

El aprovisionamiento de empresas con un importante mix de productos

MASTER EN LOGÍSTICA

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
ESIDEC**

ANA ELISA LOPEZ

Octubre, 2004

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer muy especialmente al Doctor Raymundo Forradellas, Director del Master en Logística de la Universidad Nacional de Cuyo, quien me propuso defender mi tesis en la ESIDEC, Francia.

Asimismo, agradezco a la ESIDEC, al Profesor Renato Guimaraes , quien me guió en mi trabajo y me aportó diferentes visiones, en fin, quien me dedicó horas de su valioso tiempo.

Por último, agradezco a mi familia, a mis amigos y a mis colegas, quienes siempre comparten mis experiencias.

Muchas Gracias !!

ÍNDICE

<u>INTRODUCCION Y PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA</u>	1
<u>CAPÍTULO I MODELOS</u>	3
• Definiciones	
• Nuevos enfoques en áreas productivas.	
• Las nuevas herramientas de gestión.	
• Desarrollo del modelo.	
• Modelos de la logística	
<u>CAPÍTULO II ALGUNOS CONCEPTOS SOBRE LA LOGISTICA DE APROVISIONAMIENTO</u>	8
• Definiciones	
<u>ADMINISTRACION DE LA CADENA DE SUMINISTRO</u>	9
• Concepto	
• Algunos conceptos sobre inventario.	
• Presiones a favor de los Inventarios Bajos.	
• Presiones a favor de los Inventarios Altos.	
• Identificación de los elementos críticos de inventario con el análisis ABC.	
• Administración de Materiales.	
• El proceso de adquisición.	
• Cadenas de suministro eficaces y cadenas con sensibilidad de respuesta	
<u>DINAMICA DE LA CADENA DE SUMINISTRO</u>	16
• Efectos ocasionados por la cadena de suministro externa.	
• Efectos ocasionados por la cadena de suministro interna.	
• Algunas consideraciones acerca de la cadena de abastecimiento.	
• Un par de leyes de la cadena de suministro	
<u>PREVISION DE LAS NECESIDADES</u>	23
• Los métodos de clasificación	
• Métodos básicos de reaprovisionamiento.	
• Ventajas comparativas de los sistemas Q y T.	
• Sistemas Híbridos.	
<u>CAPÍTULO III FUNDAMENTOS DE LA PLANIFICACION</u>	32
• Definición de la Planificación.	
• Dirección estratégica.	
• Propósitos de la planificación.	
• Mitos acerca de la planificación.	

- Tipos de Planes.
- Factores de contingencia en la planificación.

HERRAMIENTAS Y TECNICAS DE PLANIFICACION36

- Algunos métodos
- Planificación agregada.

EL PROCESO DE PLANIFICACION.....39

- Determinación de requisitos de demanda.
- Factores que afectan la demanda.
- Demanda Dependiente e Independiente

PLANIFICACION DE REQUERIMIENTOS DE MATERIALES41

- El modelo MRP
- Datos de entrada para la planificación de requerimientos de materiales.

FACTORES DE LA PLANIFICACION.....48

- Planificación del tiempo de entrega.
- Reglas referentes al tamaño del lote.
- Elementos restantes de la planificación de requerimientos de materiales.
- Planificación de recursos de manufactura.
- Ambientes favorables para la planificación de requerimientos de materiales.
- El planificador MRP.
- Implicancias organizativas, ventajas y desventajas.
- Factores de éxito.
- Fuentes de incertidumbre.
- Una mención de los sistemas justo a tiempo.

CAPÍTULO IV MODELO GRAI58

- La modelización de la empresa.
- Historia.
- El modelo de referencia conceptual GRAI.
- Principales aspectos del modelo IDEF.
- Fases de implantación del modelo.
- Aplicación de la metodología.
- Construcción de las redes GRAI.
- La Metodología Integrada GRAI

CAPÍTULO. V DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA EN ESTUDIO67

CADENA DE ABASTECIMIENTO EXTERNA67

CADENA DE ABASTECIMIENTO INTERNA.....69

- Flujo físico de materiales
- Actigrama IDEF
- Grilla GRAI
- Diagrama Entidad - Relación

EL SISTEMA DINAMICO – MODELO DE SIMULACION78

- Conceptos y aplicación
- Análisis de Resultados.

CAPÍTULO VI ANALISIS BASE PARA EL PLANEAMIENTO87

- Introducción
- Análisis de los datos Históricos.
- Obtención y análisis de las listas de materiales.

DETERMINACION DEL MODELO DE APROVISIONAMIENTO.....94

- Definición
- Determinación de la necesidad mensual.
- Otra información necesaria

CONCLUSIONES100

CAPÍTULO VII AMBIENTES FAVORABLES PARA LA APLICACIÓN DEL METODO.....103

- Análisis de problemas resueltos y puntos pendientes por resolver.
- Recomendaciones

DISCUSION106

ANEXO 1107

ANEXO 2111

BIBLIOGRAFÍA118

INTRODUCCIÓN Y PRESENTACION DEL PROBLEMA

La posesión de inventario de materias primas es siempre ineficiente. Esa ineficiencia es mayor o menor dependiendo del nivel y calidad de inventario que la empresa posee. A mayor variedad de productos, y a mayor cantidad de componentes de dichos productos, se incrementa la dificultad en el momento de lograr un stock ideal.

Cuando se habla de eficiencia no se apunta solo al aspecto financiero, sino también y especialmente, a la producción.

Un inventario adecuado tiende a la productividad ya que en el mismo se cuenta con todos los materiales necesarios para montar un equipo en el momento que los mismos se requieren.

Proponer como objetivo un inventario ideal es pensar en mejorar la logística de aprovisionamientos y trabajar en la consolidación de las listas de materiales entre otros aspectos.

El problema surge cuando la empresa se da cuenta de que además de unos costos directos muy controlados y provenientes del proceso productivo existen otros costos como el de adquisición de materias primas, materiales, partes, piezas, etc, el de conservación de los productos en inventarios, el de almacenamiento, transporte y distribución que cada vez van teniendo un mayor peso y que de no controlarse pueden llevar a la empresa a no obtener los resultados esperados, sobre todo en estos tiempos en el que, mantener el servicio al cliente, con un precio correcto, con la calidad requerida, asegurando los plazos de entrega convenidos, son factores importantes para el mantenimiento de la competitividad empresarial.

Atendiendo a la problemática enunciada, en el presente trabajo se da un vistazo sobre los modelos que han surgido a través de los años y con los que se ha trabajado para lograr mejoras en el día a día de la gestión de empresas.

Luego de una breve definición de logística se profundiza sobre el concepto de inventario y sobre los clásicos métodos de pronóstico que sirven de soporte a las teorías que se aplican en el presente.

Bajo este marco se enfatiza la planificación como la columna vertebral del proceso de aprovisionamiento y el conocido método de Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP) como la base sobre la cual se ha desarrollado un gran porcentaje de modelos de suministro.

Estas herramientas son las que se utilizan en el diseño de soluciones para el problema en estudio, desde el diagnóstico de la empresa hasta la propuesta y sustento del modelo.

Se pretende analizar los puntos enunciados desde el punto de vista del planeamiento en una empresa tipo cuya actividad principal es el montaje de equipos con partes importadas.

Las características de la misma son:

- Gran variedad de productos y alrededor de 1000 partes necesarias para su montaje.
- Necesidad de un nivel de servicio elevado para permanecer en el mercado
- La instalación de los equipos es a cuenta de la empresa, y en el caso de fallar el mismo se reemplaza por un equipo nuevo y las partes del equipo viejo se reparan e ingresan nuevamente al inventario.

Los principales problemas que presenta la empresa del caso en estudio y, que se intentó resolver, son:

- **Alto nivel de inventario:** Se cuenta con un inventario elevado en partes, el cual se encuentra desbalanceado. Si se analiza el monto total la información es parcial puesto que se debe considerar si el mismo es en partes y en equipos terminados y si se cuenta con partes activas o material obsoleto.
- **Improductividad por falta de materiales:** Resulta imposible alcanzar los niveles de producción objetivo debido a la falta de materiales necesarios para el montaje de los equipos programados.
- **Altos costos por falta de organización:** No se cuenta con un inventario de equipos armados, lo que trae aparejado urgencias para hacer frente a las solicitudes de marketing. Un ejemplo de ello es la ineficiencia en el transporte de equipos a los puntos de venta. Otro costo importante lo constituye el flete de las partes importadas, que ante la urgencia y la falta de provisión debe hacerse aéreo.
- **Problemas con recursos humanos:** Debido a la falta de materiales se producen momentos muertos en la jornada laboral, que se recuperan fuera del horario de trabajo habitual generando descontento.

La causa de estos problemas es un déficit en la logística de aprovisionamiento.

A través de la aplicación de una variación sobre los clásicos métodos que propone una compra igual a intervalos fijos, se pretende lograr un inventario balanceado en partes a un nivel adecuado a la actividad y atender a las necesidades del personal, alcanzando la satisfacción del cliente.

CAPÍTULO I

MODELOS

Definiciones

Si se analiza un grupo de empresas de similar tamaño o pertenecientes a la misma industria se encuentra que las mismas presentan características y problemas similares. Muchas veces la solución a dichos problemas es la misma para todas ellas, teniendo en cuenta las particularidades de cada empresa.

En el caso planteado en el párrafo anterior, tanto para definir como es la situación actual, evaluar fortalezas y debilidades de esta y plantear una situación futura, siempre se habla de modelos.

Se plantea entonces la siguiente pregunta:

¿Qué es un modelo?

La Real Academia Española lo define como:

1. m. Arquetipo o punto de referencia para imitarlo o reproducirlo.
2. m. Esquema teórico, generalmente en forma matemática, de un sistema o de una realidad compleja, como la evolución económica de un país, que se elabora para facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento.

Para VERNADAT, 1996, un modelo es una representación útil de un objeto. Es una abstracción de la realidad expresada en términos de algún formalismo o lenguaje definido por un método de modelaje en función del objetivo de usuario.

Para KELLER Y TEUFEL (1998) los modelos tienen los siguientes objetivos:

- Presentar los elementos de un sistema y sus respectivas relaciones
- Explicar como funciona un sistema
- Soportar una comunicación por medio de una formalización consistente

De esta forma, partiendo del objetivo para el cual se desarrolla el modelo, debe escogerse la información que se va a representar. Otro punto a analizar es el nivel de detalle del modelo.

SCHEER (1998) propone simplificar los modelos a través de visiones. Cada visión es un conjunto de uno o más tipos de elementos. Estas visiones pueden ser complementarias, a pesar de ser representadas en formas distintas.

Algunas técnicas o herramientas presentan visiones definidas que deben representarse a través de modelos específicos. Un modelo de referencia debe funcionar como una base de discusión, una sugerencia formal o semiformal para la elaboración de modelos específicos,

haciendo que las informaciones referentes al proyecto de un proceso de negocio sean claras para las personas que participan de este.

KELLER Y TEUFEL (1998) argumentan que con ayuda de un modelo es posible simplificar drásticamente la descripción de procesos abstractando hechos complejos. El objetivo de modelar es aumentar la transparencia de las relaciones de las organizaciones orientadas a procesos de negocios, concentrando los componentes relevantes a analizar.

Según CURTIS (1992) las técnicas de modelaje deben ser capaces de representar cuatro aspectos básicos que están relacionados al entendimiento de cómo funcionan los procesos de negocio de una empresa:

- Aspectos funcionales, describen lo que tiene que hacerse
- Aspectos secuenciales y lógicos, describen el comportamiento, cómo y cuando
- Aspectos de información, describen los datos que se utilizan y las relaciones entre ellas
- Aspectos organizacionales, describen los responsables de las funciones

A partir de un modelo de referencia se generan las denominadas arquitecturas de referencia. Según VERNADAT, las arquitecturas de referencia son paradigmas intelectuales que facilitan el análisis y discusión, proveyendo una forma de examinar, concebir y tratar una determinada cuestión.

Aplicando estos enunciados a la logística se descubre que esta función de la empresa posee numerosas perspectivas y puede ser analizada y mejorada aplicando distintos modelos.

En el momento de analizar el problema es importante la conceptualización del sistema logístico, la evaluación de los procesos tal cual se dan en la realidad y especialmente la participación de los recursos humanos de todos los niveles.

Hay numerosos métodos y modelos conceptuales, todas las diversas perspectivas son importantes en la representación de la situación actual y futura de la empresa.

Nuevos enfoques en áreas productivas

Al observar la evolución de las áreas productivas durante el siglo pasado, se ve como los avances de la ciencia y de la técnica del siglo XIX se plasmaron en nuevos métodos, tendientes a lograr mejoras en la productividad.

Las líneas de montaje y la producción seriada fueron los conceptos que a principios del siglo XX, dieron a las empresas ventajas competitivas. Integración vertical, volúmenes y largas tiradas fueron metas deseadas por las grandes empresas durante la primera mitad del siglo.

Luego de la segunda guerra mundial, vino el llamado “milagro Japonés”, con su enfoque de la calidad, trabajo en equipo, participación y compromiso. Surgieron también nuevos conceptos: J.I.T., Kaizen, Kamban, etc.

Las nuevas herramientas de gestión

Fueron necesarias varias décadas para que Occidente reaccionara frente al embate, no sólo de Japón sino también de los llamados Tigres Asiáticos. Hacia fines del siglo en Europa, pero fundamentalmente en Estados Unidos, ya muchas empresas habían hecho suyos y adaptado a sus culturas, buena parte de los conceptos exitosos, pero, además, incorporaron o desempalearon conceptos adicionales.

Primero fue Hammer con su “Reingeniería” ante la disyuntiva de cambiar o desaparecer, la aplicación de su enfoque hizo temblar hasta los cimientos a empresas a ambos lados de Atlántico.

Luego se fue comprendiendo mejor el concepto de “mejora continua” sin el cual los grandes cambios revolucionarios estaban seriamente amenazados por el fracaso; además, se incorporaron otros enfoques, como la Globalización, MRPII clase mundial, Redes de manufactura, Visibilidad, “Accountability”, “Bench Marking”, “Procurement Effectiveness”, “Metrics”, “Balanced Score Card”, “Six sigma”, “Lean Manufacturing”, Flujo del valor, por nombrar algunos.

Cada una de las mencionadas, es una herramienta de gestión que, criteriosamente aplicada, puede aportar aspectos positivos a empresas, permanentemente desafiadas a mejorar, frente a una competencia cada vez más dura y despiadada.

Desarrollo del modelo

Los elementos participantes en el diseño del modelo son mutuamente dependientes y por lo tanto deben ser desarrollados en paralelo. Diseñar un sistema requiere la determinación de las características funcionales y estructurales

El acercamiento analítico requiere una descomposición del sistema diseñado con subsistemas que se pueden analizar y diseñar independientemente del resto del todo. Por otro lado, por estar todas las partes del sistema correlacionadas, no se debe perder de vista el todo.

No hay una teoría única para utilizar conceptos genéricos pero es deseable tener una comprensión clara de los factores circunstanciales y de una base de modelos genéricos a utilizar como estrategia para los conceptos específicos de la logística de la compañía. Los métodos disponibles para modelar conceptos se limitan de alguna manera a los métodos cualitativos y cuantitativos, los diagramas, la simulación, los juegos y otros métodos se han aplicado en el desarrollo de conceptos, el desafío es encontrar los propósitos para los cuales los métodos son convenientes. Éste es el fondo del problema y elegir una metodología entre tantas es establecer una metodología específica para los conceptos de la logística aplicables a la realidad de la empresa.

Modelos de la Logística

*Estas técnicas de modelado serán las herramientas que permitirán que nuestro modelo mental (concepto) no se vea desfigurado por nuestra experiencia previa (P. Senge **Mental Models 1998**) y discernir cuales son las más aplicables a nuestra empresa.*

Se ha puesto en claro que un modelo no es necesariamente un modelo numérico. La mayoría de los modelos de la logística son modelos de flujo o modelos de proceso físico. Los modelos tradicionales son modelos estáticos de la red basados en Investigación Operativa (Pert, CPM, Programación Lineal). Los modelos se centran en agregar costo en el flujo material; el modelo de la entrada-salida de la logística es un ejemplo de una red de la actividad del flujo material. Los modelos de la simulación son modelos dinámicos y son como tales herramientas más importantes en logística.

Se menciona a continuación algunos de los modelos aplicables al tema en estudio:

- **IDEF**

La definición integrada de la fabricación con ayuda de ordenador (IDEF) es una herramienta que modela que consiste en tres técnicas:

IDEF0 : es una técnica para especificar lazos funcionales de los sistemas de fabricación,

IDEF1 : es una técnica para describir el lazo entre los ítems de datos,

IDEF2 :es un espacio del estado que modela la técnica para la investigación y la especificación del comportamiento dinámico de un sistema de fabricación.

- **GRAI**

La Red Gráfica de Actividades y Resultados o Graphe a Resultats et Activites Interlies o GRAI es un acercamiento para desarrollar y para diseñar sistemas directivos o sistemas de control.

Cuando se aplica la metodología de GRAI; se utilizan dos herramientas: 1) la grilla GRAI es una herramienta que se piensa para ayudar al análisis del sistema de control, y 2) la red GRAI se piensa para describir las actividades y las decisiones implicadas.

En la fase tres de la especificación del diseño se utilizan los niveles:

- el nivel conceptual,
- el nivel estructural y funcional, y
- el nivel operacional.

Los modelos conceptuales consisten en tres sistemas:

- una jerarquía de los centros de la decisión,
- el sistema de proceso físico y
- el sistema de información.

- **Redes de Performance de NEVEM**

Otro proyecto de investigación importante fue realizado por la sociedad holandesa de la gerencia de la logística (NEVEM). El grupo tenía la misión de desarrollar un conjunto de medidas de la productividad en la logística para una compañía; y dar las recomendaciones para el control de costos por medio de normas y de medidas.

Aquí, se reconocen los aspectos principales siguientes:

- Descripción de las condiciones de borde necesarias para un proceso logístico controlable.

- Descripción del lazo entre las condiciones de borde y los indicadores de funcionamiento que se utilizarán.
- Descripción de las relaciones entre la situación de organización, la estructura logística y los indicadores de funcionamiento

El conjunto de herramientas utilizado:

- 1) objetivos genéricos de la logística;
- 2) un modelo de la estructura del proceso de la logística;
- 3) instrumentos genéricos del manejo; y
- 4) el modelo de la entrada-salida de la logística: se centra en la coherencia de los indicadores de funcionamiento del proveedor al cliente, y refleja la estructura jerárquica de las medidas de funcionamiento de una compañía, y además combina medidas físicas y financieras.

Los modelos arriba descriptos tienen en común la función de describir la situación de la empresa y proponer una situación mejorada a futuro. Desde otro punto de vista se presentan los modelos de gestión que sirven de ayuda en los distintos procesos de la empresa.

En lo que a la logística y la planificación se refiere el MRP ha sentado las bases procedimentales para otros desarrollados posteriormente.

El **MRP** (Planificación de requerimientos de materiales) se propuso en un comienzo:

- Planear y controlar los requerimientos e inventarios de los artículos de demanda dependiente.
- Minimizar inventarios mediante la obtención de lo que se requiere solamente para tenerlo disponible cuando se necesita.

Está diseñado para:

1. Determinar órdenes de compra y producción para regular el flujo del inventario de materia prima y producto en proceso necesario para satisfacer las necesidades de producto terminado.
2. Asegurar la disponibilidad de materiales, componentes y productos para la producción y envío al consumidor.
3. Mantener niveles mínimos de inventario de artículos de demanda dependiente.

Charles Fine en su libro *Clockspeed* propone otra visión. Él sugiere analizar los cambios en las empresas que evolucionan rápidamente para aplicarlos al resto de las empresas. Él desarrolla su teoría sobre una comparativa con la biología que utiliza la mosca de los frutos en su estudio del resto de las especies. En este caso las lecciones aprendidas de observar la rápida evolución de la cadena de abastecimiento pueden aplicarse en otras industrias.

Cada industria evoluciona a diferente velocidad, dependiendo de su ciclo del producto, ciclo de procesos y ciclo organizacional. En muchas empresas donde el producto tiene un ciclo rápido, la organización también lo tiene.

En los capítulos siguientes se va a profundizar en el concepto de logística y trabajar en los modelos presentados que mejor se aplican en la misma.

CAPÍTULO II

ALGUNOS CONCEPTOS SOBRE LA LOGÍSTICA DE APROVISIONAMIENTO

Definiciones

En 1992 Coyle, Bardi y Langley definieron la logística como:

“El aseguramiento de la disponibilidad del producto, en la cantidad y calidad deseada, en el lugar correcto, en el tiempo preciso, para el cliente correcto, a un costo adecuado.”

De lo anterior puede derivarse que, la Logística es un enfoque que permite gestionar la empresa a partir del flujo material e informativo que va desde los proveedores hasta los clientes, y donde el flujo material se desarrolla, a partir de la gestión de los aprovisionamientos, la gestión de los procesos de transformación y la gestión de la distribución. A partir de estos enunciados determinados autores consideran a la Logística como sistema y las actividades que la integran se agrupan en tres subsistemas que denominan Logística del Aprovisionamiento, Logística de la Producción y Logística de la Distribución.

La Logística del aprovisionamiento se ocupa del proceso de adquisición y almacenamiento de productos que pueden ser materias primas, materiales, partes, piezas, etc, desde los proveedores hasta el comienzo del proceso productivo en empresas productivas. Debe observarse que en empresas puramente comerciales también se presenta y con gran fuerza el aprovisionamiento, lo que en estos casos generalmente se trata de la adquisición de productos terminados que se utilizan para satisfacer las necesidades del cliente final.

La gestión del aprovisionamiento lleva implícito la toma de un conjunto de decisiones que deben contribuir al logro de un eficiente y eficaz funcionamiento de la cadena de suministro y especialmente del sistema logístico. Cualquier organización depende en mayor o menor grado de los materiales y de los servicios suministrados por otras organizaciones. Ninguna organización es autosuficiente, por lo tanto los aprovisionamientos constituyen una de las funciones comunes básicas de cualquier organización.

Una dirección eficaz del aprovisionamiento contribuye de forma significativa al éxito de la gestión empresarial. La adquisición de materiales, suministros, servicios y equipos centra la atención de muchos directivos de todos los sectores.

Reeves demuestra que las compañías pueden obtener una ventaja competitiva si integran las áreas funcionales por medio de un sistema de información de operaciones eficaz. El mantenimiento de un flujo eficiente de materiales y servicios procedentes de proveedores, y la administración de las actividades internas relacionadas con materiales y otros recursos, son factores esenciales para el éxito económico de una operación.

ADMINISTRACION DE LA CADENA DE SUMINISTRO

Concepto

Una cadena de suministro consiste en un conjunto de eslabones que enlazan entre sí a los proveedores de materiales y servicios, que se extiende a lo largo de todo el proceso, desde la transformación de las materias primas en productos y servicios, hasta la entrega de éstos a los clientes de la compañía.

La Administración de la Cadena de Suministro tiene el propósito de sincronizar las funciones de una empresa con las de sus proveedores, a fin de acopiar el flujo de materiales, servicios e información, con la demanda del cliente. La Administración de la Cadena de Suministro tiene consecuencias estratégicas porque el sistema de suministro puede usarse para satisfacer prioridades competitivas importantes. También implica la coordinación de funciones clave de la empresa, como marketing, finanzas, ingeniería, sistemas de información, operaciones y logística.

Un propósito fundamental de la Administración de las Cadenas de Suministro consiste en controlar el Inventario, administrando los flujos de materiales.

Algunos conceptos sobre Inventario

Con el fin de satisfacer la demanda a tiempo, las empresas suelen mantener cierto nivel de inventario o stocks en sus almacenes. Esta previsión resulta especialmente importante cuando un producto tiene una demanda fuertemente estacional o cuando la demanda ha de servirse en un período temporal relativamente corto.

El inventario es una acumulación de materiales que se utiliza para satisfacer la demanda de los clientes o apoyar la producción de bienes o servicios.

Se puede considerar que los inventarios existen en tres categorías agregadas:

- Los de **materias primas (RM)**, son inventarios indispensables para la producción de bienes o servicios. Se considera que esos inventarios son insumos para los procesos de transformación de la empresa, ya sea que ésta genere un producto o un servicio.
- El **Trabajo en proceso (WIP)** (del inglés work-in-process) consiste en elementos, como componentes o ensamblajes, necesarios para elaborar un producto final en el rubro de manufacturas. El WIP también se presenta en algunas operaciones de servicios, como los talleres de servicios, los proveedores de servicios en masa y las fábricas de servicio.
- Los **bienes terminados (FG)** (del inglés finished goods), en plantas manufactureras, almacenes y distribuidoras minoristas, son los artículos que se

venden a los clientes de la empresa. Los productos terminados de una empresa pueden ser, de hecho, las materias primas para otra.

Otros autores clasifican los stocks según la función que los mismos desempeñan:

- **Stocks de ciclo:** Muchas veces no tiene sentido producir o comprar materiales al mismo ritmo en que son solicitados, ya que resulta más económico lanzar una orden de compra o de producción de volumen superior a las necesidades del momento, lo que dará lugar a este tipo de stocks. Se debe trabajar en el perfeccionamiento de los métodos para hacer pedidos y ajustes iniciales, lo cual abate los costos de hacer pedidos y de preparación, y permite que Q sea menor.
- **Stocks estacionales:** Algunos productos presentan una demanda muy variable a lo largo del año, aumentando mucho en determinados meses y disminuyendo en otros (juguetes, helados, refrescos, etc.). Así, es lógico que la producción sea mayor que la demanda en determinados períodos, por lo que se generará un stock de carácter estacional.
- **Stocks de seguridad:** Suponen una garantía frente a posibles aumentos repentinos de la demanda. Ese **inventario de seguridad** es una protección contra la incertidumbre de la demanda, del tiempo de entrega y del suministro. Los inventarios de seguridad son convenientes cuando los proveedores no entregan la cantidad deseada, en la fecha convenida y con una calidad aceptable, o bien, cuando en la manufactura de los artículos se generan cantidades considerables de material de desperdicio o se requieren muchas rectificaciones.

La forma para reducir el inventario de seguridad consiste en hacer los pedidos en una fecha más próxima a aquella en la cual se deberá recibir la mercancía correspondiente. Algunas acciones a tomar:

1. Mejorar los pronósticos de demanda para que haya menos sorpresas en el comportamiento de los clientes
 2. Abreviar los tiempos de entrega para los artículos comprados o fabricados.
 3. Reducir la incertidumbre del suministro. Los proveedores pueden ser más fiables si compartimos con ellos los planes de producción, pues de esa manera podrán elaborar pronósticos más realistas.
- **Stock de previsión:** El inventario que utilizan las empresas para absorber las irregularidades que se presentan a menudo en la tasa de demanda o en el suministro se conoce como inventario de previsión.
 - **Stocks de tránsito:** Su función es actuar como reserva a fin de mantener el flujo continuo de materiales entre las distintas fases del proceso productivo. En el sistema de flujo de materiales, el inventario que se mueve de un punto a otro recibe el nombre de **inventario en tránsito**. Los materiales son transportados desde los proveedores hasta la planta, de una operación a la siguiente dentro del taller, de la planta a un centro de

distribución o cliente distribuidor, y del centro de distribución a un minorista. El inventario en tránsito esta constituido por los pedidos que los clientes han hecho, pero que todavía no han sido repartidos.

En la actualidad, las compañías dependen más que nunca de proveedores que están establecidos en distintas partes del mundo. En virtud de que los materiales representan un componente muy grande del valor monetario de las ventas, las compañías pueden obtener cuantiosas ganancias si consiguen una reducción de un pequeño porcentaje del costo de sus materiales. Esa es una de las razones por las cuales la administración de la cadena de suministro se está convirtiendo en un arma competitiva clave.

El desafío no consiste en reducir al máximo los inventarios para abatir los costos, ni tener inventario en exceso a fin de satisfacer todas las demandas, sino en mantener la cantidad adecuada para que la empresa alcance sus prioridades competitivas con mayor eficiencia.

Presiones a favor de los inventarios bajos

La labor de la persona que administra un inventario consiste en establecer el balance entre las presiones y los costos conflictivos que actúan tanto a favor de los inventarios bajos como de los altos, y así determinar los niveles apropiados de inventario. La principal razón para tener inventarios bajos es que el inventario representa una inversión monetaria temporal en bienes, por la cual la empresa tiene que pagar intereses (en lugar de recibirlos).

El inventario tiene un importante costo de posesión debido a la creación y mantenimiento de la capacidad del almacén (alquiler, electricidad, maquinaria, vigilancia, etc.), a la manipulación de material y trabajos administrativos, a los gastos derivados de los seguros internos y externos, a variaciones del valor de los bienes motivados por el desgaste, y al coste de oportunidad del capital (dinero que se deja de ganar por mantener inmovilizado en stock el capital en vez de invertirlo).

El **costo de manejo** (o mantenimiento) **de inventario** es un costo variable que se paga para tener artículos a la mano. Entre esos costos figuran intereses, almacenamiento y manejo, impuestos, seguros y mermas.

- *Interés o costo de oportunidad.* Para financiar un inventario, las compañías tienen que conseguir un préstamo o perder la oportunidad de hacer una inversión que prometía un rédito atractivo.
- *Costos de almacenamiento y manejo.* Para el movimiento de los artículos almacenados se necesita la presencia de mano de obra, equipos fijos y móviles de manipuleo como autoelevadores, carretillas, cintas transportadoras y otras maquinarias. Los almacenes exigen a su vez un espacio donde ubicar los materiales lo que lleva a que las empresas aprovechen al máximo el espacio ocupado para que la gestión sea eficiente.

- *Impuestos, seguros y mermas.* La obsolescencia se presenta cuando el inventario no puede usarse o venderse en su valor total a causa de cambios de modelo, modificaciones de ingeniería o descensos inesperados de la demanda.

Estos costos representan del 20 al 30% del valor de la unidad almacenada en el año.

Presiones a favor de los inventarios altos

El principal aspecto que juega contra los beneficios de un inventario bajo es el *Servicio al cliente*. La creación de inventarios puede acelerar las entregas y mejorar la puntualidad en el reparto de mercancías. El inventario reduce las posibilidades de que haya faltantes y órdenes atrasadas. Un **faltante** se presenta cuando un artículo que normalmente se tiene en inventario no está disponible para satisfacer la demanda en el momento en que ésta se presenta.

Identificación de los elementos críticos de inventario con el análisis ABC

Una organización típica tiene miles de artículos en inventario, pero sólo un pequeño porcentaje de ellos merecen la más cuidadosa atención y el mayor grado de control de la gerencia. El **análisis ABC** es un proceso que consiste en dividir los artículos en tres clases, de acuerdo con su uso monetario, de modo que los gerentes puedan concentrar su atención en los que tengan el valor monetario más alto.

Los artículos clase A suelen representar solamente cerca del 20% de los artículos, pero les corresponde el 80% del uso monetario. Los artículos de clase B representan otro 30% del total, pero les corresponde únicamente el 15% del uso monetario. Por último el 50% de los artículos pertenecen a la clase C y les corresponde apenas el 5% del uso monetario.

Un gerente puede ordenar que los artículos clase A sean revisados con frecuencia para reducir el tamaño promedio del lote y mantener actualizados los registros de inventario.

En el caso de los artículos clase C, es apropiado un control mucho más informal. Los faltantes de un artículo clase C pueden ser tan cruciales como los de un artículo clase A, pero el costo de manejo de inventario de los artículos clase C tiende a ser bajo. Estas características sugieren que los niveles altos de inventario pueden ser tolerables y que un inventario de seguridad más abundante, mayores tamaños de lote y tal vez hasta un sistema visual, del cual hablaremos más adelante, pueden ser suficiente para los artículos clase C.

Administración de Materiales

Un área de operaciones y logística que representa un papel importante en la administración de la cadena de suministro es la **administración de materiales**, la cual se ocupa de las decisiones referentes a compras de materiales y servicios, inventarios, niveles de producción.

Las decisiones que se toman en éstas áreas afectan a toda la organización, ya sea directa o indirectamente.

Los recursos humanos constituyen un elemento importante a tener presente en la cadena logística tanto desde el punto de vista de formación (saber) y de la motivación (querer).

Se requiere la máxima colaboración de todos los niveles, desde el ejecutivo de máximo nivel hasta el empleado en más simple, pues de lo contrario se hace imposible su efectividad.

En la medida en que los recursos humanos estén más identificados con Organización y tengan posibilidades de tomar decisiones (enfoque participativo) se facilitará la concepción y funcionamiento del sistema de administración de materiales.

Tradicionalmente, las organizaciones han dividido la responsabilidad de la administración de materiales entre tres departamentos: compras, control de producción y distribución. Estos son los eslabones de la cadena de suministro interna. En esta fase, las compañías utilizan un sistema de información y control de materiales, desde distribución hasta compras, integrando marketing, finanzas, contabilidad y operaciones.

Normalmente, marketing prepara pronósticos y procesa los pedidos que llegan, para atender a los clientes. Con esta información, control de producción elabora programas para la fuerza de trabajo y establece las prioridades en materia de trabajo. Al mismo tiempo, marketing necesita conocer el programa y la capacidad de producción actuales cuando procesa los pedidos que llegan, pues solamente así puede hacer promesas de entrega realistas.

La función **compras** se ocupa de la administración del proceso de adquisición. Tiene por objetivo realizar las adquisiciones de materiales en las cantidades necesarias y económicas en la calidad adecuada al uso al que se va a destinar en el momento oportuno y al precio total más conveniente.

Compras debe satisfacer las necesidades de suministro a largo plazo de la empresa y respaldar las capacidades de la misma para la producción de bienes y servicios.

Los principales objetivos específicos de esta actividad son:

1. Mantener la continuidad del abastecimiento.
2. Pagar precios justos pero razonablemente bajos por los productos de calidad adecuada.
3. Mantener existencias económicas compatibles con la seguridad y sin prejuicios para la empresa.
4. Evitar deterioros, duplicidades, desperdicios, etc; buscando calidad adecuada.
5. Buscar fuentes de suministros, alternativas y localizar nuevos productos y materiales.
6. Mantener costos bajos en el departamento, sin desmejorar la actuación.

El **proceso de adquisición**

1. Reconocer una necesidad.
2. Seleccionar proveedores.
3. Hacer el pedido.
4. Seguir el rastro del pedido.
5. Recibir el pedido.

Cadenas de suministro eficaces y cadenas con sensibilidad de respuesta

Aún cuando las tecnologías extensivas, como el intercambio electrónico de datos, Internet, el diseño asistido por computadora, la manufactura flexible y el almacenamiento automatizado, ya se han aplicado en todas las etapas de la cadena de suministro, el rendimiento de muchas de esas cadenas ha sido decepcionante.

Una causa posible de los fracasos es que los gerentes no comprendían la naturaleza de la demanda de sus productos o servicios y, por consiguiente, no acertaban a diseñar la cadena de suministro que satisficiera mejor esa demanda. Dos diseños diferentes que se han usado para lograr una ventaja competitiva son: las *cadenas de suministro eficaces* y las *cadenas de suministro con sensibilidad de respuesta* (Fisher, 1997).

El propósito de las cadenas de suministro eficaces consiste en coordinar el flujo de materiales y servicios, con miras a minimizar los inventarios y maximizar la eficiencia de los fabricantes y proveedores de servicios incorporados a la cadena.

Las cadenas de suministro con sensibilidad de respuesta están diseñadas para reaccionar rápidamente a las demandas del mercado.

El carácter de la demanda para los productos y servicios de la empresa es un factor clave en la selección del mejor diseño para la cadena de suministro. Las cadenas de suministro eficaces funcionan mejor en ambientes donde la demanda es sumamente previsible, como sucede con la demanda de los artículos de uso diario que la gente compra en las tiendas de víveres o la demanda de un servicio de entrega de paquetes. El mayor interés de la cadena de suministro se centra en los flujos eficientes de materiales y servicios, es decir, en la posibilidad de mantener los inventarios en un nivel mínimo. Por la índole de los mercados a los cuales atienden esas empresas, los diseños de productos o servicios duran mucho tiempo, la introducción de otros nuevos es infrecuente y la variedad correspondiente es escasa.

Las cadenas de suministro con sensibilidad de respuesta funcionan mejor cuando las usan empresas que ofrecen una amplia variedad de productos o servicios, y la posibilidad de prever la demanda es baja. Es posible que no sea sino hasta que llegan los pedidos de los clientes cuando las empresas se enteran de qué productos o servicios necesitarán proveer. Además, la demanda puede ser efímera.

El mayor interés de las cadenas de suministro con sensibilidad de respuesta se centra en el tiempo de reacción, pues éstas tratan de no mantener inventarios costosos que, a la postre, tendrían que vender con grandes descuentos.

Factor	Cadena de suministro eficaces	Cadena de suministro con sensibilidad de respuesta
Demanda	Previsible	Imprevisible

Prioridades competitivas	Bajo costo Calidad consistente Entrega a tiempo	Velocidad de desarrollo Flexibilidad en el volumen Calidad de diseño
Introducción de nuevos productos	Infrecuente	Frecuente
Márgenes de contribución	Bajos	Altos
Variedad de productos	Baja	Alta

Krajewski – Ritzman – Administración de operaciones

DINAMICA DE LA CADENA DE SUMINISTRO

En virtud de que normalmente las compañías tienen propietarios y administradores independientes, las actividades de los miembros localizados en puntos “corriente abajo” de la cadena de suministro (en dirección al usuario final del producto o servicio) pueden afectar adversamente las operaciones de los miembros colocados “corriente arriba” (en dirección al nivel más bajo de la cadena de suministro). Se puede ejemplificar con un segmento de una cadena de suministro que incluye tres empresas. La empresa A tiene dos clientes y es atendida directamente por la empresa B, a la cual tiene que atender, a su vez, la empresa C. La información fluye desde A hacia B, y de B a C, frecuentemente con un considerable retraso. Además, la información de la empresa A, que llega al fondo de la cadena, está distorsionada a menudo a causa de las políticas de compra de la empresa B, que se reflejan en sus adquisiciones de materiales de la empresa C. Por eso, la empresa C tiene que adquirir cierta flexibilidad en lo referente a volumen, aun cuando forme parte de una cadena de suministro eficaz. Un incremento, relativamente a corto plazo, en la demanda de la empresa A puede dar lugar a fluctuaciones considerables en los volúmenes de materiales requeridos de la empresa C. Si la empresa B juzga erróneamente que el aumento observado en el volumen requerido por la empresa A anuncia un incremento a largo plazo y pide una gran cantidad de material de la empresa C, seguramente la cantidad que solicite en su siguiente pedido será más reducida porque sus niveles de inventario serán demasiado altos, provocando así fluctuaciones de la empresa C.

¿Cuáles son las causas de la dinámica de la cadena de suministro?

Las causas son tanto externas como internas.

Efectos ocasionados por la cadena de suministro externa

Las compañías tienen el menor grado de control sobre la cadena de suministro externa.

En consecuencia, deben diseñar sus operaciones bajo el entendimiento de que quizá tengan que responder a perturbaciones provocadas por los proveedores o los clientes. Entre las perturbaciones más típicas figuran las siguientes:

- *Cambios en el volumen.* Pueden pedir inesperadamente una cantidad mayor de un producto o servicio estándar.
Si el mercado requiere tiempos cortos, la empresa necesita que sus proveedores reaccionen con rapidez.
- *Cambios en la mezcla de productos/servicios.* Los clientes tienen la posibilidad de modificar la mezcla de artículos en alguno de sus pedidos, generando así un efecto perturbador en toda la cadena de suministro.
- *Entregas tardías.* La entrega tardía de materiales o los retrasos en el suministro de servicios esenciales suelen obligar a una compañía a cambiar su programa, de modo que en lugar de fabricar un modelo de determinado producto, elabore otro. Por lo

general, esto provoca perturbaciones en los programas de las empresas que suministran artículos en modelos específicos.

- *Embarques incompletos.* Los proveedores que envían embarques incompletos lo hacen así porque se presentan perturbaciones en sus respectivas plantas. Los efectos de esos embarques son similares a los de las remesas tardías, a menos que su volumen sea suficiente para que la empresa funcione hasta que llegue el siguiente embarque.

Efectos ocasionados por la cadena de suministro interna

Las operaciones de la propia compañía suelen ser la causa de esas dificultades, porque llegan a convertirse en fuente de una dinámica constante dentro de la cadena de suministro. Entre las perturbaciones características de las cadenas de suministro internas se encuentran las siguientes:

- *Casos de escasez provocados por causas internas.* Es probable que haya una escasez de las partes manufacturadas por una compañía debido a la presencia de averías en alguna máquina o por la falta de experiencia de sus trabajadores. Esa escasez puede dar lugar a un cambio en el programa de producción de la empresa.
- *Cambios en aspectos de ingeniería.* Las modificaciones en el diseño de productos o servicios pueden tener un impacto directo sobre los proveedores.
- *Introducción de nuevos productos/servicios.* Cada empresa decide cuántas novedades habrá de introducir y en qué fechas lo hará, con lo cual también introduce su dinámica particular en la cadena de suministro.
- *Promociones de productos/servicios.* Una práctica común de las empresas que elaboran productos o servicios estandarizados consiste en ofrecer descuentos en sus precios a fin de promover las ventas. Como resultado de esa práctica se crea un alza momentánea de la demanda, la cual repercute en toda la cadena de suministro.
- *Errores de información.* Los errores cometidos en los pronósticos de demanda pueden inducir a una empresa a hacer pedidos excesivos, o insuficientes, de materiales y servicios. Además, los errores de pronóstico suelen dar lugar a pedidos apresurados que obligan a los proveedores a reaccionar con mayor rapidez para evitar situaciones de escasez en la cadena de suministro. Por añadidura, los errores en el recuento físico de los artículos almacenados como inventario ocasionan escasez (compras de pánico) o exceso de inventarios (las compras se vuelven más lentas). Finalmente, los nexos de comunicación entre compradores y proveedores pueden fallar. Por ejemplo, la inexactitud en el registro de las cantidades de un pedido y los retrasos en los flujos de información afectan la dinámica de la cadena de suministro.

Muchas perturbaciones son ocasionadas por la deficiente coordinación entre las cadenas de suministros externas e internas o por operaciones mal ejecutadas en una cadena de suministro interna. En virtud de que las cadenas de suministro incluyen muchas empresas y operaciones diferentes, es poco realista suponer que todas sus perturbaciones pueden ser eliminadas. No obstante el desafío que esto implica para los administradores de las cadenas de suministro consiste en suprimir el mayor número posible de perturbaciones y diseñar dichas cadenas con miras a minimizar el impacto de aquellas perturbaciones que no sea posible eliminar.

Algunas consideraciones acerca de la cadena de abastecimiento

El diseño de la cadena de abastecimiento tiene un impacto estratégico en las ventajas competitivas. Intervienen numerosos aspectos a analizar. Uno de ellos es la contraposición de “hacer todo en casa” y el diseño modular.

Para algunos autores el outsourcing puede hacer que la empresa pierda competencias esenciales para su futuro. Del pensamiento “nadie puede, nosotros tenemos que hacerlo”, al “nosotros podemos, hagámoslo” se puede notar un cambio conceptual.

El poder en la cadena va cambiando y las decisiones que se toman hoy pueden cambiar toda la industria en los años por venir. Ninguna empresa es una isla, se puede observar como “poder” y “valor” pueden migrar de arriba hacia abajo en la cadena. Para Charles Fine, una compañía es una cadena de habilidades que evolucionan constantemente, es decir, sus capacidades más las capacidades de todo aquel que hace negocios con ella. Y es aquí donde se aplica el enunciado que una cadena es tan débil como el más débil de sus eslabones.

La clave está en determinar cuales habilidades son troncales y cuales son accesorias.

De esta forma se va de la estructura vertical/ integral hacia la horizontal/ modular donde cada eslabón busca su nicho y viceversa. La segunda tiene una vida mas corta, ya que los jugadores más fuertes se comen a los más chicos.

En la figura a continuación se observa como se pasa de uno al otro.

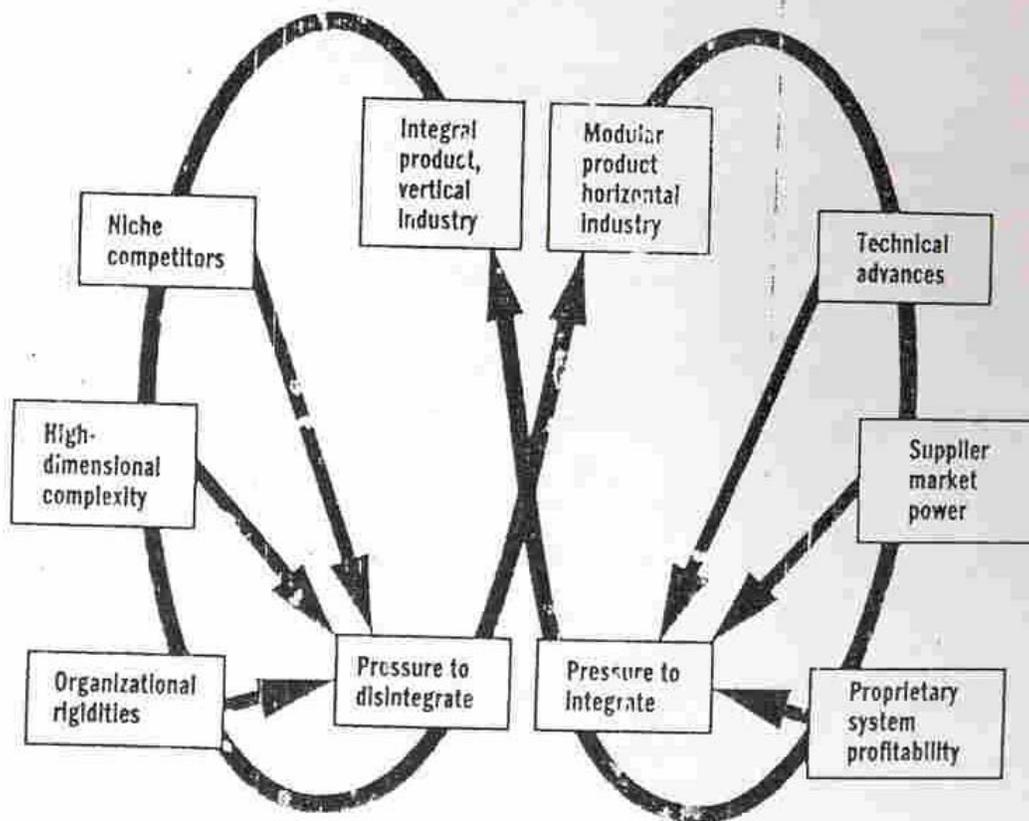


Figure 4.3. The Double Helix, Illustrating How Industry/Product Structure Evolve from Vertical/Integral to Horizontal/Modular, and Back¹⁰

Las fuerzas que empujan hacia una estructura horizontal son:

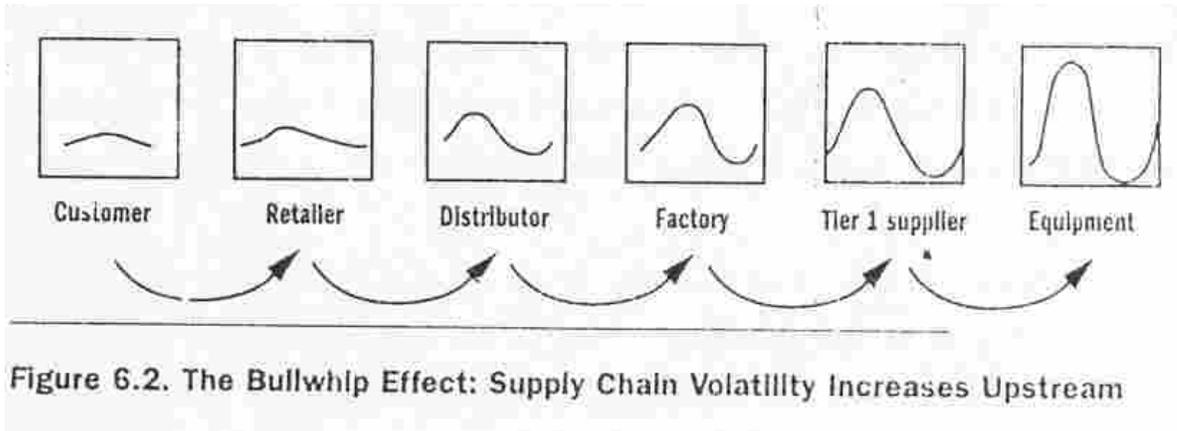
- El ingreso de nuevos competidores que buscan un nicho en algún segmento de la industria
- El desafío de mantener el liderazgo en numerosas dimensiones tecnológicas y de mercado
- La rigidez burocrática y organizacional que trae aparejada una gran empresa.

Por el contrario, las que llevan hacia una estructura vertical son:

- Los avances tecnológicos que dan poder de mercado a su propietario.
- El poder en un subsistema brinda coraje para incrementar el control en otros subsistemas y agregar mayor valor.
- Se facilita la integración con otros subsistemas para crear soluciones integrales.

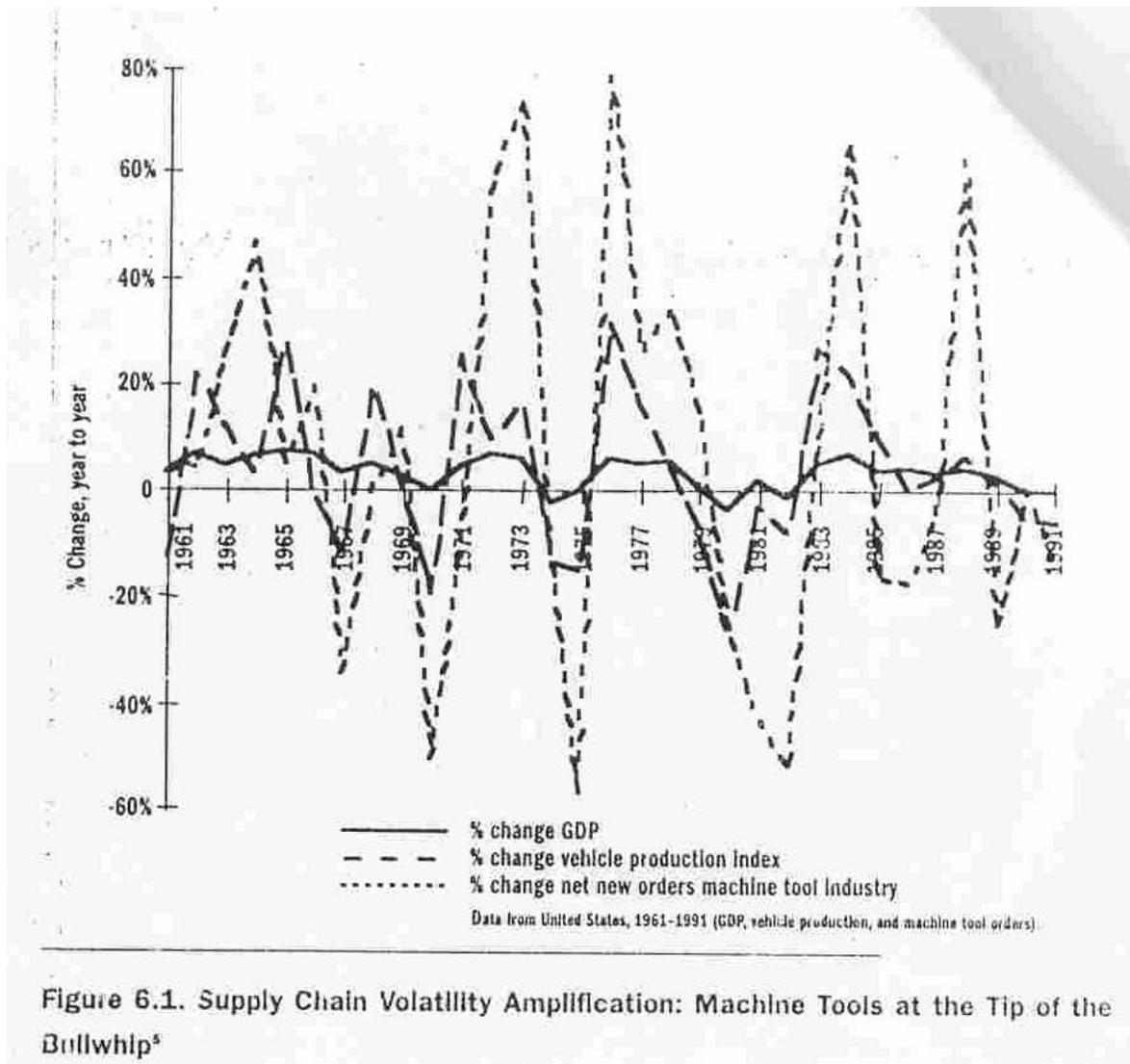
Un par de leyes de la cadena de suministro

- **Amplificación de la variabilidad** (conocido como el efecto del juego de la cerveza) : fenómeno donde se refleja que la variabilidad de la demanda y los inventarios en la cadena de abastecimiento tiende a amplificarse a medida que uno mira “aguas arriba”, es decir, lejos del usuario final.



Esta ley puede tener el status de una ley física por la enorme cantidad de casos que la verifican. Pero, de donde viene la amplificación? Se supone como ejemplo una pequeña variación en los consumidores. Cuando el primer eslabón en la cadena lo observa y quiere responder al cambio en la demanda ya hay una demora en tiempo. El siguiente eslabón va a encontrarse en la misma situación y va a tener problemas en los tiempos de entrega para responder a su cliente. Todos estos efectos se acumulan y conducen a lo expresado.

En la figura a continuación se puede observar un ejemplo de lo antedicho.



- **Amplificación “clockspeed” – ciclo interno:** es decir que la rapidez del ciclo interno tiende a ser mayor a medida que uno mira “aguas abajo”, hacia el usuario final.

En general los eslabones más cercanos al usuario final son estructuras más pequeñas, mientras que a medida que se van alejando de este se requiere una estructura fuerte, con mayor inversión de capital. A donde se mire, se puede ver dramáticos incrementos en la velocidad cuando se mueve de la fuente de tecnología a la aplicación para el cliente. Altos márgenes se atribuyen a la diferenciación constante de productos y servicios para el cliente final.

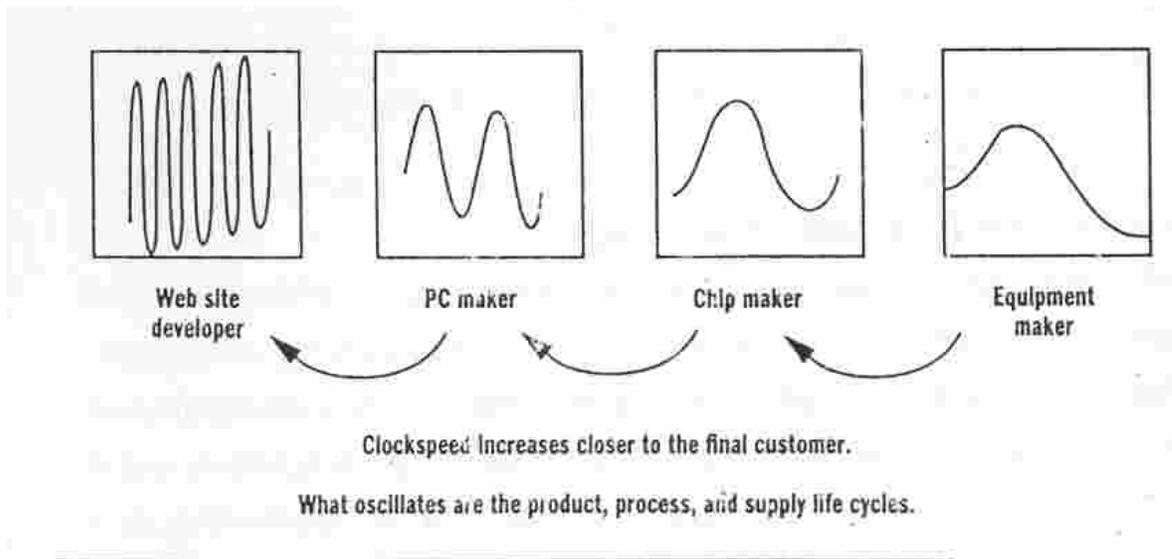


Figure 6.4. Clockspeed Amplification In Information Technology

Al tercerizar, ambos factores se amplifican aún más.

PREVISION DE LAS NECESIDADES

Los métodos de clasificación

En la previsión de las necesidades de aprovisionamiento surgen dos tipos de situaciones que tienen gran incidencia en la misma; una está referida a la cantidad de artículos o materiales a gestionar y la otra a la elección de la técnica de previsión más adecuada para que las estimaciones sobre los requerimientos de los mismos sean correctas.

Cuando el número de productos a gestionar es muy grande y su incidencia teniendo en cuenta determinada característica es bastante dispar, resulta conveniente clasificarlos utilizando un determinado criterio.

Una técnica cuantitativa bastante sencilla y ampliamente utilizada para realizar clasificaciones es el conocido método ABC, también llamado análisis ABC, análisis de Pareto o regla 20/80. El mismo se fundamenta en los resultados alcanzados por el economista italiano Wilfredo Pareto en 1897 tras realizar un estudio de la distribución de los ingresos. El mismo arrojó como resultado que un gran porcentaje de los ingresos estaba concentrado en las manos de un pequeño porcentaje de la población. Este principio se conoció como la ley de Pareto.

El principio de Pareto establece que: “Hay unos pocos valores críticos y muchos insignificantes. Los recursos deben concentrarse en los valores críticos y no en los insignificantes”.

En 1951 el norteamericano H. F. Dickie, basándose en el principio de Pareto y en sus propias experiencias prácticas al estudiar los inventarios presentó un método de clasificación que respondía al siguiente planteamiento general: “En cualquier clasificación de los inventarios una pequeña fracción expresada en términos de elementos representa una fracción mayoritaria en términos de efecto”.

El método ABC es un procedimiento que permite establecer una clasificación a partir de un determinado criterio, y como su nombre lo indica, clasifica en base a 3 grupos, A-B-C. Este agrupamiento es convencional ya que pueden crearse más grupos aunque en la práctica empresarial se prefieran éstos.

El método ABC es uno de los más conocidos métodos de clasificación y mediante el mismo se pueden establecer clasificaciones de múltiples cosas para su posterior evaluación, como por ejemplo:

CLASIFICACION DE	CRITERIOS PARA CLASIFICAR:
Productos	Costo, beneficio, volumen de ventas, de compras
Proveedores	Volumen de compras, calidad, condiciones de pago, retrasos en los plazos de entrega
Inventarios	Demanda, Costo, Volumen de ventas, tipo de

	materiales, movimiento de los productos, características físicas
Clientes	Volumen de compras, forma y ciclo de pago

Al aplicarse el Método ABC se obtiene una curva de distribución logarítmica normal que representa la distribución estadística del efecto de los artículos, considerados a partir del criterio seleccionado con tres zonas bien diferenciadas.

A continuación se presenta una representación gráfica del resultado de la aplicación

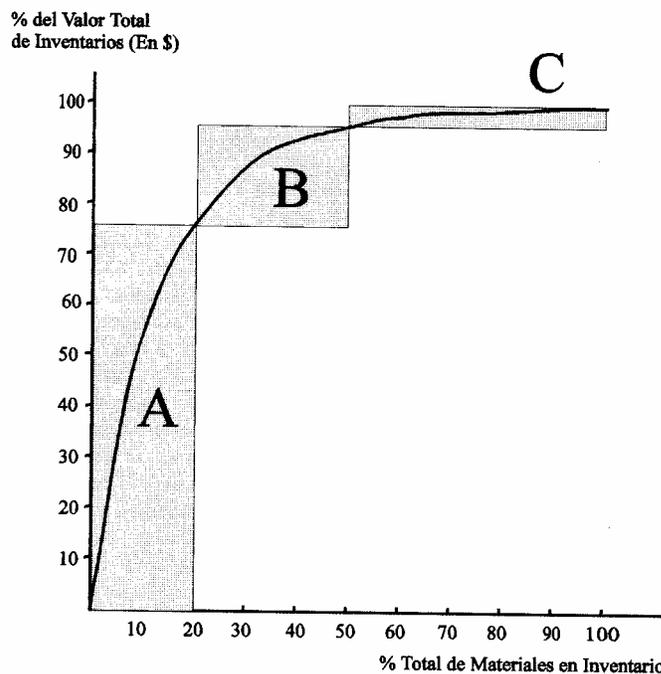


Figura 1 Clasificación ABC de Materiales

del método ABC para clasificar los productos en función del valor monetario de las compras que de los mismos se realizan,

Como puede observarse están claramente delimitadas las 3 zonas:

Zona A: Los productos de este grupo representan el 20% del total y en ellos se concentra el 75% del valor de las compras

Zona B: Los productos de este grupo representan el 30% del total y en ellos se concentra el 20% del valor de las compras

Zona C: Los productos de este grupo representan el 50% del total y en ellos se concentra el 5% del valor de las compras

Los rangos en que se mueven las zonas no son rígidos. No en todas las organizaciones se cumple exactamente la relación 20-80 aunque en general se aceptan como valores para la zona A: 20/80, para la zona B: 30/15 y para la zona C: 50/5.

El principio básico implícito en este procedimiento consiste en focalizar la atención sobre los elementos más importantes con vistas a su gestión. Evidentemente los productos que pertenecen a la zona A, por su especial relevancia, requieren un tratamiento más riguroso, que los que corresponden a la zona C. Los de la zona A serían los más importantes, los de la zona B, serían medianamente importantes y los de la zona C serían poco importantes, por tanto, desde el punto de vista del análisis y control de los productos, sobre los de la zona A se ejercería un control máximo, sobre los de la B un control intermedio y sobre los de la C un control mínimo.

En el marco de la actividad de compras resulta importante el uso de esta técnica no solo para clasificar productos sino también a los proveedores. En el marco de la actividad de aprovisionamiento en general, que abarca también la actividad de la gestión de los inventarios, el uso de esta técnica ha tenido amplia aplicación a la hora de tomar decisiones en relación con las políticas de inventario a establecer.

Ahora bien, el método ABC fue desarrollado sobre la base utilizar un solo criterio para clasificar los productos, clientes, proveedores, etc. Sin embargo se ha desarrollado un procedimiento para considerar el uso de más de un criterio al aplicar el método ABC.

El procedimiento parte primeramente de definir los criterios a utilizar para clasificar los productos. En este caso se utilizarán como criterios, el volumen en unidades físicas de cada producto y el valor en términos monetarios.

Utilizando estos criterios, la empresa puede clasificar los productos que compra en las siguientes categorías:

- Productos estratégicos: Alto impacto y alto riesgo
- Productos básicos: Alto impacto y bajo riesgo
- Productos no críticos: Bajo impacto y bajo riesgo
- Productos cuello de botella: Bajo impacto y alto riesgo.

Conformando la siguiente Matriz:

I. B.

PRODUCTOS BASICOS	PRODUCTOS ESTRATEGICOS
PRODUCTOS NO CRITICOS	PRODUCTOS CUELLO DE BOTELLA

R.S.

Figura 3 Matriz Impacto/Riesgo

Cada una de estas cuatro categorías requiere de un enfoque de compra diferente, cuya complejidad esta en función de las consecuencias estratégicas que acarrearán.

Para las decisiones sobre el aprovisionamiento de los productos estratégicos, la empresa necesitará apoyarse en técnicas analíticas como: análisis de mercado, análisis de riesgo, modelos de simulación, previsión de precios e incluso de alguna clase de análisis macroeconómico.

Las decisiones sobre los productos cuello de botella, menos críticos en el posicionamiento, necesitarán del empleo de modelos específicos de análisis de mercado y de análisis de decisiones.

En el caso de los productos básicos se pueden emplear técnicas de análisis de proveedores, modelos de previsión de precios y modelos de toma de decisiones. Para los productos no críticos bastará, en condiciones normales, con sencillos análisis de mercados y el establecimiento de políticas para la toma de decisiones.

Resulta evidente que los cambios en las tendencias de la oferta y la demanda del mercado puede alterar la categoría en que esta clasificado un producto.

Tal como se planteó al inicio, el segundo problema a resolver relativo a la previsión de las necesidades de aprovisionamiento está relacionado con la elección de la técnica de previsión mas adecuada para que las estimaciones sobre los requerimientos de los mismos sean correctas.

Para determinar el cálculo de las necesidades, el gerente de abastecimiento debe coordinar con diferentes niveles, debido principalmente a que esta necesidad tiene su origen en otras dependencias de la empresa. En este punto es necesario determinar:

- a. Los productos que se van a requerir para las operaciones de producción en el volumen previsto.
- b. Periodicidad con que se requieren estos productos, a fin de poder determinar el momento de colocar los pedidos.

En este sentido, la proyección de las necesidades de compras (Demanda) se caracteriza por la necesidad de elaborar una gran cantidad de pronósticos, de gran cantidad de productos, generalmente para periodos cortos de tiempo.

Dichas demandas pueden ser clasificadas como dependientes o independientes y el comportamiento de las mismas es predecible en términos determinísticos o en términos probabilísticos, y en dependencia de la frecuencia con que se producen pueden ser regulares o irregulares. El objetivo del proceso de proyección consiste en determinar para cada artículo, cuyos requerimientos cualitativos están identificados, las cantidades requeridas por la empresa para lograr los objetivos de la misma.

Para realizar esta proyección es recomendable la integración de diferentes métodos de pronóstico así como las recomendaciones del empleo de los mismos en dependencia de las características de la variable que se pronostique. Es muy importante la integración de métodos cuantitativos y métodos cualitativos ya que de esta forma quedan integras la información que aportan los registros históricos con los que cuente la organización y la experiencia y criterios del personal involucrado con la proyección.

Los métodos que con mayor frecuencia se emplean en la proyección son métodos estadísticos, entre ellos, se destacan los que se corresponden en mayor medida a pronósticos de plazos cortos y de gran cantidad de variables como ocurre generalmente en la elaboración de pronósticos asociada a la actividad de compras.

Los métodos estadísticos se pueden agrupar en: Métodos de series de tiempo, métodos causales y métodos cualitativos. Entre los métodos de series de tiempo se encuentran los promedios móviles, los promedios móviles exponenciales, el método de descomposición y el de Box-Jenkins. Entre los modelos causales están el análisis de regresión y los modelos econométricos y entre los cualitativos están el método Delfhi, investigaciones de mercado, pronósticos basados en escenarios, encuestas, entrevistas, tormenta de ideas, etc.

Sin embargo, es necesario destacar que aun cuando en términos generales se reconoce las ventajas que proporciona el uso de las técnicas cuantitativas para la toma de decisiones, la aplicación de estas técnicas aun no constituye una práctica común en la gestión de empresas. Las causas pueden ser diversas entre las cuales se pueden mencionar:

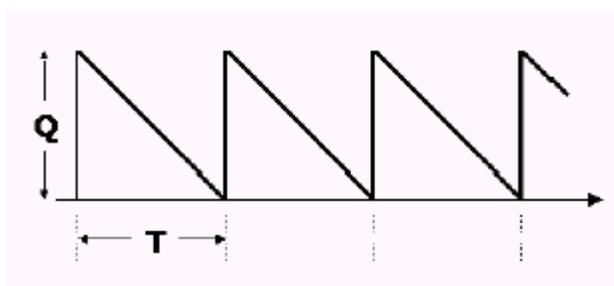
- El desconocimiento que en ocasiones se tiene de los tipos de problemas que se pueden resolver con estos métodos
- El criterio de que los métodos y modelos cuantitativos son muy “complicados” de entender y que se pueden buscar otros procedimientos “mas sencillos” para la solución de los problemas
- La dinámica de la toma de decisiones en la gestión de las empresas y el “retardo” relativo de la solución de los modelos

Realmente lograr una aplicación sistemática de los métodos cuantitativos enfrenta una serie de dificultades, puesto que implica en primer lugar un cambio en la mentalidad y forma de enfocar la toma de decisiones en la gestión de las empresas, además de los problemas relacionados con la captación y adecuación de la información para conformar los datos de partida que alimentan a los modelos y la necesidad de contar con un personal capacitado para ejecutar de una manera sistemática estas tareas. En los últimos años la creación de los

llamados sistemas de apoyo a la decisión que se vienen desarrollando en algunas empresas, donde pueden integrarse, junto a otro tipo de información relevante para la toma de decisiones, modelos cuantitativos, contribuirán sin dudas a lograr un uso sistemático de estas técnicas en la toma de decisiones en particular en esa área tan importante para la empresa como es la de aprovisionamientos.

Métodos básicos de reaprovisionamiento

El sistema de producción se abastece de forma intermitente con una cantidad fija Q , la cual se incorporaría a intervalos regulares de T unidades temporales.



Un método de reaprovisionamiento consiste en aplicar sistemáticamente una política de gestión de stocks con el apoyo de un sistema de información o de revisión.

Una política de gestión de stocks sirve para definir: (1) ¿Cuándo se ha de solicitar material?, y (2) ¿Cuánto material se ha de pedir?

Para la primera cuestión se puede recurrir a fijar un nivel de referencia para el stock (punto de pedido, s), y lanzar una orden cada vez que la posición del stock sea inferior a este valor; otra alternativa consiste en fijar un período de revisión, T , y efectuar un pedido en instantes concretos.

Por lo que respecta a la segunda pregunta, es posible solicitar siempre una cantidad fija predeterminada Q (medida del lote), o la diferencia entre un valor fijo S (cobertura) y la posición del stock.

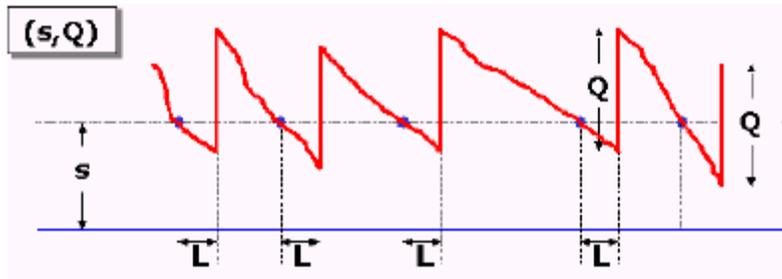
Para describir una política de gestión de stocks bastará pues con indicar, mediante un par ordenado, cuándo y cuánto se pide. Así, una política (s,Q) significará que se lanza una orden de tamaño fijo Q cada vez que la posición del stock sea inferior a s unidades.

Otras políticas posibles son: (T,S) con la cual se lleva a cabo un pedido cada T unidades de tiempo, de tamaño igual a la diferencia entre la cobertura S y el nivel de stock detectado; la política (s,S) , la cual implica la solicitud de un pedido de un tamaño suficiente para abastecer la cobertura S cada vez que la posición del stock sea inferior al punto de pedido s ; y la política (T,Q) , en la que se solicitaría un pedido fijo Q cada T unidades de tiempo.

Los métodos más usados son:

- **Método del punto de pedido con revisión continua (Q):** Se tendrá conocimiento del nivel del stock en todo momento. Cuando debido al consumo se llegue a un nivel mínimo

(punto de pedido, s), se emitirá un pedido de medida fija Q (lote económico). El punto de pedido intenta equilibrar los costes opuestos de ruptura y posesión de stocks, mientras que el tamaño del lote económico se calcula para conseguir el equilibrio entre los costes de lanzamiento y los de posesión. Este es el método que siguen los modelos EOQ.



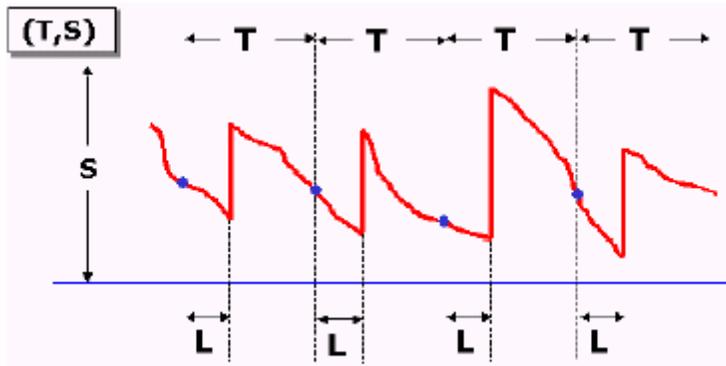
El planteamiento para hallar la EOQ se basa en las siguientes suposiciones:

1. La tasa de demanda para el artículo es constante.
2. No existen restricciones para el tamaño de cada lote.
3. Los dos únicos costos relevantes son el correspondiente al manejo de inventario y el costo fijo por lote, tanto de hacer pedidos como de preparación.
4. Las decisiones referentes a un artículo pueden tomarse independientemente de las decisiones correspondientes a los demás.
5. No hay incertidumbre en cuanto al tiempo de entrega o el suministro. El tiempo de entrega es constante.

En realidad, pocas situaciones son tan simples y dignas de confianza. De hecho, se requieren planteamientos con diferentes tamaños de lote para reflejar los descuentos por cantidad, las tasas de demanda irregulares o las interacciones entre los artículos.

Una pregunta fundamental para la administración de inventarios es si resulta más conveniente hacer pedidos por grandes cantidades con poca frecuencia o hacer pedidos frecuentes por cantidades pequeñas. La EOQ sirve como guía para realizar esta selección, porque indica el tamaño de lote con el cual será posible minimizar (bajo varias suposiciones) la suma de los costos de manejo de inventario y de hacer pedidos, durante cierto periodo, por ejemplo, un año.

• **Método de reaprovisionamiento periódico con cobertura (T):** se realiza una revisión en instantes concretos, tras intervalos temporales de igual longitud (período de revisión, T). Después de la revisión se lanza una orden de pedido, la cantidad de la cual es determinada a partir de la diferencia entre la cobertura S y el nivel de stock observado.



Ventajas comparativas de los sistemas Q y T

Ni el sistema Q ni el sistema T es el mejor para todas las situaciones.

Las ventajas fundamentales de los sistemas T son las siguientes:

1. La administración del sistema resulta cómoda porque el reabastecimiento se realiza a intervalos fijos.
2. Los pedidos de artículos múltiples de un mismo proveedor pueden combinarse en una sola orden de compra. Por medio de este enfoque se reducen los costos de hacer pedidos y los de transporte.
3. Solo es necesario conocer la posición de inventario cuando se realiza una revisión (y no en todo momento, como en el sistema Q, para determinar cuándo conviene hacer un nuevo pedido).

Las ventajas fundamentales de los sistemas Q son las siguientes:

1. La frecuencia con que se revisa cada artículo puede ser individualizada. Al ajustar la frecuencia de revisión, según las necesidades de cada artículo, es posible reducir el total de los costos de hacer pedidos y del manejo de inventario.
2. Los tamaños de lote fijos, si son suficientemente grandes, suelen traducirse en descuentos por cantidad.
3. Los inventarios de seguridad más bajos se traducen en ahorro.

El hecho de que alguno de ellos sea mejor que el otro depende de la importancia relativa de sus ventajas en diferentes situaciones.

Sistemas híbridos

Varios sistemas híbridos para control de inventario reúnen algunas características de los sistemas T y Q, pero no todas.

Sistema de reabastecimiento opcional. Se utiliza para revisar la posición de inventario a intervalos fijos y, si dicha posición ha disminuido hasta un nivel predeterminado (o más bajo del mismo) también para hacer un pedido de tamaño variable que cubra las necesidades esperadas.

Sistema de inventario base. En su forma más simple, el **sistema de inventario base** expide una orden de reabastecimiento, Q , cada vez que se realiza un retiro, por la misma cantidad que fue extraída en dicho retiro. Esta política de sustitución “uno por uno” mantiene la posición de inventario en un nivel de inventario base igual a la demanda esperada durante el tiempo de entrega, más un inventario de seguridad. Por lo tanto, el nivel del inventario base es equivalente al punto de reorden en un sistema Q .

La elección de la mejor opción depende de un cuidadoso análisis y diagnóstico de situación y de tener en claro los objetivos estratégicos de la empresa, tareas a llevar a cabo coordinados por el área de planificación. En el capítulo a continuación se va a profundizar sobre estos aspectos.

CAPÍTULO III

FUNDAMENTOS DE LA PLANIFICACION

Definición de la planificación

La planificación requiere definir los objetivos o metas de la organización, estableciendo una estrategia general para alcanzar esas metas y desarrollar esa jerarquía completa de planes para integrar y coordinar actividades. Se ocupa tanto de los fines (qué hay que hacer), como de los medios (cómo debe hacerse).

Una definición más de la planificación puede presentarse en términos de si es formal o informal. Toda la gerencia participa en la planificación, pero podría ser sólo en un plano informal. En la planificación informal, nada queda por escrito y casi no se comparten objetivos con otros en la organización. La planificación es general y carece de continuidad.

Dirección estratégica

Las consecuencias visibles de hoy...

Son el resultado de planificaciones anteriores;...

y la planificación actual recién mostrará sus resultados en el futuro.

En la actualidad, el directivo debe poder percibir la imagen completa de su organización. Pero esto sólo no alcanza, también debe poder entender la imagen más amplia del mercado global; y la imagen aún más amplia de los acontecimientos internacionales del mundo y la forma en la que éstos inciden ó afectan a su empresa (*enfoque sistémico*), tanto en el presente como en el futuro.

Para el análisis y comprensión del Sistema de Dirección y/o planificación estratégica que debe existir hoy en las empresas, se propone una desagregación del mismo en subsistemas, según el siguiente criterio:

1. Planeamiento Político.
2. Planeamiento Estratégico Interactivo.
3. Planeamiento Logístico y Táctico.
4. Control Estratégico.

Cabe destacar que la diferencia entre los distintos tipos de planificación se establece en el enfoque que cada uno de ellos brinda a la empresa:

1. El Planeamiento Político lleva a la perspectiva.
2. El Planeamiento Estratégico Interactivo define la estrategia competitiva y lleva a la posición competitiva.
3. El Planeamiento Logístico y Táctico lleva al rendimiento y la productividad, y es por lo tanto el sustento de la competitividad.
4. El Control Estratégico brinda la retroalimentación (*feed back*) necesaria, que permite controlar la marcha del sistema.

Propósitos de la planificación

La planificación establece un esfuerzo coordinado.

Cuando los empleados saben a donde va la organización y con qué deben contribuir para alcanzar ese objetivo, pueden coordinar sus actividades, cooperar entre ellos y trabajar por equipos.

Puesto que obliga a los gerentes a mirar hacia el futuro, anticipar el cambio, considerar el impacto del mismo y desarrollar respuestas apropiadas, la planificación reduce la incertidumbre.

El planeamiento estratégico debe consistir en tratar de pensar en la serie de ventajas competitivas de la compañía y anticipar los cambios.

Mientras más rápido evolucione una industria, mas temporal es la ventaja. La clave es elegir la ventaja correcta una y otra vez. Mientras mas rápido es el reloj interno, mas corto es el reinado. Si se habla de ventajas sustentables se piensa en un ciclo lento, mientras que si se habla de ventajas temporarias se asume un ciclo rápido. Es de destacar que la velocidad está aumentando en casi todos los ciclos.

Se debe tener en cuenta que la competencia de seleccionar competencias o ventajas no tiene que tercerizarse. Mientras mas rápido es el ciclo, mas frecuente es la necesidad de pensar y repensar.

Mitos acerca de la planificación

1. *La planificación que resulte inexacta es una pérdida de tiempo.* El resultado final de la planificación es sólo uno de sus propósitos. El proceso en sí mismo puede ser valioso aunque los resultados no lleguen a su objetivo.
2. *La planificación puede eliminar el cambio.* Los gerentes planifican con el fin de *anticipar* los cambios y desarrollar la respuesta más efectiva a ellos.
3. *La planificación reduce la flexibilidad.* La planificación es una actividad continua y debe adaptarse a los cambios que ha habido en la actividad.

Tipos de planes

La forma más popular de describir los planes organizacionales es por su amplitud (estratégica *versus* operacional), marco temporal (corto *versus* largo plazo), especificidad (específico *versus* direccional) y frecuencia de uso (uso único *versus* permanente).

AMPLITUD	MARCO TEMPORAL	ESPECIFICIDAD	FRECUENCIA DE USO
Estratégica	A largo plazo	Direccional	Uso único
Operacional	A corto plazo	Específico	Permanente

Planes estratégicos en comparación con operacionales

Los planes, que tienen aplicación en toda la organización que establecen los objetivos generales de la empresa y buscan posicionar a la organización en términos de su entorno, son llamados **planes estratégicos**.

Los planes, que especifican los detalles de cómo serán logrados los objetivos generales, son llamados **planes operacionales**.

Planes específicos comparados con planes direccionales

Los **planes específicos** tienen objetivos claramente definidos, no hay ambigüedad, no hay problemas de malentendidos. Sin embargo, los planes específicos tienen sus desventajas. Requieren claridad y un sentido de previsibilidad que con frecuencia no existe. Cuando la incertidumbre es alta y la gerencia debe ser flexible para poder responder a cambios inesperados, entonces es preferible usar planes direccionales.

Los **planes direccionales** identifican guías generales.

Factores de contingencia en la planificación

Grado de Incertidumbre del entorno

Cuanto más grande sea la incertidumbre del entorno, los planes tendrán que ser más direccionales y el énfasis se habrá de dar en el corto plazo.

Cuando la incertidumbre del entorno es alta, los planes específicos deberán alterarse para adaptarse a los cambios; con frecuencia a un alto costo y disminución de la eficiencia.

En un mundo inestable, nadie tiene el atrevimiento suficiente para creer que puede pronosticar el futuro con certeza. Pero eso no disminuye la importancia de los planes. Las organizaciones bien administradas invierten menos tiempo en la elaboración de planes cuantitativos muy detallados y en su lugar están desarrollando escenarios múltiples para el futuro.

Duración de compromisos futuros

Cuanto más afecten los planes actuales los compromisos futuros, mayor deberá ser el lapso en el que se debe planificar. Este **concepto del compromiso** significa que los planes deben ir lo bastante lejos para hacer frente a los compromisos que se hacen hoy.

No se está planificando para decisiones. Más bien, se está haciendo planes para el impacto futuro de las decisiones que toman en la actualidad. Las decisiones que se toman hoy se convierten en un compromiso para alguna acción o gasto futuros.

Por una parte, la planificación **establece** un esfuerzo organizacional coordinado. Proporciona la base para desarrollar políticas para toda la organización, prácticas y entrenamiento para una organización que está comprometida con una diversidad cultural.

HERRAMIENTAS Y TECNICAS DE PLANIFICACION

Algunos métodos

Tradicionalmente, las decisiones de *stocks* han estado basadas en la mera experiencia de los responsables de su fijación. Las técnicas de investigación operativa permiten cuantificar los resultados de las varias decisiones posibles y de esa manera, sin restringir la autoridad o libre arbitrio del ejecutivo, lo encamina hacia la elección mas acertada.

Es común que la gente de producción, en sintonía con la de compras, se proteja exageradamente ante una eventual falta de materia prima en la planta. Es una protección contra la incertidumbre, protección que si no se estudia adecuadamente puede resultar muy costosa.

De lo expuesto se infiere que el problema central que se enfrenta al planificar es la incertidumbre y como reaccionar ante los escenarios posibles.

A continuación se presentan distintas herramientas aplicables en distintas realidades.

Técnicas de pronóstico

El nivel de acumulación de datos y las unidades de medición empleadas son consideraciones importantes en las decisiones administrativas referente a qué se va a pronosticar. Se utilizan dos tipos generales de pronósticos de demanda: cuantitativas y cualitativas. Los **pronósticos cuantitativos** aplican un conjunto de reglas matemáticas a una serie de datos anteriores para predecir resultados futuros. Estas técnicas son preferibles cuando la gerencia ya ha recibido datos “sólidos” suficientes. En cambio, los **pronósticos cualitativos** utilizan el juicio y las opiniones de concedores. Las técnicas cualitativas generalmente se usan cuando los datos precisos son limitados o difíciles de obtener.

A pesar de su importancia para la planificación estratégica, se han tenido éxitos contradictorios al predecir tendencias y resultados con precisión.

Las técnicas para pronosticar son más exactas cuando el entorno no se encuentra en un proceso de cambio rápido. Mientras más dinámico sea el entorno, es más probable que la gerencia desarrolle predicciones inexactas.

Aunque los pronósticos tienen resultados contradictorios, varios estudios de investigación han propuesto algunas sugerencias para mejorar la eficacia de las predicciones. En primer lugar, utilizar técnicas de pronósticos sencillas. Tienden a funcionar tan bien, y en ocasiones mejor, que los métodos complejos que suelen confundir información casual interpretándola como información significativa.

Para diseñar un sistema de pronósticos es necesario determinar qué es lo que se va pronosticar, qué técnica de pronóstico se utilizará y la forma en que los sistemas de pronóstico computarizados pueden ser útiles para la toma de decisiones administrativas.

Comparaciones externas (benchmarking)

Una segunda herramienta para la planificación estratégica son las **comparaciones externas**. Se trata de la búsqueda de las mejores prácticas entre competidores o no competidores que conduzcan a un desempeño superior. La idea básica detrás de las comparaciones externas es que la gerencia puede mejorar la calidad al analizar y copiar los métodos de los líderes en varios sectores. Hasta las compañías pequeñas están descubriendo que las comparaciones externas también pueden producirles grandes beneficios. Como tal, las comparaciones externas son una forma muy específica del análisis del entorno.

Simulación

Actualmente se recurre más y más a la simulación como un medio para probar diversas opciones de planificación. También se utiliza la **simulación** para crear un modelo de un evento del mundo real y luego manipular uno o más variables del modelo para medir su impacto. También puede manejar situaciones más complejas.

Planificación agregada

El **plan agregado** proporciona un “panorama general”. Sobre la base de la demanda del pronóstico de ventas y el plan de capacidad, el plan agregado establece niveles de inventarios, rangos de producción y estimados del tamaño del total de la mano de obra, de la operación sobre una base mensual durante aproximadamente los siguientes doce meses. Se consideran las categorías de producto, no los artículos individuales.

El plan agregado es en especial valioso para operaciones grandes que tienen una amplia línea de productos.

El **programa maestro** se deriva del plan agregado. Especifica lo siguiente: cantidad y tipo de cada artículo a producir; cómo, cuándo y dónde se producirán para el siguiente día, semana o mes; los niveles de mano de obra; e inventarios.

El primer requerimiento del programa maestro es la *desagregación*, es decir, el desglose del plan agregado en planes operacionales detallados para cada uno de los productos o servicios que la organización elabora. Después, estos planes necesitan programarse uno contra el otro en un programa maestro.

En un primer momento es necesario fijar una estrategia y analizar las ventajas y desventajas de la misma.

Una estrategia podría incluir el uso de inventarios de previsión, para absorber las fluctuaciones estacionales de la demanda. Sin embargo, una estrategia de nivel no se aplica con la alternativa de la simple variación de la fuerza de trabajo si la demanda no es constante.

Por ejemplo si se opta por una fuerza de trabajo nivelada, el tamaño de la fuerza de trabajo tiene que acoplarse a la demanda máxima y se debe recurrir a una cantidad considerable de horas extra para absorber la capacidad adicional en los demás períodos. Las ventajas de tener una fuerza de trabajo estable deben compararse con las desventajas de las

demás alternativas permitidas, como el aumento de los trabajos abreviados, las horas extra y el inventario.

Un segundo método consiste en mantener una *tasa de producción* constante. Dicha estrategia requiere:

- programar los períodos de vacaciones, a fin de hacerlos coincidir con las épocas de menor actividad,
- formar un inventario de previsión, para tener una tasa de producción nivelada,
- permitir las órdenes atrasadas, para ajustar la programación de las fechas según los requisitos de producción, y
- planificar las horas extra según se requiera, para mantener una tasa de producción nivelada.

EL PROCESO DE PLANIFICACION

Determinación de requisitos de demanda

El primer paso del proceso de planificación consiste en determinar los requisitos de demanda para cada período del horizonte de planificación, aplicando, para eso, alguno de los muchos métodos.

Factores que afectan la demanda

Factores externos. Una economía floreciente logra influir positivamente en la demanda, aun cuando sus efectos pueden no ser iguales para todos los productos y servicios. Además, ciertas actividades económicas, como los cambios en las reglamentaciones de un gobierno, afectan algunos productos y servicios, pero no a otros.

Los **indicadores tempranos**, como la tasa de fracasos de los negocios, representan factores externos cuyos puntos de flexión anteceden típicamente a las crestas y valles del ciclo general de los negocios.

Los **indicadores coincidentes**, como las cifras sobre desempleo, son series de tiempo con punto de flexión que generalmente coinciden con los del ciclo general de los negocios.

Los **indicadores retrasados**, como las ventas al detalle, se presentan a continuación de esos puntos de flexión, generalmente con una demora de varias semanas o meses.

Otro factor externo que afecta la demanda puede ser los gustos del consumidor que suelen cambiar en forma acelerada, como sucede con frecuencia con la ropa de moda. La imagen que tenga un artículo en la mente del consumidor puede ser otro factor importante en los cambios de la demanda.

Factores internos. Las decisiones internas sobre el diseño de productos o servicios, los precios y las promociones publicitarias, el diseño de envases, las cuotas o incentivos para el personal de ventas y la expansión o contracción de las áreas geográficas seleccionadas como objetivos de mercado contribuyen, en conjunto, a provocar cambios en el volumen de la demanda. El término **administración de la demanda** se aplica a los procesos mediante los cuales la empresa influye en los tiempos y el volumen de la demanda, o se adapta a los efectos indeseables de los patrones de demanda que no le es posible cambiar.

Demanda dependiente e independiente

La demanda de un producto final, se conoce como *demanda independiente*, porque en ella influyen únicamente las condiciones del mercado y no la de ningún otro tipo que figure en el inventario. Dicho producto final puede estar compuesto por muchos ítems, por lo cual se maneja en el inventario muchos otros artículos.

Cada uno de esos elementos tiene una **demanda dependiente** porque la cantidad requerida correspondiente es una función de la demanda de otros elementos que se mantienen en el inventario.

Cualquier producto manufacturado a partir de uno o varios componentes, recibe el nombre de elemento **padre**. **Componente** es aquel elemento que es posible someter a una o varias operaciones para ser transformado o para llegar a formar parte de uno o más padres. Las decisiones de *producción* para el ensamble determinan cuál será la demanda para los componentes.

La administración de inventarios de demanda dependiente se complica por la posibilidad de que alguno de esos componentes esté sujeto a una demanda tanto dependiente como independiente.

Es en la planificación de los elementos de demanda dependiente que se pondrá especial énfasis en el presente trabajo.

PLANIFICACION DE REQUERIMIENTOS DE MATERIALES

El método MRP

El objetivo de la tarea de planeamiento/programación de la producción es asegurar la convergencia espacio-temporal de los cuatro recursos productivos básicos: máquinas, materiales, mano de obra y método.

El MRP (Material Requirements Planning) es un procedimiento computarizado desarrollado a principios de los 60 por IBM, destinado en un principio a determinar las necesidades de abastecimientos de materiales (compras y fabricación) en función del programa de producción de productos terminados.

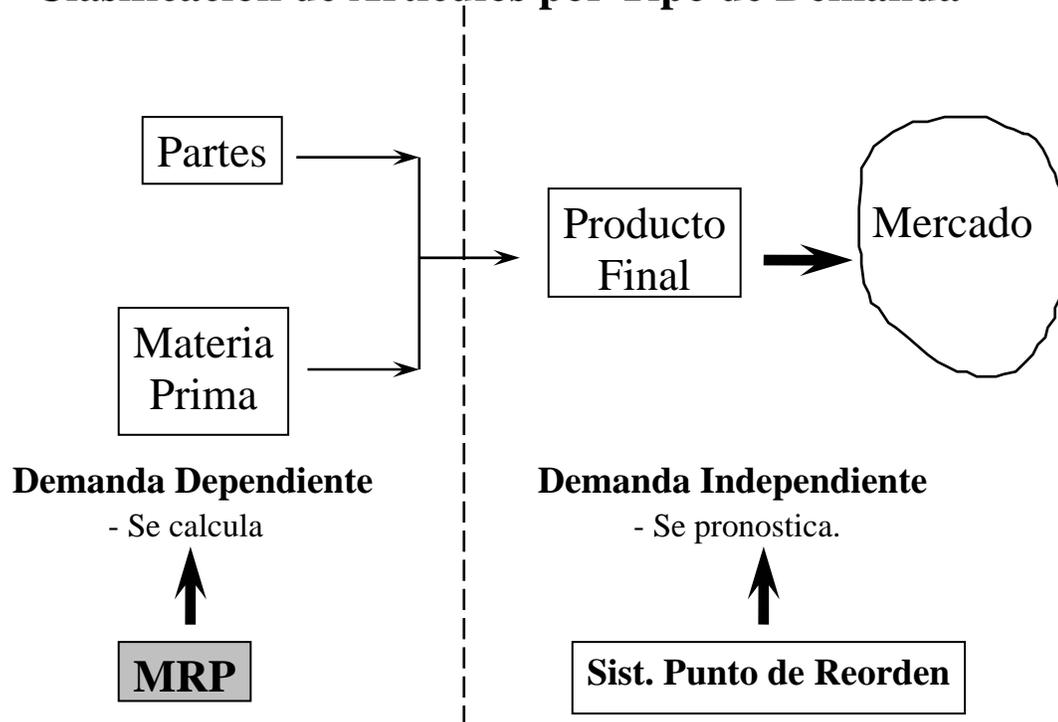
Durante varios años, muchas compañías trataron de administrar la producción y la entrega de inventarios de demanda dependiente mediante sistemas ideados para la demanda independiente, pero el resultado muy pocas veces fue satisfactorio. Por eso se desarrolló la planificación de requerimientos de materiales (MRP), un sistema computarizado de información, destinado específicamente a administrar inventarios de demanda dependiente y a programar pedidos para reabastecimiento. El sistema MRP permite que las empresas reduzcan sus niveles de inventario, utilicen mejor su mano de obra y sus instalaciones, y mejoren su servicio al cliente.

Un comentario a propósito de los orígenes del MRP

Materials Requirements Planning y Manufacturing Resources Planning (M.R.P. I y M.R.P. II)

Filosofías y técnicas que van ligadas al desarrollo de la informática. De origen Norteamericano, al igual que la teoría "clásica" de gestión de producción, presenta con la anterior, diferencias de orden conceptual y no sólo de proceso de datos. Las primeras realizaciones prácticas datan de los últimos años de la década de los sesenta en la industria norteamericana, llegando a Europa con una nueva orientación y con nuevos soportes de hardware a mediados de los setenta, donde desde entonces ha venido consolidándose.

Clasificación de Artículos por Tipo de Demanda



Tres ventajas de la planificación de requerimientos de materiales:

1. El uso de pronósticos estadísticos para componentes con demanda aglomerada da lugar a grandes errores. El intento de compensar esos errores incrementando los inventarios de seguridad resulta costoso y no garantiza que vaya a ser posible evitar los faltantes. El sistema MRP calcula la demanda dependiente de componentes de los programas de producción de sus elementos padres, con lo cual proporciona un pronóstico más acertado de los requisitos de componentes.
2. Los sistemas MRP proporcionan a los administradores información útil para planificar las capacidades y estimar los requisitos financieros. Las personas que realizan la planificación suelen usar la información de los programas correspondientes al elemento padre, para identificar las fechas en las cuales es posible que los componentes necesarios no estén disponibles a causa de escasez en términos de capacidad, retrasos del proveedor en la entrega de sus productos y por otros motivos similares.
3. Cada vez que se produce un cambio en los programas de producción de los elementos padres, los sistemas MRP actualizan automáticamente la demanda dependiente y los programas para el reabastecimiento del inventario de componentes. El sistema MRP

alerta a los planificadores en cuanto se requiere alguna acción para cualquier componente.

La planificación de requerimientos de materiales (MRP) es un sistema computarizado de programación e información que ofrece ventajas para la administración de inventarios de demanda dependiente porque:

(1) reconoce la relación entre los programas de producción y la demanda de los elementos componentes,

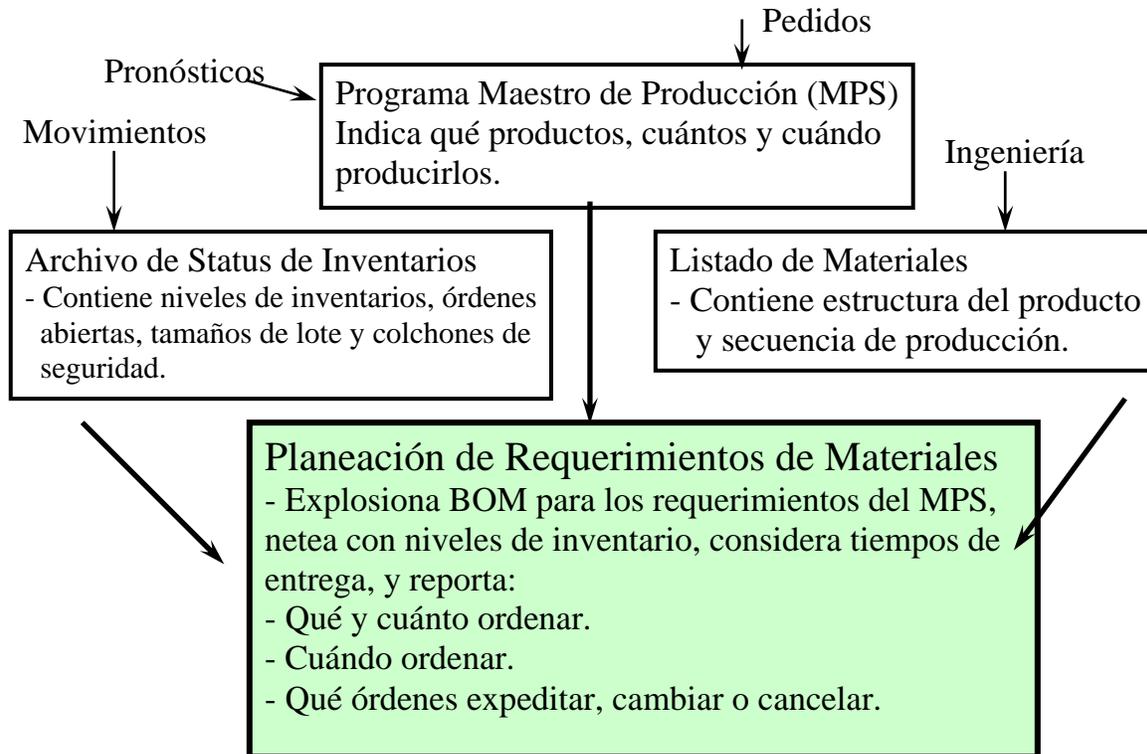
(2) permite visualizar las situaciones en forma anticipada, para propósitos de planificación y para la resolución de problemas, y

(3) constituye un medio para modificar los planes de materiales en combinación con los cambios que se registren en el programa de producción.

Datos de entrada para la planificación de requerimientos de materiales

Los datos de entrada clave de un sistema MRP son: una base de datos con la lista de materiales, programas maestros de producción y una base de datos con registros de inventario.

Un sistema MRP traduce el programa maestro de producción y otras fuentes de demanda, como la demanda independiente para partes de repuesto y artículos de mantenimiento, y los expresa como requisitos para todos los subconjuntos, componentes y materias primas que se necesitarán con el fin de producir los elementos padres requeridos para la operación. Este proceso se conoce como la explosión MRP porque, por medio de él, los requisitos de varios productos finales se convierten en un *plan de requerimientos de materiales* en el cual se especifican los programas de reabastecimientos para todos los subconjuntos, componentes y materias primas que se necesitarán en la elaboración de los productos finales.



Lista de materiales

El programa de reabastecimiento para un componente se determina a partir de los programas de producción de sus respectivos elementos padres. Por lo tanto, el sistema necesita información precisa sobre las relaciones padre-componente. La **lista de materiales** (BOM) (del inglés *bill of materials*) es un registro donde figuran todos los componentes de un artículo, las relaciones padre-componente y las cantidades de uso derivadas de los diseños de ingeniería y de procesos.

En la BOM se especifica también la **cantidad de uso**, es decir, el número de unidades de un componente que se necesitan para fabricar una unidad de su padre inmediato.

Debe tenerse un número de identificación para cada ítem de la lista, la descripción del mismo, la cantidad requerida por unidad de producto o ensamble, la unidad de medida y la parte o ensamble superior al que se asocia.

Cuatro términos que se emplean con frecuencia para describir los elementos de un inventario son: elementos finales, elementos intermedios, subconjuntos y elementos comprados. Por lo general, un **elemento final** es el producto terminado que se vende al cliente, es un padre, pero no es un componente.

Un **elemento intermedio** tiene por lo menos un padre y cuando menos un componente. Algunos productos tienen varios niveles de elementos intermedios; el padre de un elemento intermedio también es un elemento intermedio. El inventario de elementos intermedios (ya sea terminado o todavía en la planta de producción) se clasifica como **WIP**.

Un **subconjunto** es un elemento intermedio que es *ensamblado* (en oposición a los que son transformados por otros medios) a partir de *más* de un componente.

Un **elemento comprado** no tiene componentes porque proviene de un proveedor, pero sí tiene uno o varios padres.

Es posible que un componente tenga más de un padre. Las **partes en común**, dentro de un procedimiento que a veces se conoce como *estandarización de partes o modularidad*, es el grado en el que un componente tiene más de un padre inmediato. Como resultado del uso de partes en común, el mismo elemento puede aparecer en varios sitios dentro de la lista de materiales correspondientes a un producto, o bien, puede figurar en las listas de materiales de varios productos diferentes.

La cantidad de uso especificada en la lista de materiales está asociada a una relación específica padre-componente. La cantidad de uso de cualquier componente puede cambiar, dependiendo del elemento padre. Las partes en común incrementan el volumen y la repetibilidad de algunos elementos, lo cual implica varias ventajas para el diseño de procesos y ayudan a minimizar los costos de inventario. Hoy en día, en virtud de que todas las empresas necesitan una mayor eficiencia, las partes en común se utilizan en forma extensiva.

Programa maestro de producción

El segundo insumo que se requiere para elaborar un plan de requerimientos de materiales es el **programa maestro de producción (MPS)**, en el cual se explica en detalle cuántos elementos se producirán dentro de periodos de tiempo específicos. En él se divide el plan de producción agregado en programas de productos específicos.

El periodo de tiempo en cuestión puede estar expresado en términos de horas, días, semanas o meses.

- Las sumas totales de las cantidades incluidas en el MPS deben ser iguales a las del plan de producción agregado.
- Las cantidades agregadas de producción deben asignarse en forma eficiente en el curso del tiempo.

Registro de inventario

Los registros de inventario son el insumo final del MRP, y las transacciones de inventario representan los bloques de construcción fundamentales de los registros actualizados. Entre esas transacciones figuran la expedición de nuevos pedidos, la recepción de las entregas programadas, el ajuste de las fechas de vencimiento de las recepciones programadas, los retiros de inventario, la cancelación de pedidos, la corrección de los errores de inventario, el rechazo de embarques y la verificación de las pérdidas por concepto de desperdicio y por la devolución de elementos de inventario. Rastrear debidamente esas

transacciones es esencial para mantener registros precisos de los saldos del inventario a la mano y las recepciones programadas, como se requiere para tener un sistema MRP eficaz.

El propósito de un registro de inventario consiste en seguir la pista de los niveles de inventario y las necesidades de reabastecimiento de componentes.

Independientemente del sistema de inventario que se use, la precisión de los registros es un factor crucial para su éxito.

El conteo cíclico es un método en el cual el personal del almacén cuenta todos los días un pequeño porcentaje del número total de artículos allí contenidos y corrige todos los errores que llegue a encontrar.

La información que aparece en el registro de inventario, clasificada en etapas de tiempo, está conformada por lo siguiente:

- requerimientos brutos,
- recepciones programadas,
- inventario proyectado a la mano,
- recepciones planeadas, y
- emisiones planeadas de pedidos.

Requerimientos brutos. Los **requerimientos brutos** son la demanda total proveniente de todos los planes de producción de padres. En ellos también se incluye la demanda que por otros conceptos no suele contabilizarse, como la demanda de partes de repuesto para unidades que ya han sido vendidas.

Las cantidades iniciales del MPS correspondientes a cada uno de los padres se suman a fin de obtener los requerimientos brutos de cada semana.

El sistema MRP trabaja con fechas de emisión para programar la producción y la entrega de componentes y subconjuntos. Su lógica de programa ha previsto la remoción de todos los materiales requeridos del inventario por medio de una orden de producción de un elemento padre al *inicio* del tiempo de entrega de dicho elemento.

Recepciones programadas. **Recepciones programadas** son pedidos que ya fueron presentados pero todavía no se han completado. Si se trata de un elemento comprado, la recepción programada se podría encontrar en una de varias etapas: en vías de ser procesada por un proveedor, en tránsito hacia el comprador o siendo inspeccionada por el departamento de revisión del comprador.

Inventario proyectado a la mano. El **inventario proyectado a la mano** es una estimación de la cantidad de inventario disponible cada semana, una vez que los requerimientos brutos han sido satisfechos.

$$\begin{array}{rcccc} \text{Saldo de inventario} & & \text{Inventario a la} & & \text{Recepciones} & & \text{Requerimientos} \\ \text{proyectado a la mano} & = & \text{mano al final de} & + & \text{programadas} & -- & \text{brutos en la} \\ \text{al final de la semana } t & & \text{la semana } t - 1 & & \text{o planeadas} & & \text{semana } t \\ & & & & \text{en la semana } t & & \end{array}$$

El cálculo proyectado a la mano incluye la consideración de las **recepciones planeadas**, que son los pedidos aún no entregados a la planta productiva o al proveedor.

Recepciones planeadas. Los planes para la recepción de nuevos pedidos impedirán que el saldo proyectado a la mano descienda por debajo de cero.

Emisiones planeadas de pedidos. Una **emisión planeada de pedidos** indica cuándo deberá emitirse un pedido por una cantidad específica de un elemento. Debemos colocar la cantidad correspondiente a la emisión planeada del pedido en el casillero de tiempo apropiado.

FACTORES DE LA PLANIFICACION

Planificación del tiempo de entrega

La planificación del tiempo de entrega es una estimación del periodo de tiempo que transcurre entre el momento en que se presenta un pedido para comprar un artículo y el momento en que éste es recibido en el inventario. La precisión es importante en la planificación del tiempo de entrega. Si un artículo llega al inventario antes de que se necesite, su presencia elevará los costos de manejo de inventario. Si un artículo llega demasiado tarde, pueden producirse faltantes, costos de expedición excesivos o ambas cosas.

Cuando se trata de artículos comprados, la planificación del tiempo de entrega es el margen de tiempo necesario para recibir un embarque de proveedor después de haber enviado el pedido.

La estimación del tiempo de preparación, de procesamiento y de manejo de materiales puede ser relativamente sencilla, pero estimar el tiempo de espera correspondiente al equipo para manejo de materiales o a una máquina que habrá de realizar una operación en particular, suele ser más difícil.

Reglas referentes al tamaño del lote

Cantidad de pedido fija. De acuerdo con la regla sobre la **cantidad de pedido fija (Q)** se mantiene la misma cantidad de pedido cada vez que se emite un pedido.

En el caso de artículos comprados, la Q podría estar determinada por el nivel de la cantidad de descuento, por la capacidad de carga de los camiones repartidores o por la cantidad de compra mínima. En forma alternativa, el tamaño del lote podría estar determinado por la fórmula de la cantidad económica de pedido.

Cantidad de pedido periódica. La regla sobre la **cantidad de pedido periódica (T)** permite que se solicite una cantidad diferente de cada uno de los pedidos, pero con ella se crea la tendencia a presentar los pedidos a intervalos de tiempo determinados.

Lote por lote. Un caso especial de la regla T es la regla **lote por lote**, según la cual el tamaño del lote solicitado en el pedido satisface los requerimientos brutos de una sola semana.

Comparación entre las reglas sobre el tamaño del lote.

La selección de una regla referente al tamaño del lote puede tener repercusiones importantes para la administración de un inventario.

1. La regla Q genera un alto nivel de inventario promedio porque crea *remanentes* de inventario. Se conoce como remanente de inventario residual que es acarreado de una a otra semana, pero que, por sí solo, resulta demasiado reducido para prevenir la escasez. A pesar de que acrecientan los niveles de inventario promedio, los remanentes de inventario imparten estabilidad al proceso de producción porque funcionan como un

“colchón” contra las pérdidas inesperadas por concepto de desperdicio, cuellos de botellas, inexactitudes en los registros de inventario o inestabilidad en los requerimientos brutos.

2. La regla T reduce la cantidad de inventario promedio a la mano porque resulta más eficaz para acoplar la cantidad de pedido con los requisitos.
3. La regla L por L minimiza la inversión en inventario, pero también maximiza el número de pedidos que es necesario hacer.

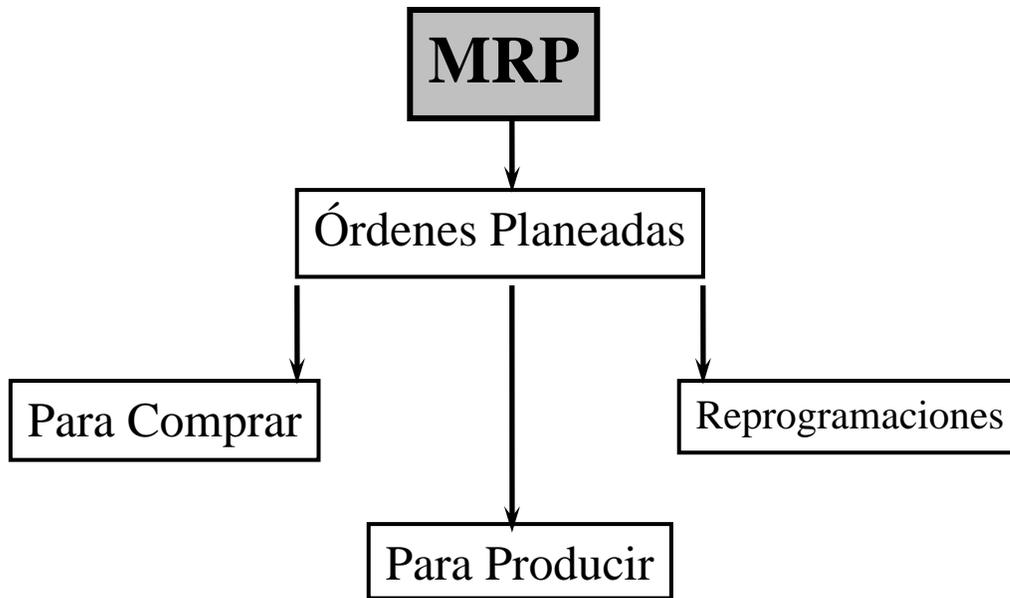
Es probable que tanto la regla T como la L por L introduzcan un elemento de inestabilidad al subordinar tan estrechamente la decisión sobre el tamaño del lote a los requisitos. Si algún requisito cambia, el tamaño del lote tendrá que cambiar también, lo cual puede perturbar los programas previstos para los componentes. Los incrementos de último momento en los pedidos correspondientes a elementos padres suelen encontrar obstáculos por la falta de algunos componentes.

Elementos resultantes de la planificación de requerimientos de materiales

Explosión de la planificación de requerimientos de materiales

El sistema MRP traduce, o *explota*, el programa maestro de producción y otras fuentes de demanda, para expresarlo en términos de los requisitos correspondientes a todos los subconjuntos, componentes y materias primas que se requieren para producir elementos padres.

- MRP toma las necesidades de productos terminados del MPS y obtiene los requerimientos totales de cada parte y material a través de un proceso de explosión de los BOM's.
- Estas cantidades se comparan con las existencias disponibles y por llegar, determinándose las necesidades netas (*qué y cuántas*)
- El *cuándo* se requieren se determina con una programación hacia atrás (backward) utilizando los tiempos de abastecimiento y producción.
- MRP planea órdenes de compra y producción con base a la información de qué, cuánto y cuándo.
- Las órdenes pueden ser dadas en lotes o por los requerimientos netos.
- Además, MRP identifica posibles problemas para poder satisfacer las necesidades, infactibilidad de programas, puede replanear, asignar prioridades.



Los requerimientos brutos de un elemento provienen de tres fuentes:

2. el MPS correspondiente a los padres inmediatos que constituyen artículos finales,
3. las emisiones planeadas de pedidos para elementos padres por debajo del nivel MPS, y
4. cualquier otro requisito que haya sido generado en MPS, como la demanda de partes de repuesto.

Informes de capacidad

Por sí mismo, el sistema MRP no reconoce las limitaciones de capacidad cuando realiza las operaciones de cómputo correspondientes a un pedido planeado.

Otra técnica para proyectar los requerimientos de capacidad a lo largo de distintas fases de tiempo para estaciones de trabajo es la **planificación de requerimientos de capacidad (CRP)** (del inglés *capacity requirements planning*). Su propósito es acoplar el plan de requerimientos de materiales con la capacidad de producción de la planta. Esta técnica se utiliza con la finalidad de calcular la carga de trabajo de acuerdo con el trabajo que se requiere, tanto para completar las recepciones programadas que ya están en la planta de producción, como para completar las emisiones planeadas de pedidos que no han sido emitidas todavía.

Programación de capacidad finita. Consiste en un algoritmo desarrollado para programar en forma apropiada un grupo de pedidos a través de toda la planta de producción. El sistema utiliza rutas para los artículos manufacturados, restricciones de recursos, capacidad disponible, patrones de turnos y una regla de programación que pueden usarse en cada estación de trabajo para determinar el grado de prioridad de los distintos pedidos.

Control de insumo - producto. En un informe de control de insumo-producto, el insumo planeado se compara con los insumos reales, y el producto planeado se compara con la producción real.

Planificación de recursos de manufactura

Cuando los administradores comprendieron que la información contenida en un sistema MRP sería útil para otras áreas funcionales, además del área de operaciones, la MRP evolucionó hasta convertirse en la **planificación de recursos de manufactura (MRP II)** (del inglés *manufacturing resource planning*), un sistema que enlaza el sistema básico MRP con el sistema financiero de la compañía. El objetivo central de la MRP II consiste en ayudar a administrar los recursos de una empresa, aportándole información basada en el plan de producción.

Requisitos previos

Además del apoyo de la alta gerencia, otros dos requisitos previos para que la aplicación de un sistema MRP tenga buen éxito son: soporte de computadoras y datos de entrada precisos y realistas.

Soporte de computadoras. Para el éxito en la puesta en marcha del sistema MRP se requiere una cuidadosa evaluación de los requisitos de computación, como el tamaño de la memoria de acceso aleatorio, la capacidad de los dispositivos externos para almacenamiento de datos, las velocidades de procesamiento de la unidad central de procesamiento (CPU) y la cantidad y los tipos de las distintas estaciones de trabajo de la red de computación.

Datos de entrada precisos y realistas. Para que funcione correctamente, cualquier sistema de soporte para las decisiones, como el MRP, debe contar con datos de entrada válidos referentes al programa maestro de producción, las listas de materiales y los registros de inventario.

Ambientes favorables para la planificación de requerimientos de materiales

Número de niveles en la BOM. El sistema MRP resulta más útil cuando se manejan grandes números de demanda dependiente, es decir, cuando hay muchos niveles en las listas de materiales.

Magnitud de los tamaños de lote. La otra variable en cuestión es la magnitud de los tamaños de lote. La superioridad relativa del sistema MRP es mayor cuando hay más niveles BOM y los tamaños de lote son más grandes. Cuando una empresa trabaja con tamaños de lote extremadamente pequeños, la adopción de un sistema MRP puede no resultar benéfica.

Volatilidad. Las empresas que operan en ambientes con poca volatilidad tienen probabilidades de obtener ahorros mediante la MRP. Una suposición básica de los sistemas MRP es que las proyecciones de los requerimientos brutos, las recepciones programadas y las

emisiones planeadas de pedidos son realistas. Esta suposición no es válida en un ambiente de manufacturación altamente volátil, con elevadas tasas de desperdicio, cuellos de botella en la capacidad, trabajos urgentes de último minuto y proveedores indignos de confianza.

La planificación de requerimientos de materiales es un concepto cuyos principios son aplicables a muchos procesos y tipos de empresas diferentes. Dentro del ambiente apropiado, la MRP y sus formas evolutivas proporcionan a las empresas una ventaja competitiva.

El planificador MRP.

Las personas encargadas de la planificación de la producción, control de inventarios y departamentos de compra han modificado sus actividades adecuándolas a los outputs del sistema MRP. Las tareas principales adoptadas incluyen:

1. Aprobación de las órdenes planificadas (Ordenes de trabajo y Ordenes de compra).
2. Liberación o lanzamiento de las órdenes aprobadas.
3. Análisis y actualización de los datos de planificación de los productos.
4. Cancelación o anulación de las OT's indicadas en los mensajes de acción del MRP.
5. Solución de errores o inconsistencias del sistema intentando eliminar las causas básicas de estos errores.
6. Determinación de las áreas de conflicto que requieren una acción para evitar problemas futuros.
7. Resolución de problemas de falta de materiales en la planta o de producto acabado en el almacén a través del histórico de transacciones del sistema.
8. Indicación de posibles ampliaciones o mejoras del sistema que podrían hacer más fácil el trabajo del planificador.

Implicancias organizativas, ventajas y desventajas.

La implementación de un sistema MRP implica un cambio organizativo importante en el sistema de fabricación de la empresa. Es de gran importancia estudiar de ante mano las necesidades, objetivos, medios e implicancias del cambio.

Un aspecto final a resaltar es el sentimiento generalizado de toda la compañía de estar “**integrados**”, es decir, “si tú lo haces mal, afectará a mi trabajo”.

En cuanto a las ventajas encontradas hay que destacar:

- Aumento de la productividad.
- Disminución de los plazos de entrega.
- Incremento de la satisfacción del cliente.
- Disminución del stock del producto acabado.
- Disminución del stock de materias primas en curso.
- Existencia de información a todos los niveles del sistema de fabricación.
- El personal de la empresa ha adquirido una formación en el sistema de planificación y control de la fabricación MRP.

El MRP es reconocido internacionalmente como un efectivo sistema de gestión que incluye una capacidad de planeamiento que puede ofrecer un dramático crecimiento en servicio al cliente, significativas ganancias en productividad, mayor rotación de inventario y una gran reducción en costos de material.

Los inconvenientes más notables son:

- Costos
- Formación de personal.
- Seguimiento.
- Supone recursos de capacidad ilimitada.
- Se suponen tiempos de entrega constantes.
- Cambios de rutas de proceso son imposibles.
- La priorización de la secuenciación de órdenes es por fecha solamente.

Factores de éxito

Wallace identifica cinco factores principales que contribuyen al éxito de un MRP:

1. Gente: el principal obstáculo para una implementación exitosa viene del lado de las personas. Un estudio de las variables humanas de la implementación del sistema MRP concluye que las empresas que consideran el comienzo de la implementación de este sistema deben utilizar el clásico acercamiento de cambio organizacional e involucrar en la etapa de planeamiento tantas personas como sea posible. Además, los canales de comunicación deben abrirse y se debe intensificar la capacitación sobre los beneficios del modelo. Las personas involucradas en la implementación es un factor poderoso de resultados satisfactorios. Involucrar en las primeras etapas ayuda en el proceso y aleja los miedos de aquellos que desconocen el sistema de información.
2. Entrenamiento y capacitación: contribuye a cambiar el comportamiento de las personas. Las personas no aceptan responsabilidad sobre aquello que no entienden.
3. Data: deben mantenerse on line las transacciones y la actualización de los BOM. La información no confiable hace imposible completar los elementos clave del MRP
4. Gerencia Involucrada: la mayoría de las fallas puede atribuirse a una falta de interés de la gerencia y actitudes pobres frente al sistema.
5. Duración: cuando la implementación del proyecto se extiende demasiado, la probabilidad de falla se incrementa significativamente ya que la atención de la gente no puede mantenerse en el proyecto, especialmente si el ambiente de negocios es muy cambiante.

Fuentes de Incertidumbre en los Sistemas MRP

La existencia de incertidumbre hace necesaria la utilización de mecanismos de amortiguación.

Se identifican dos fuentes de incertidumbre que afectan un sistema MRP: La incertidumbre de la demanda y la del suministro. Éstas a su vez, se pueden separar en incertidumbre por cantidad y por fecha.

Las dos formas básicas para amortiguar y manejar la incertidumbre son el inventario de seguridad y el tiempo de seguridad. Ambos provocan un aumento en el nivel de inventarios pero trabajan diferente.

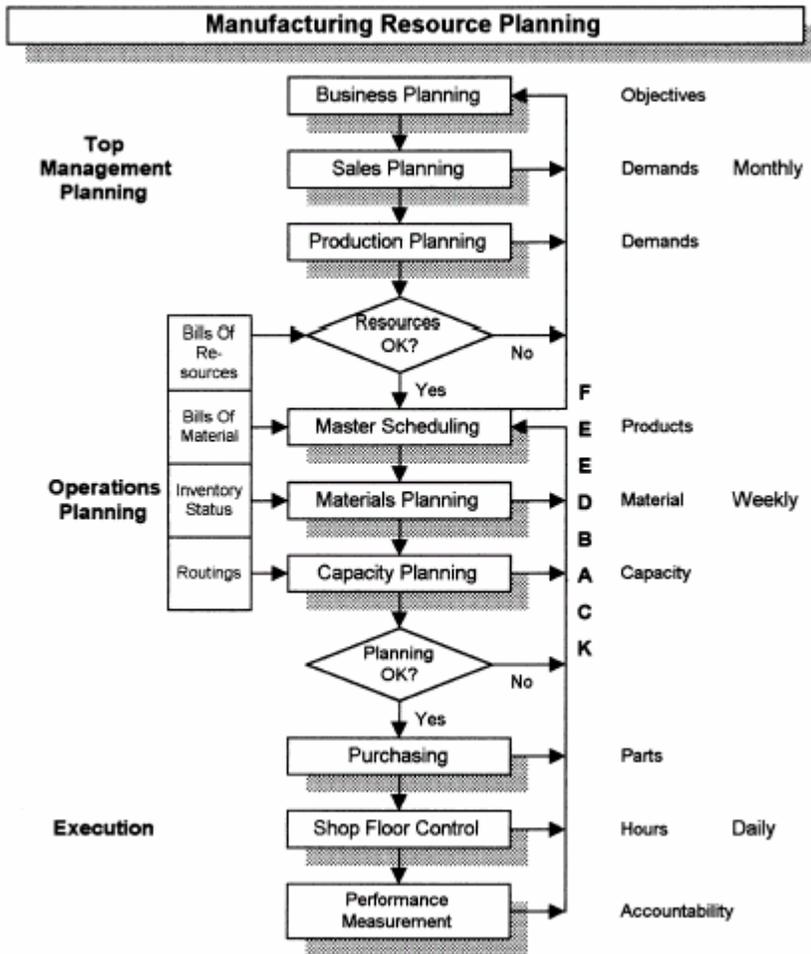
- *Inventario de Seguridad*: Se recomienda para manejar la incertidumbre de cantidad en la demanda o en el suministro.
- *Tiempo de Seguridad*: Se recomienda para manejar la incertidumbre en el tiempo.

En lugar de manejar la incertidumbre sería ideal reducirla. Para esto pueden aplicarse cualquiera de los siguientes:

- Mejores herramientas de pronósticos.
- Relación cliente - proveedor.
- Programas maestros de clientes y proveedores.
- Mejores sistemas de control
- Holgura en capacidad.

En cualquiera de los casos mientras mas **información** se disponga en el momento de tomar una decisión, menor es la incertidumbre. Mucha de la información necesaria proviene de la buena **comunicación** entre los distintos sectores de la empresa y de esta con los demás integrantes de la cadena logística.

En los diagramas a continuación se expresa claramente estas relaciones inter departamentales y la contribución de cada uno a la planificación, ejecución y control.



Asimismo se puede observar los distintos reportes y elementos intervinientes en todo sistema MRP, mencionados y analizados en el presente capítulo.

Application Modules

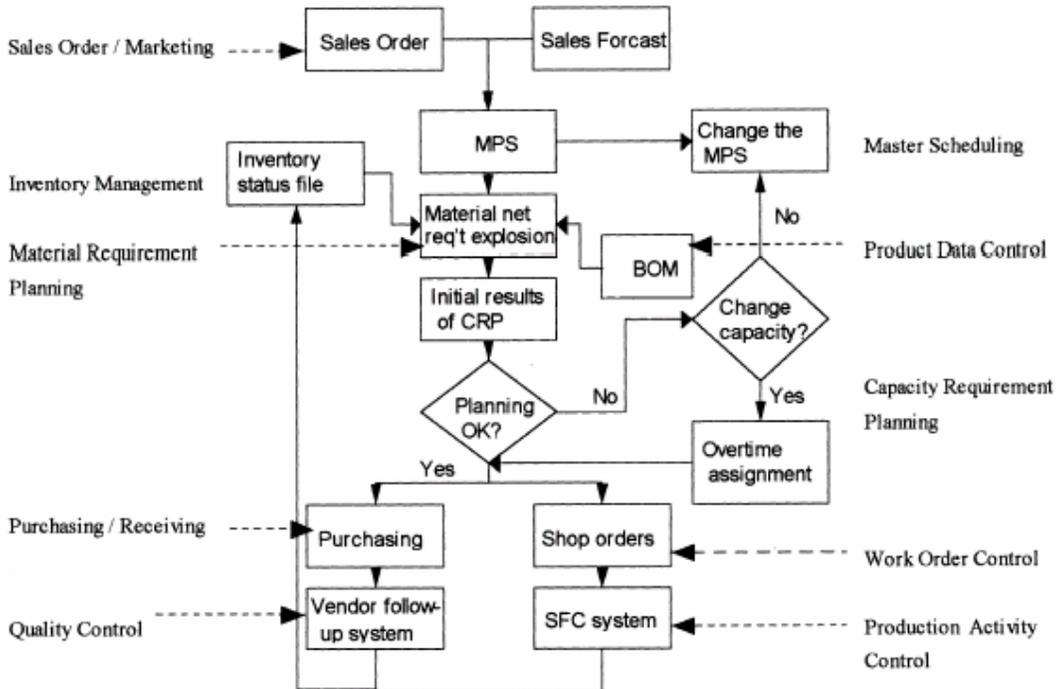


Fig. 6. Closed loop MRP II system.

En el caso en estudio se aplica una variación de MRP donde se analiza la compra de cantidades iguales a intervalos constantes en empresas de gran variedad de productos y donde la demanda no es constante.

Una mención de los sistemas justo a tiempo

Si la empresa no puede concertar con los proveedores el envío de embarques frecuentes y pequeños de elementos comprados, no le será posible obtener grandes ahorros por concepto de inventario de esos elementos.

Sistemas de planificación de requerimientos de materiales y sistemas justo a tiempo

¿Es posible seleccionar entre un sistema de empuje y un sistema de arrastre? En realidad, estos dos métodos no son mutuamente excluyentes y, con frecuencia, la mejor solución es un método híbrido que combine las fortalezas de ambos enfoques.

Los sistemas MRP pueden emplearse con eficacia para comprender las consecuencias de las decisiones en materia del tamaño del lote y los cambios del programa maestro, sobre los inventarios y la capacidad en general. En cambio, los sistemas JIT son un medio menos costoso y más eficiente para controlar los flujos de materiales en la planta de producción.

En un ambiente de manufactura repetitivo, con programas bastante estables, aunque variables, un sistema híbrido resulta apropiado.

En ambientes en los cuales los flujos de materiales son complejos y las demandas suelen ser altamente variables, el MRP es el sistema que conviene seleccionar. Los flujos de materiales resultan demasiado complejos para un sistema JIT.

CAPÍTULO IV

EL MODELO GRAI

Conceptos

Cualquiera sea el modelo utilizado, se enfatizó en la necesidad de realizar un diagnóstico de la empresa. A continuación se profundiza sobre el modelo GRAI, mencionado en el capítulo 1.

La Metodología GRAI es un conjunto de módulos metodológicos que contribuyen a la mejora de la empresa a través de la modelización de la misma.

El Modelo GRAI (Doumeingts 1984) tiene como objetivo proporcionar una descripción genérica de lo que es un sistema de fabricación incidiendo en la Gestión de Producción.

Esta cubre seis dominios de aplicación:

- Reorganización de empresas
- Elección e implantación de soluciones
- Manejo del rendimiento
- Estrategia industrial
- Soporte a la puesta en marcha de un sistema de calidad
- Gestión del conocimiento

Dicho modelo desarrolla un sistema participativo que integra a los decisores de la empresa. Asimismo se apoya sobre los conceptos de sistema y de procesos y utiliza un conjunto de modelos gráficos.

La Modelización de la empresa

Es la representación de la estructura y del funcionamiento de la empresa para mejorar la performance de la misma según diferentes puntos de vista:

- Funcional, físico, procesos, informático...
- Técnico, económico, social, humano...

Estos modelos se aplican no solo en empresas industriales, sino también en empresas de servicios y/o servicios públicos como hospitales, establecimientos de enseñanza u oficinas administrativas.

El procedimiento comprende dos grandes fases:

1. la modelización de la empresa existente para realizar un diagnóstico

2. la modelización de la empresa objetivo tendiente a la elaboración de un plan de acción.

Una importante característica del modelo GRAI es su condición participativa que moviliza las competencias individuales y pone en común todas las ideas de mejora. Se trabaja en equipos que se reúnen con un objetivo claramente definido.

El diagnóstico y las soluciones tienen de esta forma el consenso de todos en la empresa. El Modelo GRAI permite formalizar y comunicar los conocimientos sobre el funcionamiento de la empresa.

La existencia de modelos de referencia asegura la coherencia de resultados.

Historia del MODELO GRAI

El mismo fue desarrollado por el Grupo de Investigación GRAI (Groupe de Recherche en Automatisation Intégrée – Grupo de Investigación de automatización integrada) del Laboratorio de Automatización y Producción de la Universidad de Bordeaux a principios de los años 80.

- 1971 : Creación del grupo de investigación GRAI
- 1977 : Primera publicación GRAI (Gráfico de Resultados y Actividades Interrelacionadas)
- 1980 : Primera aplicación del método GRAI en una empresa
- 1985 : Aplicación en la fábrica SNECMA. Se aplicó el modelo de gestión en una unidad con 14 máquinas.
- 1988 en adelante: Desarrollo de GIM (Método GRAI Integrado) y softwares para su aplicación

El modelo de referencia conceptual GRAI

El mismo se basa sobre varias teorías:

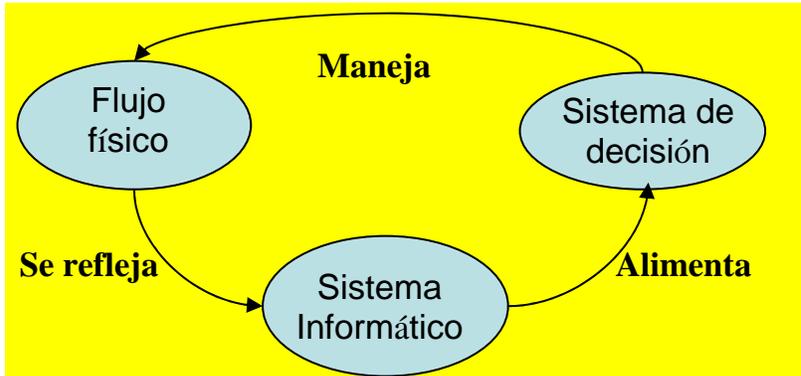
- teorías de sistemas (H. Simon, Le Moigne, Mèlèse)
- teoría de sistemas jerárquicos (Mezarovic)
- teoría de sistemas a eventos discretos
- teorías de gestión
- teorías de ciencias sociales y humanas

La empresa en términos de sistemas se descompone en un primer término en dos partes:

- el sistema físico
- el sistema de gestión que maneja el sistema físico

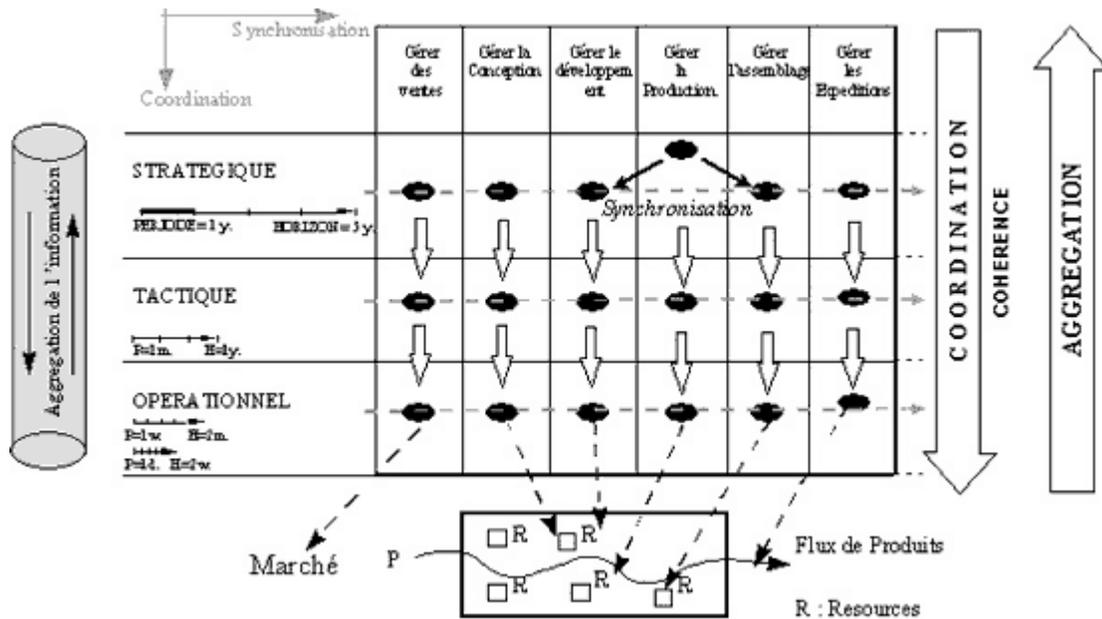
El sistema de gestión se descompone a su vez en el sistema de decisión y el sistema de información.

El sistema físico describe la transformación del flujo físico, es decir la transformación de los productos. Dicho flujo termina en el Cliente, destinatario del producto o servicio.

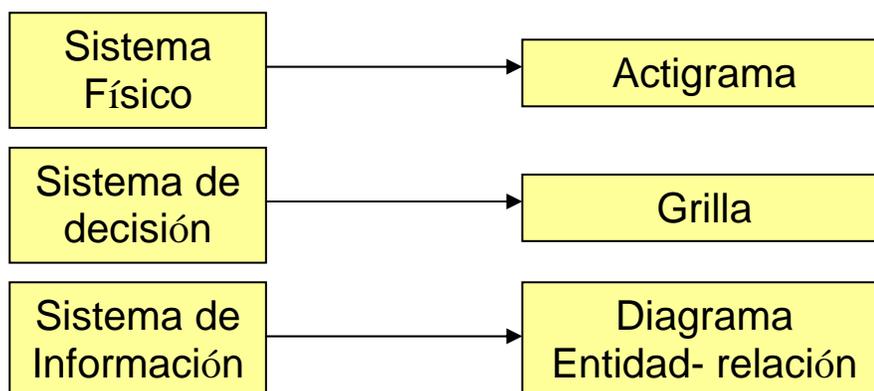


El sistema de decisión elabora el conjunto de decisiones que permite manejar el sistema físico, a partir de la información dada.

El sistema de Información contiene el conjunto de informaciones necesarias a la gestión del Sistema Físico a través del Sistema de Decisión. Estas informaciones pueden ser de origen interno y externo.



El modelo GRAI utiliza formalismos de representación que le permiten expresar los conceptos de forma precisa y rigurosa. El formalismo es un instrumento de diálogo entre los diferentes participantes.



Además de los subsistemas físico, de decisión e Informático; el modelo GRAI comporta una vista funcional que se representa a través de actigramas.

El sistema físico, además de representarse por actigramas puede hacerse por el modelo stock – recurso o por herramientas de simulación. Los actigramas ponen en evidencia los recursos materiales y humanos y los flujos de productos. Estos permiten aislar los puestos de trabajo y representar el intercambio de información y productos entre dichos puestos. Dichos actigramas pueden realizarse por el método IDEF0, analizado a continuación.

El sistema de decisión se puede representar por la grilla y las redes GRAI. La grilla GRAI muestra la estructura global del sistema de decisión utilizando las nociones de jerarquía y de función. La red GRAI analiza en detalle el funcionamiento interno de los elementos del sistema de decisión.

El sistema informático se representa por el formalismo entidad/relación. El mismo permite modelizar el aspecto estático del sistema de información.

Principales aspectos del modelo IDEF

En la década del setenta la fuerza aérea norteamericana pensó en incrementar la productividad a través de la aplicación sistemática de tecnología computacional. Como resultado, este grupo desarrolló una serie de técnicas conocidas como IDEF. Las mismas incluyen:

1. IDEF0, usado para generar el modelo funcional. Un modelo funcional es una estructurada representación de las funciones, actividades o procesos.
2. IDEF1, usado para generar el modelo informacional. El mismo representa la estructura y semántica de la información.

3. IDEF2, usado para generar el modelo dinámico. El mismo representa las variaciones del modelo en función del tiempo.

IDEFØ es un método diseñado para modelar las decisiones, las acciones, y las actividades de una organización o de un sistema. IDEFØ fue derivado de una lengua gráfica establecida, del análisis estructurado y de la técnica de diseño (SADT). La fuerza aérea de Estados Unidos comisionó a reveladores de SADT desarrollar una función que modelara el método a analizar y que comunicara la perspectiva funcional de un sistema. Los modelos eficaces de IDEFØ ayudan a organizar el análisis de un sistema y a promover la buena comunicación entre el analista y el cliente. IDEFØ es útil para establecer el alcance de un análisis, especialmente para un análisis funcional. Como herramienta de comunicación, IDEFØ realza la implicación del dominio y la toma de decisión a través de los dispositivos gráficos simplificados. Como herramienta de análisis, IDEFØ ayuda a identificar qué funciones se realizan, que es necesario para realizar esas funciones, qué hace bien el sistema actual, y qué hace mal el sistema actual. Por ello, los modelos IDEFØ se crean a menudo como una de las primeras tareas de desarrollo del sistema.

El resultado de aplicar IDEF0 a un sistema es un modelo que consiste en series de diagramas, texto y un glosario referenciado.

Tiene las siguientes características:

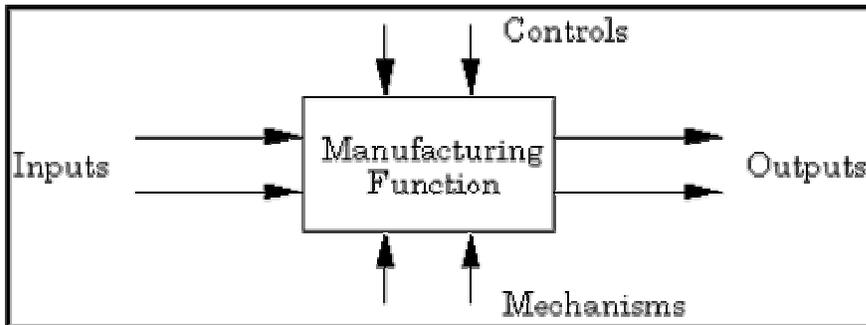
1. Es fácilmente comprensible y permite representar una amplia variedad de negocios y empresas de cualquier nivel de detalle.
2. Es un lenguaje simple y coherente, provee una expresión rigurosa y precisa asegurando la consistencia en el uso e interpretación.
3. Facilita la comunicación entre analistas de sistemas, desarrolladores y usuarios.
4. Ha sido testeado durante muchos años en la Fuerza Aérea, instituciones gubernamentales y la industria privada.
5. Puede generarse por una amplia variedad de herramientas gráficas.
6. Permite manejar complejos proyectos a través de medidas de progreso cualitativas.

Los componentes de la sintaxis IDEF0 son cajas, flechas, reglas y diagramas. Las cajas representan funciones, definidas como actividades, procesos o transformaciones. Las flechas representan datos u objetos relacionados a las funciones. Las reglas definen como se usan los componentes y los diagramas proveen una base para el manejo del modelo.

Las actividades se pueden describir por sus entradas, salidas, controles, y mecanismos (ICOMs). Además, la descripción de las actividades de un sistema se puede refinar fácilmente en mayor y mayor detalle hasta que el modelo es tan descriptivo como necesario para la tarea de la toma de decisión actual. En hecho, uno de los problemas observados con los modelos de IDEFØ es que son a menudo tan sucintas que son comprensibles solamente si el lector es un experto del dominio o ha participado en el desarrollo modelo. La naturaleza jerárquica de IDEFØ facilita la capacidad de construir los modelos que tienen una representación y una interpretación de arriba hacia abajo. Comenzando con información obtenida, el modelador comienza a agrupar las actividades que se relacionan de cerca o son funcionalmente similares.

Los conceptos de IDEFØ diseñados para realzar la comunicación incluyen:

- Diagramas basados en gráficos simples.
- Etiquetas para describir las cajas y las flechas
- La exposición gradual del detalle



El nombre de las cajas debe ser un verbo o frase verbal. Por contrario, las flechas deben nombrarse por sustantivos. Cada lado de la caja tiene un significado diferente. Las flechas del lado izquierdo de la caja son entradas. Las entradas son transformadas o consumidas por la función para producir salidas. Las flechas que entran por la parte superior se denominan controles. Los controles especifican las condiciones requeridas para producir salidas correctas. Las flechas que dejan la caja por el lado derecho son salidas. Las salidas son los datos u objetos producidos por la función. Las flechas conectadas a la parte de abajo de la caja representan mecanismos. Los mecanismos identifican lo que soporta la ejecución de una función.

Se puede diferenciar diagramas padres y diagramas hijos. Una caja puede representar ambos, padres e hijos. Los diagramas hijos detallan los diagramas padres.

La metodología incluye procedimientos para desarrollar y criticar modelos por grandes grupos de personas. La creación de un modelo es un proceso dinámico que requiere la participación de más de una persona. A través de un proyecto, el autor crea el diagrama inicial que es distribuido a los miembros del proyecto para su correspondiente revisión y comentarios. El ciclo continúa hasta que el modelo es oficialmente aceptado.

La aplicación del método de IDEFØ da lugar a una representación organizada de las actividades y de las relaciones importantes entre estas actividades en una manera no temporal.

Antes de comenzar un modelo es importante determinar la orientación del modelo. Esto incluye el contexto, punto de vista y propósito.

Fases de implantación del modelo

Nivel conceptual	3	4		
Nivel estructural	2	5		
Nivel de realización	1	6		
Nivel operacional			7	8
	Modelización del sistema existente	Concepción del sistema futuro	Implantación del sistema futuro	Funcionamiento del nuevo sistema

1. Descripción de los sistemas físico, de decisión e informático (fase de modelización)
2. Descripción de los sistemas físico, de decisión e informático (fase de modelización)
3. Análisis de puntos fuertes y débiles (fase de modelización)
4. Construcción de la nueva vista funcional y los nuevos modelos físico, de decisión e informático a nivel conceptual y estructural (fase de concepción)
5. Traducción de los nuevos modelos en especificaciones técnicas (fase de concepción)
6. Adquisición y desarrollo de lo analizado en la fase de concepción. Investigación de mercado
7. Implantación de soluciones elegidas o desarrolladas.
8. Evaluación de performance real

Aplicación de la Metodología GRAI.

El primer paso es identificar las funciones existentes en la Empresa. Cada una de estas funciones constituye una columna en la Rejilla de Análisis, que se añade a las columnas de informaciones internas y externas inherentes a la Rejilla. Luego se definen los diferentes niveles de Decisión los cuales se identifican a partir de los horizontes y periodos de decisión.

Las funciones encontradas pueden colocarse en una primera aproximación de la rejilla:

Funciones H/P ↓ →	1 Inform. Externas	2 Gestión Productos. Compras y Aprov.	3 Planificar	4 Montaje Ordenadores	5 Servicio Técnico	6 Gestión Recursos	7 Gestión De Calidad	8 Ventas	9 Inform. Internas
Tiempo Real									

Después deben analizarse los horizontes y periodos de planificación. El horizonte es el periodo de tiempo para el cual se toma la decisión, y el periodo es el periodo de tiempo en el que se actualizará la decisión.

Del anterior proceso se obtiene la rejilla siguiente:

Funciones HP ↓ →	1 Inform. Externas	2 Gestión Producción. Compras y Aprob.	3 Planificar	3 Planificar	4 Montaje Ordenadores
H=6 meses ; P=3 meses	Tendencias y evolución del mercado		Previsión de ventas de gamas de ord.		Histórico de ventas por gamas
H=3 meses ; P=1 mes	Disponibilidad de proveedores y productos	Planificación de compras	Plan de producción		
H=2 meses ; P=1 mes	Precios y plazos de entrega	Compra de componentes planificables	Plan agreg. de producción		
H=1 mes ; P=2 semanas		Entrada de componentes planificables	Programa maestro de producción	Proveer de componentes	Nivel stock componentes planificables
H=2 semanas ; P=1 semana			Órdenes de fabricación		
Tiempo real				Montaje ordenadores CBO	Nivel stock ordenadores CBO

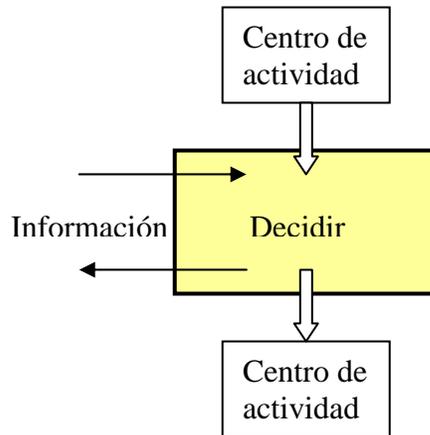
De la misma manera se analizan el resto de procesos.

Además de la Rejilla Decisional completa, se construyen también la **Rejilla Informativa** y la **Rejilla Organizativa** las cuales contienen respectivamente las informaciones necesarias para la toma de decisión y los nombres de los responsables de cada Centro de Decisión.

Construcción de las redes GRAI.

En cada una de las redes GRAI se localizan las distintas actividades que se encuentran en un centro de decisión determinado. Primero se identifican las distintas actividades y luego se dividen en dos tipos: de decisión y de ejecución. Las actividades de decisión soportan una serie de informaciones del tipo variables de decisión, objetivos, restricciones o recursos. Las actividades de ejecución no comportan decisión alguna, aunque si llevan un soporte de información.

Una vez se han identificado las actividades del Centro de Decisión, se identifican los soportes que tendrán cada una de ellas. Los soportes pueden ser de los tipos Información, Objetivo, Variable de Decisión o Restricción y pueden formar parte de una actividad como de Entrada, Lateral o Salida.



La Metodología Integrada GRAI (GIM).

La Metodología Integrada GRAI (GIM) tiene como objetivo dar soporte a los usuarios y a los diseñadores de sistemas industriales y de servicios, comenzando por una fase de análisis del sistema existente y llegando a la fase de diseño a través de la definición de los requerimientos de los usuarios.

CAPÍTULO V

DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA EN ESTUDIO

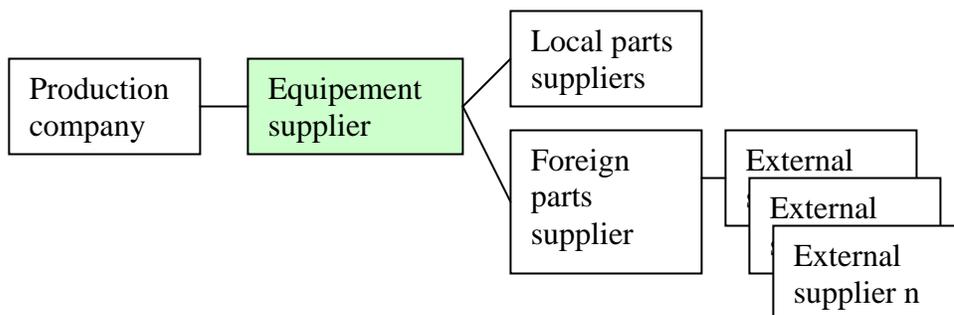
LA CADENA DE ABASTECIMIENTO EXTERNA

Este proceso comienza con el mapeo del sistema existente, la identificación de sus puntos débiles y sus oportunidades.

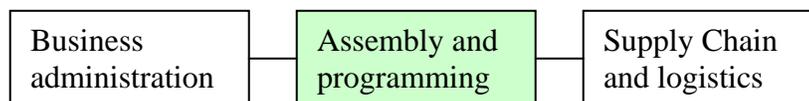
Se pueden usar numerosos modelos. El objetivo de todos ellos es mostrar una foto de la realidad a efectos de tener toda la información necesaria. Es importante el concepto de empresa extendida y la realización de un análisis en sus múltiples dimensiones: organizaciones, tecnología, capacidades.

En un primer momento se va a identificar los eslabones de la cadena de suministro externa. El trazado de los mismos puede volverse complejo e intrincado. No tiene límite la cantidad de eslabones a representar.

Cadena de abastecimiento organizacional



Cadena de capacidades de negocio



El valor esencial de este diagrama no reside en los detalles de las conexiones sino en el acierto de las predicciones que este permite hacer sobre el futuro de la compañía o de la industria en general.

De los diagramas se deduce:

- Importancia del nivel de servicio ya que el próximo eslabón en la cadena depende del equipo para su producción.

- Importancia de los tiempos de entrega. Por tratarse en un 80% de mercadería importada, el tiempo desde que se pone la orden hasta que se recibe la mercadería es un factor determinante.
- El proveedor de partes debe contar con una aceitada cadena de abastecimiento dada la gran cantidad de proveedores a manejar.

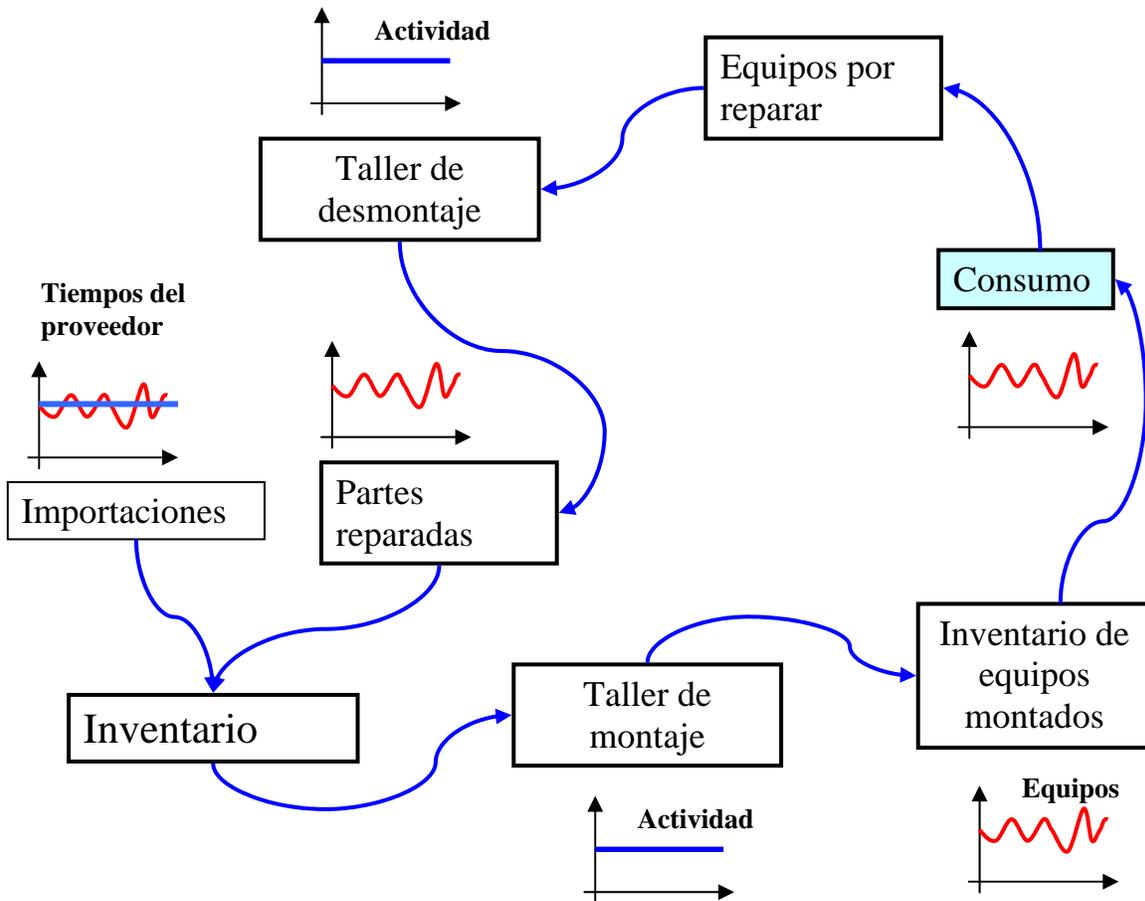
Del mismo análisis se puede inferir información acerca de la velocidad del ciclo interno de la empresa y la industria en general, según se mencionó en los capítulos precedentes.

- La velocidad de la empresa en la cadena es lenta. Similar situación se da en la industria donde se encuentra inmersa. Esto es por ser una industria de alta tecnología y altas barreras a la entrada.
- Dadas las características previamente mencionadas, son pequeñas las posibilidades de aumento de la velocidad del ciclo interno.
- La empresa tiene una estructura vertical, altamente integrada, donde se tiende a un pensamiento del estilo “nosotros podemos, hagámoslo”

Una vez analizada la cadena de suministro externa, se va a aplicar la metodología GRAI en la fase de modelización y preconcepción de un sistema futuro de la empresa.

CADENA DE SUMINISTRO INTERNA

Flujo físico de materiales



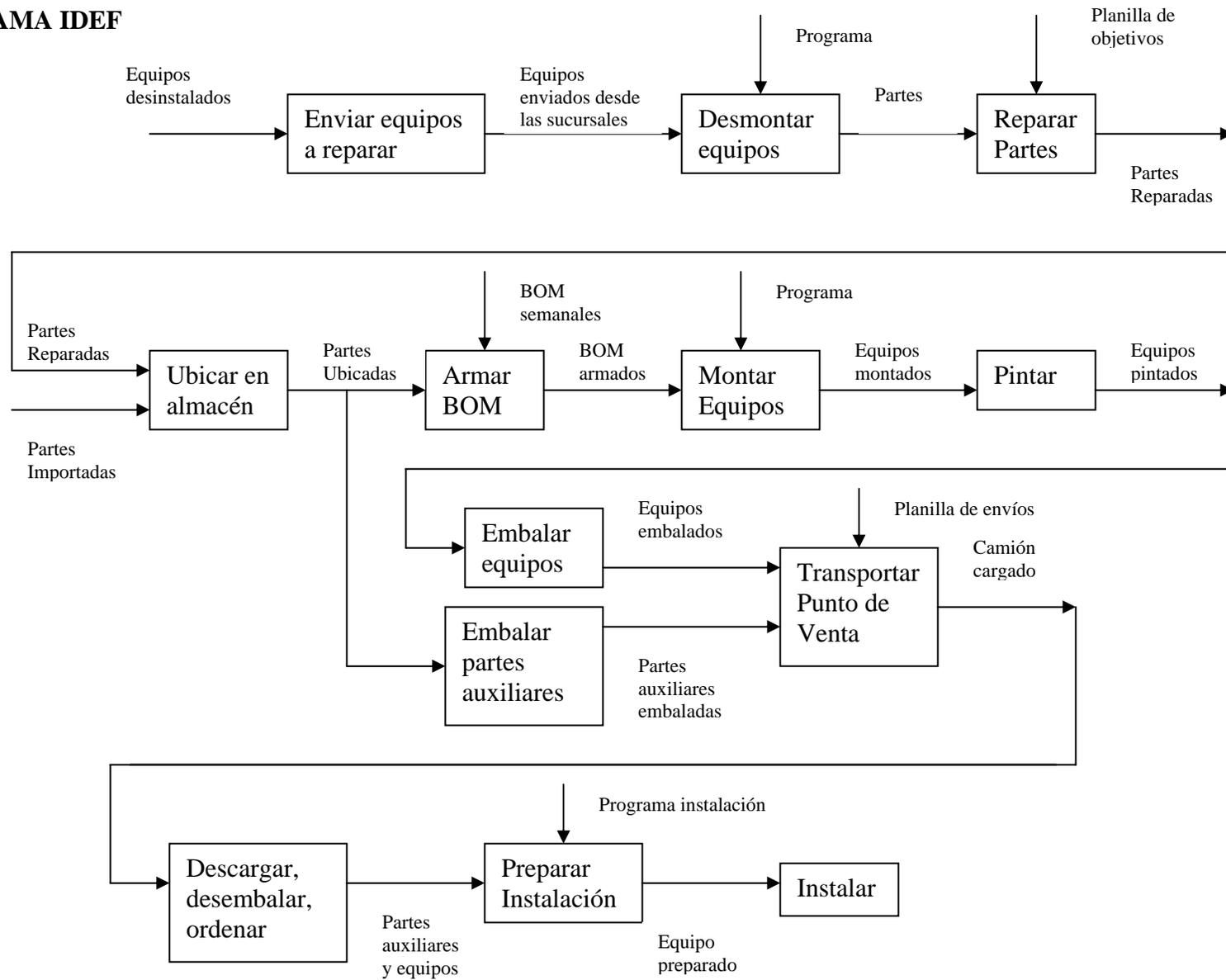
El actigrama representado previamente muestra el flujo de materiales de la empresa. El mismo ha sido representado por un diagrama simple que trata de mostrar una primer imagen del circuito físico. La representación según el modelo IDEF se puede observar a continuación.

Se puede comprender que la demanda presenta grandes variaciones, las cuales son de difícil pronóstico.

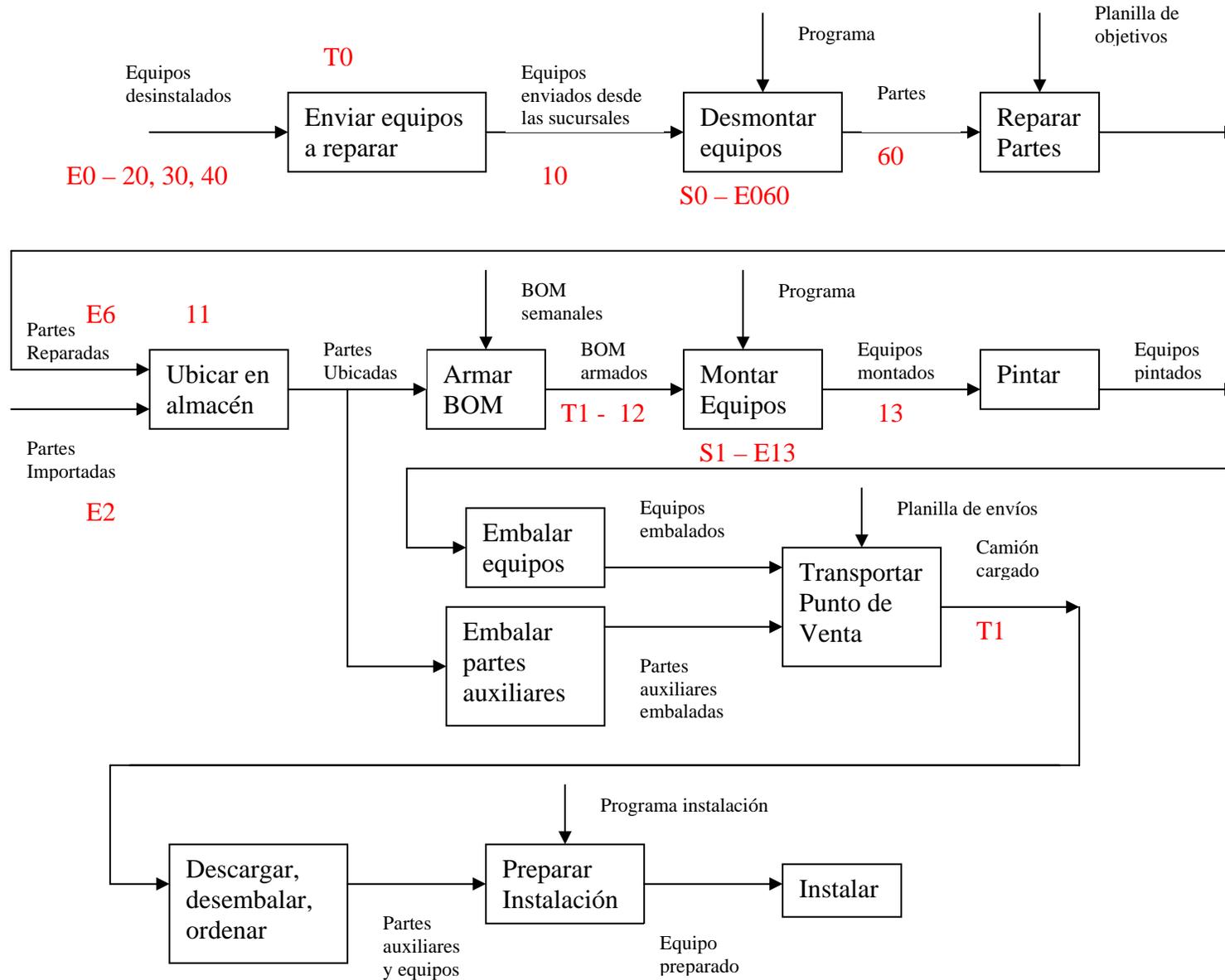
Los equipos que fallan vuelven a la planta donde se programa su desmontaje y se reparan sus partes. El objetivo es mantener un nivel de actividad constante en el taller de desmontaje para asegurar la eficiencia y productividad del mismo.

A pesar de asegurar un desmontaje balanceado, la cantidad de piezas reparadas no es constante debido a la cuota de variabilidad y aleatoriedad que introduce el porcentaje de scrap resultante del control de calidad. Sin duda este es un factor de difícil cálculo.

ACTIGRAMA IDEF



MOVIMIENTOS DEL SISTEMA INFORMÁTICO



Las piezas provenientes de reparaciones constituyen uno de los ingresos al inventario. La entrada más importante es, sin embargo, la de piezas importadas. El factor de variabilidad en este caso está dado por los tiempos del proveedor en la fabricación de las partes y los tiempos de tránsito de los envíos.

El inventario alimenta el taller de montaje para el armado de los equipos nuevos. El objetivo es mantener un nivel de actividad constante en dicho taller. Ello asegura la productividad.

Dada la variabilidad en el negocio, y para mantener un nivel de servicio importante se hace necesario poseer un stock de equipos terminados que podrá absorber las fluctuaciones, es decir que actuará como un pulmón. Esto posibilita además que el taller no deba atender directamente al consumo y las urgencias que surjan del mismo.

Es destacable asimismo las mejoras para el personal que ofrece el trabajo organizado.

En el diagrama IDEF se observa más en detalle el flujo de equipos y componentes. Además, se puede observar la relación entre el flujo físico y los movimientos del sistema informático que se detallan en la figura en rojo.

Grilla GRAI

	Informaciones externas	Gestión de compras y abastecimiento	Gestión de stocks	Planificación	Programación y Montaje	Gestión de Calidad	Logística y ventas	Informaciones internas
Estratégico H = 1 año P = 6 meses	Tendance et évolution du marché			Elaborar el plan anual			Elaborar el Forecast de ventas	Datos históricos de venta
Estratégico H = 6 meses P = 3 meses			Determinar el nivel de stock	Revisar el mix y la actividad				
Táctico H = 1 mes P = 1 semana		Realizar las compras de inventario		Planificar las compras				
Operacional H = 1 semana P = diario		Gestión de importaciones			Elaborar el programa		Elaborar el plan de instalaciones	Reuniones con el cliente
Tiempo Real					Montar los equipos	Realizar el control de calidad	Transportar	

	Management General - Finanzas
	Management Marketing
	Departamento de Planeamiento
	Departamento de Marketing
	Departamento de Compras
	Departamento de Producción

La grilla GRAI de la figura anterior muestra el flujo de decisión en la empresa según distintos niveles, horizontes y periodos

Se puede elaborar también una grilla objetivo que sirve de herramienta para la discusión acerca de planes, periodos y con la colaboración de que servicios. La misma se puede observar a continuación.

	Informaciones externas	Gestión de compras y abastecimiento	Gestión de stocks	Planificación	Programación y Montaje	Gestión de Calidad	Logística y ventas	Informaciones internas
Estratégico H = 1 año P = 6 meses	Tendencia y evolución de mercado			Elaborar el plan anual			Elaborar el Forecast de ventas	Datos históricos de venta
Estratégico H = 6 meses P = 3 meses			Determinar el nivel de stock	Revisar el mix y la actividad			Analizar el stock objetivo de equipos armados	Datos de funcionamiento de equipos
Táctico H = 1 mes P = 1 semana		Realizar las compras de inventario		Planificar las compras	Elaborar el Plan de producción		Elaborar el plan de entregas	Reuniones con el cliente
Operacional H = 1 semana P = diario		Gestión de importaciones			Elaborar el programa		Elaborar el plan de instalaciones	
Tiempo Real					Montar los equipos	Realizar el control de calidad	Transportar	

Management General - Finanzas
Management Marketing
Departamento de Planeamiento
Departamento de Marketing
Departamento de Compras
Departamento de Producción

Si se comparan las dos grillas se puede constatar que hay diferencias a nivel comunicacional especialmente.

Se puede observar que el Plan anual se estructura en función del pronóstico realizado por el departamento de marketing. Para el departamento de Planeamiento dicho Plan sirve de base a la revisión de actividad y variedad de equipos en base a los cuales se realiza el aprovisionamiento para la producción.

Es importante destacar la comunicación fluida que debe existir a nivel táctico entre los departamentos de ventas, programación y planeamiento. Se trabaja actualmente para profundizar dicha comunicación.

Del Plan de Producción se desprende el programa semanal de montaje de los equipos que luego de pasar los ensayos procedimentales son transportados a los puntos de venta.

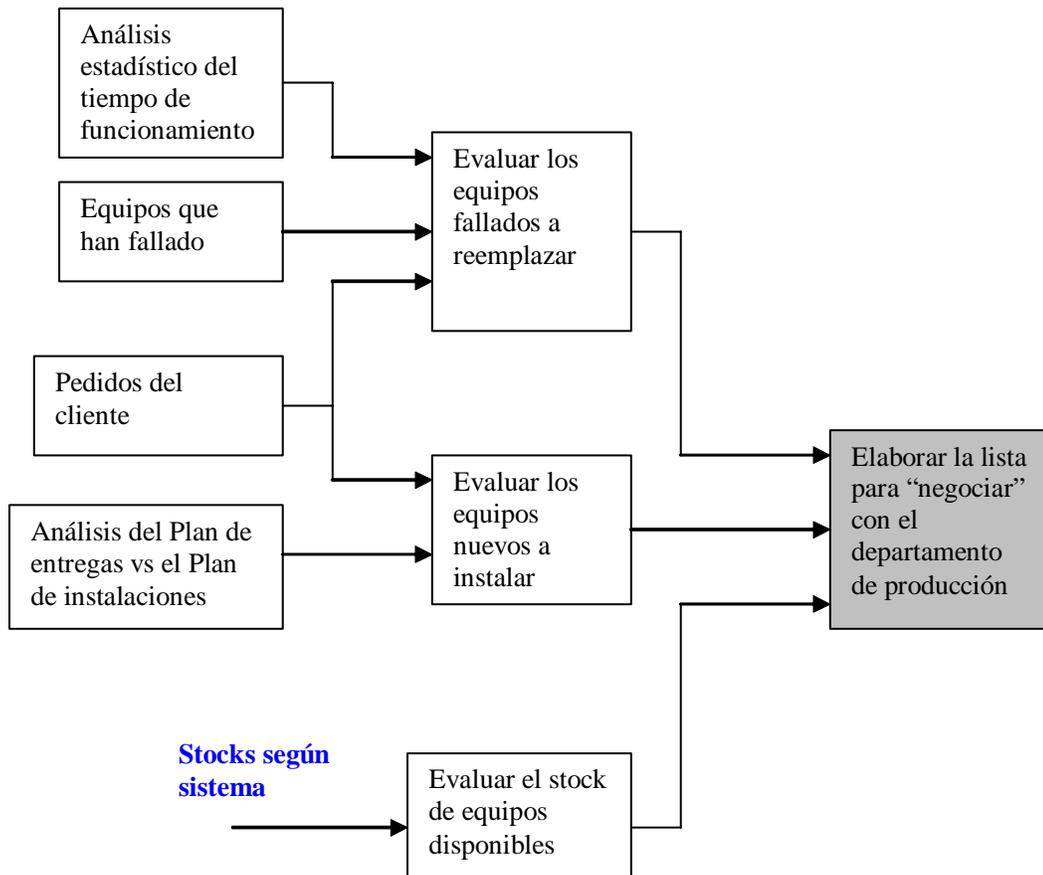
Sin embargo, el planeamiento de compras debe anticiparse a la producción debido a los tiempos de tránsito, por ello se insiste en la comunicación fluida con marketing. Una pequeña desviación en el punto de consumo representa una gran desviación en la compra.

Una debilidad que se puede observar en la empresa hoy por hoy es la falta de un plan de entregas y un plan de producción mensual. Ambos análisis se realizan semanalmente, dificultando el manejo de urgencias.

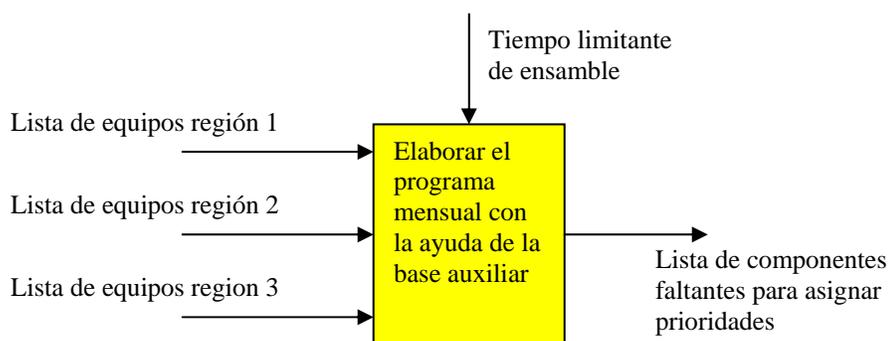
Otro aspecto a analizar es cuanto mas debe influir la producción en el plan anual o si se debe fijar el acento puramente en el negocio.

Del análisis de la grilla se desprende que el problema se encuentra a nivel táctico. Se pueden detallar los puestos de marketing, producción y planeamiento según los diagramas siguientes.

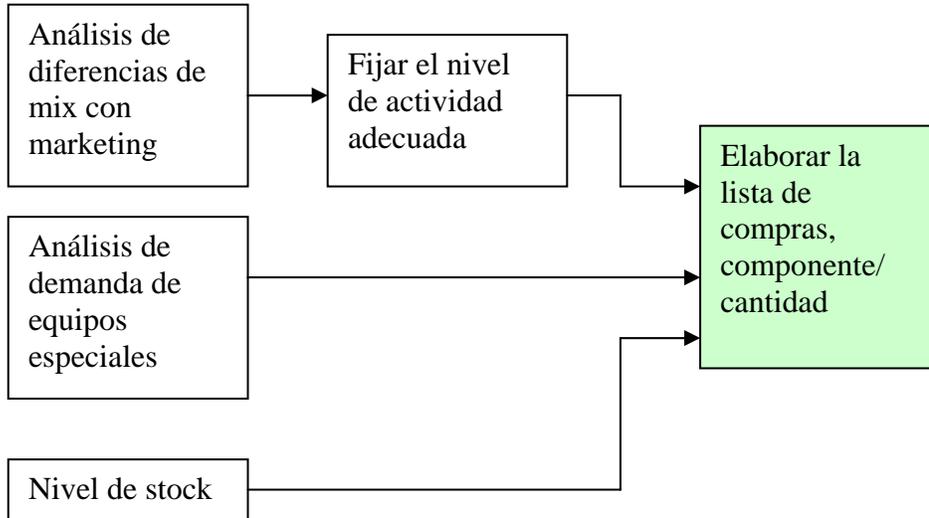
Marketing a nivel táctico



Producción a nivel táctico



Planeamiento a nivel táctico

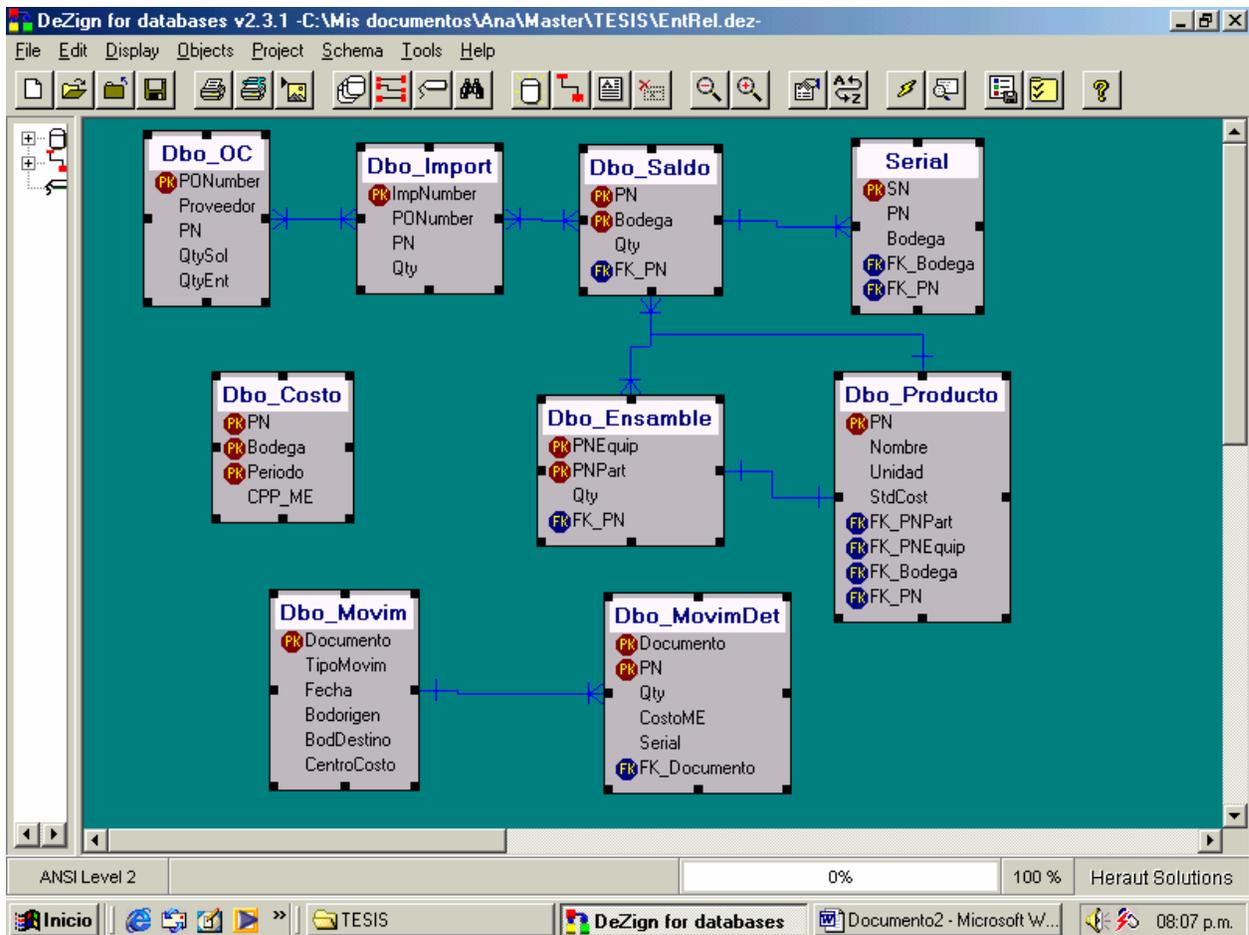


Siempre el objetivo es servir de base a la discusión entre los diferentes departamentos. Se puede detallar el diagrama hasta el punto que esto reporte beneficios para el análisis. A medida que se abre se descubren las bases de donde se obtiene la información. Se encuentran asimismo los puntos de contacto con el actigrama IDEF.

Diagrama Entidad Relación

El mismo busca representar mediante un esquema las relaciones reflejadas en el sistema informático. En este caso se ha utilizado un software para facilitar dicha representación. Se denomina DeSign for databases y sirve de lenguaje entre el profesional informático y el planificador ya que a partir del gráfico que se adjunta se puede obtener un código base de programación. (ver anexo)

El diagrama a continuación tiene el objetivo de servir de ejemplo con las tablas principales. Existen relaciones entre las mismas que no se muestran.



En el diagrama se pone énfasis en las tablas más importantes para la operación:

- Dbo_OC: presenta la información de las órdenes de compra emitidas a los distintos proveedores.
- Dbo_import: detalla las importaciones recibidas por ítems de inventario.
- Dbo_saldo: detalla la cantidad de cada P/N en un momento y una bodega determinada.
- Serial: detalla todos los elementos serializados(equipos terminados)
- Dbo_costo: muestra el costo promedio ponderado para un determinado P/N en el periodo indicado.
- Dbo_ensamble: detalla las partes necesarias para armar un equipo en particular. De ella se obtienen los BOM (listas de materiales).
- Dbo_producto: muestra las características particulares de un ítem determinado. Se lo asocia al maestro de referencias.
- Dbo_Movim: guarda un registro de los movimientos realizados en el sistema como usuario, fecha, documento, bodegas.
- Dbo_Movimdet: guarda un registro de los movimientos realizados en el sistema en cuanto a ítem, cantidades, etc.

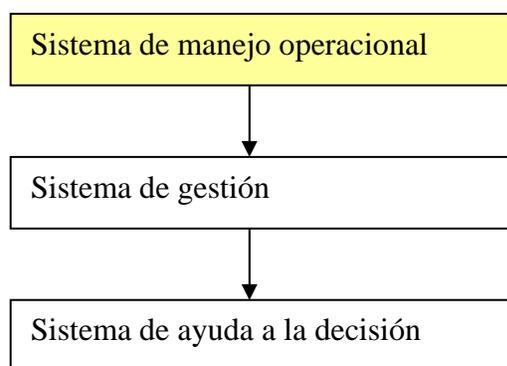
El diagrama entidad – relación representa el sistema informático de la empresa. Cada una de las tablas que se pueden observar en el gráfico contiene los datos de gestión y registro

en los que se apoya la compañía. Esos datos se pueden comparar con una foto estática de un momento. El objetivo es mantener actualizado dicho sistema para que todo aquel que extraiga la foto en un momento determinado pueda conocer exactamente la situación de la misma.

Si se compara con el actigrama IDEF (sistema físico) todos los movimientos indicados se pueden realizar con las tablas del diagrama. El mismo muestra las bases de datos que sirven para obtener los reportes que se muestran en la grilla GRAI, especialmente los reportes de stock como el que se detalla en la figura de la página 74 (en azul)

Por otro lado, se trabaja con un sistema informático útil desde el punto de vista operacional, el cual no cuenta con las herramientas de gestión.

Bernard Ballaz integra los sistemas de información en tres ejes:



El sistema utilizado en la empresa se encuentra sobre el primer escalón de la figura. Sin embargo, se trabaja con bases de datos integradas para obtener la información requerida en el momento de la toma de decisión.

EL SISTEMA DINÁMICO – MODELO DE SIMULACIÓN

Conceptos y aplicación

Se hizo referencia a la variedad de modelos que pueden aplicarse en el análisis de procesos de flujos de materiales o sistemas logísticos. Los métodos de simulación se diferencian por el hecho de servir como herramientas útiles en los sistemas dinámicos.

La simulación es un tipo específico de modelización por el que se trata de representar la realidad de una forma simplificada. Al igual que ocurre con los modelos matemático-estadísticos, los modelos de simulación cuentan con una serie de inputs o datos de partida que el investigador incluye en el modelo y una serie de outputs o resultados que se desprenden de él (Gilbert y Troitzsch, 1999).

Las técnicas de simulación en el desarrollo de modelos pueden aplicarse de dos formas diferentes. En el primer caso se refiere a la tarea relativamente mecánica de simular modelos matemáticos pre-existentes, mientras que en el segundo caso se aplica en la tarea mucho más compleja de la descripción de procesos.

Es necesario destacar que las simulaciones no son poco rigurosas o acientíficas. De hecho, la simulación puede aumentar considerablemente el rigor útil de los modelos. Una diferencia importante entre la simulación y la representación matemática es que las dificultades con modelos de la simulación resultan a menudo de orden práctico, involucrando la necesidad de más datos o de computadoras más rápidas, mientras que en los modelos matemáticos revelan a menudo tensiones inherentes o inconsistencias a nivel teórico que son más difíciles de resolver (Chattoe, 1995).

Las aproximaciones puramente matemáticas, como la teoría de juegos, son muy sensibles a las hipótesis de partida y sólo permiten abordar problemas relativamente sencillos desde el punto de vista conceptual en los que el número de agentes es reducido, sus características son similares y el número de periodos es o bien infinito o bien muy reducido, siendo en todo caso poco realistas, lo que les hace más válidos para determinar la racionalidad de posibles resultados que para predecir la realidad.

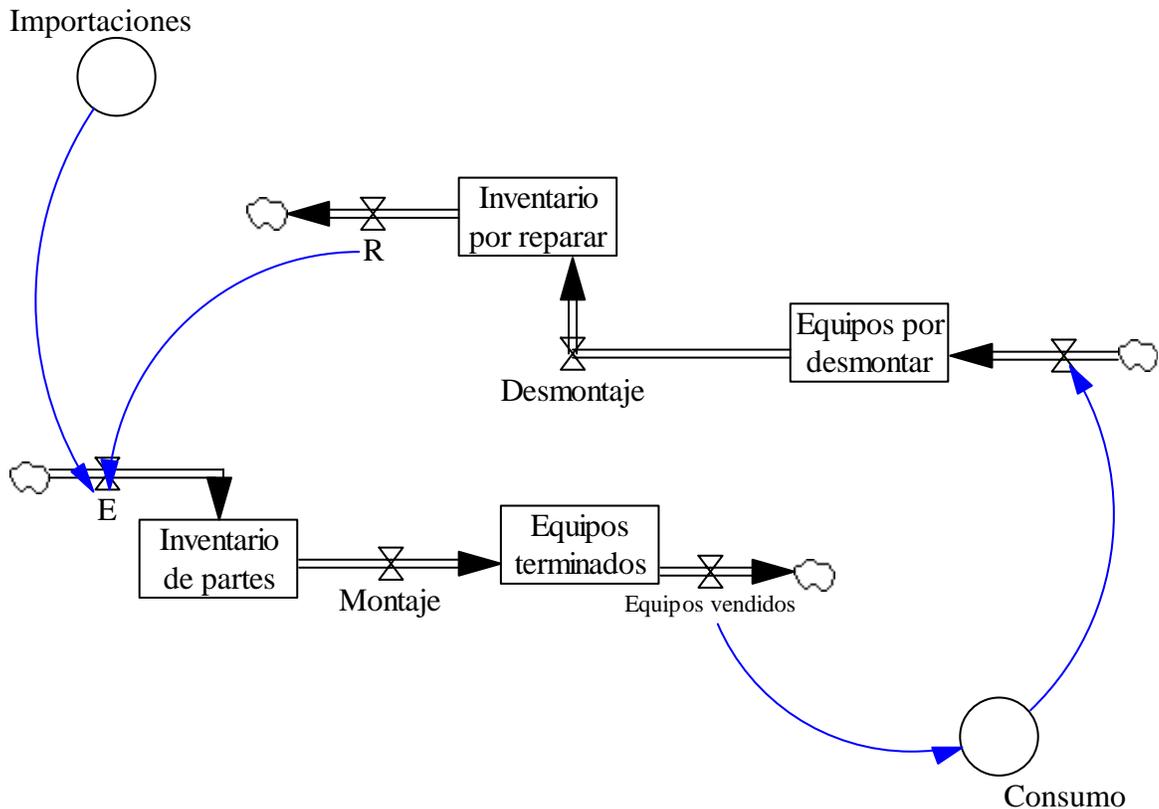
Los métodos de simulación, aunque muestran importantes virtudes frente a otras aproximaciones alternativas, no han tenido un desarrollo importante en el ámbito de las ciencias sociales, debido probablemente al escepticismo de una gran parte de los investigadores, no formados expresamente en técnicas informáticas, para los que el código del programa informático puede resultar en gran medida difícil.

Como se expresa en los párrafos anteriores, no todos los modelos se aplican a todos los casos. Se debe mencionar además las dificultades que se encuentran en el momento de reflejar la realidad y todos sus factores en un modelo de simulación.

Se intentó aplicar un modelo de simulación a la empresa en estudio. Se utilizó el software Vensim donde el input para realizar la simulación es el actigrama o flujo físico de materiales. El ejercicio de realización del actigrama es una importante herramienta de análisis de las distintas relaciones entre los elementos componentes. El modelo trabaja con analogías con un sistema de cajas negras con válvulas regulables a la entrada y a la salida, por lo cual

cada variable en análisis puede expresarse a través de un balance de masas entre la entrada y la salida.

De esta forma se grafica a continuación el circuito



Donde:

- **Importaciones:** representa los ingresos por importación. Se fija en un valor constante en el transcurso de cada simulación pero se puede variar entre distintos valores cada vez.
- **R:** representa el monto de partes reparadas. Se fija en un valor constante en el transcurso de cada simulación pero se puede variar entre distintos valores cada vez.
- **E:** representa las entradas al inventario. Es igual a la suma de importaciones y reparaciones.
- **Inventario de partes:** muestra el valor de inventario durante la simulación. Se determina un valor inicial y su variación está dada por la diferencia entre las entradas y el montaje en el taller en un periodo determinado.
- **Montaje:** representa los equipos montados en el período. Se fija en un valor constante en el transcurso de cada simulación pero se puede variar entre distintos valores cada vez.
- **Equipos terminados:** representa el stock de equipos armados, debe actuar como pulmón para absorber las variaciones de actividad. Forma parte del inventario, y al igual que en este último se fija un valor inicial y su variación

está dada por la diferencia entre el montaje en el taller en el periodo y las ventas de equipos.

- **Equipos vendidos - Consumo:** representa las ventas de equipos. Se fija en un valor constante en el transcurso de cada simulación pero se puede variar entre distintos valores cada vez.
- **Equipos por desmontar:** representa el valor en equipos provenientes del mercado, los cuales son desarmados para reparar sus partes. Ha sido calculado como un 75% de lo que se vende, menos lo que se desarma en el taller de desmontaje.
- **Desmontaje:** representa los equipos desarmados en el período. Se fija en un valor constante en el transcurso de cada simulación pero se puede variar entre distintos valores cada vez.
- **Inventario por reparar:** representa las partes provenientes del desmontaje de equipos. Se establece un valor inicial y su variación se estima como la diferencia entre lo desmontado y el monto de piezas reparadas que se ingresan al inventario.

Si se observa en una primera instancia el diagrama del flujo físico el mismo se compone de conductos de circulación y receptáculos de almacenamiento. La teoría dice que al aumentar estos puntos de almacenamiento se disminuye la eficiencia. Dadas las características de la operación, la variabilidad de la demanda, los lead time del proveedor y los tiempos de tránsito se hace necesario contar con dichos “almacenes” de distintas características en el circuito.

De lo antedicho se desprende la necesidad de trabajar en la optimización de los mismos.

De la misma descripción de las variables se desprenden las numerosas simplificaciones. La más importante es la consideración de **E, R, Montaje, Equipos vendidos y Desmontaje** como constantes durante el transcurso de la simulación.

Todas estas variables pueden ser relativamente controladas, excepto **Equipos vendidos** que es el resultado de la actividad y es donde influyen todas las variables del mercado y del negocio. Es también en esta última donde repercute toda la variabilidad que podemos encontrar en el resto de las variables mencionadas.

E, a pesar de que aplicando un modelo de compra constante disminuye su variabilidad, es todavía altamente dependiente de los tiempos de entrega del proveedor y los tiempos de tránsito por ser el 90% proveniente de importación.

Por otro lado, **R** depende de un factor scrap de características aleatorias, sin embargo logra mantenerse en un rango adecuado.

Las variables mejor controladas son, sin duda, **montaje y desmontaje** donde influye en gran medida un cuidado modelo de organización de la producción y el compromiso de los

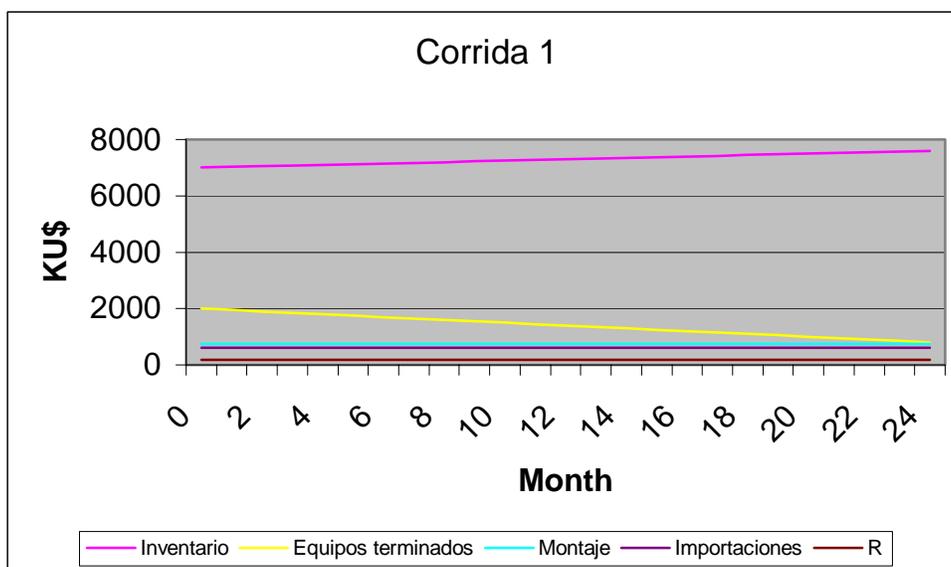
recursos humanos. Especialmente en lo que respecta a la organización del taller de montaje, los **equipos armados** y el **inventario** tienen mucho que aportar.

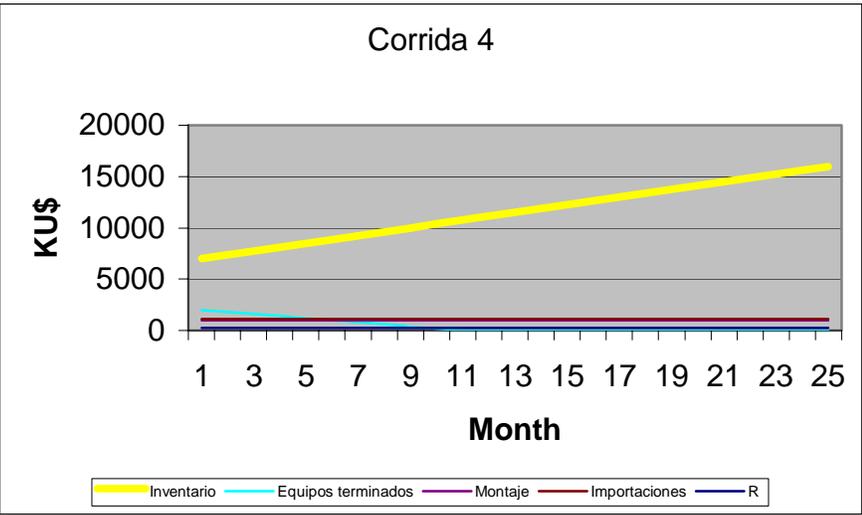
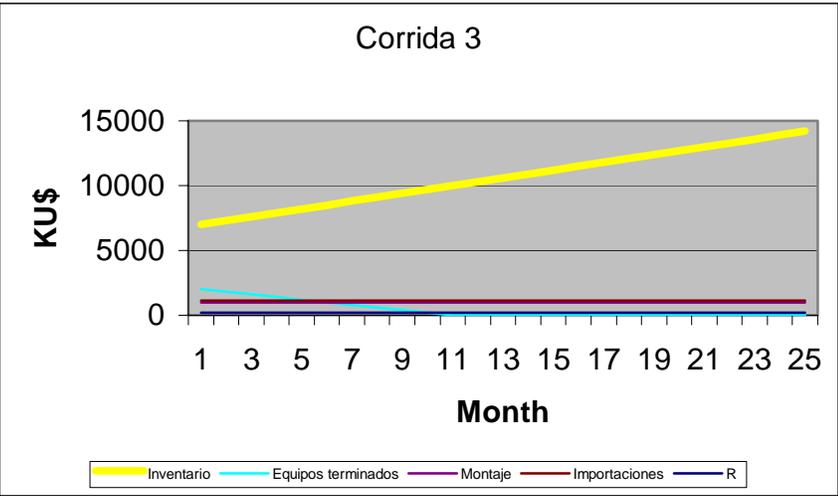
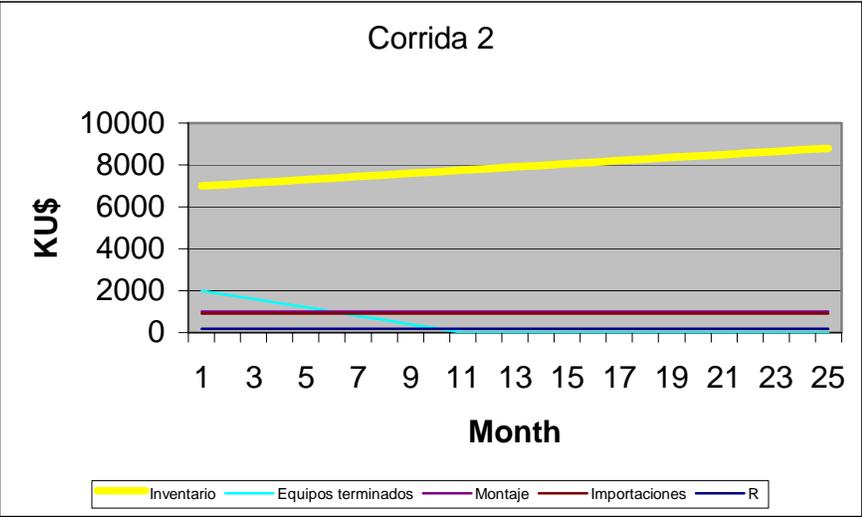
Como se mencionó previamente, el objetivo del **inventario de equipos armados** es servir de pulmón para hacer frente a los altibajos de la operación. Por ello, de no contar con la medida justa del mismo, el taller deberá hacer frente a dicha actividad impidiendo el seguimiento de un programa de montaje y con horas extras.

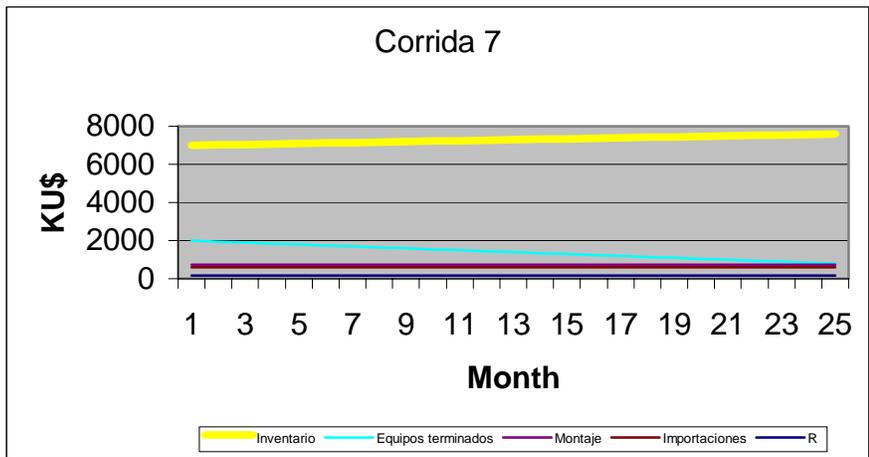
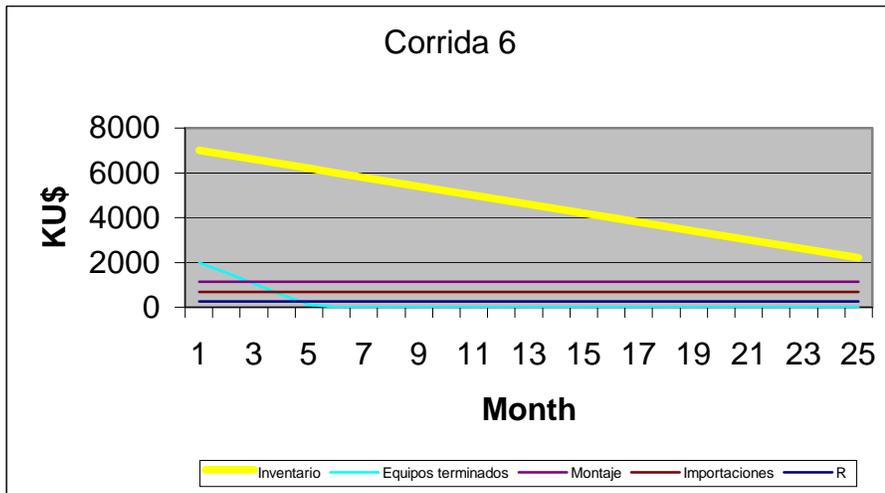
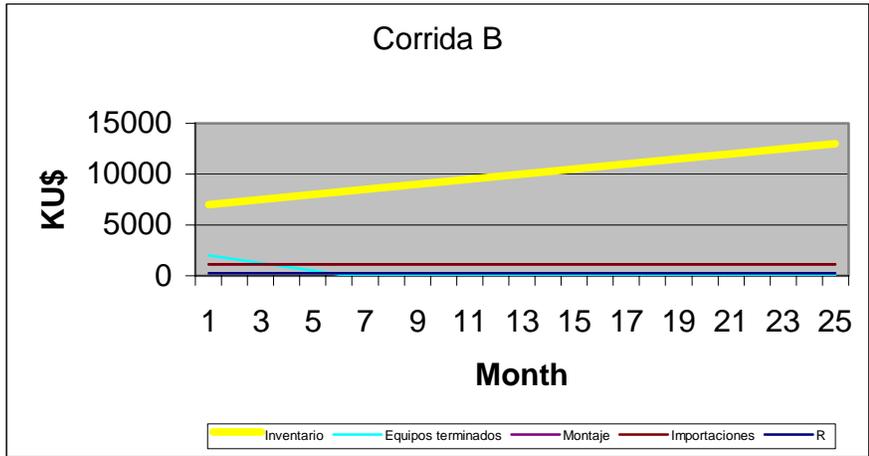
En lo que respecta al **Inventario** en partes, se persigue que el mismo esté balanceado. Un monto importante de stock no asegura que se cuente con todo lo necesario para el armado de un equipo y si no es así, todo lo que forma parte del mismo y no se puede armar constituye capital inmovilizado. Por otro lado, las faltas de stock traen aparejado demoras en la producción, atentando contra la eficiencia del taller.

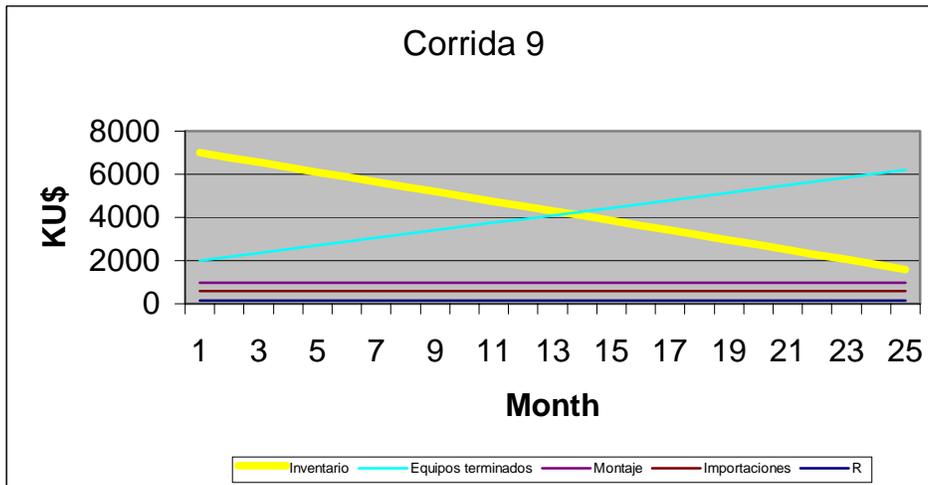
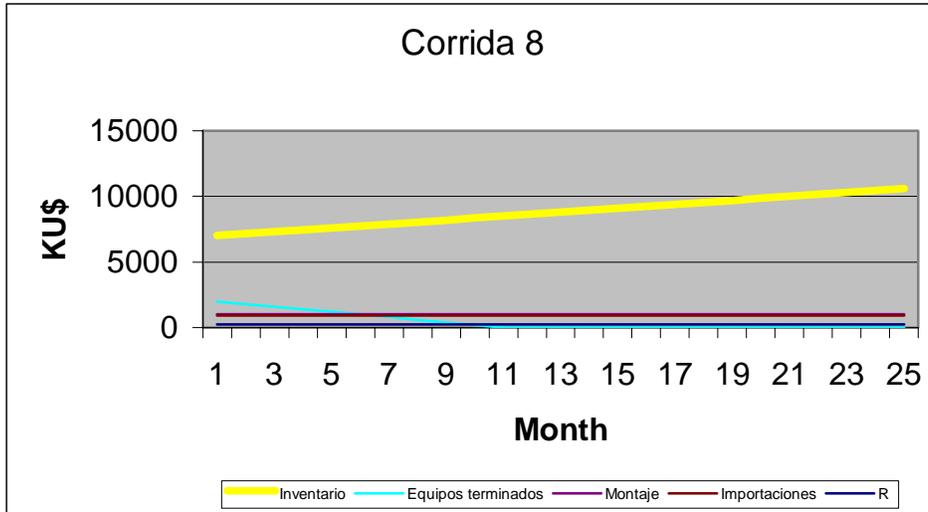
Análisis de resultados

Se graficaron las variables más importantes de cada corrida. A continuación se puede observar los resultados obtenidos.

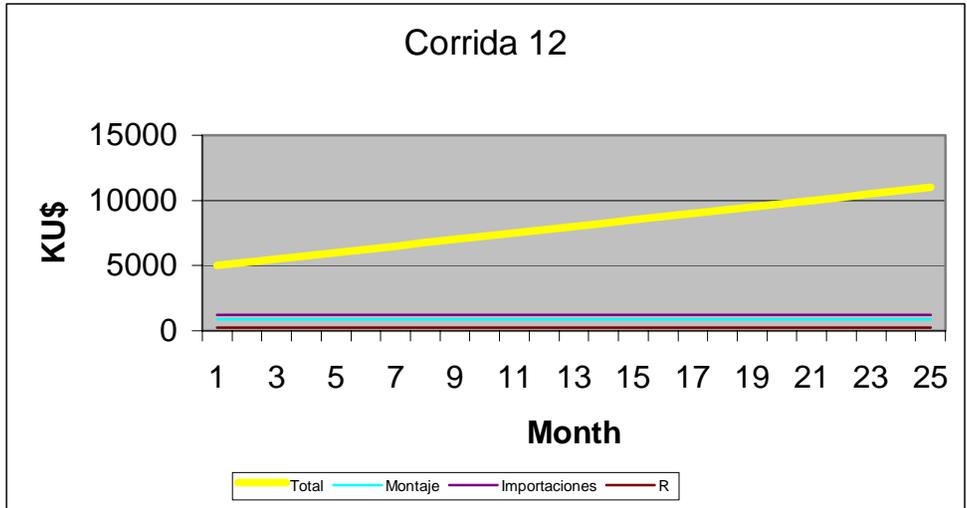




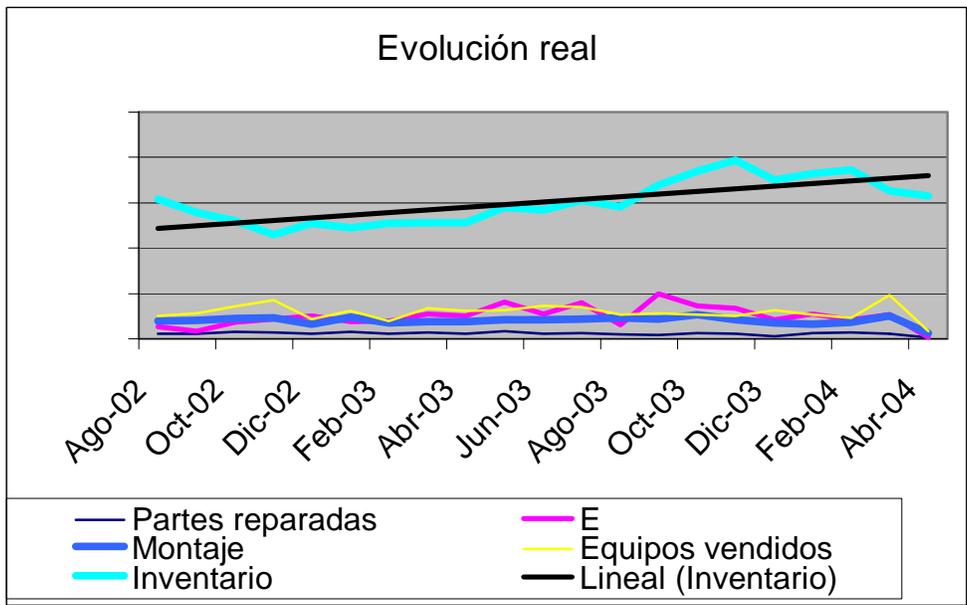




Dadas las características del modelo, se debe trabajar con valores constantes a lo largo de las corridas para R (partes reparadas), Montaje y E (ingresos al inventario). En la realidad los mismos varían. Si se considera el promedio de los valores reales y se trabaja con estos números se obtiene la gráfica de la figura siguiente (Corrida 12).



Si por el contrario graficamos los valores reales se puede observar la variabilidad. Asimismo en la gráfica siguiente se destaca lo ya expresado acerca de la mayor estabilidad y la posibilidad de realizar un mejor control de Montaje y R.



Analizando las figuras se intentó asemejar alguna de las corridas del modelo de simulación a lo obtenido de la realidad. Si se aplica una función lineal sobre la función de inventario, se calcula la pendiente de dicha función y se compara con la pendiente de las rectas obtenidas en la simulación se obtienen importantes conclusiones.

La corrida 2 es la que presenta la pendiente que mejor se asemeja a los valores reales. En la misma se trabajó con los siguientes valores:

Importaciones: U\$S 900K

R : U\$S 175K

Montaje: U\$S 1000K

Equipos vendidos: U\$S 1200K

Si se observa los promedios de los valores reales se tiene:

Importaciones: U\$S 1035K

R : U\$S 232K

Montaje: U\$S 846K

Equipos vendidos: U\$S 1187K

Si se comparan estos números con los considerados en la corrida 2 se concluye que las principales diferencias se encuentran en Importaciones y Montaje, las respectivas llaves de salida y entrada del inventario. En la corrida 2 lo montado es superior a los ingresos por importación. Mientras tanto, los valores promedio muestran un ingreso por importación mayor a las salidas de partes para su montaje.

Como se expresó previamente, la Corrida 12 fue realizada con los promedios de los valores reales. En la misma la pendiente del inventario obtenida es el doble de la línea de regresión. Analizando los números se observa que el monto ingresado mensualmente es apreciablemente mayor al montaje, lo que explica el importante incremento del inventario en el período.

Luego de lo expresado se puede concluir que lo importante en el momento de proyectar el inventario es la diferencia entre las entradas y salidas del mismo. Por el hecho de trabajar con partes importadas se debe estudiar cuidadosamente el tiempo de tránsito entre el momento de colocar el pedido y el momento del ingreso del mismo al inventario.

Dada la variabilidad del consumo y la variedad de equipos se reitera la importancia del pronóstico de ventas detallado para evitar el aumento desmedido del inventario y partes obsoletas en el mismo que jugarían en contra del logro de los objetivos financieros y la eficiencia de la operación.

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS BASE PARA EL PLANEAMIENTO

Introducción

Luego de lo expresado en la etapa de diagnóstico, el objetivo es alcanzar un modelo de aprovisionamiento de las partes que aseguren niveles adecuados de producción en la planta y sea adecuado al tipo de operación.

Partiendo del enunciado que un equipo tipo está compuesto por 4 componentes A, B, C y D, y que cada uno de estos tiene distintas características adaptables a los requerimientos del consumidor se desprende la gran variedad de productos presentes en el mercado.

Como se expuso previamente, en el momento de planear el aprovisionamiento son importantes las herramientas de pronóstico. En la mayoría de los casos se puede usar como punto de partida los datos de consumo histórico. Sin embargo se debe ser conciente de los desvíos del método. Si se tiene control sobre los elementos que regulan el consumo se puede adecuar los datos históricos con factores de corrección.

Un paso previo al planeamiento del aprovisionamiento es la estandarización de productos de manera de reducir a un mínimo las partes a comprar. Mientras menor sea la cantidad de partes que se utilicen, más sencillo será el control del inventario y lograr que el mismo sea eficiente.

Siguiendo estos enunciados y luego de un trabajo conjunto de marketing y producción se logró estandarizar en un porcentaje importante los componentes A, B, C y D.

Para cada componente A, B, C y D se puede diferenciar modelo, tamaño y rango según la aplicación. Se va a nombrar los modelos con letras descriptivas, mientras que los tamaños y los rangos se los va a asociar a números.

En empresas donde se trabaja con gran variedad de productos, que a la vez se componen de gran variedad de partes, este trabajo es de suma importancia para una primera determinación de la mezcla de productos que va a requerir el mercado.

Análisis de los datos históricos para obtener la mezcla de productos

Como se mencionó previamente, en primer lugar se analiza los datos históricos de los equipos funcionando en el mercado. Para cada componente se estandarizó los modelos y se determinó la participación de cada uno en el total.

Para el componente A se redujo de 35 modelos, abiertos a su vez en un amplio rango a tan solo 7 en 9 rangos tal como se muestra en la tabla.

COMPONENTE A

MODELO	RANGO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TOTAL
A1I				25							25
A1M		17									17
A1S		5		22							27
A2			84		160		157				401
A2I					36						36
A2S					41						41
A3						20		38	22	23	103
TOTAL											650

A fin de independizarse de las cantidades, en un segundo paso se calcularon los porcentajes de cada uno sobre el total.

COMPONENTE A

MODELO	RANGO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TOTAL
A1I				3,8%							3,8%
A1M		3,4%									3,4%
A1S				3,4%							3,4%
A2			12,9%		24,6%		24,2%				61,7%
A2I					5,5%						5,5%
A2S					6,3%						6,3%
A3						3,1%		5,8%	3,4%	3,5%	15,8%
TOTAL											100%

De la misma forma se trabajó con los componentes B, C y D, obteniéndose las tablas que se pueden observar a continuación.

COMPONENTE C

MODELO	PARTICIPACION
C1I	1,5%
C1S	1,5%
C2I	29,4%
C2IE	10,2%
C2S	8,8%
C2SP	11,9%
C2SE	18,4%
C3I	9,2%
C3S	1,3%
C3SP	2,0%
C3SE	5,6%
TOTAL	100,0%

COMPONENTE D

MODELO	PARTICIPACION
D1	2,1%
D2G	47,3%
D2GIS	2,0%
D3G	10,3%
D3GIS	0,5%
D2U	30,4%
D21U	1,6%
D3U	5,7%
TOTAL	100,0%

COMPONENTE B

MODELO	RANGO	PARTICIPACION
B3-2	3	3,8%
B3-2	4	3,8%
B3-2	1	5,1%
B3-2	2	1,8%
B4-2	3	3,8%
B4-2	4	7,0%
B4-2	1	4,8%
B4-2	2	5,4%
B5-2	3	4,9%
B5-2	4	7,6%
B5-2	1	2,6%
B5-2	2	1,8%
B6-2	3	3,3%
B6-2	4	8,4%
B6-2	1	2,0%
B6-2	2	1,5%
B1-2	3	1,1%
B1-2	4	1,1%
B1-2	1	1,9%
B1-2	2	2,3%
B2-2	3	2,7%
B2-2	4	2,4%
B2-2	1	1,8%
B2-2	2	1,8%
B1-3	1	0,8%
B1-3	2	0,1%
B1-3	3	0,6%
B1-3	4	0,5%
B2-3	1	1,3%
B2-3	2	0,3%
B2-3	3	0,6%
B2-3	4	0,6%
B3-3	1	0,5%
B3-3	2	0,1%
B3-3	3	0,6%
B3-3	4	1,4%
B4-3	1	0,8%
B4-3	2	0,8%
B4-3	4	1,0%
B5-3	2	0,3%
B5-3	3	0,8%
B5-3	4	0,9%
B6-3	1	0,3%
B6-3	2	0,3%
B6-3	3	0,7%
B6-3	4	1,1%
B7-3	1	0,7%
B7-3	3	0,3%
B7-3	4	1,4%
B8-3	4	0,5%

100,0%

Obtención y análisis de las listas de materiales

Una vez determinados los equipos, el siguiente paso es la explosión de los mismos en sus partes y la obtención de las listas de materiales de cada uno (BOM).

El primer ordenamiento sobre el que se trabajó es la clasificación en partes A, B y C de acuerdo al análisis de Pareto.

A fin de estudiar los números de parte y trabajar sobre los BOM's que hacen más eficaz el inventario, se agrupó por componente y tamaño de equipo. Se busca de esta manera reducir al máximo los números de parte y hacer coincidir, dentro de lo posible la parte utilizada para una determinada función en los distintos componentes.

Se puede observar a continuación los resultados obtenidos para el componente A. En anexo se adjunta el mismo análisis para el resto de los componentes.

NP	Tipo	A2 - 2	A2 - 4	A2 - 6	A21 - 4	A2S - 4
0006	A			1		
0013	A					1
0017	A				1	
0021	A		1			
0022	A	1				
1027	B	8	15	24	15	15
4194	B	7	14	23	14	14
8472	B	1				
9473	B	1	1	1	1	
1771	B			1		
1774	B					1
1821	B				1	
1822	B				1	
1824	B					1
1825	B					1
1827	B					1
3288	B	1	1	1	1	1
4684	B		1		1	
6699	B	1	1	1		1
7663	B	7	14	23	14	14
8234	B	1	1	1		1
8276	B				1	
0091	C	2	2	2	2	1
0184	C	2	2	2	2	1
0188	C	2	2	2	2	1
0422	C	4	4	4	7	7
0424	C	4	4	4	7	7
0443	C	1	1	1	1	
0454	C	2	2	2	2	
0613	C	1	1	1		1
0691	C	1	1	1	1	1
0905	C					1
1086	C	7	14	23	14	14
1087	C	1	1	1	1	1
1173	C	8	15	24	15	15
1195	C	1	1	1	1	1
1196	C	1	1	1		1
1197	C	1	1	1	1	1
1198	C	1	1	1	1	1
1863	C	6	6	6		6
1864	C	6	6	6		6
4875	C	1	1	1		1
6326	C	1	1	1		1
6479	C	1	1	1		1
6867	C	6	6	6	6	
8862	C	3	3	3	3	3
9385	C	1	1	1		1
9437	C	1	1	1	1	
9673	C	1	1	1		1
9682	C	1	1	1	1	1
1113	C				1	1
1413	C	4	4	4	4	4
1712	C	2	2	2	2	
1713	C	1	1	1	1	
1800	C					3
1801	C					3
1805	C					1
1809	C				1	
1810	C				16	16
1811	C				1	
1815	C	2	2	2		2
1816	C				3	
1819	C				1	
1830	C					1
1831	C				1	
2136	C	2	2	2		2
2506	C	6	6	6	6	
2668	C				16	8
3244	C	3	3	3	2	1
3245	C				2	3

NP	Tipo	A3 - 5	A3 - 7	A3 - 8	A3 - 9
8678	A	1			
8684	A		1		
6851	A			1	
6857	A				1
2365	B	1	1	1	1
6878	B	1	1	1	1
8785	B	1	1	1	1
8792	B	1	1	1	1
1036	B	6	9	11	15
4512	B	6	9	11	15
7662	B	1			
7665	B		1		
7667	B			1	
7669	B				1
8236	B	1	1	1	1
0604	B	7	10	12	16
0091	C	2	2	2	2
0184	C	2	2	2	2
0188	C	2	2	2	2
0378	C	1	1	1	1
0419	C	1	1	1	1
0422	C	4	4	4	4
0424	C	4	4	4	4
0443	C	1	1	1	1
0454	C	2	2	2	2
1087	C	1	1	1	1
1863	C	18	18	18	18
1864	C	18	18	18	18
6327	C	1	1	1	1
6481	C	1	1	1	1
9437	C	1	1	1	1
9672	C	1	1	1	1
9682	C	1	1	1	1
1113	C	1	1	1	1
1413	C	4	4	4	4
1712	C	2	2	2	2
1714	C	1	1	1	1
1815	C	2	2	2	2
2136	C	2	2	2	2
2776	C	3	3	3	3
3034	C	1	1	1	1
3244	C	2	2	2	2
3361	C	14	20	24	32
4048	C	4	5	6	8
4061	C	2	2	2	2
5168	C	2	2	2	2
5607	C	7	10	12	16
5945	C	1	1	1	1
6700	C		1,1	1,06	1,06
9714	C	1	1	1	1
9743	C	1	1	1	1
0418	C	3	3	3	3
1109	C	6	10	11	15
1771	C	6	9	11	15
5227	C	1	1	1	1

NP	Tipo	A11 - 3	A1M - 1	A1S - 3
3565	A	1		
3664	A		1	
3563	A			1
4372	B			1
5482	B		1	1
5491	B		1	1
5493	B	1	1	
5501	B	1	1	
5519	B	1	1	
5540	B		1	1
7271	B	1		
7662	B	18	13	18
2062	B			1
2071	B	17	12	17
2072	B	1		
2076	B	18	13	18
3661	B		1	
8232	B			1
8274	B	1	1	
1520	B			1
0091	C	2	1	1
0184	C	2	1	1
0188	C	2	1	1
0422	C	6	9	7
0424	C	3	6	7
0888	C	1	1	1
1088	C	1	1	1
5499	C	1		
5546	C	1	1	
5661	C			1
5665	C	17	12	17
5669	C	9	6	1
5672	C			1
5680	C			1
6326	C			1
6479	C			1
8862	C			3
9673	C			1
9682	C			1
1113	C	1	2	2
1413	C			4
1810	C			6
1815	C			2
2136	C			2
2668	C			6
3245	C	2	2	2
3395	C			1
5167	C	8	24	16
5168	C	2	1	1
5484	C	3	3	
5486	C	3	3	
5487	C		3	3
5503	C	8	24	16
5506	C	1	1	
5545	C	2	2	
5547	C	1	1	
5549	C		1	1
5854	C	1	1	
5855	C	2	2	
5856	C	3,28	3,3	
5933	C	2	5	3
6390	C	1	1	1
6391	C	1	1	
6392	C	1	1	
6393	C	3	3	
7559	C			1
8149	C			1
0415	C	0,01	0	0,28
0498	C		3	3
2075	C	1	1	

DETERMINACIÓN DEL MODELO DE APROVISIONAMIENTO

Definición

El objetivo de una clasificación ABC es lograr una gestión adecuada de los materiales según su valor en inventario. La misma está referida a la cantidad de artículos o materiales a gestionar y a la elección de la técnica de previsión más adecuada para que las estimaciones sobre los requerimientos de los mismos sean correctas.

En el caso en estudio se llega a clasificar 50 números de parte como partes A, 120 como B y 350 como C.

El modelo de aprovisionamiento aplicado es el *abastecimiento de cantidades constantes a intervalos mensuales constantes para partes tipo A y B y el abastecimiento a través de mínimos y máximos para partes tipo C*.

Otro aspecto a diferenciar son los equipos de alta y baja demanda. Es claro que este modelo de compra constante no puede ser aplicado en el caso de la baja demanda. En el aprovisionamiento de partes para equipos de baja demanda se trabaja con un inventario objetivo, por debajo del cual se emite el pedido. Podemos asemejar este último caso al reaprovisionamiento por mínimos y máximos.

El abastecimiento constante puede aplicarse bajo los supuestos que la actividad o el consumo no sufre grandes variaciones. En el caso en estudio este concepto no es totalmente verdadero pero el objetivo es trabajar con un inventario de equipos armados que haga frente y absorba los altibajos de consumo. Por otro lado, con un aprovisionamiento constante se pretende mantener constante la actividad en el taller de montaje.

Dicho nivel de actividad constante no es más que un número que representa la cantidad de equipos a vender mensualmente, el cual debe ser prolijamente analizado entre el equipo de marketing y el de producción. Un aspecto importante a tener en cuenta es la consideración del tiempo de tránsito, que asciende a tres meses en promedio por ser la mayoría de las partes de origen importado.

Resumiendo los factores a tener en cuenta:

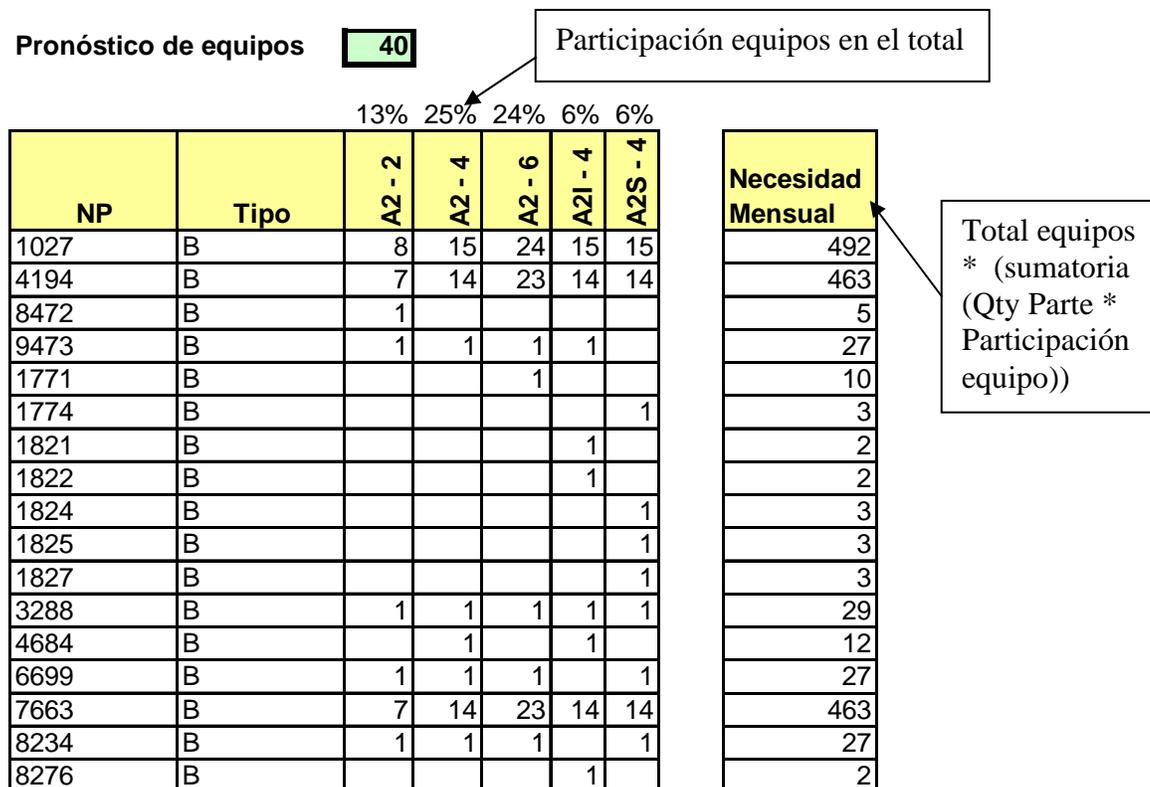
- Listado de equipos estándar
- Pronóstico de producción mensual total
- Participación de cada modelo de equipo en el total
- Obtención de las listas de materiales de los equipos estándar
- Clasificación en partes ABC.
- Clasificación en equipos de alta y baja demanda

Como todo modelo de planeamiento, se necesita de una herramienta de apoyo. Dada la simplicidad del método se puede utilizar una planilla excel.

Hasta el momento se ha determinado **qué** comprar y **cómo** comprar. Sin embargo es necesario determinar **cuánto** comprar.

Determinación de la necesidad mensual

Como se explicó previamente se pretende mantener constante la actividad del taller de montaje, por lo cual la cantidad a comprar no es más ni menos que la que se utiliza en los equipos que se producen en el taller en el transcurso de un mes.



En el gráfico se observa el cálculo de la necesidad mensual para un grupo de partes B. De la misma forma se realiza dicho cálculo para partes A y C.

En el caso de las partes A y B además de los ingresos por importaciones se debe tener en cuenta los ingresos de partes por reparación de las mismas. Dicho dato es variable y de difícil cálculo. A efectos de un pronóstico se lo estima como un porcentaje de la cantidad de piezas que se obtienen de los equipos que vuelven del mercado para reparación.

Luego de lo expuesto, en las **partes A y B**, la necesidad mensual neta o cantidad a comprar es la diferencia entre la necesidad mensual neta y las piezas reparadas.

Pronóstico de equipos **40**
 Equipos reparados **25**

NP	Tipo	13% 25% 24% 6% 6%				
		A2 - 2	A2 - 4	A2 - 6	A2I - 4	A2S - 4
1027	B	8	15	24	15	15
4194	B	7	14	23	14	14
8472	B	1				
9473	B	1	1	1	1	
1771	B			1		
1774	B					1
1821	B				1	
1822	B				1	
1824	B					1
1825	B					1
1827	B					1
3288	B	1	1	1	1	1
4684	B		1		1	
6699	B	1	1	1		1
7663	B	7	14	23	14	14
8234	B	1	1	1		1
8276	B				1	

Necesidad Mensual	% Reparación	Piezas Reparadas	Necesidad neta
492	75%	308	185
463	50%	289	173
5	65%	3	2
27	60%	17	10
10	40%	6	4
3	50%	2	1
2	50%	1	1
2	50%	1	1
3	50%	2	1
3	50%	2	1
3	40%	2	1
29	50%	18	11
12	60%	8	5
27	40%	17	10
463	55%	289	173
27	60%	17	10
2	60%	1	1

Cantidad a comprar =
 Nec. Mensual – Piezas reparadas

Una vez realizado el análisis para cada componente, el siguiente paso es la consolidación por partes comunes a varios componentes. En este caso la necesidad mensual es el resultado de la sumatoria de las necesidades mensuales de cada parte en los **componentes A, B, C y D.**

Otra información necesaria

Sin embargo en el momento de la compra y el seguimiento es importante que la herramienta cuente con información actualizada de inventario y producción. Estos datos proporcionan una sólida base en la decisión. Los mismos variarán de acuerdo al tipo de operación:

Algunos de estos datos pueden ser:

- Piezas en stock
- Piezas en tránsito
- Piezas en órdenes de compra
- Meses de inventario (puede considerarse stock, tránsito y órdenes o solo stock)
- Piezas reparadas en el mes
- Salidas para producción en el mes

En el caso de los dos últimos puntos se debe contar con información de algunos meses hacia atrás con el objeto de facilitar un pronóstico acertado de la evolución de la producción.

Otros indicadores que se analizan en el proceso:

- Componentes obsoletos (valor y composición)
- Monto mensual importado
- Compras mensuales
- Monto mensual de componentes reparados
- Stock de equipos armados (monto y composición)
- Nivel de producción mensual
- Ventas mensuales

NP	USO	TIPO	Necesidad mensual	Pronóstico reparadas	Cantidad a comprar
220	EJE	B	5	1	5
219	EJE	B	10	1	9

Stock	Transito	Orden	Meses de inventario
18	12	10	8,1
19	26	28	7,9

NP	USO	TIPO	Necesidad mensual	Pronóstico reparadas	Cantidad a comprar
8222	CUPLA	B	65	23	43
1404	CUPLA	B	437	160	278
1906	CUPLA	B	208	90	119
9410	CUPLA	B	65	0	66
4194	CUPLA	B	437	0	438
2076	CUPLA	B	208	0	208

Stock	Transito	Orden	Meses de inventario
286	70	86	8,0
1591	516	430	7,0
200	119	274	4,0
332	162	120	9,3
2505	400	1370	9,8
549	394	617	7,5

NP	USO	TIPO	Necesidad mensual	Pronóstico reparadas	Cantidad a comprar
3417	ADAPTADOR	B	11	2	9
4470	ADAPTADOR	B	89	19	71
4473	ADAPTADOR	B	39	10	29
5164	ADAPTADOR	B	10	3	8
5379	ADAPTADOR	B	52	10	42
5380	ADAPTADOR	B	24	6	18
5381	ADAPTADOR	B	4	1	4
5615	ADAPTADOR	B	9	2	7

Stock	Transito	Orden	Meses de inventario
237	0	0	22,1
54	210	142	5,6
195	104	80	11,4
59	22	15	10,6
159	57	94	6,7
57	60	36	7,7
8	9	11	6,9
43	31	22	12,3

Para la compra de **partes C** también se debe realizar el cálculo de la necesidad mensual según lo explicado. No se considera un porcentaje de reparaciones por no repararse partes C. En este caso se debe determinar además los valores máximos y mínimos. El mínimo se fija en función de un stock de seguridad objetivo en meses y un tiempo de tránsito. El máximo es el resultado del mínimo mas los meses de consumo que se requiera. Al momento de la compra se compara el mínimo con la sumatoria de stock, cantidad en tránsito y cantidad en órdenes de compra. Si el mínimo es mayor que la sumatoria entonces se realiza compra por la diferencia del máximo y la sumatoria.

(Stock + Tránsito + Orden) > Mínimo => NO COMPRA

(Stock + Tránsito + Orden) < Mínimo => COMPRA

OC = Máximo - (Stock + Tránsito + Orden)

La razón de realizar la compra de partes C mediante máximos y mínimos es el objetivo de minimizar los tiempos de análisis de las partes menos representativas en costo en el inventario y la dedicación del mismo a las partes A, que representan el 80% del valor de inventario. Sin embargo es preciso aclarar que las tres clases de partes son necesarias para el armado de los equipos y que el no tener una de ellas significa no poder armar un modelo de equipo en cuestión.

Meses de stock de seguridad	4
Meses de tránsito	3
Meses de compra	1

NP	USO	TIPO	Necesidad mensual	Min	Max	Stock	Transito	Orden	OC
3128	BUJE	C	6,3	44	51	5	24	9	0
5325	BUJE	C	31,3	219	250	62	53	99	37

NP	USO	TIPO	Necesidad mensual	Min	Max	Stock	Transito	Orden	OC
5979	GOMA	C	4,8	34	38	52	0	0	0
8253	GOMA	C	25,2	176	201	73	85	32	0

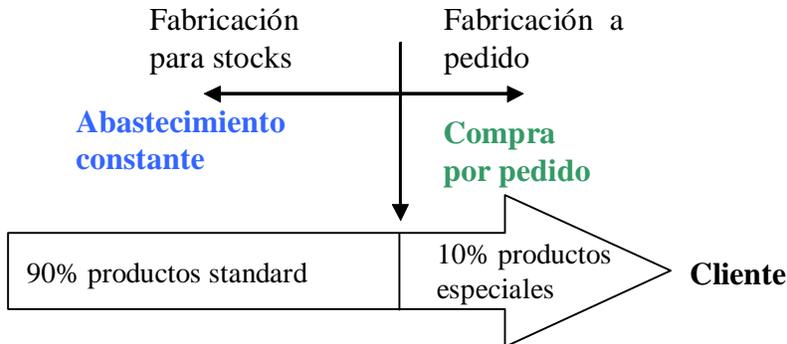
NP	USO	TIPO	Necesidad mensual	Min	Max	Stock	Transito	Orden	OC
1831	TAPA	C	1,6	11	13	238	0	0	0
5680	TAPA	C	4,3	30	34	5	10	14	6
1927	TAPA	C	5,0	24	28	4	23	0	0
5589	TAPA	C	4,5	31	36	52	0	0	0
3034	TAPA	C	6,3	44	51	22	21	7	0
4877	TAPA	C	31,4	220	251	81	44	90	36
2075	TAPA	C	8,4	59	67	42	0	24	0
1653	TAPA	C	31,4	220	251	143	44	36	0
589	TAPA	C	0,0	0	0	7	0	0	0
5549	TAPA	C	8,4	59	67	25	13	26	0
1830	TAPA	C	1,6	11	13	23	0	0	0
6505	TAPA	C	244,1	1709	1953	971	412	256	314
6506	TAPA	C	60,0	420	480	458	87	0	0

Como se pudo apreciar en lo previamente demostrado en el caso de **partes A y B**, los valores de stock, tránsito y órdenes no son factores de cálculo de la cantidad a comprar; mientras que en el caso de **partes C** los mismos sí se tienen en cuenta en el cálculo. Es en este último caso donde se debe tener especial cuidado en el seguimiento de las transacciones.

Una de las ventajas de este método es justamente el hecho que en la compra de partes A y B no intervenga el stock en el momento de realizar la compra. Esta metodología hace que los pedidos al proveedor sean constantes, lo que permite facilitar el planeamiento hacia atrás en la cadena logística y que el mismo no tenga altibajos en su producción. Ello favorece el cumplimiento de los lead times estipulados.

Desde otro punto de vista es relevante conocer en que casos es posible aplicar la metodología de compra de cantidades iguales a intervalos constantes y en que casos no lo es. En el caso de partes de baja demanda no es conveniente esta metodología porque obliga a hacer pedidos por muy pequeñas cantidades lo que genera un mayor costo. Además, al ser partes de consumo ocasional, pueden acumularse en el inventario y llegar a convertirse en productos obsoletos.

En la figura siguiente, se describe la diferencia de modelos de compra utilizados.



Además, a partir de experiencias de otras empresas, es necesario remarcar la importancia de aplicar el modelo adecuado a cada empresa o unidad de producción. Sin embargo, en empresas que no utilizan el modelo de abastecimiento por cantidades fijas, se comprueba un consumo balanceado de los componentes Standard.

Sobre las hojas de compra de componentes A, B y C se puede observar celdas en rojo o azul. Dicho sistema de alertas indica automáticamente a través de un formato condicional, cuales son los componentes de los que hay sobre stock o faltantes de stock. Esta herramienta brinda rápidamente una visión sobre el estado del inventario. El mismo se calcula en función de un nivel objetivo sobre o por debajo de la necesidad mensual.

CONCLUSIONES

Si se analiza en detalle el modelo presentado, el mismo es una combinación de los conocidos modelos de aprovisionamiento “cantidad variable a intervalos fijos” y “cantidad constante a intervalos variables”. El método utilizado podría asemejarse a “cantidad constante a intervalos fijos”, el cual la teoría dice que es posible la aplicación cuando la actividad es constante. En el caso en estudio la actividad es variable pero el modelo se sustenta en dos importantes conceptos:

- Manutención de un stock de productos terminados que hagan frente a la demanda variable y actúe como pulmón. El mismo crecerá cuando baje la demanda y disminuirá en el caso contrario.
- Carga de trabajo constante en el taller de montaje para alimentar el inventario de productos terminados.

En industrias como la del caso en estudio, con gran variedad de productos el último punto adquiere gran relevancia. Se debe programar la producción atendiendo cuidadosamente la participación de cada producto en la demanda. De no respetarse este enunciado se corre el riesgo de tener exceso de inventario de algunos productos y faltantes de otros.

Previo a la aplicación de cualquier modelo de aprovisionamiento y según se explicitó en capítulos anteriores del presente trabajo, el sistema informático de inventario que utilice la empresa debe contar con registros actualizados en todo momento. Si este enunciado no se cumple se puede llegar a decisiones erróneas que produzcan graves consecuencias en el inventario y la producción.

Desde la herramienta más sofisticada hasta la más simple se concluye en la importancia de contar con la información real en tiempo y forma que sirva de elemento a la decisión.

Por otro lado, de lo enunciado se desprende que toda decisión es fruto de una persona o grupo de personas que consultan una determinada herramienta para ayudarse. Ninguna decisión de negocios acertada proviene del resultado de la aplicación de un modelo, por mas automatizado que se encuentre un proceso.

Se han mencionado los factores de contingencia en la planificación:

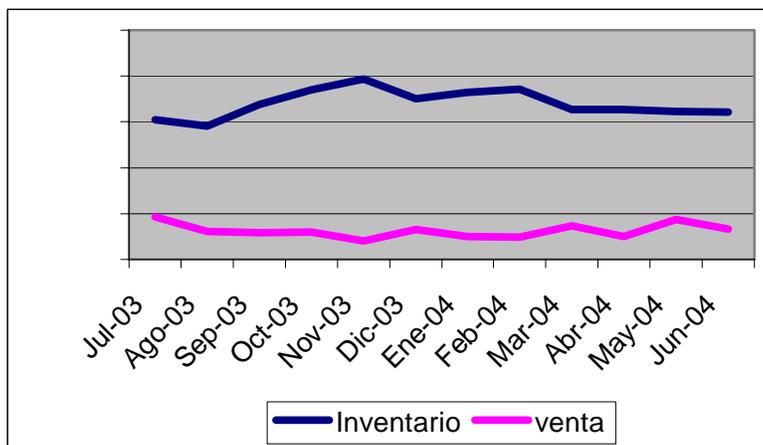
- Grado de incertidumbre del entorno
- Duración de compromisos futuros

Al trabajar con un alto nivel de servicio el compromiso futuro es importante, pero dada la variedad de productos el grado de incertidumbre es elevado. A ello se agrega los lead times variables del proveedor que agregan mayor contingencia al planeamiento.

En el momento de la planificación, se eligió trabajar con pronósticos cualitativos, dada la dificultad en el cálculo de factores cuantitativos. Por otro lado, los mismos no agregarían mayor certidumbre al planeamiento. Se desprende de ello que mientras más dinámico es el entorno, las predicciones son más inexactas. Lo importante es reunir la mayor cantidad de información en el momento de la decisión.

Según se expresó en el presente informe, la compra de una cantidad fija crea remanentes de inventario. Sin embargo se pudo observar que al aplicar dicho modelo de aprovisionamiento se obtuvo una mejora en la producción y dichos remanentes hicieron las veces de “pulmón” en los momentos de aumento de actividad.

En la figura se puede observar lo expresado en el párrafo anterior: el inventario tiene fluctuaciones hacia arriba en los meses donde bajan las ventas.



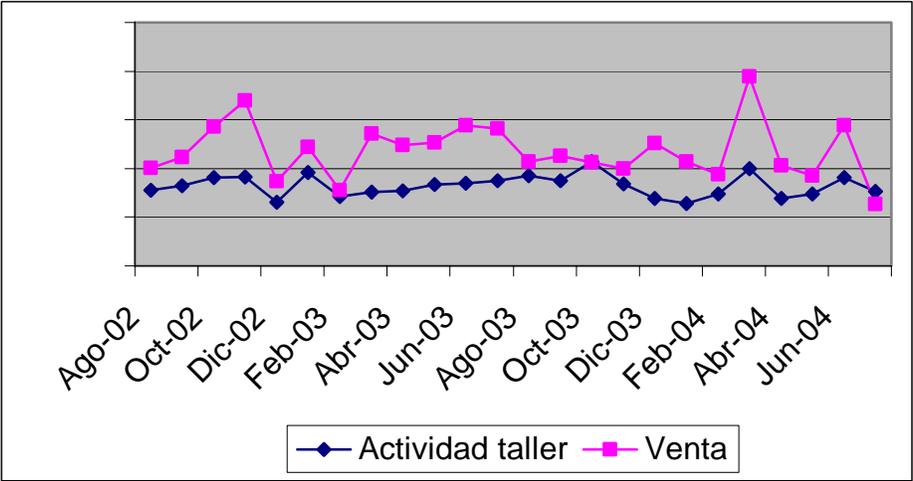
Al contrario, la compra a intervalos fijos produce altibajos en los pedidos, lo cual dificulta la producción del proveedor, trayendo aparejado problemas en los tiempos de entrega.

Se debe tener presente en todo momento que cualquier cambio que se produzca en la planificación, se va a notar en el inventario 3 meses mas tarde dados los tiempos de tránsito.

Se debe mencionar además la reducción en costos de fletes ya que luego de la mejora en el manejo del aprovisionamiento se trabaja por vía marítima, en lugar de aérea.

Como se mencionó en la presentación del problema, uno de los objetivos era lograr el aprovisionamiento del taller, de forma que la actividad en el mismo no siguiera a los altibajos de la venta.

En el gráfico a continuación se puede observar por un lado la actividad en el taller y por otro la venta. Se puede observar que a grandes variaciones en la venta, la actividad en el taller no sufrió grandes variaciones. Por otro lado cabe aclarar que la disminución en los meses de enero y febrero obedece a la época de vacaciones del personal.



CAPÍTULO VII

AMBIENTES FAVORABLES PARA LA APLICACIÓN DEL MÉTODO

Es de destacar que el modelo de compra por cantidades fijas es más aplicable cuando se manejan volúmenes importantes en los lotes. Donde las cantidades a comprar periódicamente son muy pequeñas el modelo puede no ser útil.

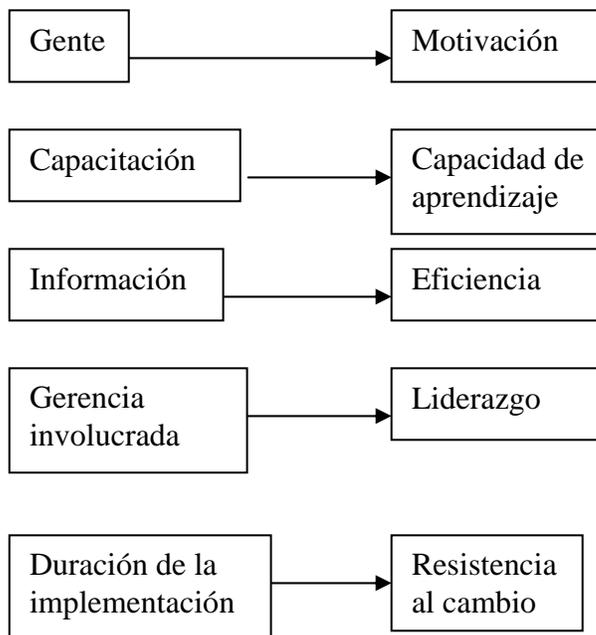
El otro elemento a destacar es la volatilidad. En el caso en estudio se refleja que si la **actividad promedio** es muy variable es muy difícil la aplicación del método ya que no podría realizarse una compra constante.

Se concluye en la importancia de analizar la factibilidad de la aplicación del método en los distintos casos.

Compartiendo con Wallace sus enunciados acerca de los factores que contribuyen al éxito de un sistema MRP, se podría extender los mismos a la conclusión de cualquier proyecto en una empresa:

- Gente
- Capacitación
- Información
- Gerencia involucrada
- Duración de la implementación

Tres de estos cinco factores tienen que ver con las personas, y si se analizan en un sentido más amplio, los cinco se relacionan con la gente afectando distintos valores.



Se llega de esta manera a la conclusión que el eslabón más débil en la cadena y sobre el que hay que trabajar es la GENTE, desde la vinculación con la estrategia hasta la responsabilidad de cada uno en el logro de los objetivos.

Análisis de problemas resueltos y puntos pendientes por resolver

Teniendo en cuenta la presentación de la situación inicial de la empresa, se va a analizar los puntos problemáticos y su respectiva solución.

- Alta variabilidad en todo el proceso ↓

Uso de herramientas de planeamiento a efectos de reducir la incertidumbre.

- Muchos puntos de acumulación en todo el ciclo. Si se analiza el flujo de materiales se descubre que hay varios puntos donde se acumula inventario. Al ser esta acumulación mayor, se incrementan los costos operativos y financieros y el peligro de obsolescencia con su costo aparejado ↓

Se trabaja en hacer los mismos más eficientes. Se prefiere mantener un mayor inventario de equipos terminados en lugar de en partes.

- Efecto juego de la cerveza. Incremento de la variabilidad en tanto uno se aleja del cliente final. ↓

En el caso en estudio se trata de salvar esta variabilidad a través del inventario de equipos armados. Este stock salva los picos de demanda evitando la sobre exigencia de la línea en estos momentos y evitando también el tiempo de reacción hacia el cliente. Por otro lado la planta trabaja con una carga constante en los momentos de picos y de valle. Es en este último caso donde el inventario de equipos armados crece para ser consumido en los momentos de pico. Esta práctica favorece también las condiciones laborales de estas personas.

- Mejoras en la producción ↓

Seguir trabajando en los pequeños detalles para alcanzar una mayor producción.

- Falta de mayor comunicación y trabajo en conjunto entre las áreas. Los elementos formales existen pero a efectos de previsiones o herramientas de decisión, cada sector genera los propios. Falta de un mayor feedback ↓

Generar elementos de comunicación de fácil aplicación y útiles a todos los sectores. Actualmente se genera ineficiencia por duplicidad en la generación de información.

Como se puede apreciar, todo lo analizado es un PROCESO, y se debe trabajar continuamente en la mejora y tender siempre a la optimización.

Sin embargo, en lo que respecta al avance de dichos procesos de solución, en algunos casos la empresa se encuentra más cerca del objetivo y en otros casos más lejos. Si se observa las flechas, los aspectos en los que es necesario seguir avanzando fuertemente son los indicados con **flecha roja**:

- Incrementar el inventario de equipos terminados y optimizar el inventario de partes.
- Crear herramientas de comunicación eficaces entre departamentos.

Recomendaciones

A fin de resolver los inconvenientes previamente enunciados se propone:

- Desarrollar aún más la standardización de productos.
- Trabajar sobre la gestión de productos y componentes obsoletos.
- Trabajar conjuntamente con los responsables de todos los departamentos sobre la grilla GRAI objetivo y real a fin de buscar los puntos a mejorar y establecer los objetivos a alcanzar para cada sector.
- Desarrollar indicadores de gestión del proceso. Actualmente se trabaja con algunos pero se debe tender un sistema de tablero de comando donde marcar los cuellos de botella del proceso. Se deben establecer los valores objetivos y analizar los pasos a seguir en cada caso.

DISCUSIÓN

La pregunta obligada con la que se concluye es:

Se puede utilizar el modelo de abastecimiento de cantidades iguales a intervalos constantes en el caso en estudio?

La respuesta es sí. La aplicación de esta herramienta ha mejorado la producción desde el punto de vista de eficiencia y calidad. Sin embargo, se debe tener un control extremo sobre los indicadores de stock. En función de lo detallado en los capítulos precedentes, es un proceso a optimizar en el día a día.

A lo largo de este trabajo se muestran diferentes modelos y su aplicación en un caso particular. En la aplicación de cualquier herramienta se concluye que las dificultades aparecen en la práctica. Cada empresa presenta características específicas de difícil expresión en un modelo.

Además, se debe trabajar siempre con indicadores de gestión que sirvan de ayuda en el momento de la toma de decisiones y para marcar el camino a seguir hacia la consecución de los objetivos. Se destaca la importancia de establecer los valores marco de los indicadores para que los mismos actúen como alertas en el proceso. Sin dichos valores no se sabrá que dirección tomar. Los mismos dan una apreciación objetiva de la performance con un objetivo de acción y no solo de constatación.

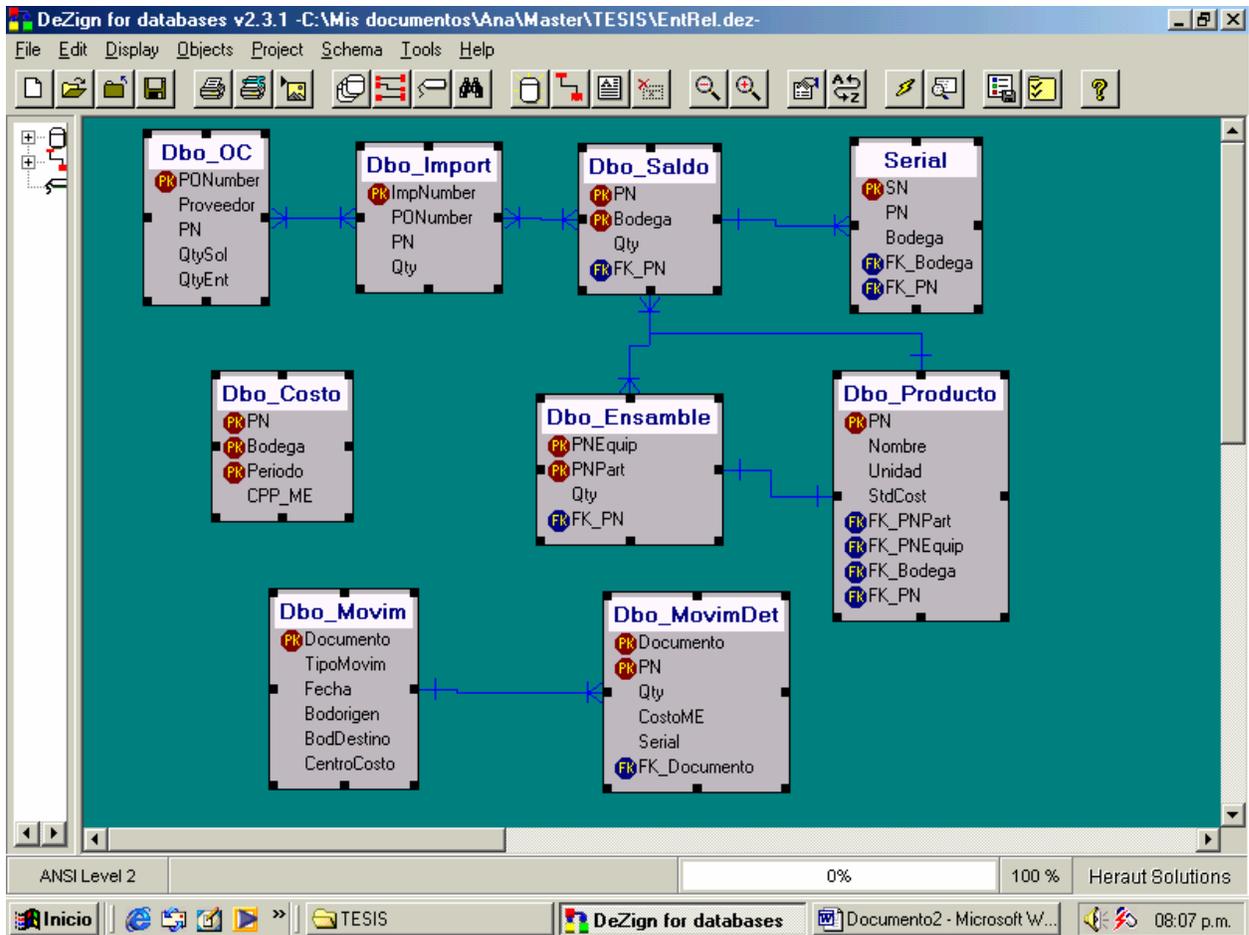
Dos conceptos sobre los cuales focalizarse son:

- Disminuir los elementos a gestionar para ser más eficientes.
- Transmitir la información en todos los niveles de la cadena de abastecimiento. Especialmente con los proveedores. Esto les ayudará a mejorar el nivel de servicio y la calidad.

Se puede resumir que la principal dificultad, o punto de apoyo, para la consecución de un proyecto proviene de la gestión de las personas. Numerosos autores citan la importancia de unir el objetivo de la persona al objetivo colectivo o de la empresa. En tanto estos estén mas cerca uno del otro, será más fácil llegar a la conclusión de dicho objetivo. Se puede resumir este concepto a través del pensamiento de Goethe : « Den a un hombre un porque y él soportará todos los como ».

ANEXO 1

DIAGRAMA ENTIDAD RELACIÓN



```
-- File generated by "DeZign for databases"
-- Create-date   :05/05/2004
-- Create-time   :08:09:33 p.m.
-- project-name  :Not yet specified
-- project-author :Not yet specified
--
```

```
CREATE TABLE Dbo_Costo(
PN CHAR(10),
Bodega CHAR(3),
Periodo TIME,
CPP_ME NUMERIC(8,2),
PRIMARY KEY (PN,Bodega,Periodo));
```

```
CREATE TABLE Dbo_OC(
PONumber INTEGER PRIMARY KEY,
Proveedor CHAR(20),
PN CHAR(10),
QtySol INTEGER,
QtyEnt INTEGER);
```

```
CREATE TRIGGER Dbo_OC_PONumber_INC
```

```

BEFORE INSERT ON Dbo_OC
REFERENCING NEW AS N
FOR EACH ROW
SET (N.PONumber) = (SELECT (MAX(PONumber),0) + 1 FROM Dbo_OC);

```

```

CREATE TABLE Dbo_Import(
ImpNumber INTEGER PRIMARY KEY,
PONumber INTEGER,
PN CHAR(10),
Qty INTEGER);

```

```

CREATE TRIGGER Dbo_Import_ImpNumber_INC
BEFORE INSERT ON Dbo_Import
REFERENCING NEW AS N
FOR EACH ROW
SET (N.ImpNumber) = (SELECT (MAX(ImpNumber),0) + 1 FROM Dbo_Import);

```

```

CREATE TABLE Dbo_Movim(
Documento INTEGER PRIMARY KEY,
TipoMovim CHAR(4),
Fecha TIME,
Bodorigen CHAR(3),
BodDestino CHAR(3),
CentroCosto CHAR(7));

```

```

CREATE TRIGGER Dbo_Movim_Documento_INC
BEFORE INSERT ON Dbo_Movim
REFERENCING NEW AS N
FOR EACH ROW
SET (N.Documento) = (SELECT (MAX(Documento),0) + 1 FROM Dbo_Movim);

```

```

CREATE TABLE Dbo_OC_Dbo_Import(
FK_ImpNumber INTEGER NOT NULL,
FK_PONumber INTEGER NOT NULL,
FOREIGN KEY (FK_ImpNumber) REFERENCES Dbo_Import (ImpNumber),
FOREIGN KEY (FK_PONumber) REFERENCES Dbo_OC (PONumber),
PRIMARY KEY (FK_ImpNumber,FK_PONumber));

```

```

CREATE TABLE Dbo_MovimDet(
Documento INTEGER,
PN CHAR(10),
Qty INTEGER,
CostoME NUMERIC(8,2),
Serial CHAR(9),
FK_Documento INTEGER NOT NULL,
FOREIGN KEY (FK_Documento) REFERENCES Dbo_Movim (Documento),
PRIMARY KEY (Documento,PN));

```

```

CREATE TRIGGER Dbo_MovimDet_Documento_INC
BEFORE INSERT ON Dbo_MovimDet
REFERENCING NEW AS N
FOR EACH ROW
SET (N.Documento) = (SELECT (MAX(Documento),0) + 1 FROM Dbo_MovimDet);

```

```

CREATE TABLE Dbo_Saldo_Dbo_Ensamble(
FK_PNEquip CHAR(10) NOT NULL,
FK_PNPart CHAR(10) NOT NULL,
FK_PN CHAR(10) NOT NULL,

```

```

FK_Bodega CHAR(5) NOT NULL,
FOREIGN KEY (FK_PNEquip,FK_PNPart) REFERENCES Dbo_Ensamble (PNEquip,PNPart),
FOREIGN KEY (FK_PN,FK_Bodega) REFERENCES Dbo_Saldo (PN,Bodega),
PRIMARY KEY (FK_PNEquip,FK_PNPart,FK_PN,FK_Bodega));

```

```

CREATE TABLE Dbo_Import_Dbo_Saldo(
FK_PN CHAR(10) NOT NULL,
FK_Bodega CHAR(5) NOT NULL,
FK_ImpNumber INTEGER NOT NULL,
FOREIGN KEY (FK_ImpNumber) REFERENCES Dbo_Import (ImpNumber),
FOREIGN KEY (FK_PN,FK_Bodega) REFERENCES Dbo_Saldo (PN,Bodega),
PRIMARY KEY (FK_PN,FK_Bodega,FK_ImpNumber));

```

```

CREATE TABLE Dbo_Ensamble(
PNEquip CHAR(10),
PNPart CHAR(10),
Qty INTEGER,
FK_PN CHAR(10) NOT NULL,
FOREIGN KEY (FK_PN) REFERENCES Dbo_Producto (PN),
PRIMARY KEY (PNEquip,PNPart));

```

```

CREATE TABLE Serial(
SN CHAR(9) PRIMARY KEY,
PN CHAR(10),
Bodega CHAR(3),
FK_Bodega CHAR(5) NOT NULL,
FK_PN CHAR(10) NOT NULL,
FOREIGN KEY (FK_Bodega,FK_PN) REFERENCES Dbo_Saldo (Bodega,PN));

```

```

CREATE TABLE Dbo_Saldo(
PN CHAR(10),
Bodega CHAR(5),
Qty INTEGER,
FK_PN CHAR(10) NOT NULL,
FOREIGN KEY (FK_PN) REFERENCES Dbo_Producto (PN),
PRIMARY KEY (PN,Bodega));

```

```

CREATE TABLE Dbo_Producto(
PN CHAR(10) PRIMARY KEY,
Nombre CHAR(40),
Unidad CHAR(5),
StdCost NUMERIC(8,2),
FK_PNPart CHAR(10) NOT NULL,
FK_PNEquip CHAR(10) NOT NULL,
FK_Bodega CHAR(5) NOT NULL,
FK_PN CHAR(10) NOT NULL,
FOREIGN KEY (FK_PNPart,FK_PNEquip) REFERENCES Dbo_Ensamble (PNPart,PNEquip),
FOREIGN KEY (FK_Bodega,FK_PN) REFERENCES Dbo_Saldo (Bodega,PN));

```

ANEXE 2
LISTAS DE MATERIALES

COMPONENTE C

NP	Tipo	C3I	C3S	C3SP	C3SE
0364	B	1	1	1	1
8203	B	2	2	2	2
8204	B	1	1	1	1
8236	B	1	1	1	1
8692	B	1	1	1	1
1583	B		1	1	1
2224	B			2	
2368	B	1		1	
3232	B	1			
4780	B		1		1
0971	B		1		1
5517	B			1	
7080	B	2	2	2	2
7082	B	1	1	1	1
7675	B	1	1	1	1
8331	B	1	1	1	1
8342	B		1		1
8344	B	1		1	
9376	B	1	1	1	1
0364	B	1	1		
1037	B	3	3		3
0091	C	6	6	6	6
0184	C	1	1	1	1
0188	C	3	3	3	3
0419	C	2		2	2
0438	C	2	2	2	2
0439	C	2	2	2	2
0496	C	4	4	4	4
0888	C	4	4	4	4
1078	C	1	1	1	1
1087	C	1	1	1	1
1284	C		1	1	1
1285	C		20	20	20
1863	C	12	12	12	12
1864	C	12	12	12	12
2225	C	2	2	2	2
9684	C	1	1	1	1
1413	C	4	4	4	4
3134	C	2	2		
3137	C	2	2		
3245	C	2	2	2	2
3246	C	8	8	8	8
3247	C	1	1	1	1
4069	C	1	1		
5168	C	6	6	6	6
6506	C	2	2	1	2
7307	C	1	1		
7392	C	3,4	3,44	3,44	3,44
9088	C	1	1	1	1
9089	C	1	1	1	1
9335	C	1	1	1	1
9338	C	1	1		
9604	C	3	2,99		
0877	C	1	1		
3191	C	1	1	1	1
3678	C	1	1		
5399	C	3	3	3	3
5405	C	1	1	1	1
5702	C	2	2	2	2
7319	C	1	1	1	1
7422	C	1	1	1	1
7678	C	1	1	1	1
7772	C	1	1	1	1
8114	C	1	1	1	1
8120	C			1	1
9375	C	1	1	1	1

NP	Tipo	C2I	C2IE	C2S	C2SP	C2SE
0914	B	1	1	1	1	1
1142	B	1	1			
1148	B	1	1	1	1	1
2675	B					1
9018	B	1	1	1	1	1
9019	B	2	2	2	2	2
9020	B	1	1	1	1	1
1153	B	1	1	1	1	1
1497	B			1	1	1
1585	B			1	1	1
2226	B	3		3	2	
2365	B	1	1	1	1	
4779	B					1
6246	B	1	1			
9750	B	1	1	1	1	1
9771	B	1	1			
9772	B	2	2	2	2	2
1227	B					1
1577	B	1	1	1	1	
3165	B			1	1	1
5516	B				1	
7146	B	1	1			
7206	B	1				
7852	B	1	1	2	2	2
9238	B	1	1	1	1	1
0363	B		1			
1067	B		3			3
0431	C	4	4	4	4	4
0438	C	2	2	2	2	2
0439	C	2	2	2	2	2
0496	C	4	4	4	4	4
0905	C	8	8	9	9	9
0910	C	1	1	1	1	1
0963	C			1	1	1
0964	C	1	1	1	1	1
1078	C	1	1	1	1	1
1088	C	1	1	1	1	1
1285	C			20	20	20
1863	C	6	6	6	6	6
1864	C	6	6	6	6	6
2224	C	2	2	2	2	2
4877	C	1	1			
9684	C	1	1	1	1	1
0906	C	8	8	9	9	9
1181	C			1	1	1
1413	C	4	4	4	4	4
3134	C	2	2			
3137	C	2	2			
3244	C	2	2			
3373	C	8	8	8	8	8
3375	C	1	1	1	1	1
3395	C			2	2	2
4069	C	1	1			
6505	C	1	1			
7191	C	1	1			
7751	C	1	1			
8118	C			1	1	1
9086	C	1	1	2	2	2
9087	C	1	1	2	2	2
0501	C	3	3	3	3	3
0877	C	1	1			
3813	C	1	1			
7854	C	2	2	2	2	2
1385	C			1	1	1

COMPONENTE D

NP	Tipo	D3U	D3G	D3GIS
1433	B		1	1
8359	B		1	
8487	B		1	2
9156	B		1	1
0722	B	1		
1443	B	1		
3110	B	1		
4331	B		1	2
4339	B		1	1
5377	B		5	9
5378	B		1	1
5620	B			1
5630	B			1
5968	B	1		
0220	B		1	2
0431	C	2		
0438	C	2	2	2
0439	C	2	2	2
0442	C	1	1	1
0888	C			2
1863	C	12	12	12
1864	C	12	12	12
0423	C		1	1
1413	C	4	4	4
5204	C	1		
6302	C	1		
6370	C	1		
6506	C	2	2	2
8283	C		3	6
8356	C		1	2
8365	C		1	2
8369	C		1	2
8480	C		1	2
8483	C		1	2
8484	C		1	2
0945	C	2		
1429	C	1		
1430	C	1		
1432	C	1		
1433	C	1		
1434	C	1		
1436	C	1		
3104	C	1		
4325	C		1	2
5995	C		2	

NP	Tipo	D2U	D21U	D2G	D2GIS
8395	B		1		
1162	B	1			
1423	B			1	1
3567	B		1		
8276	B			1	2
9144	B			1	1
0771	B		1		
1048	B	1	1		
1443	B			1	2
3417	B	1			
4470	B			1	1
4473	B			1	2
4969	B			1	
5164	B	1			
5379	B			1	1
5380	B			4	7
5381	B			1	2
5615	B				1
8222	B			1	2
1404	B				1
1906	B			1	1
9410	B		1		
0431	C			2	2
0438	C	2		2	2
0439	C	2		2	2
0442	C	1	1	1	2
0860	C			1	2
0963	C				1
1169	C	2	2		
1622	C		2		
1863	C	6	6	6	6
1864	C	6	6	6	6
5277	C		2		
0423	C			1	1
1413	C	4	4	4	4
1927	C		1		
1951	C			1	2
2569	C				1
5204	C	1	1		
6505	C	2	1	2	1
8272	C			1	2
8273	C			1	2
8278	C			1	2
8283	C			3	6
9342	C			1	1
0944	C	2	2		
1781	C			1	2
3412	C	1	1		
3413	C	2	2		

COMPONENTE B

NP	Tipo	B3-2-1	B3-2-2	B3-2-3	B3-2-4	B4-2-1	B4-2-2	B4-2-3	B4-2-4	B5-2-1	B5-2-2	B5-2-3	B5-2-4	B6-2-1	B6-2-2	B6-2-3	B6-2-4	B1-2-1	B1-2-2	B1-2-3	B1-2-4	B2-2-1	B2-2-2	B2-2-3	B2-2-4	
6972	A																		102	122	265	305	88	106	232	269
7086	A																									
7440	A													41	49	108	125									
7441	A													41	49	108	125									
7653	A									41	49	109	126													
7654	A									41	49	109	126													
8046	A																		102	122	265	305				
8105	A																						88	106	232	269
9355	A									1	1	1	1	1	1	1	1									
9666	A	86	104	227	262																					
9668	A	86	104	227	262																					
0436	A																						1	1	1	1
0443	A					1	1	1	1																	
0445	A	1	1	1	1																					
0477	A																		1	1	1	1				
2031	A									1	1	1	1													
2039	A													1	1	1	1									
3629	A					78	94	203	234																	
4500	A					78	94	203	234																	
1391	B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1392	B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4255	B	1				1				1				1					1				1			
4256	B		1				1				1				1					1				1		
4263	B			1				1				1				1					1				1	
4265	B			1				1		1		1				1					1				1	
7368	B			1				1			1					1					1				1	
7369	B			1				1			1					1					1				1	
1167	B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1720	B	1				1				1				1						1				1		
1721	B		1				1				1				1					1				1		
9784	B	1	1	1	1	1	1	1	1										1	1			1	1	1	1
0769	B									1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
1048	B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1
3028	B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0692	B	1	1	1	1	1	1	1	1										1	1	1	1	1	1	1	1
0428	C									13	14	25	27	13	14	22	27									
0438	C	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
0439	C	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
0442	C	3	4	7	8	3	3	8	8	3	3	7	8	3	3	7	8	3	4	6	8	3	5	12	7	
0964	C	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1138	C	86	104	227	262	78	94	203	234	41	49	109	126	41	49	108	125	102	122	265	305	88	106	232	269	
1169	C	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1287	C					78	94	203	234																	
1288	C					77	93	202	233										102	122	265	305				
1712	C									41	49	109	126													
1863	C	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
1864	C	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
2469	C																		102	122	265	305				
3323	C													41	49	108	125									
3374	C	86	104	227	262																		88	106	232	269
9677	C	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9788	C	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,3	1,08	1,08	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
1413	C	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1943	C	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3395	C	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4024	C	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
5385	C	85	104	226	261																					
6024	C	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6505	C	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
7711	C																						87	105	232	268
8890	C									1	1	1	1													
3068	C	4	4	4	4	7	7	7	7					2	2	2	2	2	2	2	2		3	3	3	3
5065	C													2	2	2	2									
6362	C																		1	1						
6363	C	1	1	1	1																					
6364	C					1	1	1	1																	
6365	C									1	1	1	1													
6381	C																						1	1	1	1

NP	Tipo	B5-3-1	B7-3-2	B1-3-1	B1-3-2	B1-3-3	B1-3-4	B2-3-1	B2-3-2	B2-3-3	B2-3-4	B3-3-1	B3-3-2	B3-3-3	B3-3-4	B4-3-1	B4-3-2	B4-3-4	B5-3-2	B5-3-3	B5-3-4	B6-3-1	B6-3-2	B6-3-3	B6-3-4	B7-3-1	B7-3-3	B7-3-4	B8-3-4
6782	A																												44
6784	A																												44
6932	A											45	55	74	84														
6933	A											45	55	74	84														
7006	A		35																								29	47	53
7007	A		35																							29	47	53	
7012	A																						32	38	51	58			
7013	A																					32	38	51	58				
7017	A	36													36	44	67		44	59	67								
7018	A	36													36	44	67		44	59	67								
7022	A	36																	44	59	67								
9612	A							67	81	109	123																		
9613	A							67	81	109	123																		
0899	A						26																						
1386	A		1																							1	1	1	
1951	A																					1	1	1	1				
1961	A																											1	
1990	A							1	1	1	1																		
1996	A											1	1	1	1														
2010	A	1													1	1	1	1	1	1	1								
4721	A			71	85	115	130																						
4723	A			71	85	115	130																						
5542	A						26																						
7645	A			1	1	1	1																						
0830	B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
4277	B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
4278	B		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
4280	B					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
4281	B					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
1440	B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
1754	B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
1755	B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
1757	B					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
1758	B					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
1443	B	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
1922	B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
0435	B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
0239	C	36						67	81	109	123	45	55	74	84	36	44	67	44	59	67	32	38	51	58				
0419	C	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
0431	C	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
0438	C	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
0439	C	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
0442	C	3	4	4	4	5	5	3	5	4	5	3	3	5	5	3	4	10	3	6	7	3	4	5	5	2	4	6	
0860	C			71	85	115	130	67	81	109	123																		
1863	C	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
1864	C	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
2829	C																					32	38	51	58				
9677	C	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
9789	C	0,33	0,1	1,08	1,08	1,08	2,49	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,36	0,33	0,33	0,33	0,3	0,33	0,33	0,36	0,36	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33		
0168	C	11	12									15	14	19	20	14	16	19	12	17	18	13	14	14	15	10	13		
1413	C	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
1950	C	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
3245	C	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
3246	C	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
6506	C	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
6783	C	35	71	85	115	130																				29	47	53	
7045	C	36													36	44	67	44	59	67									
3072	C					104																							
3073	C					104																							
3474	C	35																								29	47	53	
3475	C											45	55	74	84														
3476	C			71	85	115	130	67	81	109	123																		
5559	C			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
7837	C							1	1	1	1																		
7838	C	1	1																1	1	1					1	1		
7939	C																					1	1	1	1				
7940	C																												
8211	C			1	1	1	1																					1	

BIBLIOGRAFÍA

- Krajewski, Lee J. ; Ritzman, Larry P. ; (1999) ; Administración de Operaciones – Estrategia y Análisis ; México ; Pearson Educación
- Robbins, Stephen - Coulter, Mary ; (1996); Administración ; México; Prentice – Hall Hispanoamericana S. A.
- Bauer, Ernesto P ; (2002); “Viejas Técnicas – Nuevas herramientas” Revista del Consejo Profesional de Ingeniería Industrial ; Argentina
- Conti, Carlos ; (2000); “Dirección estratégica” Revista del Consejo Profesional de Ingeniería Industrial ; Argentina
- Speroni, Horacio ; (2001); “La vigencia de la Investigación operativa y las técnicas de modelización” Revista del Consejo Profesional de Ingeniería Industrial ; Argentina
- Colombo, R. ; (2000); “Nuevos enfoques en áreas productivas” Revista del Consejo Profesional de Ingeniería Industrial ; Argentina
- Mula, J. – Poler, R.; (2000); “Sistema MRP frente al enfoque tradicional en la planificación y control de la fabricación de calzado. Caso Práctico” ; España
- Benlloch, J. – Poler, R. – Lario, F; “Aplicación de la metodología GRAI a una empresa del sector informático” ; España
- Peidro, D. – Poler, R. – Lario, F; “Propuesta de modelización de la gestión de cola de actividades decisionales en el marco del modelo DGRAI” ; España
- W. H. IP. – K. W. KAM ; (1998); “An Education and Training Model for MRP” ; Gran Bretaña
- Felipe, P. – Rodriguez, B.; “Logística del aprovisionamiento: técnicas cuantitativas para su gestión”, España
- Fine, Charles H. ; (1998) ; Clockspeed – Winning Industry Control in the Age of Temporary Advantage ; USA ; Perseus Books
- Vallin, Philippe; (2001) ; “ Modèles et méthodes du pilotage des flux ; Francia
- Biteau, Raymond ; (2003) ; « La maîtrise des Flux Industriels » ; Editions d’Organisation
- Cursos preparados por los profesores: R. Palma; R. Gonzalez del Solar; R. Guimaraes