estábamos bajos o altos.

- De la misma manera, no existía un control del inventario; se podía tener lo que se quisiera y no se controlaba. Esto obviamente se prestaba a que algunas veces el producto “desapareciera” mágicamente.

Inventario en tránsito

- No había seguimiento de las ordenes de compra, éstas se podrían duplicar, eliminar etc.
- No se sabía si el proveedor la había recibido y mucho menos cuando llegaría, esto evitaba que nosotros no pudiéramos dar una respuesta acertada de cuando llegaría algún producto esperado a nuestros clientes o en que cantidades lo haría.

Ventas

- No se tenía un registro de la exactitud del pronóstico, así que no se sabía si estábamos mejorando, empeorando o siguiendo igual.
- Carecíamos de retroalimentación del área de ventas; promociones, ofertas, nuevos clientes, etc. Esto provocaba picos de ventas que no se podían explicar.

La fórmula se aplicaba por igual a cualquier producto, no cambiaba ningún parámetro, solo cambiaban las magnitudes de los mismos.

Se sabían los lead time de los proveedores, pero no se evaluaban de ningún modo, así que no se sabía si estaban cumpliendo o no.

Información y control sobre las partes

- No teníamos clasificación ABC de los mismos, así que no había manera de mantener algún control desde aquí.
- Teníamos el mismo producto con 2 orígenes (nacional o importado). Esto provocaba que fuera necesario tener 2 códigos de producto con descripciones diferentes y constantemente había que estar cruzando ventas, existencias y faltantes entre ambos códigos.

- Igualmente, no era posible tener 2 proveedores para el mismo producto (con el mismo código), debido a que se presentaban errores frecuentes en las ordenes de compra. Esto es, se podían duplicar cantidades al tenerse “colocadas” 2 ordenes iguales en el sistema, igualmente se podía tener una orden de compra para el proveedor “A” con el precio de compra del proveedor “B” presentándose problemas durante el pago a proveedores, etc)

Niveles de servicio

- No se tenía una visión completa de los niveles de servicio que teníamos hacia los clientes, ya que carecíamos de algunos métricos.

En los siguientes capítulos se describen los análisis realizados en diferentes áreas así como las acciones implementadas y los resultados obtenidos.

PRONÓSTICOS DE VENTAS

*“Llamamos **pronóstico** a un estimado de una demanda futura, dicho pronóstico puede ser determinado por medios matemáticos usando datos históricos, puede ser creado también subjetivamente usando estimados de fuentes informales o mediante la combinación de ambas técnicas.”*

Diccionario de APICS, 13va ed.

I.- FASE DE IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES

Un pronóstico es un buen punto de partida para las empresas, es útil para crear, anticipar y administrar los cambios de la organización. Ayuda igualmente a incrementar la comunicación y la prevención de cualquier impacto que tengan las ventas sobre la operación. Un pronóstico puede ser utilizado para anticipar los niveles de inventario y la demanda de la capacidad.

Los pronósticos generalmente están basados en el pasado, es decir, en datos históricos. Aquello que va a suceder en el futuro inmediato es más fácil de predecir que lo del futuro distante. Los pronósticos son tan certeros como lo sean los datos en los cuales estén basados, pero raramente son 100% exactos. Aún un pronóstico que se vea correcto en sus promedios, puede variar considerablemente en sus datos reales en cualquier periodo de tiempo.¹

Nuestros datos de ventas se extraen de nuestro sistema mediante un reporte de “ventas al cierre del mes”. Dichas ventas son netas, es decir, se hace el balance entre todas las salidas reales (ventas, promociones en especie y las posibles devoluciones que tengamos por parte de nuestros clientes). Estos datos se almacenan en hojas de excel. Esto representa un problema ya que conocemos las ventas netas pero no la demanda del período, es decir, sabemos cuando y cuanto pudimos entregar pero no sabemos cuando y cuanto quería el cliente.

¹ Wikipedia, Forecasting, <http://en.wikipedia.org/wiki/Forecasting>

Mientras mayor sea la historia de ventas que nuestro sistema tenga, mejores resultados obtendremos.

Para poder obtener datos confiables, usamos 2 principios básicos:

1. Registrar los datos históricos en los mismos parámetros que en los pronósticos que se pretenden obtener.
 - Registros de ventas o demandas
 - Usar los mismos intervalos de tiempo que se ocupan en la planeación (mensuales)
 - Elaborar pronósticos solo sobre artículos de manufactura o suministros.
2. Registrar las circunstancias relacionadas con la obtención de los datos
 - Los acontecimientos externos pueden influir en la demanda y por lo tanto deben de ser registrados. Por ejemplo, una promoción en las ventas puede inicialmente incrementar la demanda, pero una vez que la promoción se haya terminado la demanda a menudo se ve reducida. Por eso es necesario llevar una bitácora de planeación, en donde se anotan todos esos acontecimientos importantes o aquellos que de alguna manera modificaron alguna venta o inclusive el proceso.

Los archivos históricos de ventas, generalmente son matrices ítems/ventas.

Podemos tenerlos en piezas vendidas o en pesos vendidos. En nuestro caso, dado que programamos piezas, nuestros archivos deben contener piezas por ítem vendidas.

II.- FASE DE ACCIONES

En lo relativo a la cantidad de ítems en planeación, realizamos un cambio significativo. Contábamos con 2 clases de ítems para venta:

- Productos de línea
- Productos comprados / ordenados bajo pedido.

Se consideraban productos de línea, aquellos que tenían ya una venta constante por varios años. Si se trataba de un producto nuevo o de venta inestable, lo considerábamos bajo pedido y estos productos no entraban a la planeación de materiales, solo se pedían una vez que eran requeridos por el departamento de servicio a clientes o bien, cuando estuvieran en el backorder.

La cantidad de ítems dentro de planeación era la siguiente:

Importados: 135

Nacionales: 96

Fabricados en planta: 116

Total de partes planeadas: 347

Las partes no incluidas en la planeación sumaban varios cientos y realmente no se controlaban por lo que era difícil cuantificarlos para el pronóstico

De ese número de 347 el proyecto nos llevo a un nuevo número bastante más alto; 2,500, ya que queríamos planear y tener en inventario todos los ítems de venta que nos permitieran mejorar el servicio y la facturación

Esto nos llevó a tener un sistema de planeación mucho más numeroso y por lo tanto, debería ser más automatizado, sin dejar por supuesto, de poder cambiar manualmente algún dato o que se dejara de tener visibilidad de algún cambio significativo.

Nuestro primer problema fue la obtención de un pronóstico de ventas. No sabíamos que técnicas ocupar ni como calcularlas.

Categorías de pronósticos:

Hablando de pronósticos, las dos categorías más grandes que podemos encontrar en los libros de texto referentes a las técnicas son: cuantitativas y cualitativas.²

- Cuantitativas – Es una aproximación completamente objetiva y numérica. La aproximación cuantitativa utiliza datos numéricos obtenidos de acuerdo a registros históricos de ventas pasadas, entonces pronosticamos el futuro siguiendo el principio que nos dice que la historia siempre se repetirá. Esta repetición de la historia es real, excepto en los periodos de tiempo en que los incrementos en la ventas comienzan a declinar y viceversa.³

Se usa principalmente en la planeación de la producción, y los datos son obtenidos a partir de los registros de la compañía.

A su vez, los pronósticos cuantitativos los podemos dividir en:⁴

- Intrínsecos - basados en patrones históricos de los datos de la compañía.

Los métodos intrínsecos más populares, incluyen promediar datos pasados y usar el promedio para proyectar acontecimientos futuros. Los promedios simples y los promedio móviles funcionan razonablemente bien, siempre y cuando los datos no tengan variaciones debido a ciclos en las empresas, fluctuaciones

² APICS, Basics of Supply Chain Management, Version 2.1, The educational society for resource management, Alexandria, USA, Ago 2001, p. Cap2-15

³ APICS, Master Planning of Resources, Version 2.1, The educational society for resource management, Alexandria, USA, Ago 2001, p.Cap2-29

⁴ APICS, Basics of Supply Chain Management, Version 2.1, The educational society for resource management, Alexandria, USA, Ago 2001, p. Cap2-17

estacionales o variaciones normales en la demanda llamada comúnmente ruido.

- Promedios móviles
 - Promedios móviles ponderados
 - Suavización exponencial
- Extrínsecos – Basados en la idea de causa-efecto. Por ellos, algunas veces son llamadas técnicas causales. Los pronósticos extrínsecos usan datos externos para correlacionarlos con las ventas futuras de la compañía.⁵ Por ejemplo el número de pañales que serán vendidos por un fabricante, esta en función del número de bebés existentes y los que están por nacer. Conociendo cuantos bebés hay y la participación en el mercado de dicha compañía, se puede estimar cuales pueden ser las ventas futuras. Se ocupan principalmente en la elaboración de pronósticos de la demanda total de una compañía o la demanda para una familia de productos en especial.
- Cualitativas – Basadas en la intuición y encuestas, por lo tanto, tienden a ser subjetivas. Son usadas principalmente en la elaboración de pronósticos de nuevos productos, o en la elaboración de la planeación a mediano y largo plazo, donde las tendencias pueden cambiar constantemente y las técnicas cuantitativas, las cuales están basadas en la historia, no son útiles.⁶
 - Estacionalidad
 - Productos nuevos

⁵ Demand Planning, demandplanning.net/statisticalForecasting.htm

⁶ APICS, [Master Planning of Resources](#), Version 2.1, The educational society for resource management, Alexandria, USA, Ago 2001, p. Cap2-35

- Combinación de ambos.

2.1 - Promedios móviles^{7 8}

En los promedios móviles se toma el valor promedio de los últimos N puntos de datos, digamos, las últimas 3, 6, 9, 12 o 15 observaciones.⁹

Al periodo siguiente se toma el valor promedio de las mismas 3, 6, 9, 12 o 15 observaciones, actualizando siempre este promedio el último dato real obtenido.

$$F_{t+1} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N A_{t-j+1}$$

N = número de periodos incluidos en el promedio móvil.

A_j = valor real observado al tiempo j.

F_j = valor pronosticado al tiempo j.

Esta es una manera de observar más rápidamente si es que se esta dando alguna tendencia en los datos.

Ejemplo:¹⁰

Considera la demanda de ítems siguiente:

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
2005	7	212	378	129	163	96	167	139	201	153	76	30
2006	72	90	108	134	92	137						

Pronostica la demanda para julio

Usando promedios móviles

⁷ Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Moving_average

⁸ Duke, <http://www.duke.edu/~rnau/whatuse.htm>

⁹ E-Labs learning, <http://home.ubalt.edu/ntsbarsh/Business-stat/otherapplets/ForecaSmo.htm>

¹⁰ Honeywell, [Focus forecasting](#), Supply chain management programs, Perrysburg, USA, 20,p,23

Para julio= (134+92+137)/3

$$= 121$$

2.2 Promedios móviles ponderados^{11 12}

En los promedios móviles ponderados, damos a los últimos datos un peso mayor que a los datos anteriores, por lo tanto reducimos la importancia de los mismos. Lo que se hace es tomar cada dato en las series de datos y multiplicarlo por el número de períodos que lo preceden; mientras más viejo sea el dato, más pequeño el multiplicador.

$$MA_t = \frac{P_t(n) + P_{t-1}(n-1) + P_{t-2}(n-2) + \dots + P_{t-n}(1)}{n + (n-1) + (n-2) + \dots + (1)}$$

n = número de período

P_t = últimos datos

P_{t-1} = datos anteriores

MA_t = valor obtenido

Igualmente podemos tomar varios promedios, a 3, 6 y 12 meses por ejemplo y dale mayor importancia el promedio de los últimos 3 períodos que al de 12.

Así le damos mayor importancia a la tendencia que esté teniendo la curva de distribución.

Pronostica la demanda para julio

$$= ((134*0.2)+(92*0.3)+(137*0.5))$$

$$= (27 + 28 + 69)$$

¹¹ Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Moving_average

¹² Aspen graphics on line, http://www.aspenres.com/Documents/help/userguide/help/aspenWeighted_Moving_Averages.html

= 124

2.3 - Suavización exponencial ^{13 14}

Suavización exponencial es una herramienta muy popular dentro de los llamados promedios móviles. Es especialmente útil cuando no se tienen muchos datos históricos con los que trabajar o cuando los datos son esporádicos o de bajo volumen.

La fórmula para la SE es:

$$S_3 = \alpha \left[(1-\alpha)^0 y_{3-1} + (1-\alpha)^1 y_{3-2} + (1-\alpha)^2 y_{3-3} \right] + (1-\alpha)^3 S_2$$

El Planeador selecciona α , el factor de peso, típicamente un valor comprendido entre 0.2 – 0.3.

Si $\alpha = 0.2$, la fórmula indica que el pronóstico para el siguiente periodo se compone del 20% de las ventas del último pedido más el 80% $(1-\alpha)$ del pronóstico del mismo período. Se le da más peso al pronóstico que a las ventas reales. El factor exponencial puede ser estimado usando datos históricos para ver cual factor es el más cercano a las ventas reales.

Pronostica la demanda para julio

Debido un poco a la complejidad de éste método, se requiere del uso de un software, incluso excel tiene herramientas en donde es posible calcularlo. En este caso, el resultado sería:

= 126

¹³ Engineering Statistics, <http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/pmc/section4/pmc43.htm>

¹⁴ QMS, <http://www.eviews.com/eviews3/eviews31/ev3features/exponential.html>

2.4 - Estacionalidad

*“La **estacionalidad** es una variación en la demanda basada en una temporada. Si existe una estacionalidad, puede ser calculada. El índice de estacionalidad mide la variación de la demanda de un producto.”*

Diccionario de APICS, 13va ed

Índice de estacionalidad ¹⁵ = Ventas promedio para un período

Promedio de ventas para todos los períodos

Una estrategia de pronóstico puede ser detectada revisando las ventas del último año en el mismo periodo de tiempo y añadiendo algún juicio sobre los incrementos o decrementos potenciales, sin embargo, algunas estrategias de estacionalidad extrema, como los adornos para el árbol de Navidad, no siguen la tendencia de “el pasado más reciente, es el mejor para predecir el futuro cercano”.

2.5 - Productos nuevos ¹⁶

Para productos nuevos no existen datos suficientes para usar una técnica cuantitativa, por ello, debemos usar una estrategia de tendencia. La tendencia hace un mejor trabajo de seguimiento de la demanda de productos en el primer año de su vida dado que las ventas se incrementan y su suministro siempre se satisface.

El suponer que se venderá de manera similar a otro ítem igualmente similar puede ser la primera aproximación con la que podemos comenzar. Pueden ser seguidas de cerca las ventas en el primer periodo del pronóstico y posteriormente ajustarlo. Esta aproximación puede ser usada si no es evidente

¹⁵ APICS, Master planning of resources, version 2.1, The educational society for resource management, Alexandria, USA, Ago 2001, p. Cap2-21

¹⁶ APICS, Master planning of resources, version 2.1, The educational society for resource management, Alexandria, USA, Ago 2001, p. Cap2-45

ningún otro pronóstico. Sin embargo hay que recordar que ningún ítem se va a vender igual que otro ítem similar. Puede venderse en mayor o menor cantidad.

Se puede llevar a cabo otra aproximación mediante una encuesta de clientes potenciales para determinar que interés pueden tener en algún producto nuevo.

III.- FASE DE IMPLEMENTACIÓN

Una vez que habíamos conocido las técnicas más comunes para el cálculo del pronóstico de venta, había que decidir cual ocupar. No contábamos en ese entonces con ningún tipo de software especializado en pronósticos y el excel era la herramienta que teníamos a la mano.

Si bien la suavización exponencial podría ser calculada en excel, debido al alto número de ítems que teníamos, era bastante tardado hacerlo.

Por ello decidimos ocupar los promedios móviles, ya que por ser un método rápido, nos permitía revisar individualmente cualquier diferencia significativa en los pronósticos. Para saber si existía una diferencia significativa, simplemente se comparaba el pronóstico obtenido con la venta del último mes. Si la venta mensual era 2 veces mayor al pronóstico obtenido, se revisaba este dato para conocer el porque de esa variación.

En excel, basta con colocar un condicional para que salte a la vista y se pueda revisar.

El pronóstico de venta lo comenzamos a calcular usando el promedio de venta de los últimos 3 meses (promedios móviles). Manualmente se comparaba con el promedio de ventas de los últimos 6 meses. Si visualmente existía una diferencia considerable, se modificaba manualmente. El primer problema era saber “visualmente” si existía una diferencia “considerable” o no. No existía un

parámetro de desviación que nos dijera que tanto era “considerable”. Esto era a criterio del planeador.

Dicho método de cálculo, es muy susceptible a los cambios, es decir, mientras más valor le demos a los datos recientes, cualquier cambio se reflejará en el promedio. La comparación era para ver si existía alguna tendencia significativa, ver el porque, y tomar más datos para suavizar la curva.

Una vez hecho esto, éste era el dato que se tomaba como pronóstico de ventas.

Nuestra empresa comenzaba a tener un crecimiento sostenido de ventas en varios ítems pero también ventas inestables en otros, notábamos que había numerosos picos de ventas y esto nos estaba ocasionando exceso de inventario. Era necesario tener un método que nos permitiera reaccionar ante cualquier cambio, pero que también no fuera un cambio tan radical que nos obligara a sobre-inventariarnos.

Esto lo logramos con el método de promedios móviles ponderados. Este método nos permitió darle a los datos de los últimos meses un peso mayor que a los datos anteriores, reduciendo así la importancia de éstos últimos y dándole mayor importancia a la tendencia que esté teniendo la curva de distribución.

En este punto, aún no contábamos con parámetros de comparación para poder saber si éste segundo método era mejor que el primero. El único que teníamos era el monto del inventario. Así como notamos que el inventario subía y encontramos la causa del mismo, usando promedios móviles ponderados también notamos que el inventario comenzó a bajar. Sin embargo la falta de métricas no nos permitía ver más allá.

Cuando había cierta incertidumbre respecto a algún pronóstico de venta en especial, hacíamos algunas consideraciones las cuales nos ayudaban a tomar la decisión respecto al número a tomar. Estas eran ¹⁷:

1. Probablemente venderemos este mes lo que vendimos en los últimos 3 meses.
2. Lo que venderemos en los siguientes 3 meses será lo mismo que vendimos en los últimos 3 meses.
3. Lo que venderemos en los siguientes 3 meses será lo mismo que vendimos el año pasado en los mismos 3 meses del año.
4. Para un producto dado, el porcentaje de incremento o decremento del último año en los últimos 3 meses, será el mismo porcentaje para los siguientes 3 meses del presente año.
5. Venderemos lo que nos dicen los vendedores.

Estos nos ayudaban a tomar la decisión respecto al dato de pronóstico de algún ítem en particular.

IV.- FASE DE OPTIMIZACIÓN

Simultáneamente con los cambios que estábamos haciendo nosotros, en casa matriz surgió la inquietud de adquirir un software especializado en el cálculo de pronósticos. Fui invitado a formar parte del comité de selección y juntos analizamos varias compañías que ofrecían distintos tipos de software.

Los softwares de pronósticos son sistemas que permiten al usuario simular la efectividad de varias estrategias de pronóstico, permitiéndonos seleccionar la más efectiva. Igualmente desarrollan estrategias de patrones de la demanda futura basadas en la revisión de patrones de demanda históricos.

¹⁷ Honeywell, Focus forecasting, Supply chain management programs, Perrysburg, USA, 2000,p12

Desarrollan también varias estrategias que describen el cómo pueden variar las ventas futuras a partir de las ventas pasadas, y así, usando datos históricos, prueban cada estrategia para ver cuales ventas pudieron haber sido pronosticadas para el mes pasado. Entonces se comparan los pronósticos contra las ventas actuales y el método de pronóstico usado, o estrategia que nos dan el pronóstico más cercano es usado para pronosticar las ventas del mes siguiente. Esta aproximación de probar estrategias se lleva a cabo cada mes en los productos claves.

Algunos paquetes evaluados fueron los siguientes:

- Forecast pro unlimited
- Forecast X engine
- Forecast X wizard V 5.0
- Smartforecast – enterprise
- SAS/ETS software
- JDE forecasting module
- Classics forecasting
- Mercia links
- Manugistics forecasting

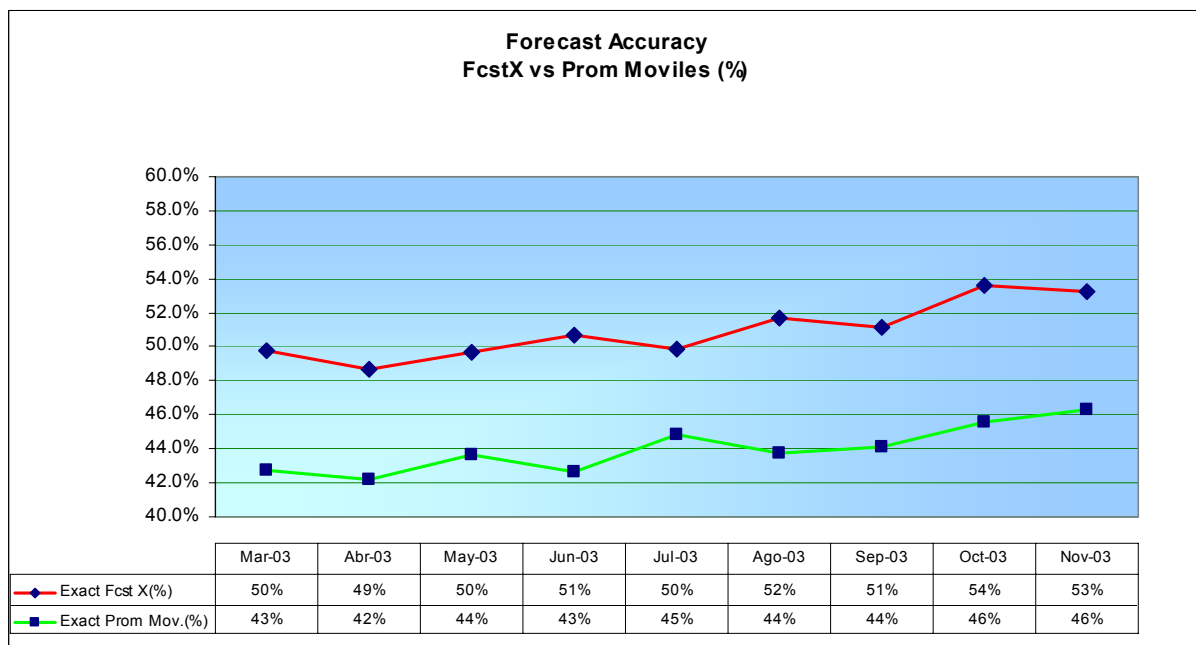
La selección del mismo se basó en varios aspectos como:

1. Importación/Exportación de datos
2. Capacidad de realizar varias corridas (familias, clientes, etc) al mismo tiempo
3. Cantidad de SKU que se pueden incluir en cada corrida

4. Ajuste de *Outliers* (datos fuera de tendencia)
5. Combinar diferentes métodos de pronóstico
6. Exactitud del pronóstico
7. Precio
8. Entrenamiento

Uno de los criterios principales en la selección del software, además del precio, fue la exactitud del mismo. La exactitud del pronóstico se calcula mediante el método del MAD estandarizado (ver sección 4.2).

Calculamos el pronóstico de ventas de 2 formas, la primera usando el método de promedios móviles y la segunda ocupando el software (forecast X), el cuál ocupa varios algoritmos y automáticamente toma los valores del más cercano a los valores históricos reales. Posteriormente los comparábamos contra el dato real de venta para el mismo período. La mayor exactitud se presentaba con el software forecast X.



Podemos observar una diferencia de casi un 8.00% entre un método y otro. Ahora bien mientras más datos tengamos el pronóstico se va haciendo mas acertado, al considerar nuestro software, promociones, tendencias, cambios en listas de precios, estacionalidad, etc.

Por ello, este 8 % era razón suficiente para la compra del mismo, ya que en términos de venta, equivale a \$1,000,000 pesos

Es en esta segunda etapa, cuando comenzamos a usar esta herramienta. El procedimiento era simple, se extraían del sistema los datos mensuales de venta y se enviaban por email a casa matriz en donde se introducían al paquete y posteriormente se nos regresaba al archivo con los pronósticos para los 12 meses siguientes. Como se mencionó anteriormente, mientras más cercanos eran los pronósticos en el periodo del tiempo más certeros eran, así que le dábamos validez a los 3 primeros meses, pero igualmente nos eran útiles todos los demás periodos para efecto de pronósticos de mediano plazo.

4.1 - Modificaciones a los pronósticos

Aún cuando obteníamos buenos resultados del forecast X, a veces era necesario modificar el pronóstico. Estos eran modificados si:

- Marketing nos comunicaba un evento futuro que en el sistema no lo habíamos considerado debido a que no lo conocíamos.
- Se tenían planeadas promociones
- Si algún o varios ítems iban a ser descontinuados u obsoletados
- Si teníamos algún nuevo producto, ya que no contábamos con datos históricos para predecir su demanda futura.

4.2 - Exactitud del pronóstico ¹⁸

“Exactitud del pronóstico, es la diferencia entre el valor real de la demanda y la demanda pronosticada, establecida como un valor absoluto o porcentaje”.

Diccionario de APICS, 13va ed.

La idea de medir el error en el pronóstico tiene que ver con el saber que tan bien hemos estado pronosticando, de manera que sepamos si estamos mejorando, empeorando o permaneciendo igual en nuestra capacidad de pronosticar. A menos que midamos nuestro error del pronóstico y guardemos un expediente de él, nunca sabremos si los cambios que realizamos en nuestras técnicas de pronóstico y sus procesos están ayudando o sólo nos están estorbando.

Cuando medimos el error del pronóstico, estamos intentando medir que tanto somos capaces de predecir una tendencia, una estacionalidad, variaciones irregulares o cíclicas en las series de los datos del tiempo (ejemplo: las ventas históricas de un cierto producto para un período de tiempo dado). Estos componentes en una serie de tiempo deben ser confiables al usar una buena técnica estadística de pronóstico y un buen proceso del pronóstico. Por lo tanto, nuestra medida del error del pronóstico debe reflejar que tan bien lo hicimos al pronosticar estos componentes de datos.

Medidas comúnmente usadas para calcular el error en el pronóstico

4.2.1 MAPE (mean absolute percentage error – error porcentual absoluto promedio) ¹⁹

Probablemente es la medida más comúnmente usada del error de pronóstico, MAPE mide la media o promedio, de los valores absolutos de cada uno de los errores del pronóstico divididos por su valor real correspondiente y se expresa como porcentaje. MAPE tiene un par de ventajas así como una desventaja importante.

¹⁸ Honeywell, LAUER, Bob, A new look at forecast error measurement, Perrysburg, USA, 2004, p1

¹⁹ Ibidem, p2-3

Las ventajas de MAPE dado que se expresa como un porcentaje, son éstas:

- Puede ser utilizado para comparar el error de los pronósticos de diversas series de tiempo entre si.
- Puede ser utilizado para obtener un promedio de la exactitud de muchos pronósticos para un grupo de artículos relacionados.

La desventaja de MAPE es que puede ser distorsionada fácilmente por grandes variaciones aleatorias en datos de bajo volumen de ventas o esporádicas. Cuando esta clase de variación está en los datos, tanto el error del pronóstico como los promedios y comparaciones basados en él, pueden ser engañosos.

El cálculo de MAPE es:

$$\sum |(A - F) / A| (X 100) \text{ (para expresarlo como porcentaje)}$$

A es el valor real para un período

F es el valor pronosticado para el período

Si el MAPE se está calculando para solamente una serie de tiempo, o para muchas series de tiempo y se está obteniendo un promedio para obtener un cálculo total del MAPE, y se tienen variaciones pequeñas o moderadas en los datos en un período de tiempo, no hay problemas con el mismo y la fórmula anterior puede ser utilizada para conseguir un valor razonable y útil para el error de pronóstico.

Sin embargo, si se esta calculando el MAPE para una o varias series de tiempo y después se está haciendo un promedio para obtener un valor global, y los datos en alguna de las series de tiempo tienen variaciones aleatorias considerables, el MAPE se verá distorsionado y dará resultados engañosos. Asimismo, si el MAPE se está calculando para una multitud de combinaciones de datos reales/pronósticos en series de tiempo múltiples para un sólo período, y

algunos de los valores reales contiene variaciones aleatorias grandes, el MAPE también se verá distorsionado y nos dará valores erróneos.

Este efecto no se reconoce a menudo, pero tiene un efecto devastador en la utilidad verdadera de las mediciones del error.

4.2.2 MSE (mean squared error, error cuadrado promedio)^{20 21 22}

El cálculo del MSE es:

$$\text{MSE}(A) = \sum [(A - F)^2] / n$$

A es el valor observado real para un período dado

F es el valor de pronóstico correspondiente

n, es el número total de períodos en la serie de tiempo

Lo calculamos como la media de los cuadrados de todos los errores.

Si nuestras ventas involucran cantidades grandes de piezas, esta medición del error no es muy útil, ya que una variación de 10,000 piezas para un ítem cuya venta es de 100,000 sería de un 10%, pero nos daría un MSE para éste período de 100,000 piezas, algo que no nos es útil para conocer el error en nuestro pronóstico.

Por ello, decidí no se considerarlo en los ejemplos.

4.2.3 MAD (mean absolute deviation error – desviación absoluta promedio)²³

Otra medida comúnmente usada del error del pronóstico es el MAD, el cuál mide el promedio de la desviación absoluta en un período del tiempo específico. El MAD tiene una ventaja importante y un par de desventajas importantes.

²⁰ Honeywell, LAUER, Bob, [A new look at forecast error measurement](#), Perrysburg, USA, 2004, p3

²¹ About.com, Economics, <http://economics.about.com/library/glossary/bldef-mean-squared-error.htm>

²² The free dictionary, Statistics, Mean squared error, <http://www.thefreedictionary.com/Mean-square+error>

²³ Honeywell, LAUER, Bob, [A new look at forecast error measurement](#), Perrysburg, USA, 2004, p4

La ventaja de MAD es que no se ve distorsionada por variaciones aleatorias grandes en datos de bajo o esporádico volumen de ventas.

Las desventajas de MAD son éstas:

1. No puede ser utilizada para comparar diversos errores del pronóstico en diferentes series de tiempo.
2. No puede ser utilizada para obtener un promedio de los pronósticos de muchas series de tiempo en un conjunto de datos.

El cálculo del MAD es:

$$\sum |A - F| n$$

A es el valor observado real para un período dado

F es el valor de pronóstico correspondiente

n es el número total de períodos en la serie de tiempo

Puesto que el MAD es la media de las desviaciones absolutas de los valores pronosticados de los valores reales, no puede ser utilizado para comparar la exactitud de otras series de tiempo, sería como comparar peras con manzanas. Por la misma razón, no puede ser utilizado para obtener un promedio de la exactitud de los pronósticos para muchas series de tiempo. Sin embargo, produce una medida de la exactitud de pronóstico la cual es apropiada bajo todas las circunstancias y está libre de la distorsión.

4.2.4 MAD estandarizado²⁴

El MAD tiene más significado y es más útil si la estandarizamos dividiéndola entre el promedio de los valores reales en el período pronosticado.

²⁴ Honeywell, LAUER, Bob, A new look at forecast error measurement, Perrysburg, USA, 2004, p5

MAD estandarizado = (MAD/medio de valores reales) x 100, expresado como por ciento.

Puesto que el MAD estandarizado se expresa como por ciento, es comparable entre series de tiempo y puede ser utilizada para promediar errores de varias series de tiempo. Es así una medida excelente del error del pronóstico para cualquier dato, incluso para volúmenes bajos y esporádicos. Es también útil cuando se desea hacer comparaciones entre medidas de exactitud de numerosas series de tiempo.

Esto hace al MAD estandarizado una medida superior al MAD regular y al MAPE o al MAPE limitado. El MAD estandarizado también puede ser usada para obtener una medida del error de pronóstico para los valores del pronóstico de muchas series de tiempo en un sólo mes. Esto es deseable cuando es necesario saber el error total del pronóstico para una compañía, una división, o una línea de productos por un mes dado cuando la compañía tiene una multitud de productos pronosticados, y el error se debe medir en el nivel del producto (SKU) y reportado en el nivel más alto.

En hacer este cálculo, el pronosticador puede resumir los errores absolutos de los pronósticos para todos los artículos para el mes dado y dividir ese total entre la suma de los valores reales de esos artículos para ese mes. La fórmula es la misma que al que se usa para calcular el MAD estandarizado de una sola serie sobre un número de períodos:

La medición del MAD estandarizado es objetiva y libre de distorsión. Cuando es utilizada de este modo, el MAD estandarizado pesa efectivamente el error de cada SKU por el volumen de ese SKU en ese mes. Esto es deseable desde el punto de vista de muchas compañías porque el error del pronóstico para artículos de volúmenes grandes tiene un mayor impacto financiero y de servicio a clientes para la compañía que pronostica el error para productos de volúmenes pequeños.

Puesto que los números del error del pronóstico no contienen ninguna distorsión, tienen mayor valor para aquellos que leen los reportes de resultados. Hemos podido mejorar nuestro error del pronóstico, bajándolo en casi un 50% durante los últimos 2 años - y se planean más mejoras. Estamos confiados en que nuestros cálculos del error reflejan exactamente nuestra capacidad de pronosticar y son tomados seriamente como una guía de hacia donde dirigir nuestros esfuerzos.

Ejemplos

En el ejemplo siguiente ver los datos reales de venta vs pronósticos.

Mes	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr
Ventas Reales	42,132	39,769	32,426	23,172	71,895	43,177	37,429	62,446	49,835
Pronóstico	48,476	45,514	46,499	47,407	44,000	40,011	39,011	72,802	43,053
Error absoluto (%)	15.1	14.4	43.4	104.6	38.8	7.3	4.2	16.6	13.6

$$\text{Error absoluto} = [\text{abs}(\text{venta-FCST}) / \text{venta}]$$

$$\text{MAPE} = \sum (\text{errores absolutos } \%)$$

$$\text{MAPE} = 258 \%$$

Podemos observar una variación aleatoria grande. En esta situación, el MAPE no es un buen indicador de la capacidad de un sistema de pronóstico o de un pronosticador. Indica simplemente una alta variación aleatoria en los datos.

Una tentativa de evitar este problema sería limitar el que tan alto puede ser el MAPE. Si limitamos el MAPE a un 100%, cualquier MAPE que exceda del 100% será mostrado como 100%. Cuanto más alto es el límite, mayor es la oportunidad de que una variación aleatoria alta en los datos de bajo volumen de

lugar a un MAPE alto que enmascare nuestra capacidad de hacer un buen pronóstico. Por otro lado, si el límite es demasiado bajo, el MAPE no reflejará la capacidad de pronosticar volúmenes ligeramente más grandes con variaciones menos severas.

En nuestro caso particular, consideramos un límite del 200% para la medición de todos los artículos "A", casi todos los artículos "B" y cerca de dos tercios de los artículos "C". Esto es, medirá la capacidad de pronosticar y tendrá poca distorsión.

Mes	Ago	Sep	Oct	Nov	Dec	Ene	Feb	Mar	Apr
Ventas reales	42,132	39,769	32,426	23,172	71,895	43,177	37,429	62,446	49,835
Pronóstico	48,476	45,514	46,499	47,407	44,000	40,011	39,011	72,802	43,053
Error absoluto	6,344	5,746	14,073	24,235	27,895	3,166	1,582	10,356	6,782

MAD = prom (errores absolutos)

MAD = 100,179 / 12

MAD = 11,131

El problema con MAD es que tiene solamente significado en la serie que se está evaluando. No es comparable con otra medición de error en ninguna otra serie.

Mes	Ago	Sep	Oct	Nov	Dec	Ene	Feb	Mar	Apr
Ventas Reales	42,132	39,769	32,426	23,172	71,895	43,177	37,429	62,446	49,835
Pronóstico	48,476	45,514	46,499	47,407	44,000	40,011	39,011	72,802	43,053

Error Absoluto	6,344	5,746	14,073	24,235	27,895	3,166	1,582	10,356	6,782
-----------------------	-------	-------	--------	--------	--------	-------	-------	--------	-------

MAD estandarizado = % (prom | A - F | / prom A)

MAD estandarizado = % (11,131 / 44,698)

MAD estandarizado = 25 %

Usando MAD estandarizado, el error del pronóstico para esta serie de tiempo es 25% Esta medida del error es razonable y comprensible y no contiene ninguna distorsión. Compare esto con el 258% de error obtenido usando MAPE.

Nosotros implementamos el uso del MAD estandarizado. Una vez tomada esa decisión comenzamos a llevar estadísticas del error del pronóstico. Solamente podíamos encontrar la causa del aumento o disminución en la precisión del mismo, no así prever algún incremento o decremento.

V.- FASE DE ESTABILIZACIÓN

No fue sino hasta esta etapa, cuando comenzamos a tener reuniones mensuales con la fuerza de ventas, en donde nos daban a conocer nuevos clientes, promociones, posibles bajas en las ventas para ciertos clientes, etc., cuando comenzamos a tener un aumento significativo en la precisión del pronóstico. Esta junta nos permitió saber las altas y bajas en las diferentes familias e inclusive números de parte.

5.1 - Elementos en los datos de demanda que afectan las estrategias

Los datos tales como volumen de venta vs. tiempo, pueden verse afectados por 4 elementos:

1. Una tendencia, ya sea incremento, constante o decremento. Las ventas pueden incrementarse cada mes, permanecer constantes, o declinar a través del tiempo.
2. Un elemento cíclico, basado en ciclos comerciales. Pueden durar 3 o 5 años, estando estos referidos al crecimiento o recesión de la economía. Las ventas típicamente se incrementan durante el crecimiento de la economía y declina durante las recesiones.
3. El elemento estacionalidad, basado en la naturaleza de temporada de un producto durante el año. Los adornos navideños por ejemplo, son productos con estacionalidad, populares durante el último trimestre del año. Las ventas son las más altas durante esa época y prácticamente 0 durante el resto del año.
4. El elemento "Ruido", el cual representa la variación normal de la demanda, alrededor de una demanda promedio, después que los elementos de tendencia, estacionalidad y ciclicidad son removidos de las series de datos.

5.2 - Demandas inusuales²⁵

Existen los llamados "outliers" es decir, puntos no representativos dentro de nuestros datos de Ventas. Éstos pueden ser debidos a diversas causas, promociones, nuevos clientes, etc. Debemos identificarlos para conocer la razón de su aparición y saber si se trata de alguna nueva tendencia o si simplemente se trata de un "outlayer" como tal.

²⁵ APICS, Master planning of resources, version 2.1, The educational society for resource management, Alexandria, USA, Ago 2001, p Cap2-59

5.3 - Principales impactos en el proceso de pronóstico

Algunas acciones adicionales tomadas durante la evolución de los pronósticos de ventas, se destacan:

5.3.1 Mantenimiento a las bases de datos

Dado que los pronósticos son elaborados generalmente para ventas, y dado que los datos históricos son usados para pronosticar, es apropiado revisar los datos y corregir o filtrar cualquier cosa que distorsione una situación verdadera, como ejemplos:

Si embarcábamos un producto directamente desde una zona, porque la otra no lo tenía, registrábamos la venta en la zona que realizó el embarque. Sugeriría eso, que para embarques futuros, si hay escasez de producto en una zona, podía ser embarcada de la otra nuevamente.

Esto se terminó al tener solamente un centro de distribución, teniendo que concentrarse todas las ventas en una sola localidad.

Si un producto "X" era sustituido por otro "Y", se registraba la venta como producto "Y".

5.3.2 Entrenamiento

Recordemos que mientras más preparado este nuestro equipo, mejores resultados obtendremos. La compañía dio la autorización para llevar a cabo entrenamiento en esta área proporcionado por APICS México.

5.3.3 Retroalimentación de Marketing

Para realizar un mejor trabajo en la elaboración de pronósticos de demandas totales, es muy importante la información de marketing. Cualquier información que pueda afectar ya sea hacia arriba o hacia abajo las ventas de un producto dado, productos nuevos, requerimientos spot, promociones,

etc, deben de ser capturadas, evaluadas y usadas para cambiar el pronóstico, si se considera apropiado.

5.3.4 Comparación a nivel global

Sumar todos los datos históricos de ventas y todos los pronósticos para compararlos entre si. Las diferencia mayores, indican que existe un problemas en el pronóstico.

Este punto puede ser fácilmente olvidado. Como cualquier procedimiento, se deben conducir periódicamente verificaciones y auditoria para determinar que tan bien esta trabajando nuestro sistema. Estas verificaciones periódicas ayudan a detectar cuando el sistema esta comenzando a fallar de manera que se debe de tomar alguna acción correctiva. Verificar que las ventas están siguiendo el pronóstico de una manera razonable es un indicativo de que los objetivos financieros de la compañía se van a poder alcanzar. También, sumando todos los datos históricos de ventas por mes, ayudará a indicar si existe alguna estacionalidad en los productos de la compañía.

Por ejemplo, si las ventas totales se incrementaron un 20% el año pasado y los pronósticos muestran un aumento del 20%, la probabilidad de que la suma de todos los pronósticos individuales sea correcta también es alta.

Algunas recomendaciones adicionales son:

- Evitemos tener muchas estrategias y usábamos siempre las más simples posibles.
- Pronosticar sólo hasta el nivel en donde se necesita la información, no pronosticar en un nivel tanto clientes como ítem si lo que necesitas en el inventario es por ítem o por centro de distribución. Si lo que se necesita es pronosticar por ítem/localidad, no pronosticar para toda la compañía y luego bajar a nivel localidades. Eso es menos preciso que si desde un principio se pronostica a nivel ítem y localidad.

Es bien sabido que los pronósticos hechos a un nivel más alto son siempre más precisos que a un nivel individual. Esto es debido a que la falta o exceso de producto en los pronósticos tienden a balancearse en un nivel más alto. Desafortunadamente esto no trabaja a la inversa. Pronosticar en un nivel alto y luego usar algún método para distribuirlo a un nivel más bajo no da como resultado un pronóstico preciso a nivel ítems.

- No recalcular los datos obtenidos, sino usar los resultados del sistema de pronósticos tal y como resultaron a menos que existan algunas circunstancias especiales. A veces se antoja tener pronósticos más “suavizados”, sin embargo es siempre mejor mostrar los resultados tal y como fueron calculados. Esta regla es importante ya que hay que usar el sistema para lo que fue diseñado.
- No preguntar a los clientes y a los vendedores un estimado de sus requerimientos y luego sumarlos al pronóstico. Eso sería menos representativo que el pronóstico por sí mismo.
- Ser consistente, ésta es una de las reglas al usar cualquier tipo de sistemas. Consistente en lo que uno está haciendo de manera que el sistema pueda ser modificado si se presenta algún problema. La inconsistencia en un sistema puede, por sí misma, llevar a la ocurrencia de problemas.

VI.- LECCIONES APRENDIDAS:

La implementación de un método de cálculo de pronóstico sencillo, tal y como lo es el de promedios móviles ponderados, hasta el uso de un sofisticado software, nos ayudó a la mejora del cálculo del mismo. Esta acción por sí sola nos ayudó a mejorar en nuestros niveles de inventario al poder predecir más acertadamente las ventas en la compañía.

Sin embargo, debemos recordar que no importa que tan bueno sea nuestro sistema de pronósticos, siempre la retroalimentación por parte de ventas es parte crítica. Ellos conocen mejor que un software el comportamiento del mercado así como las posibles promociones o estrategias que pueda haber en la compañía.

Es importante que la alta dirección esté conciente de esto y sepa tanto la importancia de adquirir o desarrollar un sistema de pronósticos confiable como también la de tener intercomunicación entre los diferentes departamentos.

Igualmente, como en todo proceso, se necesita tener una manera de evaluar nuestra exactitud en el pronóstico para conocer si efectivamente estamos obteniendo mejoras en la predicción o no y si es necesario realizar ajustes o cambios. Varias maneras se ilustraron en el presente capítulo.

INVENTARIOS

“Inventario son todos aquellos artículos usados para ayudar a la producción (materias primas y materiales en proceso), apoyar actividades (mantenimiento, reparación y operación) y apoyar al servicio al cliente (productos terminados y suministros)”

Diccionario de APICS, 13va ed.

I.- FASE DE IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES

El primer paso que realizamos en la administración del inventario, fue conocer cuales eran las metas a las que teníamos que llegar y posteriormente identificar cuales eran las herramientas adecuadas para llegar a dicha meta.

Dentro de nuestras metas, se encontraban las siguientes:

- Reducción de inventarios; alcanzar niveles similares a los usados por el resto de la corporación, 52-50 DOS
- Aumento en nuestros niveles de servicio, manteniéndose entre 90-95% referido a un line-fill.
- Disminución de Backorder o producto no surtido, a un nivel menor al 10% de la facturación mensual.

El principal punto aquí era el entender y reconocer la importancia que tenía el llevar a cabo una buena administración de inventarios para el éxito de la compañía. Al igual que las áreas de calidad, seguridad y varias otras más, ésta área juega un papel importante.

Era pues, necesario primero entender cómo se debe de manejar el inventario para tener un sistema de producción y suministro con un flujo constante, suave, rentable, ágil y capaz de resolver las necesidades de cliente.

El primer paso era saber qué artículos se deberían de mantener en inventario, algunos de los cuales podían ser los siguientes:

- Materias primas
- Componentes
- Trabajo en proceso (work in process, WIP)
- Ensamblados semiterminados
- Mercancías terminadas
- Suministros para mantenimiento, reparación y operación (MRO)

En el caso de nuestro proyecto nos centramos solamente en las mercancías terminadas que deben de mantenerse en stock. Esto solamente por fines prácticos ya que por tener una planta, igualmente controlamos los inventarios de materias primas, trabajo en proceso, suministros para mantenimiento, etc.

Sin embargo, centrarnos en las mercancías terminadas nos da la oportunidad de estudiarlo en una forma más completa.

Ahora bien, debemos diferenciar entre controlar un inventario y administrar un inventario. La diferencia se explica a continuación:

1.1 Administración de inventario y control de inventario

*“La **administración de inventario** es la rama de la administración del negocio referido a la planeación y control del inventario”*

Diccionario de APICS, 13va ed.

La administración del inventario es un sistema comprensivo de toma de decisiones para adquirir, almacenar, rastrear, surtir, y eliminar materiales,

componentes y productos acabados y cubre el establecimiento de las políticas, las metas, los procedimientos, los planes de acción estratégicos y tácticas del inventario para satisfacer los objetivos de servicio a cliente consistentemente con los objetivos financieros. Se deben de medir periódicamente los niveles de inventario, análisis de desempeño, ventas contra pronósticos, y establecimiento de acciones correctivas para alcanzar dichas metas. ¹

El control de inventario es mucho más limitado ya que intenta simplemente mantener la cantidad de inventario suficiente para tener un balance ente el servicio al cliente y los costos de mantener un inventario. Esencialmente el control de inventario procura encontrar el "mejor" nivel del mismo dadas las condiciones existentes, mientras que la administración de inventario intenta manejar el sistema que creó una necesidad del inventario. ²

Así pues, el objetivo era administrar nuestro inventario y no sólo controlarlo.

II.- EL PROYECTO

El parámetro más importante en la administración de nuestro inventario, es la cantidad de inventario a mantener.

Mientras mayor fuera esa cantidad, mayor sería la satisfacción de nuestros clientes pero tendríamos más dinero "muerto" en inventario. Mientras menos inventario tuviéramos, menos efectivo "muerto" tendríamos, pero mayor sería la insatisfacción de nuestros clientes por falta de producto.

Así que ese era el primer problema al cual nos enfrentábamos.

¹ Honeywell, Inventory management, Supply chain management programs, Perrysburg, USA, 2000,p 10

² Honeywell, Inventory management, Supply chain management programs, Perrysburg, USA, 2000, p 10

III.- FASE DE IMPLEMENTACIÓN

El primer paso era definir una manera de medir el inventario que nos dieran la pauta hacia el objetivo que debíamos perseguir. Esto se dio mediante la definición de días de inventario o días de suministro (DOS).³

Días de inventario: Es la cantidad de inventario a la mano o proyectada la cual se terminará de acuerdo al uso proyectado del producto.

Para un ítem, por ejemplo, lo calculamos así:

$$\text{DOS} = \text{inventario} / \text{venta promedio diaria}$$

Esto nos da días de stock o de inventario de un ítem en especial.

Sin embargo, la definición desde el punto de vista financiero, que es el que más nos interesa, la definiremos más adelante.

3.1 - Planeando los niveles de inventario,⁴

Un plan de inventario debe ser parte del plan de operación de una compañía y por ello deben de ser desarrollados concurrentemente. En nuestra empresa el administrador de inventarios obtiene el plan de ventas a partir del gerente de finanzas y posteriormente determina la cantidad de inventario a tener. Sin embargo ambos deben trabajar juntos en la determinación de éste y ambos seguir las implicaciones financieras de tener y mantener un Inventario.

El programa del inventario es revisado por finanzas, ventas y operaciones, y modificado en caso de ser necesario. Eso asegura el entendimiento y el acuerdo mutuo en los niveles de inventario.

Dentro de las políticas de inventario de nuestra compañía, está la que nos dice que el nivel de inventario que se debe de tener en el año debe de ser menor al obtenido el año pasado. Esto no necesariamente significa que sea más bajo en

³ Honeywell, Inventory management, Supply chain management programs, Perrysburg, USA, 2000, p 36

⁴ Honeywell, Focus forecasting, Supply chain management programs, Perrysburg, USA, 2000, p 67-68

pesos, ya que si nuestra venta aumenta, el inventario tiende a subir proporcionalmente. Lo que si debemos de procurar es tener un nivel de inventario menor en términos de DOS o de rotación de inventario lo cual nos da como resultado tener un más alto regreso de inversión del mismo.

3.2 - Pasos en la planeación del inventario

Estos son los pasos que seguimos para planear los niveles de inventarios de la compañía:

- El administrador de inventario recibe el plan de ventas de la compañía por parte de finanzas, para asegurarse de que estén sincronizados. Finanzas a su vez, la ha recibido por parte de la gerencia de ventas. Esto asegura que los datos y los niveles financieros del inventario están basados en las mismas ventas
- El pronóstico se convierte a pesos de ventas al costo, puesto que el inventario en los estados financieros se muestra como costo.

El encargado del inventario debe procurar obtener la mejor estimación de las ventas totales esperadas para al menos los 2 siguientes meses por venir, se debe también cerciorar de que se tenga el pronóstico más actualizado cada vez que cambie.

3.3 - Convertir pronósticos a costo de venta ⁵

Sabiendo las ventas totales en efectivo y el costo de los productos vendidos (o que han salido por concepto de venta del inventario) podemos calcular el costo de ventas.

⁵ Honeywell, Focus forecasting, Supply chain management programs, Perrysburg, USA, 2000, p70

	Gerente de finanzas	Administrador del inventario	
Mes	Ventas totales (\$ 000)	Ventas al costo (\$ 000)	COS (%)
mayo	17,452	13,258	75.97
junio	17,903	13,323	74.42
julio	15,047	11,386	75.67
agosto	16,513	12,350	74.79
septiembre	15,247	11,316	74.22
octubre	16,475	12,381	75.15

Usando los datos de ventas totales de finanzas, por ejemplo, para el mes de julio, el 75.67% de \$15,047,000 pesos es igual a \$11,368,000 pesos para el costo de ventas.

Como podemos ver, los porcentajes del costo de ventas varían, debido esto a que las cantidades y los ítems vendidos mes a mes cambian aún cuando la cantidad vendida en efectivo pueda ser la misma. Así que decidimos usar el promedio de varios meses y así tener un costo de ventas promedio. Mes a mes se actualiza el dato del costo de ventas y el promedio va igualmente cambiando.

3.4 - Días o meses de inventario a la mano

Podemos determinarlo de 2 formas:

La primera, determinando cuántos meses de ventas representaba el inventario a la mano. Veamos el ejemplo siguiente:

Asumamos que el costo de ventas para julio, agosto, y septiembre son 5, 6 y 5 millones. Asumamos también que el inventario es igual a 12 millones.

12 millones serán suficientes para satisfacer julio, agosto y un 20% de septiembre., por ello, 12 millones entonces representan 2.2 meses de inventario disponible también llamado “on hand”.

Por lo tanto, 12 millones de inventario “on hand” satisfarán la demanda específica de 2.2 meses o 66 DOS.

La siguiente forma, era determinar el inventario objetivo, esto es:

Obteníamos el promedio del costo de ventas del mes en curso más los 2 meses siguientes, ese número correspondía al costo de ventas de un mes, es decir 30 días. Entonces proyectamos el inventario a 50 DOS. (meta corporativa)

Obviamente lo requerido no era saber cuanto DOS teníamos de inventario, sino saber cuanto deberíamos tener, así que la opción 2 fue la que utilizamos.

Conociendo ya en global cuánto inventario deberíamos de tener, el siguiente paso era determinar cómo lo repartimos entre todas las familias y aún más, entre todos los ítems.

IV.- FASE DE OPTIMIZACIÓN I

La forma de poder distribuir el inventario por ítem, fue más difícil. Para esto hicimos una clasificación de nuestros ítems basada en el criterio ABC. Esta nos permitió conocer que ítems eran los más vendidos para así darles mayor o menor inventario.

ABC significa Activity based classification, es decir, es una clasificación de producto en base a la actividad (venta) de los mismos. El principio del ABC indica que se pueden ahorrar tanto tiempo como efectivo aplicando menos controles a los artículos de bajo costo/volumen que a los artículos de alto costo/volumen. Así le daremos mayor revisión y atención a menos productos.⁶

⁶ Honeywell, Inventory management, Supply chain management programs, Perrysburg, USA, 2000, p 77

El ABC lo decidimos obtener por familia así que el siguiente procedimiento lo hicimos por separado para cada una de ellas:

- Se elaboró un archivo en donde estaban las ventas históricas, desde 1998 hasta la fecha por ítem.
- Debido a que manejábamos inventarios en dinero o ventas mensuales en dinero, decidimos manejar también ventas por ítem en dinero.
- Por ello, la venta mensual en piezas se multiplicó por el costo del producto, obteniendo las ventas a costo o “costo std” como nosotros le denominamos.

Usamos la regla de 80/20, también conocida como principio de Pareto. Esta nos mostró que el 20% del producto activo dentro de nuestro inventario, los llamados “A”, ocupaban el 80% del costo del inventario. Así mismo, decidimos darle a los artículos B el 5% del costo del inventario siguiente y el 15% restante a los artículos C. Esta clasificación la revisaremos una vez cada 4 meses.⁷

Además de poder clasificar nuestros productos activos de acuerdo a la clasificación ya señalada, otra implementación que se hizo en base a los ABC, fue la clasificación de exceso, lento movimiento y obsoleto.

Definimos éstos de la siguiente manera:

- Obsoleto todo aquello que no se había vendido en 1 año o más (basado en los históricos de ventas)
- Exceso, todo aquello que tuviera entre 180 y 360 DOS
- Lento movimiento, todo ítem con más de 360 DOS.

Hasta ese momento no sabíamos con certeza que productos tenían problemas de obsolescencia, ni sabíamos que tan grande o pequeño era el problema. Una vez teniendo la definición pudimos percatarnos de la magnitud del mismo.

⁷ APICS, Basics of supply chain management, version 2.1, The educational society for resource management, Alexandria, USA, Ago 2001, p. Cap 8-5

Este inventario es hasta la fecha un obstáculo para la mejora en el nivel del inventario ya que todo este producto nos resta presupuesto.

Dentro de las acciones tomadas, fue el controlar todos los ítems que caen bajo alguna de las clasificaciones de obsoleto, lento movimiento o exceso y darles seguimiento.

Algunas acciones tomadas fueron:

- Bloqueo en el sistema para que no sea posible colocar un requerimiento de ellos.
- Últimas entradas y salidas de material para conocer el movimiento que van teniendo los mismos.
- Incluir en un boletín informativo dichos números para su promoción por parte de nuestra fuerza de ventas.

Como resultado de estas acciones, en un plazo de 2 años, se ha disminuido el costo de inventario por este concepto de \$ 2,907,000 pesos a \$ 885,596 pesos, esto es, \$2,021,404 pesos ahorrados.

V.- FASE DE OPTIMIZACIÓN II

Una vez definido la forma en que deberíamos de repartir el inventario por ABC, era el momento de bajarlo a nivel por ítem. Podemos usar también la palabra (stock keeping unit, SKU) para designar todo ítem del cual requerimos tener inventario en un lugar específico. Una unidad de la cual guardamos inventario esta definida en una localización geográfica particular. Por ejemplo, un producto almacenado en la planta y en seis diversos centros de distribución representaría siete SKUs. Mientras más SKUs tengamos, más inventario de seguridad se necesitará.

En esta etapa decidimos tener más material de los ítems más vendidos, algo lógico de cierta manera, debido a que la falta de suministro en éstos ocasionaría una baja en el servicio a los clientes.

Así pues, los días de inventario por clasificación ABC se fijaron en 45,40,35 respectivamente, sin embargo, al hacer el cálculo del inventario, el resultado fue mayor al presupuestado.

Nuestro siguiente paso, fue ver la manera de reordenar las cantidades de inventario designadas para cada clasificación ABC.

Para esto, lo que se hizo fue conocer cual era la variación de demanda en nuestros productos. Esto se conoció mediante un parámetro que se llama CV, coeficiente de variación. Este coeficiente se obtiene de la siguiente manera:

$$CV = \text{desviación STD} / \text{la media de los datos}$$

Un CV menor o igual a 0.5 significa que el producto tiene una estabilidad.

Aquí notamos que los productos más vendidos (los “A”), eran también los más estables. Una razón es que los productos más vendidos, son generalmente productos ya maduros, con un mercado ya establecido y por lo tanto con una demanda estable y constante. Por otro lado los productos que mayor variación tenían eran los “C”, productos nuevos o de poca demanda.

Esto hizo que tuviéramos un cambio de estrategia. Contra lo que pensábamos, el inventario mayor, debería de estar en los productos “C”, mientras que el menor en los “A”. Esto debido a que, si la variación de la demanda en los productos “A” era muy poca, podíamos tener un inventario menor ayudando esto a bajar nuestros inventarios.

VI.- FASE DE OPTIMIZACIÓN III

Diversos inventarios responden a diversos propósitos. Solamente si entendemos la razón por la cual debemos de mantener el inventario para un artículo dado, podremos hacer un buen trabajo al administrarlo; es decir, decidiendo cuánto debemos de tener en inventario, que tan seguido lo resurtiremos, cuánto inventario de seguridad mantendremos, etc.

En esta etapa, comenzamos a subdividir nuestro inventario para poder mejorarlo por partes. Nuestro inventario consta de tres componentes principales:

- Inventario de ciclo.⁸
- Inventario de seguridad⁹
- Inventario de desfasamiento¹⁰

Necesitábamos tener de los tres, basados en el tiempo de entrega de nuestros proveedores y en el servicio que deseábamos tener hacia nuestros clientes. Era necesario definir que porcentaje del total debería contener individualmente cada uno de ellos y mejorarlos individualmente.

Podemos añadir algunos grupos más a esta definición:

- Inventarios anticipados¹¹
- Reservas de inventario¹²

Diccionario de APICS, 13va ed.

⁸ Honeywell, Inventory management, Supply chain management programs, Perrysburg, USA, 2000, p-16

⁹ Ibidem, p-19

¹⁰ Ibidem, p-18

¹¹ Ibidem, p-21-22

¹² Ibidem, p 24

6.1 - Inventario de ciclo

Le llamamos inventario de ciclo, al inventario de uso normal. Es el inventario que se mantiene de un artículo el cual se ocupa gradualmente al recibirse pedidos del cliente (internos o externos) y se rellena cíclica y periódicamente cuando se reciben las ordenes de compra del proveedor.

Existen millones de ejemplos de inventario de ciclo -- todo lo que encontramos en una tienda de autoservicio, en los estantes de una tienda de abarrotes, etc.

6.2- Inventario de desfaseamiento

Es la cantidad de inventario mantenida en una cadena entre las actividades de fabricación o distribución para crear independencia entre ellas. Este inventario proporciona amortiguamiento entre el productor o proveedor y los inventarios, trabajan como los amortiguadores en un automóvil absorbiendo el choque entre las ruedas y el conductor.

Esta acción también evita el desfaseamiento entre el proveedor y el comprador, entre nosotros y nuestros clientes, o a cualesquiera dos entidades en una cadena de suministros. Se le conoce también como inventario buffer.

Podemos tener inventario de desfaseamiento en las siguientes áreas:

- Proveedor a planta (materias primas / componentes)
- Dentro de la planta (entre operaciones)
- Planta a clientes (producto terminado)
- Inventario en tránsito

Por ejemplo; si se tiene una línea de fabricación con varias estaciones de trabajo, cuando una estación para, la línea entera debe parar. Si tenemos un

pequeño inventario entre cada una de las estaciones, una estación puede parar sin necesidad de que pare la línea entera, por lo menos durante un tiempo. Mientras más tengamos de inventario, más amortiguamiento proporcionamos entre las estaciones, es decir más grande es el "amortiguador".

El tiempo y la distancia también requieren de mantener algún inventario en tránsito, a menos que nuestro proveedor esté dispuesto a almacenar su inventario en nuestro almacén sin costo para nosotros.

En nuestro caso el tipo de inventario que mantenemos, es el inventario en tránsito. Dicho inventario es muy notable, ya que por políticas de la compañía todo aquel producto que nos haya sido facturado por nuestra casa matriz, es parte ya de nuestro inventario.

El 60% de nuestras compras son colocadas con nuestra casa matriz, y el 25-30% de nuestro inventario está en tránsito. Este 25-30% se nos contabiliza dentro del costo de inventario, es nuestro, pero no podemos venderlo o disponer de él. De aquí la importancia de controlar y minimizar dicho inventario.

6.3 - Inventario anticipado

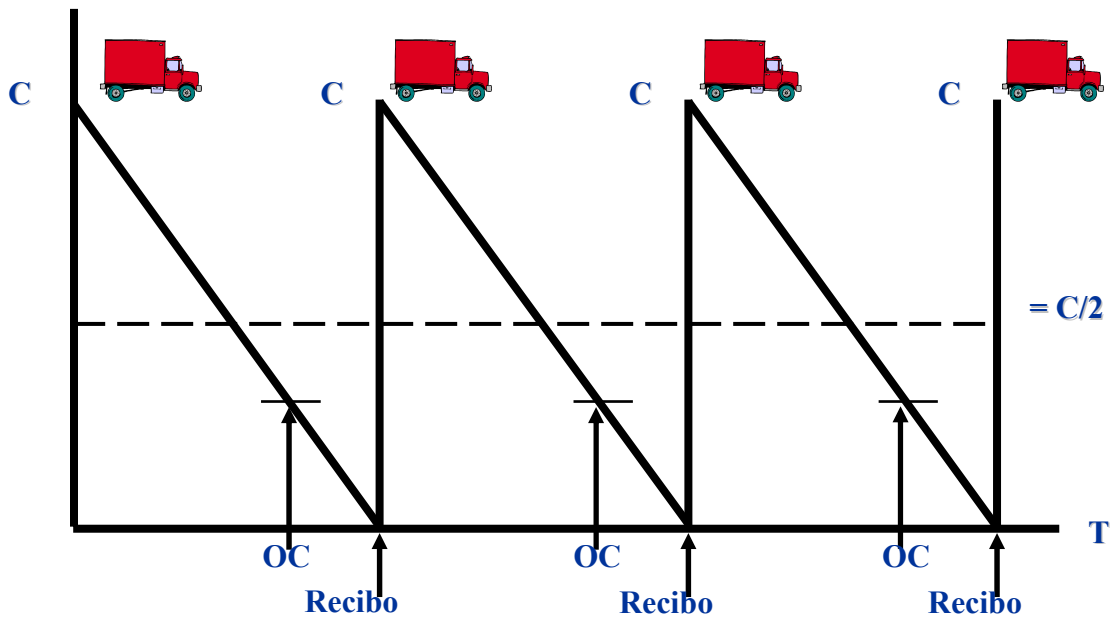
Es el inventario mantenido para cubrir demandas futuras en incrementos de ventas, promociones de ventas planeadas, fluctuaciones estacionales, paros de planta, huelgas, y vacaciones, etc.

6.4 - Reserva de inventario

Esta es una clasificación financiera para el inventario disponible el cual vale menos que su costo en libros. Se determina por las diferentes políticas de las compañías.

El objetivo primario es evitar una posición desfavorable debido a los inventarios de exceso, lento movimiento y obsoletos.

Ciclo de un Inventario



Esta gráfica demuestra la imagen del inventario de un artículo dado en un cierto plazo. El eje “Y” es el nivel del inventario y el “X” es el tiempo. Comenzamos en un cierto nivel del inventario y en un cierto plazo, agotamos gradualmente el inventario hasta que conseguimos estar lo suficientemente bajos para tomar la decisión de reordenar. Colocamos una orden de compra (OC) y después de un tiempo de entrega (T o lead time) se recibe la orden (recibo) y se rellena el inventario. En este gráfico, pedimos una cantidad “C” cada vez que reordenamos. El proceso continúa una y otra vez.¹³

Note que el nivel del inventario promedio es la mitad de la cantidad ordenada (no contando el inventario de seguridad, si es que se tiene).

- Aquí estamos asumiendo que tenemos un uso razonablemente uniforme del inventario.

¹³ Honeywell, Inventory management, Supply chain management programs, Perrysburg, USA, 2000, p-17

- No se muestra el inventario de seguridad.

Hay que tomar en cuenta que la mayoría de los inventarios no se comportan de esta manera; la demanda puede variar día a día y semana a semana, los tiempos de entrega no son siempre exactamente iguales, algunas veces recibimos envíos parciales. Muchas otras cosas podrían hacer que este gráfico se vea más irregular de lo que se representa aquí.

6.5 - Tiempo de resurtimiento o replenishment ¹⁴

Los tiempos de resurtimiento, o los lead time del proveedor, son factor en la determinación de que tan seguido debe solicitarse material.

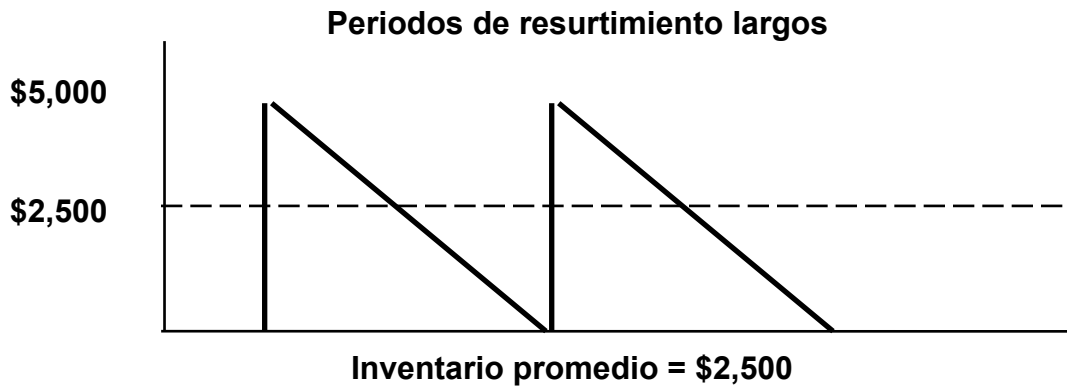
Las ordenes con un lead time largo nos sugieren también que deben de ser ordenadas grandes cantidades de producto teniendo así, costos de mantener inventario más altos. Igualmente tendremos menos ordenes de compra colocadas dado que las cantidades que son requeridas son más grandes.

Tiempos cortos nos sugieren cantidades pequeñas a ser ordenadas y costos de mantener el inventario bajos, pero se generan también más ordenes de compra. Tiempos de entrega muy cortos pueden dar lugar a pedir cantidades exactas en base a “solo-lo-que-se-requiera”.

La cantidad ideal a requerir es aquella cantidad en la cual el costo de colocar las ordenes de compra, igualan al costo de mantener un inventario.

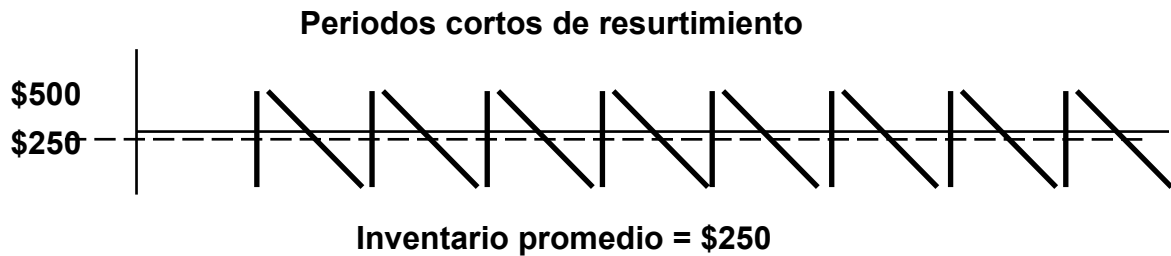
Veamos las gráficas siguientes:

¹⁴ Honeywell, Focus forecasting, Supply chain management programs, Perrysburg, USA, 2000, p 97



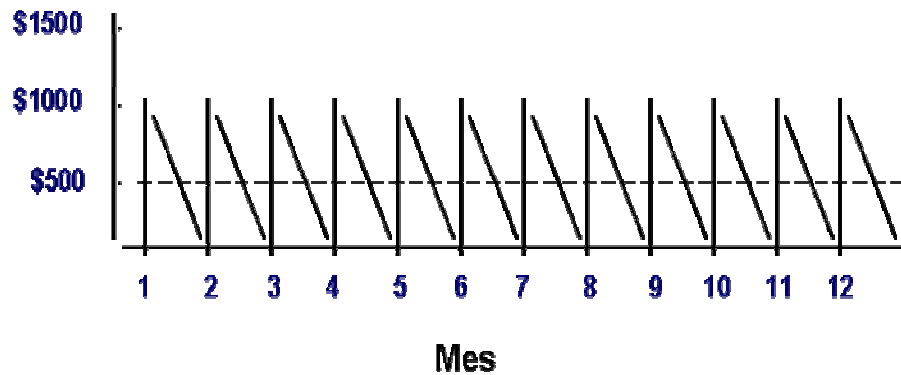
La gráfica superior nos muestra pocas ordenes o resurtidos, en cantidades grandes. Si se asume que el inventario se está utilizando de manera constante, el inventario promedio sería igual a la mitad de la cantidad máxima. Para una cantidad máxima de \$5.000 pesos. El inventario promedio sería de \$2.500 pesos.

0



Esta gráfica nos muestra ordenes o resurtidos mucho más pequeños con una cantidad máxima de \$500 pesos. El inventario promedio es de solamente \$250. Esto nos lleva a mantener un inventario menor en los ítems resurtidos de ésta manera, ya que el flujo de material es más constante.

¹⁵ Honeywell, Focus forecasting, Supply chain management programs, Perrysburg, USA, 2000, p98



Ventas = \$1.000 pesos por mes

Período de revisión = mensual

Tiempo de entrega = 1 mes

Inventario on-hand = \$1.000 pesos

Inversión promedio de inventario = \$ 500 pesos

La gráfica muestra la inversión de inventario cuando los pronósticos de los tiempos de entrega y la demanda son relativamente constantes. Podemos ver que el inventario promedio, o \$500 pesos, es igual a una mitad de la cantidad máxima de \$1.000 pesos.

Inversión de Inventario con un alto error de forecast en el lead time



Ventas = \$1.000 pesos por mes

Período de revisión = mensual

Tiempo de entrega esperado = 1 mes

Tiempo de entrega real = 0.5 mes

Inventario on-hand = \$1,000 pesos

Inversión promedio de inventario = \$ 1,000 pesos

Esta gráfica muestra cómo el inventario promedio puede aumentar si los lead time no son precisos. En este ejemplo, el tiempo de entrega previsto es de un mes pero el tiempo entrega real, es de medio mes.

Tan pronto como los \$1.000 pesos iniciales del inventario caen al punto de orden, se coloca una orden. Antes de que la demanda durante el tiempo entrega sea cubierta, se recibe una nueva orden en la mitad el tiempo normal, dando por resultado un nivel de inventario ahora de \$1.500 pesos, si la entrega sigue siendo siempre en la mitad del mes, el nivel se mantendrá en \$1.500 pesos.

Inversión de inventario con un lead time insuficiente



Ventas = \$1.000 pesos por mes

Período de revisión = mensual

Tiempo de entrega esperado = 1 Mes

Tiempo de entrega real = 1.5 meses

Inventario on-hand al inicio = \$1,000 pesos

Inversión de inventario promedio = \$500 pesos

Falta de material = \$2,000 pesos debido a tardanzas en el tiempo de entrega.

Este ejemplo muestra la consecuencia de no considerar un lead time suficiente. En un número de casos, el inventario se terminó. Las situaciones de falta de producto se demuestran como negativos en los períodos 2, 5, 8 y 11. Mientras que el inventario promedio se mantiene en aproximadamente \$500 pesos, hay escasez de producto sumando casi \$2.000 pesos debido a las demoras en las entregas.

Regresando a nuestro proceso, procedimos a clasificar los ítems también por proveedor, ya que a diferentes proveedores, teníamos diferentes tiempos de entrega.

Una vez clasificados por proveedor, se realizaron mediciones estadísticas para determinar nuestros tiempos de entrega, desde que se calculan los requerimientos hasta que el material ingresa en nuestro sistema. Hecho esto, pudimos determinar el inventario que deberíamos tener debido al lead time.

Estas cantidades a solicitar también se definían en días de inventario.

De esta manera teníamos ya el parámetro de cuantos días de inventario mínimo necesitábamos tener debido al tiempo de entrega de nuestros proveedores.

El siguiente paso, era conocer el inventario de seguridad que deseábamos mantener.

6.6 - Inventario de seguridad ¹⁶

“Una cantidad de inventario planeada para protegernos contra fluctuaciones e incertidumbre en demanda, tiempos de resurtimiento y otros”

Diccionario de APICS, 13va ed.

Dicho de otra manera, es una cantidad de inventario prevista exclusivamente para protegernos contra las fluctuaciones en la demanda o en el suministro. El inventario a tener debe mantener un equilibrio entre los costos, el de estar sin inventario y el de tener una cantidad grande de inventario (obsolescencia, robo, desperdicios, daño, etc.)

El inventario de seguridad de producto es la cantidad extra del mismo que se necesita para satisfacer la demanda y se utiliza para mantener un nivel aceptable de servicio al cliente, éste compensa la variabilidad en la demanda de productos y también, compensa el pobre desempeño de los proveedores.

El Inventario de seguridad o *safety stock*, se define como: ^{17 18}

Inv. seg = factor de servicio * desv. std de la demanda durante el tiempo de entrega

Haciéndose esto para cada uno de los sku de nuestro inventario.

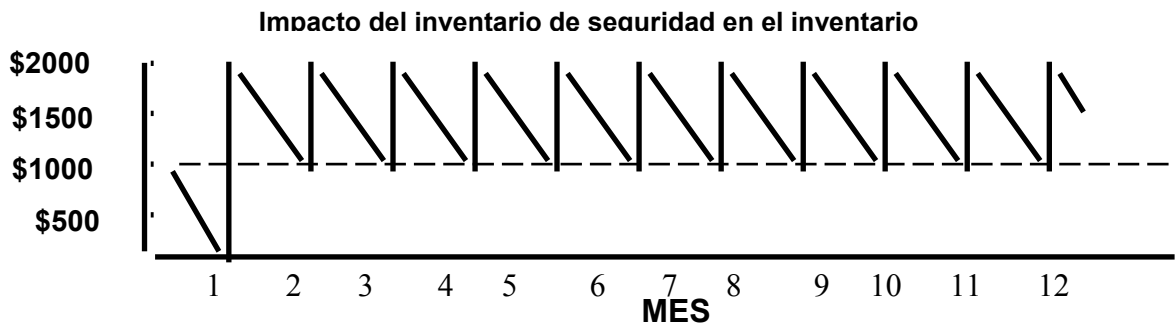
El inventario de seguridad es utilizado generalmente en producto terminado. Si se mantiene un inventario de seguridad de producto terminado, no hay razón para mantener un inventario de seguridad de materias primas o de componentes que sean necesarios para elaborar un producto.

Mientras más ítems o SKU se quieran proteger, más inventario de seguridad se tendrá.

¹⁶ Honeywell, Focus forecasting, Supply chain management programs, Perrysburg, USA, 2000, p80

¹⁷ Inventoryops.com, Optimizing safety stock, http://www.inventoryops.com/safety_stock.htm

¹⁸ Inv. Management review, http://www.inventorymanagementreview.org/2005/06/safety_stock.htm



Ventas = \$1,000 pesos por mes

Periodo de revisión = mensual

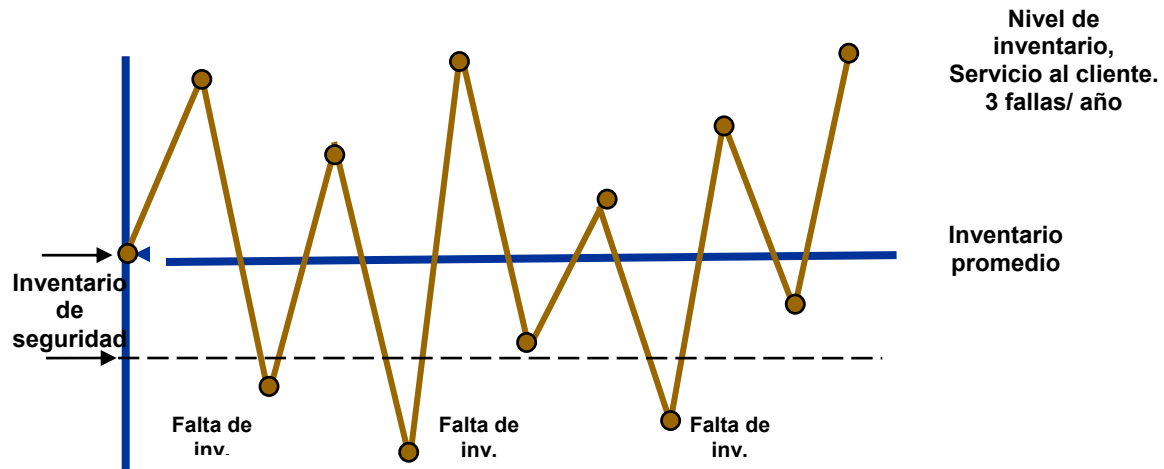
Tiempo de entrega esperado = 1 mes

Tiempo de entrega real = 1 mes

Inventario on-hand al inicio = \$1,000 pesos

Inversión de inventario promedio = \$1,500 pesos

Esta gráfica muestra el impacto de llevar un inventario de seguridad. El inventario promedio ahora contiene el nivel de inventario de seguridad. Puesto que el lead time se mantiene en un mes y la demanda es bastante regular, el inventario promedio es de \$500 pesos más los \$1.000 pesos del inventario de seguridad, es decir \$1.500 pesos.



Antes de aplicar éste inventario de seguridad, evaluamos el incremento (o decremento) que tendríamos en nuestro inventario. Este nos arrojaba un incremento de 3 DOS en nuestro inventario, siendo éste equivalente a 3.8 millones. Si bien nos daba el nivel de servicio que requeríamos, del 92%, el incremento del inventario iba en contra de los objetivos del mismo.

Así que decidimos utilizar otro parámetro para tener un inventario de seguridad.

Este otro parámetro era el término tiempo de seguridad. El tiempo de seguridad identifica un período del tiempo en el cual es necesario tener una cantidad extra de producto terminado para compensar las variaciones de la demanda y del suministro.

Como primera aproximación y dado que conocíamos el lead time por proveedor, decidimos que el inventario de seguridad fuera igual al lead time. Si teníamos una variación en la demanda, ésta debería ser del doble del tiempo de entrega para provocar un desabasto. Así que nuestro inventario de seguridad fue fijado igual que nuestro lead time, en un mes.

Acto seguido, usamos la clasificación ABC obtenida anteriormente para aplicar una cierta cantidad de días de tiempo de seguridad adicionales según fuera el caso.

Los DOS quedaron en 15, 12 y 8 para A, B y C respectivamente.

VII.- FASE DE OPTIMIZACIÓN IV

Sin embargo, recordando que el inventario de seguridad existe tanto por dicha variación en la demanda como por las variaciones también en el suministro, era importante tener mayor control y menor variación en el suministro. Esto lo resolvimos al negociar con nuestro proveedor más importante el método de resurtido.

Se sugirió tener un método de resurtido semanal, así nos era posible mantener un flujo suave y constante de material desde nuestro proveedor hasta nuestros clientes. Podíamos entonces recibir de manera constante y en cantidades “pequeñas” los ítems más vendidos. Los DOS entonces fueron revertidos, teniendo menos inventario en los sku más vendidos, quedando en 0, 2 Y 13 DOS adicionales al tiempo de entrega de los ítems A, B y C respectivamente.

Si bien nuestros costos de colocar las ordenes se incrementan por incrementarse su número, debido a que se hacen mediante un medio electrónico éstos eran mínimos comparados con el ahorro que podíamos tener al mantener menos inventario de los productos tipo “A” y “B”. Los gastos de transporte, aduanales, etc., eran los mismos solo que diferidos en 4 semanas en vez de sólo una.

Así que al hacer el balance de éstos, el resultado era positivo.

El coeficiente de variación calculado anteriormente también nos ayudó a tener otra mejora en nuestro sistema de planeación.

En aquellos productos con variación menor a 0.5, implementamos otro sistema de resurtimiento llamado “pull” . En este sistema de resurtimiento solo se solicita lo que se consume en un período determinado, no mantenemos permanentemente un cierto nivel de inventario.

El inventario de seguridad que necesitamos para estos productos es de solamente 14 dos, vs. 30 que teníamos originalmente, sólo para cubrir la posible

variación que ocurriera dentro de una semana. Esto solo se podía hacer en productos que no tuvieran grandes fluctuaciones en su demanda, ya que esto ocasionaría desabasto. Igualmente el cuidado que hay que tener es mucho, ya que la venta mensual depende de éstos productos y un desabasto sería catastrófico.

VIII.- FASE DE ESTABILIZACIÓN

8.1 - Conteos cíclicos

Implementamos un sistema de conteo cíclico, el cual nos ayudó también a estar seguros de que lo que decía nuestro sistema era lo correcto.

Los procedimientos del conteo cíclico se deben utilizar para medir la exactitud del inventario y para identificar resolver errores del inventario. Los resultados del mismo deben demostrar que los registros del inventario están entre el 95-100 % de exactitud para tener un inventario correctamente manejado. Este proceso de conteo cíclico debe sustituir eventualmente al inventario físico periódico.

La inexactitud del inventario puede causar condiciones de desabasto no anticipadas que dan lugar a embarques perdidos, costos de expeditaje, acumulaciones del inventario (no envíos = inventario), costos de tiempo extras y otras actividades que no tienen un valor agregado. Algunos otros resultados negativos son:

- exceso de material
- escasez de producto
- paros de producción
- fallas en la entrega al cliente
- fechas de entrega al cliente inexactas

Para mantener exactitud, llevamos a cabo auditorias periódicas, corregir los errores y analizar y corregir las causas raíz.

La responsabilidad para mantener registros precisos del inventario es entendida claramente por todos los individuos que controlan los mismos. Los inventarios incluyen las materias primas, producto terminado, WIP (work in process), y almacenes de producto para venta.

8.2 - Requisitos especiales del inventario de seguridad

Como en cualquier proceso, hay excepciones a las reglas, he aquí algunas de las que definimos:

- Por contrato con un cliente importante, se puede mantener una cantidad mínima de un ítem en especial, inclusive cuando no haya habido demanda en más de un año. Esta cantidad mínima se define en conjunto con el cliente, siendo generalmente una cantidad no mayor a \$2000 pesos en mercancía.
- Para un nuevo producto, mantenemos un inventario de 1 mes de inventario, según el pronóstico de participación en el mercado que elabora marketing. Esto es, se calcula cuál es el parque vehicular de cierto modelo y cuál es la participación en % de nuestra marca en el mercado. Se hacen algunas otras consideraciones como # de cambios anuales, reemplazos, etc. De esa manera se calcula cual es la venta esperada por mes la cual se mantiene en stock.

8.3 - Roles en la administración de inventarios ¹⁹

A continuación mostramos algunos de los roles que se deben de tener así como los responsables de llevarlo a cabo:

¹⁹ Honeywell, Material requirements planning, Supply chain management programs, Perrysburg, USA, 2000, p95

Qué	Quién	Fuente de decisión
Planeación	1.- Finanzas y ventas administran el plan total de ventas. 2.- Operaciones y administrador del inventario planean los niveles totales de inventario.	Datos históricos de ventas y retroalimentación de marketing. Registros de servicio e históricos.
Ejecución	3.- Administrador de inventario fija los niveles totales del inventario 4.- Compradores adquieren los artículos individualmente. 5.- Compradores aseguran la entrega de las necesidades 6.- El encargado del inventario mide funcionamiento	Reporte de inventario Reportes de los compradores Estados financieros

IX.- LECCIONES APRENDIDAS

Dentro de los primeros pasos en la implementación de cualquier sistema está la de fijación de metas o los objetivos que se pretenden conseguir, y ya una vez fijados éstos, buscar los métodos que nos lleven al cumplimiento de dichas metas y que mejor se adapten al tamaño de la empresa.

Durante algún tiempo no teníamos esas metas bien definidas por lo no se tenía el rumbo fijado.

Dentro de nuestro proyecto, se fijaron dichas metas y métodos para lograrlas. La parte más importante era obviamente la relación inventario – nivel de servicio.

Una vez fijados estos parámetros, se aplicaron los métodos necesarios, implementando éstos por etapas y obteniendo mediciones de la efectividad de los mismos en cada una.

Considero que una parte importante fue la estructuración de una correcta base de datos en la cual están incluidas todas las partes de que consta nuestro inventario.

Finalmente, después de la implementación de éstos métodos o procedimientos debe siempre de seguirse verificando la efectividad de los mismos. Las condiciones de mercado y de las empresas cambian y lo que fue bueno un tiempo, posiblemente en el futuro no lo sea.

SISTEMA DE PLANEACIÓN DE MATERIALES Y MRP

“MRP es un sistema que administra los requerimientos de materiales en un proceso de manufactura mediante un conjunto de técnicas que usa las listas de materiales, inventarios y el programa de producción maestra, para así calcular los requerimientos de materiales”¹

Los métodos de MRP usualmente definen lo que se necesita y cuando se necesita en base a los inventarios y las cantidades ya comprometidas del mismo por los pedidos de los clientes.

La planeación de requerimientos de materiales (MRP), se implementó con éxito desde 1961 por J. A. Orlicky. El hardware y el software para poder realizar esta planeación de una manera rápida y eficiente, llegaron a estar generalmente disponibles en los años 60, pudiendo éstos mantener una gran cantidad de registros y también usar técnicas complejas de planeación para los artículos utilizados tanto en las grandes empresas como en los pequeños fabricantes.²

La evolución de los softwares ha permitido que algunos paquetes de software de MRP coloquen automáticamente las ordenes de compra necesarias a proveedores designados previamente, por fax, e-mail, o EDI (*electronic data interchange*).

I.- FASE DE IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES

Nuestro sistema de planeación de materiales era y es hasta la fecha, un sistema híbrido. Tenemos un servidor tipo AS400 en el cual se almacenan nuestras

¹ Bilocon, MRP definition, <http://www.bilocon.com/new-mrp.html>

² Honeywell, Material requirements planning, Supply chain management programs, Perrysburg, USA, 2000, p1

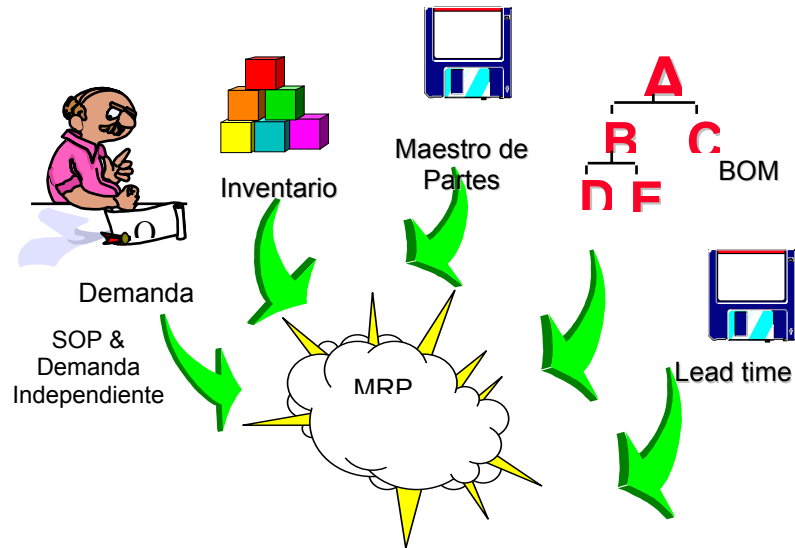
bases de datos (ventas, inventarios, backorder, costos, etc), mientras que todos nuestros cálculos son elaborados en hojas de excel. Cabe señalar que no contamos con un software especializado de MRP y por ello muchas de las características propias de los MRP no están disponibles para nosotros.

Los propósitos principales de nuestro MRP son los de proporcionar requerimientos detallados y programados de entrega a los proveedores, mantener alineados los programas de producción y materiales para una demanda cambiante y finalmente proporcionar la información necesaria para los planes de desarrollo de la capacidad de producción. Su objetivo es en resumen identificar las condiciones de falta y de exceso de inventario, o dicho de otra manera, “proporcionar la parte correcta, en la cantidad correcta, en el tiempo correcto”.

Para entender las variables que intervienen en nuestro cálculo de requerimiento de materiales, podríamos resumir la fórmula empleada de la manera siguiente:

1.1 - Cantidad de inventario que deseamos mantener:

$$\text{Cantidad de inventario que deseamos mantener} = \\ \text{Inventario en c. distribución} + \text{inventario en tránsito} - \text{demanda} - \text{backorder}$$



3

Esta ilustración muestra algunas de las entradas de datos a un sistema de MRP, las cuales se definen a continuación:

1.2 - Inventarios:

Los inventarios se pueden situar en muchas áreas, almacenes, WIP (work in process), proveedores, etc.

Los sistemas de administración de inventario de producto planean el tamaño total del inventario y los niveles de servicio a nuestros clientes, éstos determinan las prioridades y aseguran la entrega de mercancías.

Debemos procurar tener nuestros esfuerzos dirigidos hacia la administración de inventario ya que ésta intenta manejar el sistema que creó una necesidad del inventario.

El Inventario en el centro de distribución es el inventario en los diferentes almacenes en nuestro CD, solo se considera el producto en buen estado

³ Honeywell, Material requirements planning, Supply chain management programs, Perrysburg, USA, 2000, p25

El Inventario de seguridad (safety stock), es una cantidad de stock planeada a estar en el inventario para protegernos contra alguna fluctuación en la demanda o en el suministro.

Los requerimientos planeados se estimarán para asegurar que el inventario no este por debajo de la cantidad indicada como inventario de seguridad.

Los inventarios de seguridad deben ser creados debido a la incertidumbre de la demanda para un producto final o a la incertidumbre de la fuente de materia prima y de componentes. Pueden ser aplicados para productos que se fabriquen o que se compren y puede incluir artículos tales como calzas, cables, adhesivos, etc.

Como mencionamos anteriormente, este inventario de seguridad se puede traducir en lead time de seguridad.

“Lead time de seguridad es un elemento del tiempo que se agrega al tiempo normal de entrega de proveedor, para tener cierta protección en contra de las variaciones en el tiempo de entrega del mismo de manera que la orden pueda ser suministrada antes de la fecha en la que se va a ocupar realmente. Cuando ésta se utiliza, el sistema del MRP puede planear tanto la liberación de la orden (release) como la terminación de la misma para fechas anteriores a la fecha calculada. Algunos sinónimos son: tiempo de la protección y tiempo de seguridad”

Diccionario APICS, 138va ed

Dado que el lead time de seguridad da como resultado ordenar material antes de lo que realmente se necesita, generalmente dará como resultado un incremento en los inventarios.

Inventario en tránsito: Consideramos como material en tránsito todo material solicitado, que se nos haya o no embarcado. Sin embargo, debido a las limitaciones de nuestro sistema, sólo consideramos para propósitos de

planeación las últimas 5 semanas. Anterior a esa fecha, se verifica con el proveedor si los materiales han sido ya embarcados, y si no se cancela el balance, el cual generalmente, se trata de un backorder. Podemos tener producto que ya llegó físicamente a nuestro CD y no haya sido ingresado, producto que ya haya sido despachado por nuestros proveedores o inclusive producto no haya sido fabricado aún. Pero todo ello, en el futuro va a ser parte de nuestro inventario y por ello se necesita considerar. También lo conocemos internamente como saldos de proveedores.

1.3 - Demanda:

Las ventas de nuestros productos adicionando los faltantes que pudieron haber existido durante el mes. Sólo se considera el faltante en el último mes, ya que consideramos que ese faltante en el futuro se convertirá en venta también

Identifica la necesidad de una parte o de un componente en particular. Podemos tener los siguientes tipos de demanda: ^{4 5}

1.3.1.Demanda dependiente

Demanda para un artículo el cual se relaciona directamente o se deriva de la lista de materiales de otros artículos. Los ejemplos incluyen subensambles, componentes y materias primas.

1.3.2.Demanda independiente

Demanda para un artículo que no se relaciona con ningún otro artículo.

Los ejemplos incluyen artículos terminados y refacciones. Un artículo particular podría tener ambos tipos de demandas.

⁴ APICS, Basics of supply chain management, version 2.1, The educational society for resource management, Alexandria, USA, Ago 2001, p Cap2-8

⁵ APICS, Master planning of resources, version 2.1, The educational society for resource management, Alexandria, USA, Ago 2001, p-cap2-16,2-17

Las fuentes de la demanda incluyen:

- Pronósticos de ventas
- Pedidos de los clientes
- Requerimientos del almacén

EL SOP (Sales and operations planning) de la compañía es un conductor en los términos de los planes de producción y ventas desarrollados para los productos de la compañía. Los planes de la producción se disgregan en la planeación maestra de todos los productos que forman las familias. Si los planes de la producción no son precisos, la planeación maestra tampoco lo será.

1.3.3 Errores en la demanda - ejemplos de causas raíz⁶

- Carencia de apoyo de la alta gerencia para el planeador principal
- Carencia de/pobre proceso de SOP
- Definición confusa de roles y responsabilidades

Los papeles y las responsabilidades de los individuos que preparan planes, desde el personal de marketing y ventas hasta el planeador maestro, deben ser definidos claramente. El apoyo de la gerencia a las tareas del planeador maestro se debe de identificar mediante la entrada en vigor de las políticas y procedimientos.

Igualmente necesitamos el pronóstico de ventas lo mas exacto posible mediante el uso de un sistema de pronóstico de la demanda y crear los sistemas que apoyan la realineación de los recursos de la compañía debido a los cambios producidos en los mismos.

⁶ Honeywell, Material requirements planning, Supply chain management programs, Perrysburg, USA, 2000, p31

1.4 - Backorder:⁷

Es un término que se refiere al estado de los productos en una orden de compra, en el caso de que algo o todo el inventario requerido para cumplir con la orden no esta disponible.

1.5 - Evolución de las características del proceso de requerimiento de materiales.⁸

Las características de los procesos de planeación de materiales han cambiado a través de los años, algunas de las cuales eran las siguientes:

1.5.1 - Años 60's

- El cliente tenía poca opción – compraba lo que había
- Verificaba que no tuviera faltantes de materiales
- Todo se requería de acuerdo a una EOQ (economic order quantity)
- Siempre había algún pedido colocado
- Siempre se contaba con un inventario de seguridad
- Si se tenían problemas con algo, se colocaba una "etiqueta roja"
- Expeditar era el trabajo de todos los días
- La gerencia no entiende lo que sucede

1.5.2 - Años 70's

- Planeación de requerimientos de materiales
- La computadora decía que si teníamos
- Los BOM tienen errores y son los causantes de la falta de material
- Siempre los inventarios de seguridad y las EOQ están mal calculados
- Existe la "lista de faltantes"
- Almacenes bloqueados
- "Producción esta planeado mal"
- ¿Qué es la planeación maestra?

⁷ Wikipedia, Backorder, <http://en.wikipedia.org/wiki/Backorder>

⁸ Honeywell, Material requirements planning, Supply chain management programs, Perrysburg, USA, 2000,p 19-22

1.5.3 - Años 80's

- Planeación de los recursos de fabricación (MRPII)
- Medidas de desempeño
- Responsabilidad y calidad total
- Justo a tiempo
- Proveedores "asociados"
- Compartir los pronósticos
- Surgimiento en la organización de la administración de materiales
- Benchmarking

1.5.4 - Años 90's

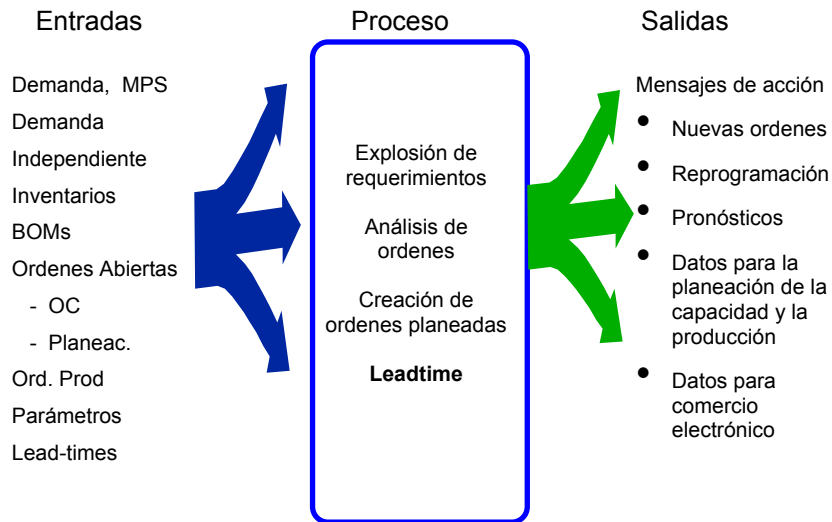
- Lean manufacturing (manufactura esbelta)
- Administración de la cadena de suministro
- Tecnología: Herramienta para apoyar los objetivos del negocio
- Gente: Educada y motivada
- Clientes satisfechos
- Calidad total (TQ) e ISO 9000
- Comercio electrónico (EDI) e internet
- Almacenamiento con proveedores

Los sistemas del MRP balancean demanda y suministro dentro de un período de tiempo dado. La demanda consiste en pronósticos, pedidos del cliente, ordenes intercompañía, requerimientos de ingeniería, repuestos, etc.

El suministro puede provenir de 3 fuentes; artículos que ya estén en inventario, recibo de las ordenes de compra que ya se han colocado, y recibo de las ordenes que aun no han sido lanzadas.

Los sistemas del MRP balancean constantemente la demanda contra el suministro y al hacer eso, generan mensajes referente a las ordenes que deben de ser expeditadas, des-expeditadas o canceladas.

Análisis general de un proceso de MRP



9

El sistema continúa con esta función de balanceo hasta que las fechas futuras de las ordenes se convierten en actuales y estas ordenes son solicitadas.

La integridad de los datos de la salida del MRP tiene una correlación directa con las entradas de datos. Todos los elementos de la entrada son utilizados por el sistema. Los sistemas del MRP hacen lo que se suponen deben de hacer muy bien y ése debe de verse reflejado en los números. Sin embargo, las entradas con una integridad cuestionable o pobre en sus parámetros hacen que el sistema muestre datos erróneos.

Los problemas en el MRP son raramente debidos al "*Sistema*" sino debidos a una pobre integridad de datos. Esencialmente, si en un sistema "entra basura " "sale basura"

⁹ Honeywell, Material requirements planning, Supply chain management programs, Perrysburg, USA, 2000, p73

II.- FASE DE IMPLEMENTACIÓN I

Nuestros principales productos, estaban duplicados dentro de nuestro maestro de partes. Debido al origen de éstos, contaban con una clasificación llamada “línea”. De esta manera, un mismo producto que tenía 3 orígenes (importado EU, importado Sudamérica, nacional), podía tener también 2 o 3 líneas. Sin embargo al estar en 3 líneas diferentes, los nombres o códigos de identificación eran diferentes. Es decir, un producto “A”, podía tener los códigos 110XXX, 111XXX y 114XXX, tratándose realmente del mismo producto.

Esto nos ocasionaba problemas, ya que perdíamos visibilidad tanto en el inventario disponible, como en su demanda y en el producto que podía estar en backorder.

Un mismo producto, podía tener al mismo tiempo inventario en exceso en un código y estar en backorder en otro. Igualmente las demandas para el mismo producto podían ser diferentes.

2.1 - Maestro de partes: ¹⁰

El maestro de partes, contiene típicamente datos referentes a la identificación y descripción de los materiales, así como valores de control.

Definiendo valores de control como aquellos parámetros necesarios para el cálculo del requerimiento de materiales, como por ejemplo: clasificación ABC, múltiplos y unidades de compra, precio de compra, familia, etc.

Es imprescindible que toda la información principal de las partes esté correcta. Pueden incluirse algunos renglones adicionales tales como especificaciones, herramientas requeridas para producir el artículo, códigos del comprador y del planeador, etc.

¹⁰ Honeywell, Material requirements planning, Supply chain management programs, Perrysburg, USA, 2000, p52

El archivo principal debe contener toda la información usada por el sistema para los propósitos de suministro y fabricación.

Igualmente, se deben incluir las unidades de compra, venta, almacenaje etc. Para cualquier artículo, estas unidades pueden ser diferentes. La unidad de medida de compra puede estar en barriles, almacenaje en galones, y la unidad de venta en envases de 1 litro.

Generalmente el maestro de partes contiene datos de:

- Nombre o número y descripción de pieza
- Familia o tipo de la parte
- Código de compra o fabricación, origen
- Tamaño del lote de fabricación o compra
- Tiempo de entrega
- Costos
- Unidad de compra o venta

Así que nuestro primer paso, fue homologar en un solo código las ventas, inventarios, inventarios en tránsito y backorders.

Para esto se preparó un archivo en excel con las ventas de los miles de códigos y manualmente se fueron sumando los que eran iguales.

Posteriormente se envió ese archivo a nuestro departamento de sistemas y se subió al mismo toda la información.

Todas las ordenes de compra fueron canceladas y se generaron otras, conteniendo ya los códigos nuevos.

De la misma manera se cambiaron de un código a otro los inventarios y los backorders.

Todo este proceso fue laborioso tan sólo con la consolidación de la información en excel. Un reto adicional era el de hacer este proceso y verificarlo en un tiempo no mayor a 2 días, ya que durante el mismo, no se podía facturar ni recibir ningún producto.

Dentro de los primeros hallazgos al tener ya consolidada ésta información fue que efectivamente, había falta de material (backorder) por tener inventarios asignados a números que no se vendían (error en captura de información al no saber a que código asignar una venta o un ingreso de material). Igualmente había falta de material al no considerar la demanda del mismo producto, pero bajo otro código.

Encontramos inversamente, pedidos duplicados, inventarios en exceso, etc.

Este fue un punto importante ya que mucho “ruido” fue eliminado con éste paso.

En ese tiempo ocupábamos un algoritmo bastante simple, el cual consideraba las siguientes variables:

- Inventario on-hand
- Pronóstico de ventas
- Saldos
- Backorder

Se hacía un balance de material y se sabía cuantos meses de inventario teníamos.

A esto adicionábamos un mes de inventario y se colocaba el pedido. Este cálculo se realizaba una vez al mes ya que los pedidos eran mensuales.

Algunas desventajas de este proceso eran:

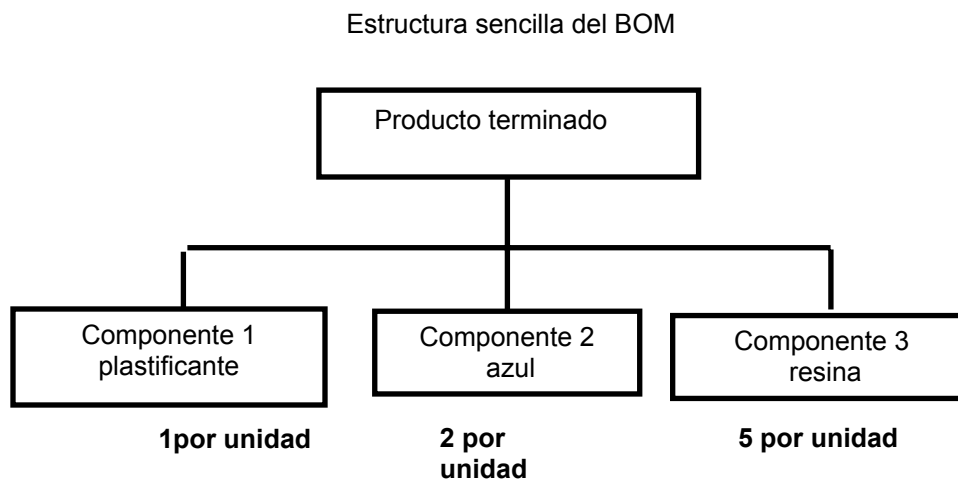
- Los pedidos eran mensuales, muy espaciados, de manera que no era posible tener una reacción inmediata a una disminución o incremento en las ventas.
- Todo el producto tenía la misma prioridad, (no había ABC)
- Poca precisión en los pronósticos de ventas, no se tenía un software adecuado.
- No teníamos control del inventario, se tenía lo que se tenía sin saber cuánto era lo adecuado o necesario.

De la misma manera algunos productos cuentan con una lista de materiales o bill of materials.

2.2 - Lista de materiales o bill of materials: ¹¹

*“Un **BOM o lista de materiales**, es una lista de todas las materias primas, componentes, sub-ensambles parciales y ensambles requeridos para producir un producto “padre”, al igual que las cantidades requeridas de cada uno. Una lista de materiales puede ser llamada también fórmula, receta, o lista de ingredientes en ciertos procesos de la industria”*

Diccionario de APICS, 13va ed.



Todos los artículos en un BOM tienen como mínimo, una descripción, un número de parte y cantidad requerida de cada artículo; y se utiliza conjuntamente con el plan de producción principal para determinar los artículos para los cuales deben de ser lanzadas las ordenes de compra.

Existen una variedad de formatos para las listas de materiales, incluyendo listados de un nivel, listado modular del material, matriz de materiales, lista de materiales costeadas, etc.

¹¹ Honeywell, Material requirements planning, Supply chain management programs, Perrysburg, USA, 2000, p36-49

La exactitud de BOM es de importancia extrema y debe ser de al menos el 98%., igualmente se debe verificar mediante un proceso de auditoria eficiente.

En nuestro caso, es igualmente importante, ya que nuestras promociones generalmente son para nuestros clientes de retail y por lo tanto, antes de cualquier promoción, es necesario contar con todos los componentes de las mismas.

Los BOMS deben mantenerse siempre actualizados. Algunas razones para un cambio en un BOM son:

- Corregir errores en la configuración
- Eliminación de viejos componentes
- Facilidad para su fabricación
- Cambios de materiales por mejoras o cambios del proveedor

Los cambios se enumeran como clase uno o clase dos.

- Los cambios clase uno son obligatorios puesto que puede haber un peligro en la seguridad que debe de ser corregido o que la unidad no este trabajando o no este trabajando apropiadamente.
- Un cambio de clase dos es uno que mejorará un cierto aspecto del producto tal como su operación, aspecto o tamaño y/o reduce su costo, etc. Este cambio se puede realizar en cualquier momento, generalmente cuando los inventarios de materiales existentes necesitan ser utilizados para arriba antes de poner el cambio en ejecución.

Si bien solo tenemos BOM en los sku llamados “de promoción”, no impactando en el presente trabajo, si es conveniente mencionarlo ya que es una parte importante de los MRP vigentes.

III.- FASE DE IMPLEMENTACIÓN II

Una vez identificadas nuestras carencias, los siguientes pasos en ésta etapa fueron:

- Cálculo de los DOS, se definieron tanto los DOS reales como los objetivos. Una vez adoptada esta medida, se cambio el algoritmo para mantener en inventario una cantidad fija de DOS y calcular los requerimientos en base a éstos.
- Se adicionó la clasificación ABC, para poder calcular a diferentes DOS los requerimientos de los ítems de acuerdo a ésta clasificación.
- Se incluyeron fórmulas para ajustar las cantidades requeridas a cajas completas.
- Se hacía corridas semanales, ya que se cambió la planeación de mensual a semanal.

Para ajustar el inventario de seguridad, se realizaron estudios estadísticos para determinar cuál era el lead time de entrega de nuestro proveedor principal.

El tiempo de entrega o lead time, (LT) representa el lapso de tiempo requerido para realizar un proceso o una serie de operaciones.¹²

Se muestran las 3 categorías principales de los lead time que los sistemas de MRP utilizan en la planeación y actividades posteriores.

- Fabricación: Tiempo total requerido para producir un artículo
- Proveedor: La cantidad de tiempo que transcurre normalmente entre el tiempo en que el proveedor recibe la orden y el tiempo en que se envía la misma.

¹² Honeywell, Material requirements planning, Supply chain management programs, Perrysburg, USA, 2000, p 57- 60

- Administrativo: La cantidad de tiempo tomada por el planeador y/o comprador para dar/colocar/release una orden. Este tiempo se utiliza para analizar y procesar la documentación.

Dentro de nuestro lead time total, existen los siguientes tipos:

- El LT administrativo: se refiere a las actividades requeridas para calcular una orden de compra.
- LT del planeador/comprador para liberar/colocar la orden.
- LT del proveedor: incluye el tiempo en que nuestro proveedor tarda en procesar y embarcar una orden a nuestro almacén.
- LT de cruce: es el tiempo que tarda en cruzar la aduana un transporte con nuestro material.
- LT de recepción: Es el tiempo necesario para descargar un trailer, contar/verificar cantidades e ingresarlo al sistema.

Comenzamos a llevar un registro de cada uno de los tiempos ocupados en este proceso, desde el principio hasta el final del mismo.

Una vez identificados, el primer paso fue fijar el inventario de seguridad o lead time de seguridad en los días que tardábamos en traer el producto.

El siguiente paso el cual hasta la fecha continua, fue el comenzar a recortar los diferentes lead time.

Con 2 acciones, reducimos 4 días estos DOS:

- Haciendo que las actividades administrativas del siguiente paso sean hechas mientras la operación presente se esta terminado, en otras palabras, hacerse en paralelo.
- Tener proveedores calificados, de manera que el material se recibe y es enviado directamente a su punto de uso, evitándose los pasos de recepción, inspección y almacenaje.

Las ordenes de compra son escalonadas, es decir, las 6 ordenes de compra semanales se colocan en 3 días diferentes, de manera que el surtimiento de las

órdenes por parte de nuestro proveedor se realiza en tres días diferentes y no todas en uno sólo.

Sin embargo el estudio continuó, ya que un DOS equivale en nuestras condiciones actuales de inventario a 1.2 millones de pesos.

IV.- FASE DE IMPLEMENTACIÓN III

Dentro de nuestro MRP, una parte importante es el cálculo del pronóstico de la demanda ya que en base a ella, se hacen los cálculos de lo que requeriremos a futuro.

En nuestro caso como ya señalamos, el pronóstico que usamos es calculado por un software llamado Forecast X.¹³ Este pronóstico es calculado cada trimestre y aplicado al mes requerido. Sin embargo, la variación de la demanda que tenemos en los ítems tipo C, hacían muy difícil el cálculo de los requerimientos.

Para tener visibilidad de dicha variación, se adicionaron a nuestro MRP los datos de los últimos 4 meses y se comparan con el pronóstico calculado.

Si la diferencia, sea positiva a negativa es igual o mayor al 50%, se envía un mensaje y se corrige manualmente. De esta manera comenzamos a tener visibilidad de la variación mensual en estos ítems.

De la misma manera, notamos que existía una variación total de las ventas de un mes a otro mes para ciertos ítems, también tipo "C".. Es decir, que los rangos eran de 0 a X y viceversa y por lo tanto aquí los promedios de ventas no eran tan útiles.

¹³ Ross, Julie, Forecasting tool propels planning accuracy, Integrated solutions magazine, June2004

En vez de calcular el requerimiento en base a un pronóstico de venta, se comenzaron a calcular en base a un máximo de venta en un período de 6 meses, requiriendo solamente dicha cantidad.

Este procedimiento se sigue para los ítems C, pero con ventas registradas en 2 meses o menos dentro de los últimos 4.

Otra entrada en términos de la demanda son las solicitudes de compra “únicas” que de tiempo en tiempo nos solicitan los clientes directamente o algún vendedor. En este caso, se anota la cantidad solicitada la cual se adiciona al requerimiento calculado, sin interferir en el pronóstico de venta de manera que éste no se vea inflado.

Del mismo modo, la demanda nos señala los productos en exceso, lento movimiento y obsoletos.

Por definición de nuestra casa matriz, se definen de la siguiente manera:

Lento movimiento: Más de 180 días de inventario

Exceso A: más de 360 días de inventario, pero menos de 720

Exceso B: más de 720 días de inventario.

Obsoleto: ítem que no tenga ventas registradas durante más de 12 meses o que haya sido ya discontinuado de nuestros catálogos.

En esta etapa, disminuimos el inventario de ciertos ítems basado en el movimiento que tenían. Si bien éstos eran tipo C, la variación que tenían en las ventas hacía poco costeable el mantenimiento de varios días de inventario de éstos. En lugar de esto, se identificaron éstos ítems y se comenzaron a solicitar solamente bajo pedido, dando un tiempo de entrega de 3 semanas.

Con esto, eliminamos alrededor de 400,000 pesos de nuestro inventario.

V.- FASE DE IMPLEMENTACIÓN IV

En esta etapa adoptamos para ciertos tipos de productos un reabastecimiento tipo *pull*.

El método *pull* se basa esencialmente en solicitar solamente las cantidades demandadas en un cierto período de tiempo. Para esto, es necesario que no solamente la demanda mensual sea estable, sino inclusive que la demanda diaria o semanal también lo sea, ya que lo que se pretende es mantener un inventario de seguridad mínimo y un pico de venta puede causar desabasto en el inventario, aún cuando el promedio de la demanda mensual sea constante.

Para esto hicimos un análisis de venta mensual y posteriormente un análisis de venta semanal.

Para aquellos artículos cuya demanda semanal fuera estable con un coeficiente de variación no mayor a 0.5 era posible utilizar el método *pull*. Recordemos que:

$$CV = \text{Desviación STD} / \text{la media de los datos}$$

En este caso no importaba ya la clasificación ABC de los mismos.

Recordando que nuestro inventario esta subdividido en 2 partes principales; inventario de seguridad e inventario de desfasamiento, el inventario de seguridad lo fijamos en cero, manteniendo solamente el inventario correspondiente al lead time del proveedor, es decir de desfasamiento.

Estos artículos eran, como se mencionó también, los productos de mayor demanda y de los que más teníamos inventario.

Con éste tipo de resurtimiento, la disminución de nuestro inventario fue de aproximadamente 4 millones de pesos mensuales, dando un ahorro de 48 millones al año.

VI.- FASE DE ESTABILIZACIÓN

6.1 Salidas de nuestro MRP ¹⁴

A pesar de que no contamos con un software de MRP en forma, tratamos de hacer que nuestro MRP excel se pareciera lo máximo a un software de éste tipo. Por ello también contamos con lo que se conoce en los MRP como “salidas”.

Salidas primarias:

Las salidas primarias de nuestro sistema de planeación o MRP excel son avisos o sugerencias de requerimientos. Dichos avisos se transforman en ordenes planeadas para comprar. Se recomiendan ajustes a dicha ordenes cuándo éstas deben de ser movidas o expeditadas, desexpeditadas o canceladas.

El resto de las salidas de nuestro MRP se presentan en forma de informes de varias clases, algunos comunes en la industria como reportes de inventario, reportes de compras mensuales proyectadas y otros especiales de acuerdo a las solicitudes de otras áreas.

Los grandes sistemas de MRP, para compañías con ventas sobre los \$100 millones de dólares anuales, pueden proporcionar fácilmente cientos de reportes. De la misma manera, algunos sistemas del MRP permiten que los usuarios seleccionen los datos que desean que aparezcan en sus propios reportes. Las categorías de estos reportes, generalmente caen dentro de las áreas de compras, piso, inventarios, etc.

Algunas de éstas salidas son:

- Avisos de liberación de orden
- Avisos de reprogramación
- Avisos de cancelación
- Análisis del estado de la orden

¹⁴ Honeywell, Material requirements planning, Supply chain management programs, Perrysburg, USA, 2000, p 74 - 82

- Proyecciones del control de inventario
- Reportes de compromisos de compra
- Reportes de desempeño

6.2 Métricas

Nuestro sistema en un principio solo calculaba los requerimientos necesarios para cubrir la demanda de producto. Sin embargo, poco a poco se han ido añadiendo diversos reportes y métricos los cuales nos permiten tener un control del sistema de planeación y de nuestros inventarios.

Los más útiles son:

- Inventarios en pesos:
Este nos indica por familia de producto, la cantidad de inventario on-hand, en transito, los pronósticos de compra de material a 30,60 y 90 días y también los pronósticos de inventario al cierre de cada mes. La visión que tenemos es 90 días, lo cual creemos es suficiente para tener una visión del futuro.
- Inventarios en días de inventario:
Este nos señala en días de inventario, los pronósticos del mismo a 30 60 y 90 días. Adicionalmente nos señala el # de skus en planeación así como las unidades y pesos por familia.
- Seguimiento de items en exceso, lento movimiento y exceso:
Este reporte se ocupa para conocer la disminución de los items en piezas y pesos de los artículos considerados de lento movimiento, exceso u obsoletos. De acuerdo a éste, se toman las acciones necesarias para seguir reduciendo el mismo.
- Line-fills, unit-fills y OTTR:
Representada en forma de gráfica, ésta nos muestra los índices de cumplimiento a nuestros clientes y de acuerdo a ella, se toman las acciones necesarias para seguir con el incremento del mismo.

Este tema se trata con más detalle en el capítulo de servicio al cliente

- Ventas históricas mensuales:

Este gráfico nos muestra la comparación entre los pronósticos de ventas mensuales y las ventas reales obtenidas en el mes. Recordemos que nuestros niveles de inventario están calculados de acuerdo a una demanda. Un aumento en las mismas se debe de ver reflejado en los inventarios. Aquí podemos observar tendencias de venta, estacionalidad, etc.

6.3 Políticas de ordenes y entregas

Estas nos indican, la forma de ordenar y recibir nuestros materiales.

Son necesarias ya que homologan criterios en la realización de las actividades de planeación. Algunas de ellas son:

- Definición de la clasificación ABC
- Métodos de calculo de tamaño de lote
- Tamaño del requerimientos o ajuste del mismo
- Inventario de seguridad
- Tiempos de entrega

Es necesario hacer una revisión periódica a las políticas de las ordenes de compra, haciendo o recomendando los cambios a las políticas en base a la cantidad de modificaciones hechas a las ordenes planeadas.

Igualmente es recomendable revisar los lead time de las diferentes etapas de nuestro proceso. De acuerdo a estas revisiones, podemos mejorar nuestros niveles de inventario y nuestros niveles de servicio al cliente.

Hay que recordar sin embargo que deben de realizarse solamente aquellas actividades que agreguen valor al proceso, trabajando en los artículos y acciones de prioridad para la empresa.

6.4 Análisis de las ordenes calculadas

No olvidemos que el MRP solo sugiere las cantidades a ordenar de los diferentes items que pueda tener cualquier empresa.

Siempre es necesario analizar las ordenes sugeridas por el MRP ya que por tratarse de un algoritmo matemático, es posible que no todos los parámetros hayan sido considerados en el mismo.

Los sistemas MRP analizan los datos actuales para ver si las ordenes todavía están correctas en cantidad o en tiempo. El proceso del MRP genera estos mensajes basados sobre el estado de la orden y si algo no está correcto, el MRP recomendará los cambios para el planeador de materiales, para adelantar, atrasar, cancelar, aumentar la cantidad, o disminuir la misma. El planeador siempre tiene la opción de incrementar o disminuir manualmente una orden basada sobre una revisión de requerimientos y en los términos de negociación con los proveedores o con la planta.

Después de poner en firme una orden, (es decir darla a conocer al proveedor mediante un documento, electrónico o físico, indicando cantidades, fechas, materiales, etc requeridos) el MRP puede solamente hacer recomendaciones tales como mover las fechas de entrega de las ordenes, posponerlas, o cancelar la orden. Estos cambios deben de hacerse manualmente por el planeador de materiales. Por ejemplo, cuando el cálculo de los requisitos nos da "negativos", verificamos si existe material ya programado por recibirse en el futuro, en cuyo caso generan un mensaje de "no solicitar".

Los mensajes de ajuste en la cantidad incluyen:

- a) aumento la cantidad,
- b) disminución la cantidad
- c) cancelación de la orden.

Si una entrega esta ya programada y los requerimientos están satisfechos con el inventario existente, pero existen requerimientos futuros, se creará un mensaje de “reprogramar” la orden a una fecha futura en la cual ésta ya sea necesaria. Si no hay un requerimiento futuro, los mensajes serán creados "para cancelar" o reducir la cantidad en una orden abierta si ésta existe.

6.5 Mensajes de acción ¹⁵

Mensajes de liberar/colocar una orden

Los mensajes de fabricar o comprar generados indican la liberación de una compra específica o que la fabricación debe de ser ya efectuada.

Puesto que un sistema del MRP sabe cuándo las ordenes de compra o de fabricación deben de ser lanzadas, está en una posición de desplegar mensajes para ese efecto. Respondiendo a estos mensajes de una manera oportuna, las demoras en lanzamientos de ordenes es reducida al mínimo y la eficacia de los operadores se mejora.

6.6 Filtros

Los mensajes están controlados generalmente por un filtro ajustable para reducir al mínimo los cambios de menor importancia. El filtro se puede fijar por el usuario a un nivel de problema el cual deba de ser reportado. Por ejemplo, “déjame saber de cualquier cambio recomendado que implique 5 o más días de inventario”, o ”si el cambio de programación es de menos de 5 días, no lo reportes”, etc.

¹⁵ Honeywell, Material requirements planning, Supply chain management programs, Perrysburg, USA, 2000, p 80

Los parámetros de los filtros son determinados por los usuarios y éstos nos dan la capacidad de fijar parámetros en nuestro sistema para reducir el “nerviosismo” del sistema.

Algunos de los filtros más comunes son:

- Ajuste de la cantidad, incremento/disminución/cancelación
- Adelantar
- Atrasar

*“El **nerviosismo** se define como la característica de un sistema del MRP en el cual un cambio mínimo en los registros de alto nivel (por ejemplo nivel 0 o 1) o el plan de fabricación principal, causa cambios significativos en cantidad o tiempo de entrega en un nivel inferior (por ejemplo nivel 5 o 6)”*

Diccionario de APICS, 13va ed

Una reducción en el "nerviosismo" del sistema de MRP puede ser lograda ajustando los filtros, las políticas de la orden, y los lead time.

6.7 Otros métodos para calcular los requerimientos¹⁶

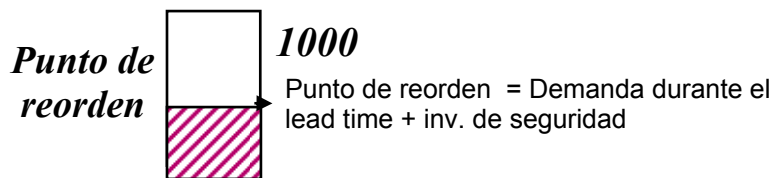
Nuestros dos problemas en la administración del inventario son en primer lugar, conocer cuánto ordenar y en segundo lugar, cuándo ordenar. Existen otros métodos para satisfacer las demandas, los cuales se relacionan con la determinación de cuando ordenar.

1. Punto de reorden
2. Sistema de 2 contenedores
3. Kanban
4. De revisión periódica (del panadero)

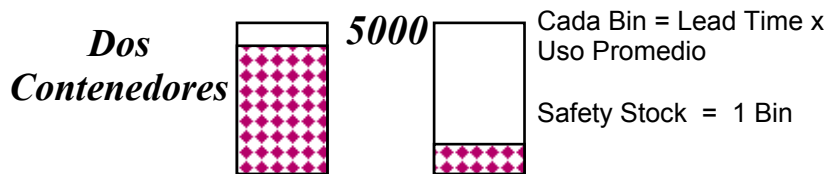
¹⁶ Honeywell, Material requirements planning, Supply chain management programs, Perrysburg, USA, 2000, p 84-85

6.7.1 Punto de reorden; también conocido como punto de orden, se refiere a fijar un nivel de inventario donde, si el inventario total disponible más lo que está ya ordenado llega o está por debajo de ese punto, se toma la acción de rellenar el inventario.

El punto de orden es igual a la demanda del artículo durante el tiempo de entrega más el inventario de seguridad. La demanda durante tiempo de entrega está basado en datos históricos, el punto de orden por lo tanto es referido como un método estadístico.



6.7.2 En un sistema de dos contenedores, las piezas se utilizan a partir de un “compartimiento”. Cuando se termina uno de ellos, se toman las piezas del segundo compartimiento y al mismo tiempo se coloca una orden para rellenar el primero. Una vez vaciándose el segundo compartimiento, se repite el proceso.



6.7.3 Kanban; se refiere a un sistema tipo pull, en el cual el material de un proveedor o de una operación de manufactura es entregada solamente cuando otra operación o el cliente, si éste es el usuario final, la solicita. Históricamente, Kanban se ha representado mediante una notificación física, una tarjeta o

inclusive un envase vacío en el lugar en donde se necesita algún material. Actualmente tienen el significado de señalar la necesidad de un inventario.¹⁷

La cantidad de material “jalado” es determinado de acuerdo al cómo esta planeada la fabricación, en unidades sencillas, cantidades estándares del contenedor, producción modelo mezclada, etc.¹⁸

Kanban



Kanban = lead Time x uso promedio
No hay inventario de Seguridad.

6.7.4 La revisión periódica se refiere al procedimiento en el cual los proveedores regularmente programan visitas a los almacenes de la compañía, tal y como los panaderos hacen para las tiendas de abarrotes, para revisar las cantidades del material en el inventario. Los artículos que tienen un nivel por debajo del designado son rellenados y entonces una factura es enviada a la compañía.

Los métodos 1, 2, y 3 pueden trabajar dentro o fuera de un MRP. También se basan en la premisa de que los lead time son cortos y que el costo de las partes son bajos de manera que los inventarios de seguridad pueden ser mantenidos sin problemas de flujo de efectivo.

El punto de reorden y el de los 2 compartimientos, identifican cuando solicitar más material siendo la cantidad a ordenar determinada previamente. Pueden ser usadas varias aproximaciones diferentes, tales como la cantidad de orden económica (EOQ), tamaños fijos lote, tamaños promedio de contenedores, la cantidad semanal de fabricación, etc.

¹⁷ Inventory Ops.com, dictionary, <http://www.inventoryops.com/dictionary.htm>

¹⁸ Honeywell, Lean Manufacturing, Supply chain management programs, Perrysburg, USA, 2000, p, 17,18

En el método 4, el proveedor tiene la responsabilidad de resurtir producto sin ninguna notificación previa por parte del sitio o cliente.

Es recomendable que la cantidad obtenida sea revisada cada 3 meses para verificar si se deben de hacer algunos ajustes.

Igualmente podemos usar una combinación de técnicas como se ilustra en la figura siguiente:



19

Los métodos Kanban y MRP son los usados por nosotros. Con el método Kanban hemos controlado los items que más inventario (y ventas) representan para nosotros. Las ventajas son las explicadas a lo largo del presente trabajo.

Los sistemas EDI al igual que los intradivisionales involucran sistemas de comunicación (IT) más sofisticados. Estos nos permitirían comunicarnos con las armadoras y grandes cadenas de autoservicio para conocer sus necesidades rápida y efectivamente.

¹⁹ Honeywell, Material requirements planning, Supply chain management programs, Perrysburg, USA, 2000,p 86

En este momento, estamos trabajando para en un futuro poder hacerlo, sin embargo aun no contamos con la infraestructura para ello.

El sistema del panadero, el cual se basa esencialmente en visitar a los clientes e ir surtiendo el producto necesario, no lo aplicamos ya que no contamos con una flotilla de vehículos para éste propósito. Nuestra forma de vender es la de recibir por parte de nuestros clientes sus requerimientos en base a su propia verificación de inventarios.

6.8 Roles y responsabilidades ²⁰

Gerente de materiales

- Establecer las políticas/procedimientos del MRP
- Asegurar la disponibilidad de material
- Supervisar el cumplimiento de las políticas del MRP
- Encontrar las causas raíz del nerviosismo en el sistema y trabajar para minimizarlo
- Facilitar la interfase entre planeador maestro/planta/otros generadores de demanda independiente/clientes.

Administrador del inventario

- Desarrollar políticas/procedimientos de administración de materiales
- Realizar análisis del ABC (periódicos)
- Preparar informes de inventarios (mensuales)
- Llevar a cabo análisis de variación de inventarios para planear y pronosticar los mismos.
- Asegurar que las reservas del inventario sean adecuadas y apropiadas

²⁰ Honeywell, Material requirement planning, Supply chain management programs, Perrysburg, USA, 2000, p 93-95

- Asegurar que la revisión y la disposición del material obsoleto y en exceso se realice de manera oportuna

Comprador

- Revisar los requerimientos de compra
- Colocar las ordenes y expedirlas de ser necesario
- Ejecutar los cambios en las ordenes de compra
- Emitir y analizar cotizaciones
- Entrevistarse con proveedores
- Visitar las instalaciones de los proveedores
- Apoyar el desarrollo de nuevos proveedores
- Apoyar el desarrollo de las sociedades con los proveedores
- Apoyar las negociaciones de contratos a largo-plazo
- Apoyar los proyectos de reducción de costos

Planeador

- Analizar las corridas del MRP
- Originar las ordenes de compra previas o de fabricación si es ese el caso
- Crear los requerimientos de compra
- Interrelacionarse con ingeniería
- Interrelacionarse con las operaciones del sistema
- Revisar la disponibilidad de capacidad de planta y sus materiales
- Planear la introducción de nuevos productos
- Revisar el impacto de los rechazos, analizar el exceso de inventario
- Manejar la inversión en el inventario
- Participar en la reducción de los diversos lead time del proceso

Ambos

- Comunicar los problemas potenciales
- Solucionar los problemas (bomberazos)
- Realizar las funciones administrativas
- Generar los informes

- Supervisar al personal

Planeador / Comprador

- Reprogramar/atrasar - primera prioridad. Esto reducirá los mensajes falsos de expeditar para los niveles inferiores
- Cancelar/reducir la cantidad en las ordenes - segunda prioridad. Esto reducirá la demanda falsa para los niveles inferiores
- Cambiar-adelantar (expeditar) - tercera prioridad. Éstos deben ser mensajes válidos.

6.9 Madurez del proceso

Podemos decir que tenemos un proceso maduro cuando tenemos ya una política aprobada del MRP y además esta incorporada en la cultura a través de todas las áreas.

Debemos de tener ya un proceso de planeación de materiales el cual sincroniza efectivamente el suministro y la demanda dentro de políticas establecidas de las ordenes de compra sobre una base semanal o inclusive más frecuente. Dicho proceso tiene varias técnicas de planeación de materiales apropiadas y varias técnicas más de señalización usadas estratégicamente: ejemplo, EDI, Kanban, programa del proveedor compartido, punto-de-uso, 2-contenedores, etc.

Tenemos ya un proceso de ciclo cerrado; es decir las fechas de entrega son siempre iguales a la fecha en que se necesita.

La necesidad de filtros en el MRP ha sido eliminada debido a la madurez del proceso de la cadena de suministro. Los mensajes de excepción y acción del MRP se miden y se disponen constantemente dentro de un marco de tiempo establecido.

6.10 Lo que hay que hacer y no hacer

6.10.1 Lo que hay que hacer:

- Educar y entrenar a los planeadores del MRP
- Trabajar en todos los avisos generados, a tiempo

- Controlar todas las ordenes de cambios de ingeniería
- Mantener los BOM > 98% exactitud
- Mantener el inventario (on hand y WIP) > 98% exactitud
- Mantener la política y el sistema del ABC correctamente

6.10.2 Lo que no hay que hacer:

- Mover el material sin la documentación requerida en las políticas
- Trabajar de manera aislada
- Violar las políticas de las ordenes de compra

VII.- LECCIONES APRENDIDAS

En compañías de calidad total, un MRP efectivo debe de:

- Sincronizar el suministro con la demanda
- Efectuar un proceso de circuito cerrado de reconciliación de programación.
- Utilizar técnicas de programación apropiadas.
- Incluir constantemente la planeación de la capacidad en forma detallada.

A continuación se muestra una matriz en donde se indican las características de un proceso de planeación de materiales y como la podríamos utilizar para evaluar la madurez de un sistema. Igualmente incluyo la calificación que tendríamos actualmente.²¹

²¹ Honeywell, Material requirements planning, Supply chain management programs, Perrysburg, USA, 2000,p 102

Matriz de Calificación

10-30	Calif	40-60	Calif	70-90	Calif
Existe una política departamental del MRP	1	Existe y es seguida una política aprobada del MRP		Existe y es incorporada a la cultura en todas las disciplinas, una Política aprobada del MRP	
Se lleva a cabo un proceso de planeación de materiales el cual programa el suministro en respuesta a la demanda en una base regular	1	Es llevado a cabo un proceso de planeación de materiales el cual detalla la demanda y programa/reprograma el suministro en apoyo a la demanda	1	El proceso de planeación de materiales efectivamente sincroniza el suministro y la demanda dentro las políticas de ordenes establecidas en una base semanal o incluso más frecuentemente	1
La eliminación de mensajes de excepción y acción del MRP se llevan a cabo inconsistentemente dentro del lapso de tiempo establecido	1	Los mensajes de excepción y acción del MRP son medidos y eliminados dentro del lapso de tiempo establecido		Los mensajes de excepción y acción del MRP son medidos y eliminados dentro del lapso de tiempo establecido	
Las aplicaciones iniciales de las técnicas clave de Planeación y señalización están comenzando, por ejemplo, EDI, Kankan, compartir el programa de entrega de proveedores, punto de uso, 2 contenedores, etc	1	Algunas técnicas apropiadas de planeación de materiales y señalización están ya siendo utilizadas, por ejemplo, EDI, Kankan, compartir el programa de entrega de	1	Están siendo utilizadas estratégicamente varias técnicas apropiadas de planeación de materiales y señalización, por ejemplo, EDI,	1

		proveedores, punto de uso, 2 contenedores, etc		Kankan, compartir el programa de entrega de proveedores, punto de uso, 2 contenedores, etc	
Los filtros en el MRP están comenzando a ser utilizados efectivamente para detener mensajes de excepción de una manera consistente y de acuerdo a la política de ABC establecida	1	Existen filtros en el MRP para detener mensajes de excepción de acuerdo a la política de inventarios del ABC establecida.		El uso de filtros en el MRP ha sido eliminada debido a la madurez del proceso de la cadena de suministros	
El MRP esta comenzando a ser validado contra la capacidad disponible	1	EL MRP es verificado contra la capacidad disponible.	1	EL MRCP (Material requirements capacity planning) esta ya maduro y es usado consistentemente para validar el plan de materiales	
El MRP no es consistentemente un proceso de circuito cerrado, debido a que la fecha de vencimiento iguala a la fecha requerida	1	El MRP se está moviendo hacia un proceso de circuito cerrado, debido a que la fecha de vencimiento iguala a la fecha requerida	1	El MRP es un proceso de circuito cerrado, es decir, la fecha de vencimiento iguala siempre a la fecha requerida	1
La exactitud del inventario y del BOM son mejorados continuamente mediante el análisis de causa raíz y acciones correctivas		La exactitud del inventario se está aproximando a niveles de la competencia.		La exactitud del inventario y del BOM están en niveles de competencia.	

La evaluación de nuestra empresa, nos da 14 aciertos de 27 posibles, lo cual nos da una calificación del 52%, lo cual nos indica que estamos a mitad del camino.

Esta es solo una sugerencia de evaluación de un sistema de planeación de materiales pudiéndose encontrar muchas más en la bibliografía existente. El objetivo es solamente señalar que se debe de hacer una auto evaluación para posteriormente hacer un plan de mejora. Este puede ser motivo de un trabajo posterior.

EL MRP usado por nosotros, define lo que se necesita y cuando se necesita en base a los inventarios y las cantidades ya comprometidas del mismo por los pedidos de los clientes.

Si bien estos sistemas de planeación de requerimientos de materiales (MRP) existían desde hace ya bastante tiempo, no contábamos nosotros en nuestra compañía con uno estructurado.

Sin embargo para cualquier sistema funcione, es necesario previamente tener un maestro de partes preciso y confiable. Una vez realizada la depuración de dicha base de datos, el mantenimiento de la misma es igualmente importante.

Otras definiciones tales como los DOS objetivo, clasificación ABC, múltiplos de venta, de compra y la periodicidad en la liberación de ordenes de compra son igualmente necesarias e importantes.

Además de estas definiciones, igualmente los estudios estadísticos de tiempos de entrega y otros métricos son necesarios.

MEDICIONES DE DESEMPEÑO

“**Servicio al Cliente**, es la habilidad de una compañía de cumplir con las necesidades, solicitudes y requisitos de los clientes”

Diccionario de APICS, 13va ed.

Dicho de otra manera, es el medir que tan bien una organización puede constante y consistentemente cumplir las necesidades de sus clientes. ¹

I.- FASE DE IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES

Medir el performance o desempeño de nuestro sistema era un requisito básico para mejorar dicho sistema. Todo aquello que puede ser medido se puede mejorar. Esencialmente, si no desarrollábamos un lineamiento del funcionamiento a partir del cual deberíamos de trabajar, no tendríamos nada contra que comparar para determinar si realmente estábamos mejorando y cuál era la magnitud de la mejora.

Al iniciara el presente trabajo evaluamos varios indicadores relevantes:

- Servicio al cliente
- Rotación de inventario
- Nivel del inventario contra el plan del inventario
- Ventas acumuladas contra las ventas del plan financiero
- Compras acumuladas contra el plan de la compra
- Fill rates contra el pronóstico de servicio.

¹ Customer service point, Basics, <http://www.customerservicepoint.com/customer-service-definition.html>

De todas éstas, el servicio de cliente y la rotación de inventario se consideraron las medidas clave considerando su impacto sobre el cliente y la rentabilidad del negocio.

En esta etapa contábamos con 2 mediciones:

- Reporte de backorder
- Reporte de first fill

Ambos indicadores eran extraídos de nuestro sistema y calculados por el mismo. Las definiciones eran las siguientes:

1.1 - Backorder

- Todo ítem que al ingresar una orden al sistema, no estuviera disponible para su venta.

1.2 – First fill

- Desviaciones en las ordenes ingresadas al sistema, contando las líneas que podían ser surtidas completamente y las que no. Aquellas líneas que no podían ser surtidas completamente contaban como no surtidas y se calculaba el % de surtimiento contra el total de líneas solicitadas en el período.

Esto nos acarrea los siguientes problemas de medición:

Backorder:

Dado que nuestro tiempo de surtimiento era de 3 días hábiles posteriores al ingreso en nuestro sistema de la orden, el cálculo elaborado por el sistema no era correcto. Este contaba desde el mismo instante en que era ingresada la orden en el sistema, aunque se surtiera dicho ítem en el envío al cliente.

First fill

Al igual que el backorder, los resultados eran erróneos al contar desde el momento del ingreso de la orden en el sistema.

II.- FASE DE IMPLEMENTACIÓN I

Era necesario tener mediciones de un uso más generalizado, con un mayor enfoque en el impacto del inventario en las estrategias del negocio así que la búsqueda de métricos de servicio al cliente comenzó.

Una de las razones principales de la administración de los inventarios es la de asegurar que se tendrá un suministro suficiente para proporcionar el nivel deseado de servicio al cliente. Un alto nivel de servicio al cliente podría significar también un nivel alto de producto terminado y esto a su vez significaría un alto costo de Inventario por lo que se requería una forma de encontrar el balance adecuado. Regularmente las compañías no planean un 100% de servicio al cliente, puesto que esto es generalmente poco económico hacerlo, un alto nivel de servicio al cliente no siempre significa una buena decisión de negocios.

El administrador del inventario mejora el servicio al cliente determinando las causas de las ordenes incompletas o canceladas y corrigiéndolas.

Algunas causas típicas son:

- Las mercancías disponibles no fueron embarcadas
- Las mercancías llegaron pero no fueron ingresadas al sistema o al almacén
- Los proveedores nos embarcaron tarde
- El comprador no compró lo suficiente
- Las ventas fueron mayores de las presupuestadas y no hubo aviso de ello

Mientras el porcentaje de disponibilidad se acerque al 100%, la cantidad de inventario que se debe de mantener se eleva exponencialmente, especialmente

el inventario de seguridad. Puesto que nunca se sabe cuando puede ocurrir un pico, se debería de tener un alto nivel de inventario en todo. Sin embargo un alto nivel de inventario en todos los productos de una compañía, conlleva a un inventario muy costoso.

Por ello, se dice que un alto nivel de servicio al cliente está en conflicto con el objetivo de la reducción del inventario. Cuanto más exacta sea la técnica del pronóstico y del surtimiento, menos inventario se necesita mantener. Sin embargo el llevar inventarios más bajos es también dependiente de otros factores que discutiremos más adelante.

La decisión sobre qué nivel de servicio al cliente mantener es generalmente una decisión de la gerencia. La gerencia se reserva generalmente este derecho con el fin de controlar el inventario requerido pero es necesario que este consciente del costo asociado con esta decisión.

El servicio al cliente se define como la habilidad que tenemos de cumplir con las necesidades, solicitudes y requisitos de los clientes, esto significa medir la entrega de un producto al cliente al momento en el que el cliente lo especifique y en las cantidades indicadas por el cliente y lo podemos medir de varias maneras:

- Cantidad de piezas que una compañía embarca de una sola vez en una orden del cliente
- Cantidad de pesos que una compañía embarca de una sola vez en una orden del cliente.
- El tiempo que toma enviar la orden al cliente.
- Reducciones en el tamaño de su inventario
- Reducir los meses de suministro necesarios para apoyar los objetivos de servicio de nuestros clientes.

Nosotros decidimos adoptar 3 maneras de medirlo:

- Número de líneas de artículos embarcados o line-fill.
- Número de piezas embarcadas o unit-fill
- Backorder

2.1 – Line-fill

El line fill se calcula dividiendo el número de líneas surtidas entre el número de líneas solicitadas. Si 8 de 10 artículos fueron surtidos totalmente en una orden, el line-fill es 80%.

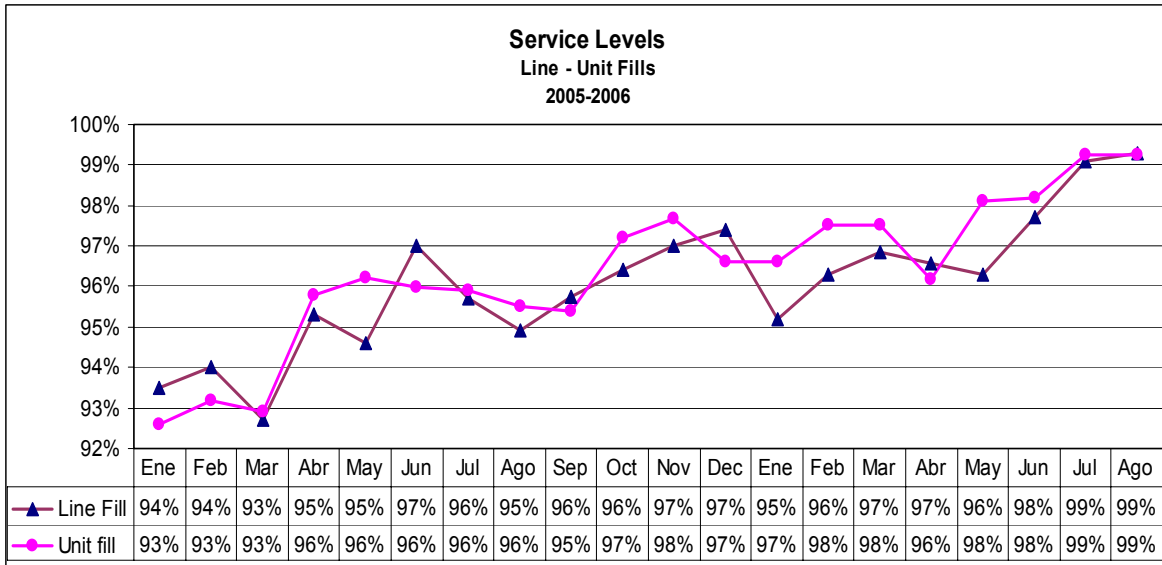
Los line-fill objetivo varían por la compañía, por industria, o inclusive por mes. También pueden variar por la manera en que son calculadas. Generalmente un 92% para ordenes sin backorder es usualmente igual al 96% con backorders. Esto implica que incluso con backorders, debido a cancelaciones del cliente y a los cambios, desfase de productos y otras razones, una entrega al 100% puede que no sea alcanzable.

2.2 – Unit-fill

El Unit fill se calcula dividiendo la cantidad de unidades surtidas entre la cantidad de unidades solicitadas, si 1,000 fueron ordenadas y 700 surtidas, el unit fill es 70%.

En ambas mediciones, es necesario depurar el reporte generado en el sistema. Esto es debido a que el sistema no considera los 3 días que tenemos para surtir una orden y contarla como surtida dentro de período, de manera que el resultado obtenido siempre es menor al real.

A continuación se muestran ejemplos de gráficas obtenidas a raíz de esas mediciones:



2.3 – Backorder

En esta etapa la medición del backorder era simple, se obtenía el mismo a partir de un reporte extraído de nuestro sistema y era reportado en piezas y pesos. Igualmente es necesario depurarlo, ya que conforme va llegando el producto es posible facturarlos, pero esto no se hace en forma diaria. La depuración consiste en restar el inventario disponible al backorder.

2.4 – Rotación de inventario ²

Le llamamos rotación de inventario al número de veces que el inventario será resurtido. Esto está basado en el costo de ventas totales y se calcula dividiendo

² Honeywell, Inventory management, Supply chain management programs, Perrysburg, USA, 2000, p 39-40

el promedio del costo de ventas anual entre el promedio del inventario. Por ejemplo:

$$\text{Rotación de inventario} = \frac{\text{costo de ventas anual}}{\text{promedio de inventario}}$$

Por ejemplo, si el costo de ventas anual es de \$170,000,000 y el inventario promedio es de 23,000,000 entonces tendremos 7.4 vueltas de inventario.

Mejorar la rotación del inventario se hace aumentando las ventas o reduciendo los inventarios. Aumentar las ventas es principalmente función de mercadotecnia y de ventas con la ayuda de otros departamentos, reducir los inventarios es una de nuestras funciones.

III.- FASE DE OPTIMIZACIÓN

En esta etapa, se decidió que era necesario mejorar los indicadores de medición del servicio al cliente por lo que se incluyeron los siguientes:

3.1 – OTTR

Esta nueva medición la cual significa “On time to receive”, considera no solo facturar el material solicitado en la cantidad solicitada, sino que además considera el embarcar el producto en los 3 días siguientes al ingreso de la orden en el sistema.

Además de medir la fortaleza de nuestros inventarios, involucra además nuestro sistema de embarques (picking, acondicionamiento, etc).

3.2 – Backorder

Esta medición sigue vigente, evaluando la cantidad en pesos y piezas de producto en BO. Sin embargo se genera el cierre de mes una comparación entre los pesos facturados y los pesos en backorder calculada como porcentaje. De ésta manera lo que evaluamos es el % de producto no surtido.

Generalmente lo que sucede es que a mayor presupuesto de ventas (\$) se tiene también un backorder mayor (\$), sin embargo al obtener un %, esto no necesariamente sucede.

Actividades adicionales

Algunas actividades que estamos ocupando igualmente ara una mejora del inventario a corto plazo son:

- Asegurar la conformidad con las políticas.
- Los informes mensuales del inventario, análisis, y las acciones correctivas para mantener los planes anuales de inventario.
- La identificación y disposición oportunas del inventario en exceso y obsoleto.

Algunas técnicas de mejora a actividades a largo plazo pueden ser:

- Inventarios manejados por el proveedor
- Kanban
- La verificación de las políticas del inventario mediante el análisis de modelos de inventario proyectado.
- Manejo de reservas de inventario.

IV.- LECCIONES APRENDIDAS

Si bien el objetivo de las empresas es la generación de utilidades, implícitamente estamos hablando también de cumplir con los requerimientos de los clientes.

Para ello el seguimiento de métricos de medición de satisfacción al cliente, es parte fundamental de las operaciones de una compañía.

Sin embargo el escoger que métricos utilizar a veces puede resultar confuso debido a los diferentes tipos que existen. Una vez escogidos, el dar seguimiento y promover mejoras para subir los índices de medición se vuelven partes del proceso de operación de la compañía e igualmente entran dentro de la llamada “mejora continua” de la compañía.

En nuestro caso personal, el uso de estos métricos nos ayudó a conocer nuestras debilidades para así mejorar nuestro servicio.

MEJORA CONTINUA

I.- INTRODUCCIÓN

Dentro del presente trabajo, se mencionó en varias ocasiones la palabra “mejora continua”. Creo importante que echemos un vistazo a lo que significa éste término. El presente capítulo se refiere brevemente a éste y a su importancia dentro de la implementación del sistema MRP en nuestra empresa.

Podremos definir el término “mejora continua” como un esfuerzo sostenido destinado a mejorar productos, servicios o procesos. Estos esfuerzos pueden buscar una mejora incrementada paulatinamente con el paso del tiempo o una mejora rápida de un solo golpe. ¹

Los negocios usualmente pueden presentar 2 tipos de mejoras: aquellas que suponen un cambio rápido (revolución) en la manera de trabajar y aquellas otras que suponen beneficios más pequeños (evolución) pero con menor inversión sin que por esto dejen de ser también importantes.

Cualquiera que sea la herramienta usada, se basa principalmente en que los empleados se involucren o hagan sugerencias respecto a los procesos. Fue desarrollado en los Estados Unidos a finales de siglo 19, sin embargo, algunas de las mejoras mas importantes se llevaron a cabo cuando esta idea o filosofía llegó a Japón. ²

¹ ASQ, Continuous Improvement,
<http://www.asq.org/learn-about-quality/continuous-improvement/overview/overview.html>

² *Continuous improvement tools*,
http://media.wiley.com/product_data/excerpt/62/04717548/0471754862.pdf

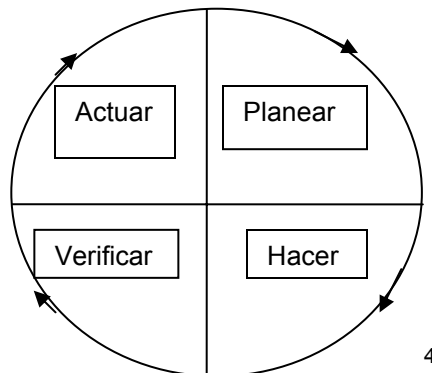
En Japón, la mejora continua es conocida como “Kaizen”. Existen muchas herramientas usadas dentro de la mejora continua. Entre las más comúnmente usadas, se encuentran las siguientes:

- Círculo de Deming
- 4 absolutos de la calidad
- Six Sigma
- JIT- Just in time
- Lean manufacturing

1.1 – Círculo de Deming ³

También llamado Círculo de Shewhart. Esta herramienta de mejora continua de calidad se lleva a cabo en forma de ciclo y consta de 4 pasos:

- Planear: Identificar las oportunidades y planear los cambios.
- Hacer: Implementar o realizar el cambio planeado en pequeña escala.
- Verificar: Recolectar los datos obtenidos y analizar los resultados del cambio y determinar si hubo o no alguna diferencia-mejora.
- Actuar: Si el cambio fue exitoso, implementarlo en una escala mayor y continuamente evaluar los resultados. Si el cambio no resultó, comenzar con el ciclo nuevamente.



³ Facultad de de Química, Entorno de calidad y productividad, México, 1997, p 24-30

1.2 – 4 absolutos de la calidad ⁵

Desarrollado por Philip B. Crosby, define la calidad en 4 principios absolutos:

- Calidad es cumplir con los requisitos del cliente
- El sistema para alcanzar la calidad es la prevención
- El estándar de realización es cero defectos
- La medida de la calidad es el precio del incumplimiento

1.2.1 Calidad ⁶

De aquí surge la definición de calidad; “Calidad es cumplir con los requisitos del cliente”. La clave es lograr que los requisitos sean comprendidos con claridad, igualmente el mejoramiento de la calidad se alcanza haciendo que todo el mundo haga las cosas bien “desde la primera vez”.

1.2.2 Prevención ⁷

El concepto de la prevención se basa en la comprensión del proceso que requiere de la acción preventiva. El secreto de la prevención estiba en observar el proceso y determinar las posibles causas de error. Todas estas causas pueden ser controladas y por lo tanto prevenidas.

Si tratamos solamente de verificar, ya sea que se le llame comprobación, inspección, prueba o cualquier otro nombre, siempre se hace después de que ocurre algo. Si esas acciones se utilizan en procuración de la aceptación, lo que se hace es solamente separar lo bueno de lo malo. La verificación es pues una forma cara y poco fiable de obtener calidad.

⁴ Balanced score card, Deming cycle, <http://www.balancedscorecard.org/bkgd/pdca.html>

⁵ CROSBY Philip B., Calidad sin lágrimas, CECSA, Mexico, 1998, p 66-70

⁶ CROSBY Philip B., Calidad sin lágrimas, CECSA, Mexico, 1998, p 71-76

⁷ CROSBY Philip B., Calidad sin lágrimas, CECSA, Mexico, 1998, p 77-84

1.2.3 Cero defectos ⁸

El estándar de realización es el medio que permite a la compañía progresar, puesto que sirve para que todas las personas reconozcan la importancia de cada una de esas millones de acciones. El estándar de realización debe de ser cero defectos, no “así esta bien”. Observar que éste es un estándar de realización que le indica a las personas lo que se espera de ellas, es decir, lo que queremos que hagan las personas.

1.2.4 Precio del incumplimiento ⁹

La calidad nunca se visualiza en términos financieros. El costo de la calidad se divide en 2 áreas; precio de cumplimiento y precio del incumplimiento.

El precio del incumplimiento lo constituyen todos los gastos realizados en hacer las cosas mal. Comprende por ejemplo la corrección de pedidos, corrección de procedimientos, volver a hacer trabajos, el pago de garantías y demás reclamaciones. Cuando se suma todo esto, vemos que representa una cantidad enorme de dinero que generalmente asciende al 20% de las ventas de la compañías. El precio del cumplimiento es lo que hay que gastar para que las cosas resulten bien, abarca las funciones profesionales de la calidad, los esfuerzos de prevención y la educación en calidad. Es aproximadamente el 4 % de las ventas de una compañía bien dirigida. De aquí que la medida de la calidad es el precio del incumplimiento.

1.3 – Six sigma

La metodología Six Sigma es un enfoque de mejora de procesos que tiene por objeto encontrar y eliminar las causas o causa raíz de los defectos y errores en procesos mediante el enfoque en las características que son críticas para los clientes y eliminarlas. ¹⁰

⁸ CROSBY Philip B., Calidad sin lágrimas, CECSA, Mexico, 1998, p 85-95

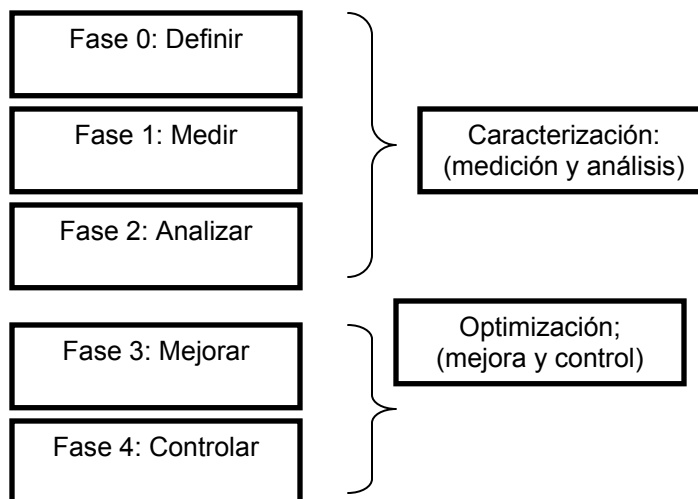
⁹ CROSBY Philip B., Calidad sin lágrimas, CECSA, Mexico, 1998, p 97-98

¹⁰ Honeywell, Six sigma training, Green belt training, Mexico, 2003, p2

Fue iniciado en Motorola el año 1982 por el ingeniero Bill Smith como una estrategia de negocios y mejora de la calidad, pero posteriormente mejorado y popularizado por General Electric.

Consta de un conjunto avanzado de herramientas diseñadas para la solución de problemas. “Sigma” se refiere a la desviación std. de una población. Se llama 6 sigma porque el objetivo es que los procesos se comporten dentro de un rango de 6 desviaciones estándar alrededor de la media. Esto significa un nivel de efectividad de 99.9997% para el proceso o un rango de errores de producción o desviaciones menor o igual a 3.4 defectos por millón.¹¹

Una de estas herramientas es el proceso de mejora de 5 fases:¹²



Las fases de definición, medición y análisis se definen también como las de caracterización de procesos y tienen que ver con la identificación de las características críticas de un producto o servicio y su relación con el mejor en su clase o del mercado. Las fases de mejora y de control se definen también como optimización de proceso y está dirigida a la identificación y el control de las variables de proceso que tienen una influencia significativa en las características críticas del producto o servicio.

¹¹ Six sigma on line, Six sigma definition, http://www.sixsigmaonline.org/six_sigma_article35.html

¹² Honeywell, Six sigma training, Green belt training, Mexico, 2003Honeywell, p 3

1.4 – JIT - Just in time ¹³

De acuerdo a esta filosofía, nada es fabricado si no es demandado, siempre satisfaciendo los requerimientos del cliente: “lo necesito hoy, no ayer ni mañana”. Solamente en una situación extrema, como en un producto descontinuado o retirado, podría ser necesario que otro producto fuera fabricado. Si hablamos de inventarios, hablaríamos entonces de asegurarnos de que todos los materiales o suministros lleguen a nuestras instalaciones justo cuando se necesiten de manera que el almacenamiento y los costos de mantener los inventarios sean minimizados.

El sistema JIT requiere de una cooperación muy estrecha entre el proveedor y el cliente.

El cliente debe especificar que será necesitado, cuando y en que cantidades. El proveedor debe de asegurarse de que lleguen los suministros correctos en el tiempo y lugar correcto. ¹⁴

Los sistemas de inventario JIT, no son un método simple que una compañía pueda adoptar; es una filosofía completa que se debe de seguir a fin de evitar percances y contratiempos.

Las ideas en esta filosofía provienen de varias y diferentes disciplinas, incluyendo la estadística, ingeniería industrial, administración de la producción y ciencias del comportamiento.

La flexibilidad de la planta requerida para responder a este tipo de demanda es absoluta y nunca se obtiene totalmente. Hoy, es crítico que el inventario sea minimizado y es especialmente crítico porque la obsolescencia de producto puede hacer que los inventarios de producto terminado y en proceso carezcan de valor.

¹³Wiley Media, *Just in time*,

http://media.wiley.com/product_data/excerpt/62/04717548/0471754862.pdf

¹⁴Wikipedia, Just in time, http://en.wikipedia.org/wiki/Just_In_Time

En 1949, Toyota estaba al borde de la bancarrota, en los Estados Unidos por ejemplo, la producción era al menos ocho veces más eficiente que la de Toyota. El presidente de Toyota , Kiichiro Toyoda, presento un reto a los miembros de su comité ejecutivo: alcanzar la misma tasa de producción que los Estados Unidos en 3 años”

Taiichi Ohno, vicepresidente de Toyota, acepto el reto e inspirado por la manera en que el mercado Americano trabajaba, invento el método JIT (con la ayuda de otras figuras Industriales revolucionarios tales como Shigeo Shingo y Hiroyuki Hirano).

Ohno y Shingo escribieron su meta “entregar el material correcto, en la cantidad exacta, con calidad perfecta y en el lugar justo antes de que sea necesitada” Para alcanzar esta meta, ellos desarrollaron diferentes metodologías que mejoraron la producción en el negocio.

1.5 – Lean manufacturing (manufactura esbelta) ¹⁵

Básicamente, Lean manufacturing o manufactura esbelta es la eliminación sistemática del desperdicio. Como su nombre lo dice, *esbelta*, esta centrado en la eliminación de la *grasa* de las actividades de producción. Esbelto también ha sido aplicado exitosamente a las actividades administrativas y de ingeniería.

Otra definición que describe la manufactura esbelta, es la producción libre de desperdicio.

A pesar de que lean manufacturing es un término relativamente nuevo, muchas de sus herramientas pueden ser comparadas con las de Henry Ford, Fredrick Taylor, etc. Los japoneses sistematizaron el desarrollo y evolución de éstas

¹⁵ Wiley media , lean manufacturing,

http://media.wiley.com/product_data/excerpt/62/04717548/0471754862.pdf

herramientas de mejora. Lean manufacturing es la manera en que Toyota define sus sistemas de producción.

Lean manufacturing esta apoyada en 3 filosofías; JIT, Kaizen (mejora continua) y jidoka (autonomatización). Autonomatización es la forma en que la maquinaria automáticamente inspecciona cada producto después de ser fabricado, deteniendo la producción y notificando a los humanos si algún defecto es encontrado.

Toyota expande el significado de jidoka, incluyendo también la responsabilidad de todos los trabajadores a funcionar de manera similar, es decir, verificar cada producto fabricado y no fabricar más si algún defecto es encontrado hasta que la causa del defecto haya sido identificada y corregida.

De acuerdo a esta filosofía, se debe de reducir el desperdicio en todas las actividades que agreguen valor agregado a los productos. De esta manera, si se desea mejorar los lead time, se deben de eliminar todas las operaciones que no den valor agregado a un producto.

II.- LECCIONES APRENDIDAS

Después de haber visto algunas de las herramientas más usadas dentro de lo que llamamos “mejora continua”, podemos notar que son diversas las mismas. Tenemos desde algunos métodos sencillos de resolución de problemas, hasta filosofías completas de trabajo.

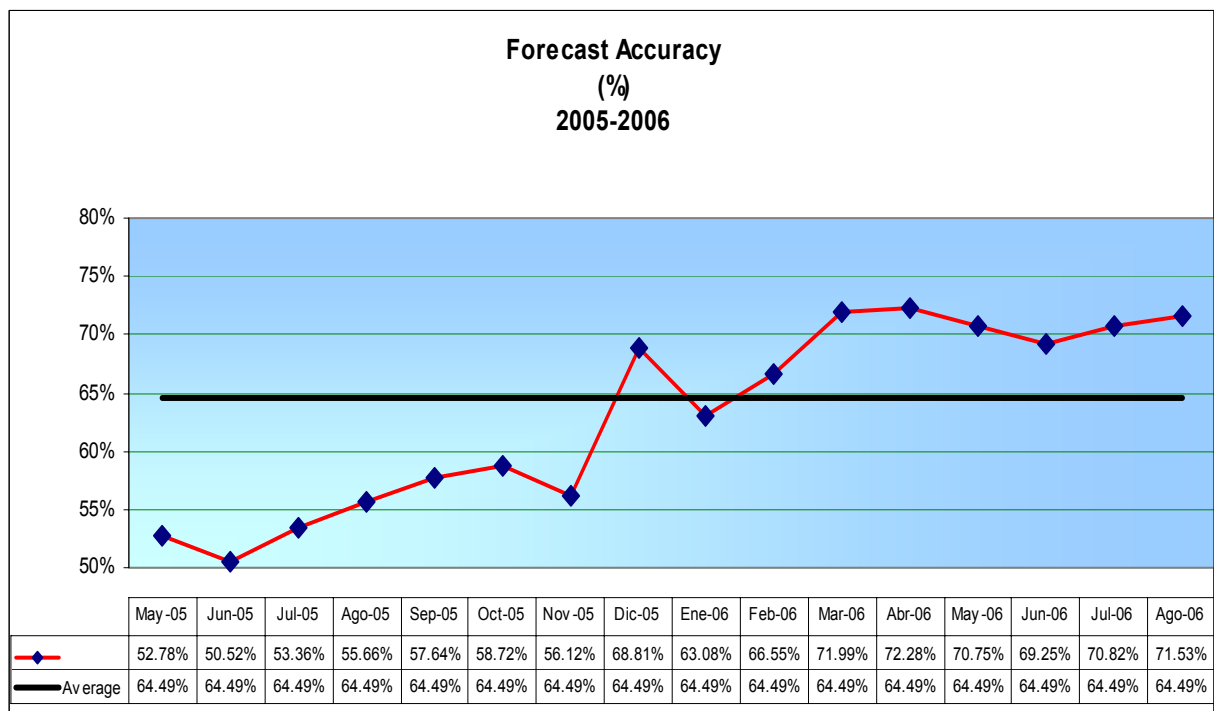
Es importante que las empresas tomen en cuenta el valor de cada una de ellas para su aplicación. ¿Cuál usar?, depende de lo que la empresa desee invertir en todos sus recursos conocidos, especialmente dinero, tomando en cuenta que cualquier inversión que se haga, bien vale la pena y se notará en un futuro.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

I.- CONCLUSIONES

Tal y como se indico en el objetivo señalado al iniciar del presente trabajo, se mostró la situación de la empresa antes de la implementación, durante y al final de la misma, señalando las acciones tomadas y los resultados obtenidos.

Comparando éstos resultados con los retos que se planteaban igualmente a su inicio, podemos concluir que la implementación de un sistema de planeación de materiales no es una tarea fácil y puede llevarnos bastante tiempo. Podemos señalar los algunos puntos que fueron clave en el éxito de la implementación del mismo.



Tuvimos una transición desde un método sencillo de promedios móviles ponderados, hasta un complejo software de pronósticos (Forecast X). El nuevo modelo nos esta dando una exactitud del pronóstico del 72% puntual con un

promedio del 63%. Si consideramos que la exactitud hace 2 años era del 42% en promedio, podemos concluir que la mejora ha sido significativa.

La primera mejora en la exactitud del pronóstico debida al cambio en el software usado, fue del 42% al 58%. El incremento del 58% al 63% se alcanzó mediante la participación de ventas en la junta mensual de operaciones.

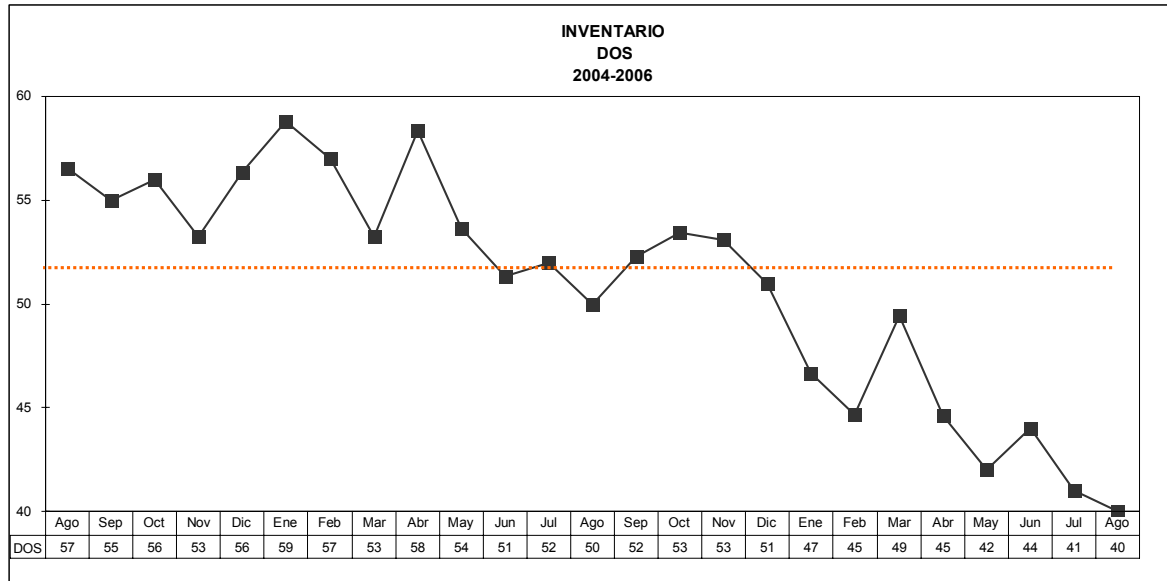
Cabe señalar que la medición o métrica de la exactitud del pronóstico se hace mes a mes y forma parte del “paquete de métricos” de cierre de mes.

La mejora en nuestros pronósticos se ve reflejada en 2 aspectos principales: inventarios y servicio a los clientes.

1.1 - Inventarios

La homogenización en la manera de medir el inventario, es decir, los días de inventario o días de suministro (DOS) nos dieron la pauta hacia el objetivo que debíamos perseguir.

Nuestros inventarios, han disminuido en DOS de 57 a finales del 2004 a 46 en promedio teniendo como meta 43 DOS para finales de este año. Transformado esto a pesos, de una relación de 0.33 entre inventario y ventas (13 vs 4.3 mmdp) pasamos a una de 0.28 (24 vs 6.8 mmdp).



El impacto económico obtenido por esta implementación, fue de 13.98 millones de pesos mensuales, ya que los 46 DOS actuales equivalen a \$ 58.49 millones y 57 DOS nos representan \$ 72.48 millones de pesos.

Estos 13.98 millones, puestos en cualquier banco, nos dejarían algo así como 8.5 millones al año, cifra nada despreciable.

La gráfica anterior nos muestra dicha disminución en los días de inventario desde fines del 2004 hasta nuestros días.

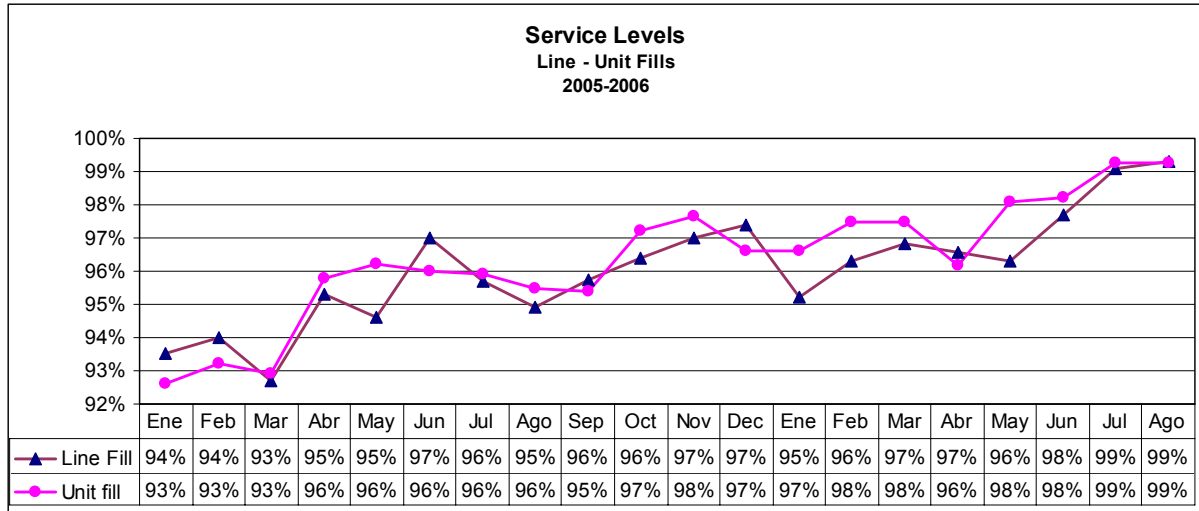
Evaluando nuestros DOS, fue posible conocer, medir y controlar el inventario de obsoletos, exceso y lento movimiento. En forma mensual se emite un reporte en el cual se desglosan los ítems con problemas ayudando esto a su eliminación del inventario. Actualmente hemos disminuido nuestro inventario de obsoletos en alrededor de 2.5 millones de pesos.

Nuestra rotación de inventario, igualmente se han incrementado de 5.2 a 7.6

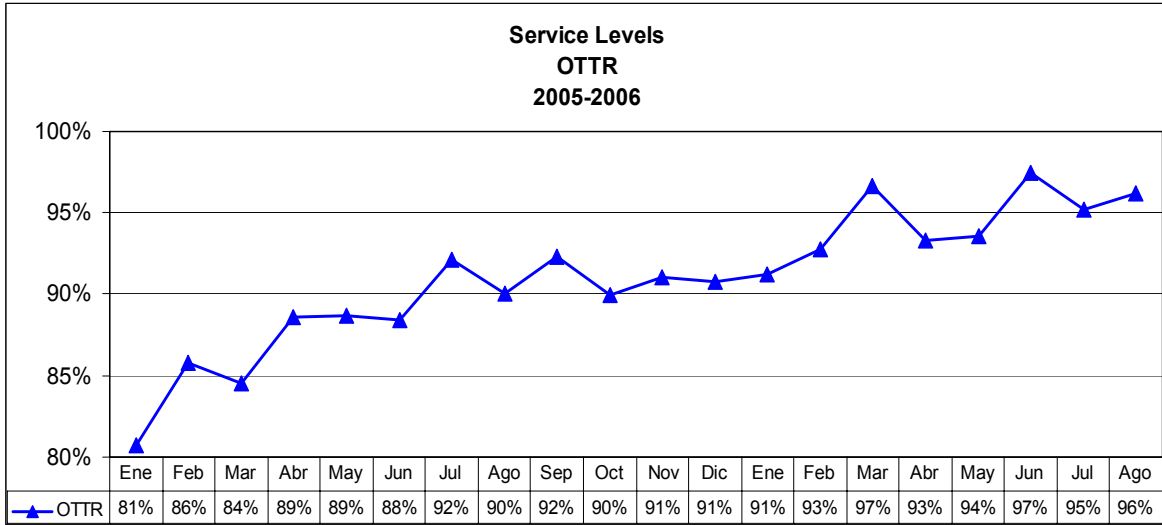
Estas mediciones, DOS y rotación “vueltas” de inventario son parte del mismo “paquete de métricos” de cierre de mes.

1.2 – Servicio al cliente

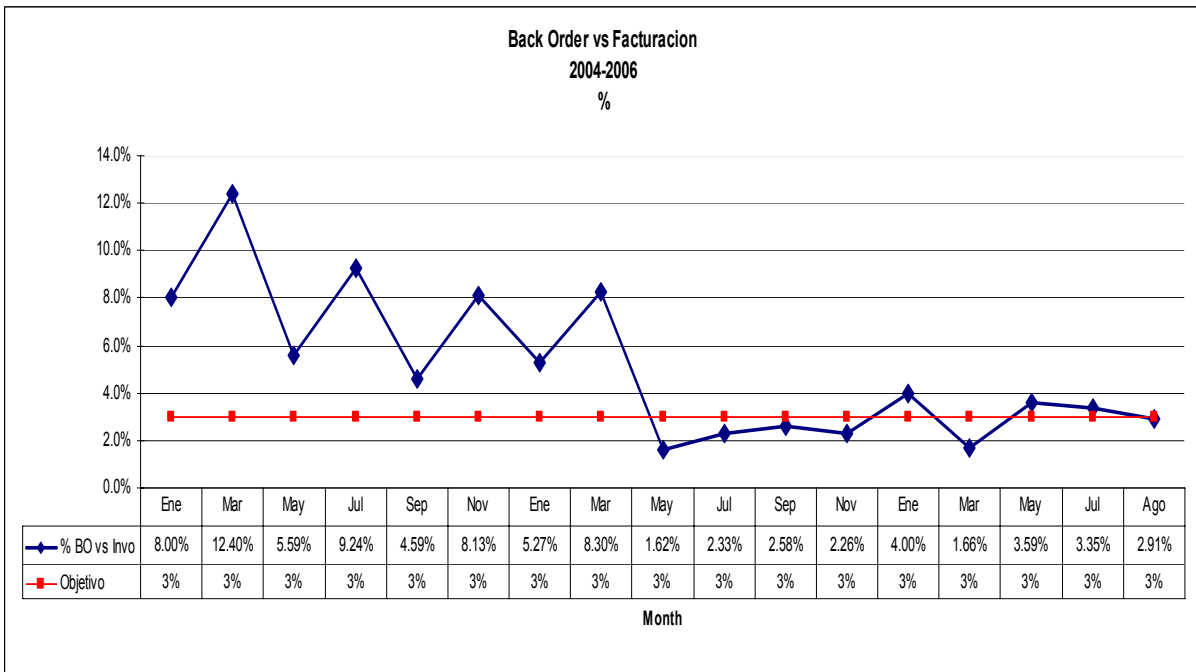
Nuestro indicador más común, el line fill, subió de 86.3 % (2003) al actual de 98.16 %. Si bien no tenemos datos históricos de unit fill, podemos suponer que la tendencia es la misma.



Nuestra otra medición, el OTTR igualmente carece de datos históricos dado que tiene apenas medio año de haber sido implementado. Sin embargo podemos observar una tendencia a la alza, de 81.8% a 96.5%.



En lo referente al backorder, la medición usada es la relación entre venta mensual y backorder calculada como porcentaje. La relación ha bajado de 5.87 a 4.9 en promedio. Teniendo picos de hasta 4.0% mientras que antes los picos iban hasta el 12.0%



1.3 – Requerimientos

El cambiar de una planeación mensual a una semanal, nos produjo los siguientes beneficios:

1. Espacio usado en nuestro almacén, ya que la cantidad necesaria disminuyó a un 25% de la usada anteriormente. Si bien el espacio no quedó vacío ya que el material fue redistribuido, si nos permitió tener una mejor organización de los productos y debido al crecimiento de la compañía, fue muy útil para no aumentar en demasía el espacio requerido para todo el nuevo producto.
2. Cualquier variación en la demanda, podía ser vista y controlada. De esta manera podemos responder rápidamente a las exigencias de nuestro mercado.
3. La carga de trabajo durante el recibo de materiales disminuyó, ya que el producto llega en forma constante y en cantidades pequeñas. No así con la planeación mensual en donde el producto llegaba en un lapso de tiempo muy corto ocasionando cuellos de botella en las rampas de recepción y embarque y en el acomodo de producto en sus lugares correspondientes.

Nuestro proveedor principal, nuestra filial en EU, también se benefició de la siguiente manera:

1. Nuestras compras mensuales actuales ascienden a \$ 12,000,000 de pesos. El inventario que debían ellos de mantener era de 1 mes de inventario, es decir \$ 12,000,000. Al hacer requerimientos semanales, era solamente necesario tener una semana de inventario, es decir, \$ 3,000,000. Esto le evitó mantener un inventario extra de \$ 9,000,000.

1.4 – Clasificación ABC

El tener una clasificación ABC nos permitió conocer que ítems eran los más vendidos y mantener una estrategia de inventarios.

1. En la primera etapa, decidimos tener más inventario de los ítems más vendidos, algo lógico, debido a que la falta de suministro en éstos ocasionaría una baja en el servicio a los clientes.
2. En la segunda etapa, tuvimos un cambio de mentalidad. Al tener un método de replenishment semanal, nos era posible mantener un flujo suave y constante de material. Podíamos entonces recibir de manera constantemente y en cantidades “pequeñas” los ítems más vendidos. Los DOS entonces fueron revertidos, teniendo menos inventario de los más vendidos dado que era posible mantener un flujo constante de material, desde nuestro proveedor hasta nuestros clientes.
3. En la tercera etapa, al saber que tan constante era la venta de los productos más vendidos de entre los por si más importantes, decidimos utilizar un método “pull”, es decir, solicitar solamente lo que se vende, no rellenar a un cierto nivel de inventario. El inventario de seguridad que se necesitaría era mínimo, sólo para cubrir la posible variación que ocurriera dentro de una semana. Esto solo se podía hacer en productos que no tuvieran fluctuaciones en su demanda, ya que esto ocasionaría desabasto. Casi siempre, los más vendidos son productos ya maduros, cuya fluctuación mensual es poca. Sin embargo el cuidado que hay que tener es mucho, ya que la venta mensual depende de éstos productos y un desabasto sería catastrófico.
4. Gracias a esto, pudimos conocer también todos aquellos ítems que tenían un lento movimiento, un inventario en exceso o bien que ya eran obsoletos. Posteriormente se planearon y ejecutaron estrategias (regreso a EU de inventario, ofertas o remates principalmente) para la disminución

del mismo y así tener presupuesto disponible para mantener inventario de los ítems que si se necesitaban. Aunado esto, a una disminución de inventarios por éste concepto.

En el futuro, pretendemos tener para los proveedores con el mayor leadtime, un manejo de materiales tipo “VMI” (Vendor management inventory). Esto ya se ha comenzado con el proveedor más importante. Semanalmente se envían nuestros inventarios en donde se indican los que tienen prioridad y los faltantes. Ellos son responsables de enviar lo más necesario en la misma semana o a más tardar en la siguiente.

1.5 – Lead time

Se realizaron mediciones estadísticas para conocer nuestros tiempos de entrega, desde que se calculan los requerimientos hasta que el material ingresa en nuestro sistema.

En forma general, nuestros tiempos de entrega se redujeron alrededor de un 28%, dándose esta mejora en el cruce de material por la frontera. Esto nos permitió atacar aquellos tiempos excesivamente largos y con ello disminuir nuestro inventario.

II.- RECOMENDACIONES

La mejora en nuestro sistema de planeación de materiales, fue un conjunto de acciones en diferentes áreas. Involucrando ventas, importaciones, compras, planeación, logística y almacenes principalmente.

Las recomendaciones personales que yo haría a cualquier empresa serían las siguientes:

- Contar con un software que nos permita tener y mantener los registros de ventas de la empresa, ítem por ítem. Aquí necesitamos el apoyo de la

Dirección, ya que dicho software se debe de adquirir con el consiguiente gasto.

Este software, independientemente de cualquier MRP, se utilizará para pronosticar las ventas o demandas de la empresa. No importa si ocupamos fórmulas sencillas o de un software especializado, hay que tenerlo y usarlo. Igualmente dicho software debe de tener la capacidad de exportar/importar datos a diferentes programas.

- Implementar un sistema de pronósticos de la demanda. Igualmente necesitamos el apoyo de la Dirección para que el Departamento de ventas se de tiempo y nos retroalimente con su punto de vista, siempre valioso.
- Usar un MRP, MRPII o ERP, puede ser “casero” o de una compañía especializada, pero se debe de tener. Esta debe de estar “a la medida” de nuestra empresa. Muchas veces hacemos lo contrario, hacer que nuestras operaciones se ajusten al software. Lo correcto es adaptar el software a nuestras necesidades.
- Fijar los niveles de inventarios deseados, esto conlleva a fijar igualmente los niveles de servicio a clientes y relacionarlos entre si.
- Finalmente fijar métricos tanto para evaluar nuestros cambios y mejoras como para dar seguimiento a nuestros resultados.

Los ERP de hoy en día, tienen todas estas funciones, por lo que debemos estar concientes de que dicho software no es un gasto sino una inversión que nos va a evitar muchos dolores de cabeza.

FUENTES DE CONSULTA

Bibliográficas

- SMITH, Bernard T., Focus Forecasting, CBI Pub. Co., Boston, 1978
- FLORES, E. B., and Whybark D.C., Forecasting 'laws' for management, Business Horizon, Boston, 1985
- CROSBY Philip B., Calidad sin lágrimas, CECOSA, Mexico, 1998

Hemerográficas

- APICS, Basics of supply chain management, version 2.1, The educational society for resource management, Alexandria, USA, Ago 2001
- APICS, Master planning of resources, version 2.1, The educational society for resource management, Alexandria, USA, Ago 2001
- Facultad de Química, Entorno de calidad y productividad, Diplomado de Calidad, México, 1997
- GARDNER and Anderson, Focus forecasting reconsidered, International journal of forecasting, Vol13, 1997, pp501-508
- LAUER, Bob, A new look at forecast error measurement, Honeywell, Perrysburg, USA, 2004
- Honeywell, Focus forecasting, Supply chain management programs, Perrysburg, USA, 2000
- Honeywell, Inventory management, Supply chain management programs, Perrysburg, USA, 2000
- Honeywell, Material requirements planning, Supply chain management programs, Perrysburg, USA, 2000

- Honeywell, Lean Manufacturing, Supply chain management programs, Perrysburg, USA, 2000
- Honeywell, Six sigma training, Green belt training, México, 2003

Electrónicas

- ASQ, Continuous improvement,
<http://www.asq.org/learn-about-quality/continuous-improvement/overview/overview.html>
- Aspen graphics on line, forecast definitions
<http://www.aspenres.com/Documents/help/userguide/help/aspenWeightedMovingAverages.html>
- About.com, Economics, Mean squared error
<http://economics.about.com/library/glossary/bldef-mean-squared-error.htm>
- Balanced score card, Deming Cycle,
<http://www.balancedscorecard.org/bkqd/pdca.html>
- Bilocon, MRP definition,
<http://www.bilocon.com/new-mrp.html>
- Customer service point, basics,
<http://www.customerservicepoint.com/customer-service-definition.html>
- Demand planning, forecasting
<http://www.demandplanning.net/statisticalForecasting.htm>
- Duke, Introducción al forecast
<http://www.duke.edu/~rnau/411home.htm>
<http://www.duke.edu/~rnau/whatuse.htm>
- E-Labs learning, Forecasting by smoothing techniques,
<http://home.ubalt.edu/ntsbarsh/Business-stat/otherapplets/ForecaSmo.htm>
- Engineering statistics, What is exponential smoothing?,
<http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/pmc/section4/pmc43.htm>
- Inventoryops.com, Optimizing safety stock

http://www.inventoryops.com/safety_stock.html

- Inventory management review, Safety stock,
http://www.inventorymanagementreview.org/2005/06/safety_stock.html
- Inventoryops.com, Glossary,
<http://www.inventoryops.com/dictionary.htm>
- Process Quality Associates, definition for Manufacturing Resource Planning
<http://www.pqa.net/askpqa/viewtopic.php?p=13>
- QMS.com, forecasting using exponential smoothing,
<http://www.eviews.com/eviews3/eviews31/ev3features/exponential.html>
- Six sigma on line, Six sigma definition,
http://www.sixsigmaonline.org/six_sigma_article35.html
- The free dictionary, Statistics, Mean squared error
<http://www.thefreedictionary.com/Mean-square+error>
- Wikipedia, Backorder,
<http://en.wikipedia.org/wiki/Backorder>
- Wikipedia, Enterprise resource planning
http://en.wikipedia.org/wiki/Enterprise_resource_planning,
- Wikipedia, Forecasting
<http://en.wikipedia.org/wiki/Forecasting>
- Wikipedia, Just in time
http://en.wikipedia.org/wiki/Just_In_Time
- Wikipedia, Moving average
http://en.wikipedia.org/wiki/Moving_average
- Wiley media, Continuous improvement tools,
http://media.wiley.com/product_data/excerpt/62/04717548/0471754862.pdf