



Optimiza Inventarios

Optimiza Inventarios analiza demanda de productos y desempeño de proveedores para responder las preguntas: ¿Qué debo comprar? ¿Cuánto debo comprar? ¿Cuando debo comprar? Minimiza pérdidas por faltantes, costos de mantenimiento de sobrantes y sugiere soluciones que optimizan la gestión de inventarios utilizando programación matemática aplicada a la investigación de operaciones.

OpalSoft, c.a.
Caracas, agosto 2.000

Optimiza Inventarios

Indice de Materias

1.0. Qué resolvemos con Optimiza Inventarios?.....	5
2.0. Información de entrada.....	5
3.0. Carga de datos.....	8
4.0. Resolver el escenario.....	13
5.0. Análisis de sensibilidad.....	17
6.0. Limpiar estadísticas.....	20
7.0. Informes.....	21
8.0. Sistema básico Opal.....	21
 BIBLIOGRAFIA.....	 22

Optimiza Inventarios

Siga cuidadosamente los siguientes pasos para comenzar a utilizar de inmediato **Optimiza Inventarios** de **OpalSoft, c.a.**

1.0. Qué resolvemos con **Optimiza Inventarios**?

Optimiza Inventarios pretende dar solución al problema de una adecuada gestión del manejo de los inventarios. La dinámica de trabajo de la mayoría de las empresas, fabriles, comercializadoras o de servicio, requiere la reposición a tiempo de sus inventarios, a objeto de ser reabastecidos para satisfacer el consumo generado por las operaciones ordinarias.

Reponer los inventarios, asumiendo que la empresa ya cuenta con una cartera de proveedores confiables, implica responder tres preguntas fundamentales:

- ¿Qué debemos comprar?
- ¿Cuánto debemos comprar?
- ¿Cuándo debemos colocar las órdenes?

Las respuestas a estas interrogantes dependen de variados factores exógenos en muchos casos difíciles o imposibles de controlar. No obstante, si efectuamos una medición continua y cuidadosa de estos factores (los mas determinantes, por supuesto) , podemos utilizar esta información para alimentar nuestro sistema, estimar el comportamiento futuro de las variables y poder predecir con un margen de error razonable, cuales serán nuestras necesidades y como satisfacerlas adecuadamente. *(Hay que medir, es aburridísimo pero hay que hacerlo. Es imposible resolver los problemas sin tomarnos el tiempo para medir el entorno. Galileo Galilei, 1564-1642, escribió: cuente lo que es contable, mida lo que es medible, y lo que no es medible, hágalo medible).*

Cuando las interrogantes de arriba son mal respondidas y tomamos decisiones equivocadas tendremos a cambio:

- Pérdidas provocadas por faltantes (ventas insatisfechas, clientes buscando otros proveedores, capacidad ociosa por falta de insumos, servicios interrumpidos por falta de material, etc., etc.).
- Compras apresuradas en condiciones desfavorables para el comprador.
- Inventarios inmovilizados que congelan cuantiosos recursos financieros que podrían ser utilizados para generar riqueza (incluyendo riesgo de perecimiento).
- Pérdidas que la empresa debe asumir para poder liquidar los inventarios ociosos.

2.0. Información de entrada

Para que **Optimiza Inventarios** pueda darnos las respuestas que queremos debemos alimentarlo con la información que genera nuestro entorno. Como los entornos suelen ser muchos y variados en **Optimiza** denominamos **Escenario** un entorno que deseamos analizar.

La información que requerimos para “generar” un **Escenario** es la siguiente:

- **Tasa de interés:** **Optimiza** necesita saber la tasa de interés para determinar el costo del inventario en almacén, es decir, cuando aún no ha sido utilizado. Debemos aplicar la tasa de interés pasiva (la que pagan los bancos); la idea es que si en lugar de invertir el dinero en inventarios, se coloca en el banco, generaría una ganancia por concepto de intereses. Esta ganancia o utilidad sería el costo marginal de mantener el dinero invertido en inventarios. Algunos gerentes mas exigentes prefieren utilizar el **costo de oportunidad** del dinero de la empresa (este valor suele ser mucho mas alto); es decir, cuánto devengaría dicho dinero si se colocara en algún otro negocio especulativo para la empresa. El valor de la tasa de interés varía de país a país: 3%, 5%, 10%, 20%, 30% son valores comunes para esta variable.

- **Nivel de servicio:** **Optimiza** necesita saber el nivel de servicio que Usted desea dar a los clientes con el inventario. Cuando decimos “clientes” lo hacemos en sentido genérico. Un “cliente” puede ser una institución, empresa o departamento cuyas necesidades satisfacemos con el inventario que manejamos. Al aumentar el nivel de servicio aumentamos las exigencias sobre el inventario y **requeriremos mayores existencias en niveles de seguridad** para cumplir con el nivel de servicio que establecimos como meta. ¿Qué significa un determinado nivel de servicio? Un nivel de servicio de por ejemplo 95% significa que de cada 100 unidades que sean demandadas por los clientes, 95 de ellas podrán ser servidas directamente del inventario que poseemos (es decir de las existencias); solamente un 5% (5 unidades) no podrán ser servidas directamente del inventario (porque no habrá disponibilidad) y tendrán que colocarse en lista de espera (backlog) para ser servidas al reponerse los inventarios.

Es importante resaltar que en **optimización** nunca podemos hablar de hechos concretos (es decir, esto será exactamente como establecimos) sino de **hechos factibles** o probabilidad de que un hecho ocurra. Cuando establecemos un nivel de servicio de 95% no podemos pensar que ya tenemos todo resuelto y que el 95% de las exigencias de nuestros clientes serán satisfechas con el inventario (solamente tendremos que correr en el 5% de los casos). Debemos pensar mas bien: **tenemos un 95% de probabilidad de que la demanda será satisfecha directamente del inventario en almacén.**

Optimiza utiliza el nivel de servicio que Usted establece para definir indirectamente un factor de seguridad en el inventario (utilizando una ecuación probabilística); el nivel de servicio mínimo es 50% lo cual define un factor de seguridad de uno. Si establecemos un nivel de servicio del 95% el factor de seguridad será 1,644853; para 99,99% tendremos un factor de seguridad de 3,719090. El nivel de servicio puede acercarse a 100% pero nunca será exactamente 100% (esto nunca podemos lograrlo). Mas adelante veremos como puede utilizar **Optimiza** para analizar la dependencia que tiene el costo de adquisición y mantenimiento del inventario con esta variable (Análisis de Sensibilidad).

- **Proveedores:** **Optimiza** necesita saber quienes serán los proveedores de los items o productos que componen su inventario. Mas importante que quienes (basicamente un número y un nombre para identificar cada proveedor) requerimos una manera de evaluar su desempeño. Para ello necesitamos analizar la historia pasada de nuestra relación con ellos. ¿Recuerda Usted lo que dijimos al inicio de esta explicación? Necesitamos **medir continua y cuidadosamente** como se desempeñan nuestros proveedores (una variable) para utilizar esta información y estimar (predecir) que ocurrirá en el futuro.

Para “medir” a los proveedores revisaremos la historia de órdenes colocadas y órdenes entregadas. Lo que deseamos determinar en concreto es: **cuánto es el tiempo de entrega en días** de cada proveedor y **cuánto se desvía de una media este tiempo de entrega**, cuando analizamos una muestra de varias órdenes. Debemos escoger una muestra significativa; es decir, una, dos o tres órdenes no nos sirven como muestra. Tampoco debemos alejarnos mucho en el tiempo; las condiciones cambian y un proveedor que lo hizo muy mal hace 3 o 4 años probablemente lo esté haciendo mejor ahora. Consideramos que un **análisis a dos años** con una muestra de al menos **12 órdenes** es adecuado.

Para ingresar una orden al sistema necesitamos:

- a.- Un número para identificarla (el que desee, puede ser 1,2,3,etc ...).
- b.- La fecha en que la orden fue colocada.
- c.- La fecha en que la orden fue recibida.

Adicionalmente requerimos saber el costo directo de colocar una orden; para ello debemos ignorar los costos fijos (aquellos que son independientes del número de órdenes colocadas) y concentrarnos en los costos directamente imputables al hecho de colocar una orden. El mas importante de estos costos es el costo del flete; otros costos podrían agregarse cuando sean directamente imputables al hecho de colocar la orden, tales como costos de papeleo, tramitación, seguros, financieros, etc. Finalmente **cuídese de confundir el costo directo de colocar una orden con el costo de la orden misma**, es decir, el costo de los materiales y/o productos que están siendo adquiridos al colocar la orden.

- **Items:** **Optimiza** necesita saber cuales son los items que componen su inventario. Utilizamos aquí la palabra “item” en sentido genérico. Los items pueden ser materiales, productos intermedios, en proceso o terminados, productos que la empresa produce, comercializa o sirve, insumos que la empresa requiere para su funcionamiento, etc., etc.

Para incluir un item necesitamos básicamente un número y un nombre para identificarlo; adicionalmente requerimos saber el costo unitario de adquisición. Este costo comprende el costo directo de compra (precio por unidad que se paga al proveedor) mas cualquier otro **costo unitario adicional** directamente aplicable al item. Estos costos incluyen costos de nacionalización (aranceles) e impuestos. Los impuestos transferibles (IVA) no deberían incluirse pues se transfieren. No obstante algunos gerentes mas exigentes los incluyen aduciendo que se pagan de inmediato y que sólo se trasladan (para las empresas que comercializan bienes) cuando ocurre la venta; por lo tanto el costo de mantener el inventario incluye el costo de los montos cancelados por concepto de estos impuestos.

En forma similar a como hicimos con los proveedores necesitamos evaluar el desempeño de los items que componen nuestro inventario. Este desempeño implica evaluar la demanda de estos items. Para ello necesitamos analizar la historia pasada de esta demanda. Se repite nuevamente lo de que necesitamos **medir continua y cuidadosamente** el movimiento de salida de nuestros items (una variable) para utilizar esta información y estimar (predecir) que ocurrirá en el futuro.

Para “medir” los items revisaremos la historia de la demanda habida. Lo que deseamos determinar en concreto es: **qué cantidad mensual de demanda** hemos tenido de cada item y **cuánto se desvía de una media esta demanda**, analizando una muestra de varios meses. Debemos escoger una muestra significativa; es decir, uno, dos o tres meses no nos sirven como muestra. Tampoco debemos alejarnos mucho en el tiempo; las condiciones cambian y un item que tuvo poca o mucha demanda en el pasado puede tener ahora una demanda completamente distinta. Consideramos que un **análisis a dos años** con una muestra de por lo menos **24 meses** es adecuada. Además la demanda debe ser neta (es decir, restando las devoluciones).

Para ingresar la información de la demanda al sistema necesitamos para cada item:

- a.- El año de la demanda.
- b.- El mes de la demanda.
- c.- La cantidad demandada. (Observe que la unidad es irrelevante; nos interesa es la cantidad, sean kilos, metros, unidades, litros, piezas, pulgadas, etc.).

Finalmente **cuídese de la demanda oculta o insatisfecha**; cuando solicitamos o buscamos información sobre la demanda probablemente obtendremos informes de ventas o consumos. Tal vez esta sea la información que requerimos, pero no está demás preguntar o preguntarnos si hay ventas o consumos insatisfechos; estos no aparecen en los informes de ventas o consumos simplemente porque no había inventario para satisfacerlos, pero la demanda existe y deberíamos considerarla. Al fin y al cabo solucionar este problema es una de las razones por las cuales deseamos optimizar la gestión de inventarios. En estos casos es recomendable establecer mecanismos internos con los responsables directos de recibir las solicitudes de los demandantes (procuradores, vendedores, almacenistas, etc.) para efectuar una medición cuidadosa de esta demanda.

Notas importantes

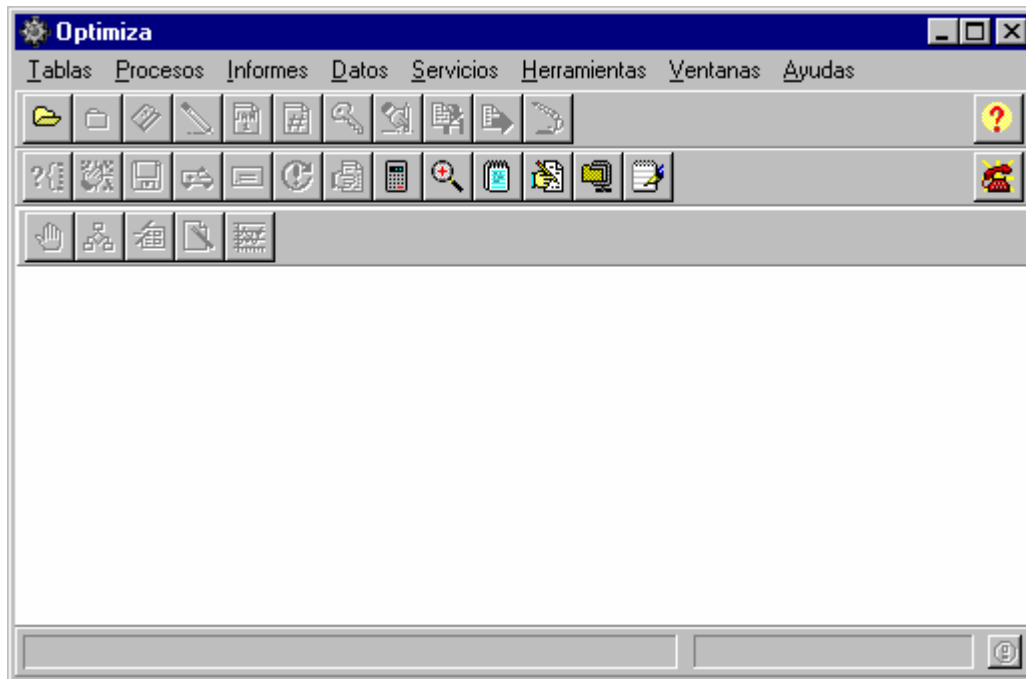
1. Acopie primero la información requerida antes de comenzar a trabajar; de esta forma perderá menos tiempo y el trabajo será mas eficiente.
2. Si está trabajando con una versión demostración de **Optimiza** recuerde que ésta es sólo para efectuar una evaluación del sistema y por tanto está limitada a un máximo de **5 proveedores y 12 items**. No trate de superar estos límites pues el sistema abortará al tratar de abrir la data y perderá su trabajo.
3. **Optimiza** trae un escenario modelo denominado “Inventarios” para que Usted pueda efectuar una evaluación rápida del sistema sin cargar datos. Abra este escenario como indicamos mas adelante para trabajar con los datos del ejemplo. Este escenario es una muestra de una empresa que comercializa productos de computación (procesadores, memorias, discos rígidos o duros y tarjetas o placas madre).

3.0. Carga de datos

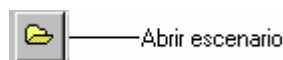
Después de instalado el sistema ingrese a **Optimiza** haciendo doble-clic en el icono del software ubicado en el escritorio.



Optimiza abre y presenta la siguiente pantalla:

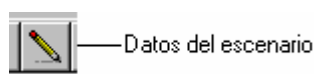


Haga clic en el primer botón de la primera barra (de arriba hacia abajo) para abrir un escenario:



En la forma de abrir escenario puede seleccionar el escenario modelo “Inventarios” o escribir en el campo de nombre de archivo el nombre del escenario que desea crear. Si selecciona “Inventarios” y da clic en Abrir, **Optimiza** abre el escenario modelo “Inventarios”. Si ingresa el nombre de un escenario que no existe en archivos, **Optimiza** le informa que el escenario no existe y si desea crearlo; responda si a esta consulta para que el sistema cree el nuevo escenario.

Al abrir un escenario o crear uno nuevo el sistema activará los botones de las barras de trabajo. Si Usted está creando un nuevo escenario el primer paso debe ser identificarlo. Haga clic en el botón “Datos del escenario” (cuarto botón de izquierda a derecha de la primera barra):



En la página “Identifica” asigne un nombre al nuevo escenario y una breve explicación que lo identifique:

The screenshot shows a dialog box titled "Datos del escenario" with a close button (X) in the top right corner. It has two tabs: "Identifica" (selected) and "Datos". The "Identifica" tab contains a text input field for "Nombre del Escenario" with the text "Optimiza gestión de Inventarios" entered. Below it is a larger text area for "Identificación del Escenario" containing the text "Modelo demostrativo de la optimización de la gestión de inventarios utilizando Optimiza de Opal." At the bottom, there are three buttons: "Ok" (with a green checkmark), "No" (with a red X), and "Ayuda" (with a blue question mark).

En la página “Datos” ingrese la tasa de interés y el nivel de servicio deseado:

The screenshot shows the same dialog box "Datos del escenario" but with the "Datos" tab selected. Under the heading "Inventarios:", there are two input fields. The first is "Tasa (%) de interés:" with the value "30,00" entered. The second is "Nivel (%) de servicio:" with the value "95,00" entered. The "Ok", "No", and "Ayuda" buttons are visible at the bottom.

Haga clic en Ok al finalizar la carga de datos para guardar (grabar) los cambios efectuados.

A continuación vamos a alimentar la información de los proveedores. Haga clic en el botón de proveedores (primero de la tercera barra). El sistema abre la tabla de proveedores. En este ejemplo que corresponde al escenario “Inventarios” la tabla contiene ya algunos registros. En un escenario nuevo la tabla estará vacía.

Ordenar por:

Gen.Auto.Códigos Buscar:

Numero	Codigo	Nombre
1	P-0001	DATASYSTEM, INC.
2	P-0002	HARDSOFT CO.
4	P-0004	OFFICE-SOFT, INC.
5	P-0005	SISTEMAS INTEGRADOS, C.A.

Numero	Emitida	Recibida
1	11-01-1998	26-01-1998
2	20-02-1998	30-03-1998
3	03-04-1998	29-04-1998
4	12-05-1998	30-06-1998

Agregar **Editar** **Borrar** **Consultar** **Imprimir** **Cerrar**

Los botones en la parte inferior de la forma permiten agregar nuevos proveedores, editar (modificar) los proveedores existentes, borrar (eliminar) un proveedor, consultar datos inherentes al proveedor, imprimir la tabla de proveedores y cerrar la forma para regresar a la forma principal de **Optimiza**.

En la rejilla superior de la forma puede observar los proveedores contenidos en la tabla y en la rejilla inferior las órdenes de compra del proveedor seleccionado en la rejilla superior. Observe además el selector “Gen.Auto.Códigos” en la parte superior izquierda de la forma. Estando activado **Optimiza** generará automáticamente el número de identificación de los proveedores y Usted no tendrá que ocuparse de ingresar estos números. El sistema utiliza un contador automático de números que puede ajustarse haciendo clic en el botón de contadores (sexto en la primera barra de la forma principal de **Optimiza**). Allí encontrará los registros de contadores de items y proveedores y podrá ajustar el número del siguiente registro a generar en cada tabla.

Si lo desea maximice la forma para observar mejor los datos de los registros contenidos en las dos rejillas de la forma. En la rejilla de proveedores la primera columna corresponde al número del proveedor, la segunda a un código de identificación opcional, la tercera al nombre del proveedor, etc., etc.

La rejilla de las órdenes de compra comprende tres columnas: la primera contiene el número de la orden, la segunda la fecha en que fue emitida la orden y la última la fecha en que fue recibida.

Tratemos de agregar un nuevo proveedor; haga clic en el botón Agregar. El sistema abre la forma de carga y edición de proveedores (vea la siguiente página).

Observe que como abrimos la forma con el generador automático de códigos activado, el sistema no permite acceder al campo del número de identificación; como estamos agregando un nuevo proveedor éste valor será generado automáticamente por el sistema utilizando el contador respectivo.

Inicie su trabajo tecleando el nombre del proveedor como se muestra en la pantalla de la siguiente página. **Para avanzar al siguiente campo utilice la tecla TAB.** Si desea incluir un código de identificación **opcional** para este proveedor hágalo en el campo Código. Podría utilizar el código con el cual se identifica a dicho proveedor en su empresa. Si no desea incluir este campo déjelo en blanco y avance al siguiente utilizando la tecla TAB. Ingrese a continuación el costo directo por orden para este proveedor.

Agregar Registro (Contador Automático)

Número:

Código:

Nombre:

Costo directo por orden: Acarrear renglones?

◀ ◁ ▷ ▶ + - ▲ ✓ ✕ ↻ **Ordenes de compra** 🔍

Numero	Emitida	Recibida
1	11-07-2000	27-07-2000
*		

Acarrear?

Presione nuevamente TAB. El cursor se coloca en la primera columna de la primera fila de la rejilla inferior para la carga de las órdenes de compra de este proveedor.

Ingrese el número de la primera orden; el número es irrelevante y puede por tanto identificar las órdenes en forma consecutiva: 1, 2, 3, etc. Asimismo **para dos proveedores distintos puede utilizar los mismos números**. Como ya explicamos el número es irrelevante; lo que realmente nos interesa son las fechas de emisión y entrega de las órdenes. Avance a la siguiente columna con TAB. Ingrese la fecha de emisión de la orden. Avance nuevamente con TAB. Ingrese la fecha de recepción de la orden. Avance nuevamente con TAB. El cursor abre una nueva fila para ingresar una orden adicional. Estando en una de las columnas de fechas (emisión o recepción) puede abrir el calendario para ingresar la fecha presionando ENTER:

Seleccionar una Fecha

👆 👇 Agosto, 2000 👆 👇

Dom	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sab
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

Utilizando los botones en la parte superior de esta forma puede avanzar o retroceder años o meses y seleccionar la fecha adecuada.

Al terminar la carga de la última línea de órdenes y avanzar abriendo una nueva línea en blanco, **regrese a la línea anterior presionando la tecla de flecha hacia arriba**. De esta forma cierra la línea en blanco creada y se coloca en la última línea de órdenes alimentada. Desde esta posición haga clic en el botón “SÍ” para guardar los datos cargados. El sistema graba el proveedor en proceso y limpia de inmediato la forma para incluir un nuevo registro (esto ocurre muy rápido; no piense que los datos se han borrado, realmente la forma se limpia para el siguiente registro). Si desea incluir un nuevo proveedor repita los pasos explicados con antelación. Si no desea continuar con la carga cierre la forma haciendo clic en el botón “No”.

Finalizada la carga de los proveedores puede continuar de inmediato con la carga de los items. El proceso es similar. Abra la forma de la tabla de items utilizando el segundo botón de la tercera barra de la forma principal de **Optimiza**. Haga clic en el botón Agregar para incluir un nuevo item. El sistema abre la forma de carga y edición de items de inventario:

Año	Mes	Cantidad
1999	1	126,00
1999	2	132,00
* 1999		

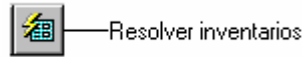
Aplicando el método utilizado para cargar los proveedores ingrese los datos para el nuevo item. Un código **opcional** de identificación, el nombre del item, el proveedor que suministra el mismo (baje la persiana haciendo clic a la derecha del campo para mostrar la tabla de proveedores) y el costo unitario de adquisición. Avance con TAB a la rejilla de la demanda. Ingrese las demandas históricas para este item tecleando el año, mes y cantidad demandada por cada registro (mes) de demanda.

Para guardar los datos del item haga clic en el botón “SÍ”; el sistema graba los datos y limpia la forma para incluir un nuevo item. Al finalizar su trabajo cierre la última forma en blanco haciendo clic en el botón “No”.

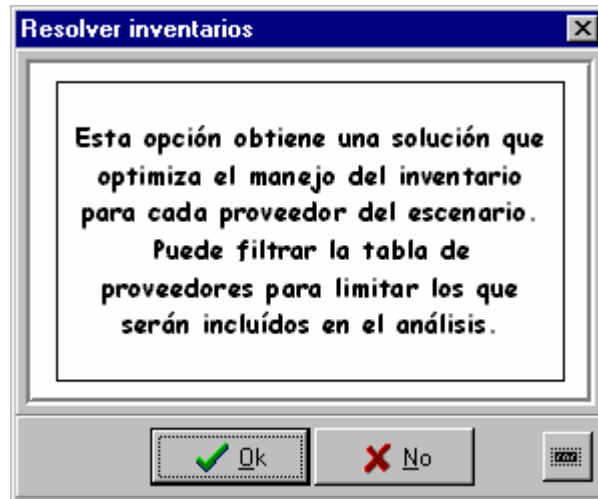
Al finalizar la carga de los datos podemos avanzar al siguiente paso del manejo de **Optimiza** para analizar y resolver el escenario y obtener una solución optimizada de la gestión de inventarios.

4.0. Resolver el escenario

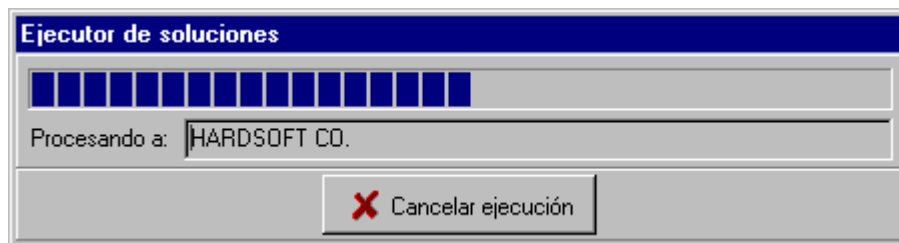
Habiendo alimentado la información necesaria que define o acota el escenario problema puede proceder a resolverlo para obtener una solución optimizada. Haga clic en el botón “Resolver inventarios”, tercero de de la tercera barra del sistema:



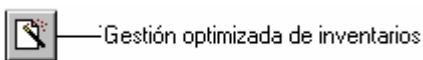
Optimiza responde con una forma de confirmación indicando que va a proceder a buscar una solución al escenario en proceso:



Haga clic en el botón Ok para que el sistema active el ejecutor de soluciones (optimizador) y encuentre una solución óptima para cada proveedor del escenario. Durante el proceso de búsqueda de las soluciones optimizadas el sistema presenta una forma de avance del proceso:



La forma indica el proveedor que está siendo procesado y el avance del proceso en la barra de avance de la parte superior de la forma. **El tiempo de ejecución puede ser largo dependiendo del volumen de la data a analizar.** Al finalizar se cierra la forma automáticamente y se regresa a la forma principal del sistema. El siguiente paso será obtener el informe de la solución optimizada que el sistema ha encontrado. Haga clic en el botón “Gestión optimizada de inventarios”, cuarto de la tercera barra del sistema.



Optimiza solicita el rango Desde-Hasta de los números de proveedores que desea imprimir; acepte la sugerencia del sistema desde el proveedor 1 hasta el proveedor 999999 (todos los proveedores). Indique a

continuación si desea el informe para ser impreso en impresora de matriz de puntos o impresora laser-tinta. Finalmente obtendrá un informe similar al siguiente por cada proveedor del escenario:

GESTION DE INVENTARIOS
=====

Página: 1
Fecha: 02-08-2000

Escenario: Optimiza gestión de Inventarios
=====

Proveedor: 0001 P-0001 DATASYSTEM, INC.

Tasa de interés 30,00%
 Nivel de servicio 95,00%
 Factor de seguridad 1,644853
 Tiempo medio de entrega 34,93 DIAS
 Desviación estandar del tiempo de entrega 10,81 DIAS
 Costo directo para colocar una orden 4.600,00
 Costo anual minimizado (función objetivo) 60.399,36
 Lapso de tiempo recomendado entre órdenes 57,04 DIAS

ITEM NUMERO	NOMBRE DEL ITEM	DEMANDA MEDIA MENSUAL	DESVIACION ESTANDAR	CANTIDAD OPTIMA Q	PUNTO REORDEN R	TOTAL A ORDENAR Q+R
0006	DISCO DURO 6.4 GIGA MAXTOR	161,60	50,13	179,84	318,88	498,72
0007	DISCO DURO 8.2 GIGA MAXTOR	231,47	65,83	250,35	449,70	700,05

Notas:

- 1.- El sistema determina el lapso de tiempo recomendado entre órdenes de forma tal de lograr que todos los items alcancen el punto de reorden simultáneamente.
- 2.- No obstante lo anterior Usted debe vigilar cuando las existencias de un item bajan o alcanzan el punto de reorden. En este caso debería reordenar para evitar faltantes. Probablemente una demanda mayor inesperada aceleró la reorden. Ingrese los nuevos datos y recalculé el escenario para adelantar la reorden a este proveedor.
- 3.- En cualquier caso Usted debe deducir siempre las existencias a la cantidad total a ordenar (última columna), incluyendo las órdenes colocadas o en tránsito y ordenar solamente las diferencias positivas.

En la parte superior del informe observamos datos conocidos que fueron incluidos como variables al escenario; ya discutimos la tasa de interés, el nivel de servicio y el costo directo para colocar una orden. El factor de seguridad, como ya se explicó, lo calcula el sistema utilizando una ecuación probabilística basado en el nivel de servicio. Para un nivel de servicio del 95% el factor de seguridad es 1,644853.

Para el proveedor el sistema muestra datos muy interesantes obtenidos durante el proceso de optimización. Uno de ellos es el tiempo medio de entrega; para el proveedor del ejemplo es de 34,93 días. Las compras a este proveedor están siendo entregadas en promedio en este número de días. La desviación estandar respecto a la media es de 10,81 días. La desviación estandar nos indica que el tiempo de entrega del proveedor no es constante; es decir, algunas veces serán mas días en relación a la media y algunas veces menos días. Esta información es muy importante: entre mayor sea la desviación estandar en relación a la media, esto nos indica que los tiempos de entrega del proveedor no son regulares, cuestión por supuesto que nos interesaría y agradecería para planificar con menos incertidumbre nuestras compras.

Hablando en términos estadísticos la desviación estandar significa que en el 64% de los casos el tiempo de entrega estará ubicado en la media mas o menos una desviación estandar. Es decir, para el proveedor del ejemplo en el 64% de los casos el tiempo de entrega estará en el rango de 24,12 días (34,93-10,81) a 45,74 días (34,93+10,81). Recordamos al lector que nuevamente estamos hablando de probabilidades.

¿Porqué es tan importante la desviación estandar del tiempo de entrega? Por que debemos prepararnos para el peor escenario y esto ocurre cuando el tiempo de entrega se desvía hacia arriba respecto de la media. Debemos mantener existencias para soportar esta situación. Aquí entra en escena el factor de seguridad. Cuando establecemos un nivel de servicio del 95% estamos fijando indirectamente un factor de seguridad de 1,644853. Esto significa que nos estamos preparando considerando que nuestro escenario se desviará 1,644853 desviaciones estandar respecto de la media (para el ejemplo nos preparamos para un tiempo de entrega de 52,71 días = 34,93 + 10,81 x 1,644853).

De esta forma vemos mas claro como afecta el nivel de servicio la solución que nos ofrece el optimizador. A mayor nivel de servicio mayor factor de seguridad y estamos preparando nuestro escenario para soportar una mayor desviación del tiempo de entrega respecto a la media.

Otro dato de suma importancia que nos muestra el informe es el costo anual minimizado (función objetivo). Para el proveedor del ejemplo es de 60.399,36. No hemos querido informar en que divisa operamos porque deseamos resaltar que esta variable no afecta las soluciones del sistema. El ejemplo de arriba se planteó en dólares americanos, por lo que estamos diciendo que el **costo anual de adquisición y mantenimiento** del inventario que compramos a este proveedor es de US \$60,399.36.

Nuevamente nos debemos cuidar de no confundir este costo con el costo de compra de las mercancías. El costo anual de adquisición y mantenimiento del inventario es la suma de los costos en el cual incurrimos al colocar las órdenes (flete, tramitación, seguros, financiamiento, etc.) que será el costo directo de colocar una orden por el número de órdenes que coloquemos al año **mas** el costo anual de mantener el inventario en almacén, que como ya dijimos depende del nivel de inventarios que mantenemos multiplicado por la tasa de interés o costo de oportunidad que establecimos en el escenario para darle un valor a nuestro dinero.

Esta ecuación de dos términos (costo anual de colocar las órdenes + costo anual de mantener el inventario), denominada ecuación de costo del inventario, es la que **Optimiza** trata de optimizar minimizándola. El sistema analiza el escenario buscando un balance entre el número de órdenes que deben colocarse por año y el costo de mantener los inventarios en almacén (estos objetivos son contradictorios: menos órdenes al año implican que debemos mantener mayores niveles de inventario para soportar la demanda; reducimos el costo de ordenar pero aumentamos el costo de mantener; mas órdenes al año nos permiten mantener menores niveles de inventario para soportar la demanda; reducimos el costo de mantener pero aumentamos el costo de ordenar por el mayor número de órdenes que debemos colocar). La solución óptima será aquella que **minimiza el costo total de adquisición y mantenimiento del inventario**. **Optimiza** analiza y busca esta solución para nosotros.

Del análisis y solución del problema obtenemos la primera respuesta a nuestras interrogantes: **¿Cuándo debemos ordenar?** **Optimiza**, para el proveedor del ejemplo, nos sugiere colocar una orden cada 57,04 días. Podemos observar esta cifra en el encabezado del reporte identificada como “Lapso de tiempo recomendado entre órdenes”. Ignorando los decimales que no afectan realmente la solución, debemos prepararnos para colocar a este proveedor una orden cada 57 días, lo que vienen a ser 6 órdenes al año, aproximadamente. Muy bien; ya sabemos cuando ordenar. **Ahora necesitamos saber qué y cuánto.** Observemos ahora el cuerpo del informe. Para cada item que este proveedor suple tenemos (de izquierda a derecha) la siguiente información:

ITEM NUMERO	NOMBRE DEL ITEM	DEMANDA MEDIA MENSUAL	DESVIACION ESTANDAR	CANTIDAD OPTIMA Q	PUNTO REORDEN R	TOTAL A ORDENAR Q+R
0006	DISCO DURO 6.4 GIGA MAXTOR	161,60	50,13	179,84	318,88	498,72
0007	DISCO DURO 8.2 GIGA MAXTOR	231,47	65,83	250,35	449,70	700,05

1. Número y nombre del item a efectos de identificación.
2. **Demanda media mensual:** este valor nos informa cuánto es el consumo medio mensual del item en cuestión. **Optimiza** deriva esta información de los datos de demanda por mes y año que alimentamos al sistema.
3. **Desviación estandar de la demanda:** la demanda no es constante, y en forma similar a como vimos arriba para el tiempo de entrega del proveedor, está sujeta a fluctuaciones completamente normales. El sistema calcula la desviación de la demanda para poder determinar el peor escenario para cada item. Aquí, nuevamente, entra en juego el nivel de servicio que define un factor de seguridad. El sistema utilizará la desviación de la demanda y el factor de seguridad para componer un escenario desfavorable y sugerirnos cuánto debemos ordenar para cada item.
4. **Cantidad óptima Q:** ésta sería la cantidad óptima a ordenar en un entorno ideal de cero tiempo y cero desviación estandar en las entregas. Si nos tomamos la molestia de modificar la data de las entregas para suponer emisión y recepción de las compras el mismo día, y recalculamos para obtener una nueva solución, observaremos que el sistema llevará a cero la columna de la derecha (punto de reorden R) y

modificará la columna de la cantidad óptima Q para indicarnos allí la cantidad a ordenar para el nuevo escenario planteado. Se dice entonces que Q es la cantidad óptima a ordenar en condiciones de cero tiempos de entrega por parte de los proveedores. No obstante, para un escenario como el planteado arriba no podemos simplemente hacer cero a R y suponer que Q es la cantidad óptima a ordenar para cero tiempo de entrega en este caso. Debemos partir desde el principio, ajustando los tiempos de entrega del proveedor a cero y recalculando el escenario, para que el sistema recalcule Q y nos de el nuevo valor que satisface las nuevas condiciones.

5. **Punto de reorden R:** la cantidad que se consumirá durante el lapso del tiempo de entrega de los inventarios, incluidas las desviaciones estándar en dichos tiempos de entrega y de la demanda misma ajustadas por el factor de seguridad impuesto por el nivel de servicio deseado, definen el punto de reorden R. Se denomina de esta forma porque para evitar un escenario de faltantes, deberíamos colocar una orden cuando el nivel de existencias alcanzan este punto; en este preciso instante las existencias que poseemos nos cubrirán solamente el tiempo que tarda el proveedor en entregar y si no colocamos la orden caeremos en una situación de faltantes.
6. **Total a ordenar Q+R:** esta columna nos indica la cantidad de cada ítem que debemos ordenar. Esta cantidad será la suma de la cantidad óptima Q **mas** el punto de reorden R. Esto responde las dos últimas interrogantes del manejo del inventario: **qué y cuánto ordenar**. Ahora bien debemos tener mucho cuidado. **Optimiza** no está considerando (de hecho desconoce esta información) las existencias actuales y si hay una, dos o más órdenes colocadas o en tránsito. Por lo tanto para ordenar Usted debe deducir a la cantidad sugerida Q+R, las existencias y las órdenes colocadas y en tránsito, y **ordenar solamente las diferencias cuando estas sean positivas**.

Nota: las existencias y las órdenes colocadas o en tránsito definen una disponibilidad que varía diariamente. El manejo de estas variables se deben llevar en el sistema administrativo de la empresa y vaciar esta información (diariamente) en **Optimiza** harían muy engorroso el proceso. Por ello el camino más sencillo es obtener de **Optimiza** las cantidades que deben ordenarse, restar las cantidades en existencias y órdenes colocadas y en tránsito del día y con las diferencias, si fuesen positivas, preparar las órdenes de compra para cada proveedor. Repitiendo este esquema pronto se regularizará la situación. Los inventarios deficitarios se irán reponiendo más frecuentemente hasta alcanzar un nivel de equilibrio. Los inventarios superavitarios (no obsoletos o sin demanda) se irán consumiendo paulatinamente sin reposición, hasta que entren en el nivel de equilibrio y puedan manejarse como el resto de las existencias. Finalmente hay errores del pasado que ya no tienen remedio y Usted deberá prepararse para liquidar algunas existencias inmóviles para equilibrar de esta forma el manejo del inventario.

Para finalizar este aparte discutamos (jovialmente) las notas al final del informe de cada proveedor:

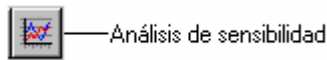
1. **El sistema determina el lapso de tiempo recomendado entre órdenes de forma tal de lograr que todos los ítems alcancen el punto de reorden simultáneamente.** Muy bien!! Cuando trabajamos sin una herramienta apropiada podemos volvernos locos pues cada ítem del inventario puede alcanzar su punto de reorden en cualquier momento. Si no organizamos esto tendríamos que estar colocando órdenes todos los días para comprar una o dos cositas que se terminaron (suena conocido este escenario, ¿no?). El tiempo recomendado entre órdenes y la cantidad a ordenar nos permitirá, con un poco de paciencia, ir equilibrando nuestros inventarios y alcanzar una situación ideal en que todos los inventarios suplidos por el mismo proveedor alcancen su punto de reorden simultáneamente (poco más o menos), precisamente el momento en que debemos colocar una nueva orden de reposición.
2. **No obstante lo anterior Usted debe vigilar cuando las existencias de un ítem bajan o alcanzan el punto de reorden. En este caso debería reordenar para evitar faltantes. Probablemente una demanda mayor inesperada aceleró la reorden. Ingrese los nuevos datos y recalcule el escenario para adelantar la reorden a este proveedor.** No debemos dormirnos!! Todo el esquema de optimización de inventarios descansa en métodos probabilísticos y las circunstancias pueden desviarse de lo que esperábamos. Lo recomendable es alimentar el sistema administrativo de la empresa con los puntos de reorden que calcula **Optimiza**. Luego solicitamos al departamento de sistemas que nos prepare un informe diario de los ítems cuya existencia real (en almacén) más la virtual (ordenada o en tránsito) está por debajo de los puntos de reorden prealimentados. Muchos sistemas administrativos incluyen estos informes comparativos o de alertas como un estándar. Con este informe diario a la mano podemos prepararnos anticipadamente y tomar las providencias del caso, de forma de nos ser sorprendidos ingrata e inesperadamente.

3. En cualquier caso Usted debe deducir siempre las existencias a la cantidad total a ordenar (última columna), incluyendo las órdenes colocadas o en tránsito y ordenar solamente las diferencias positivas. Esto ya lo discutimos. Para la toma de decisiones de cantidades a ordenar debemos siempre incluir, restando, las existencias en almacén (existencias reales) y las existencias por recibir (órdenes en proceso, colocadas o en tránsito). Debemos ordenar solamente las diferencias cuando estas sean positivas.

5.0. Análisis de sensibilidad

Generalmente no nos basta con saber como determinadas variables afectan el costo de adquisición y mantenimiento del inventario. Nos gustaría saber, adicionalmente, como varía este costo cuando modificamos las variables del entorno. Esto lo logramos con el análisis de sensibilidad.

Optimiza nos permite graficar el costo de adquisición y mantenimiento del inventario cuando varía una determinada variable y mantenemos las otras constantes. Podemos de esta forma determinar la sensibilidad de la función objetivo a las variables: tasa de interés, costo directo para colocar una orden, tiempo de entrega entre órdenes y nivel de servicio. Veamos como funciona esto. Haga clic en el botón “Análisis de sensibilidad”; cuarto botón de la tercera barra del sistema.



Optimiza responde abriendo la forma siguiente:

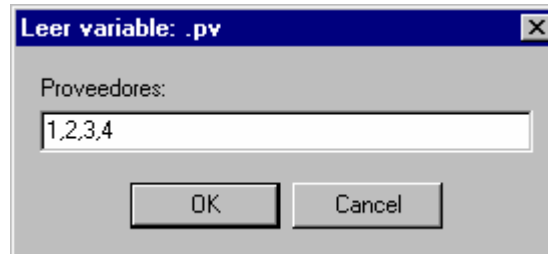


En la parte superior, a la izquierda, puede escoger un rango de proveedores a analizar. A la derecha, que variable utilizará como abscisa (eje X) para estudiar la sensibilidad del costo a esta variable. Abajo, a la izquierda, puede escoger el rango desde-hasta sobre el cual modificaremos la variable en el eje X para observar el comportamiento del costo en el eje Y. El sistema sugiere valores típicos que Usted puede modificar. A la derecha la acción que desea ejecutar. Si no ha hecho antes un análisis de sensibilidad debe generar antes la data tomando la primera opción. Puede también tomar la última opción para generar la data y continuar de inmediato con la presentación del gráfico. Cuando hay data previamente generada la segunda opción permite ir directamente al gráfico de la misma.

El proceso de generación puede tomar considerable tiempo dependiendo del volumen de la data y del número de puntos en el eje X que desea generar. Por cada punto el sistema debe efectuar un análisis completo del escenario para llegar a las soluciones que conforman el gráfico. Si seleccionó el rango por omisión del ejemplo para la tasa de interés (Desde 5 hasta 40 con intervalos de 5) tendrá un total de 8

puntos en el eje X y el sistema tendrá que resolver el escenario 8 veces para obtener las soluciones con las cuales armar el gráfico. Tenga esto en consideración cuando defina el rango e intervalo de la variable X.

Una vez que el sistema ha efectuado los cálculos y obtenido las soluciones optimizadas presenta una forma para que Usted seleccione los proveedores que desea incluir en el gráfico, a modo de comparar. Puede incluir un máximo de 10 proveedores en cada gráfico. Ingrese los proveedores que desee separando sus números de identificación con comas: 1,2,3 ... etc.



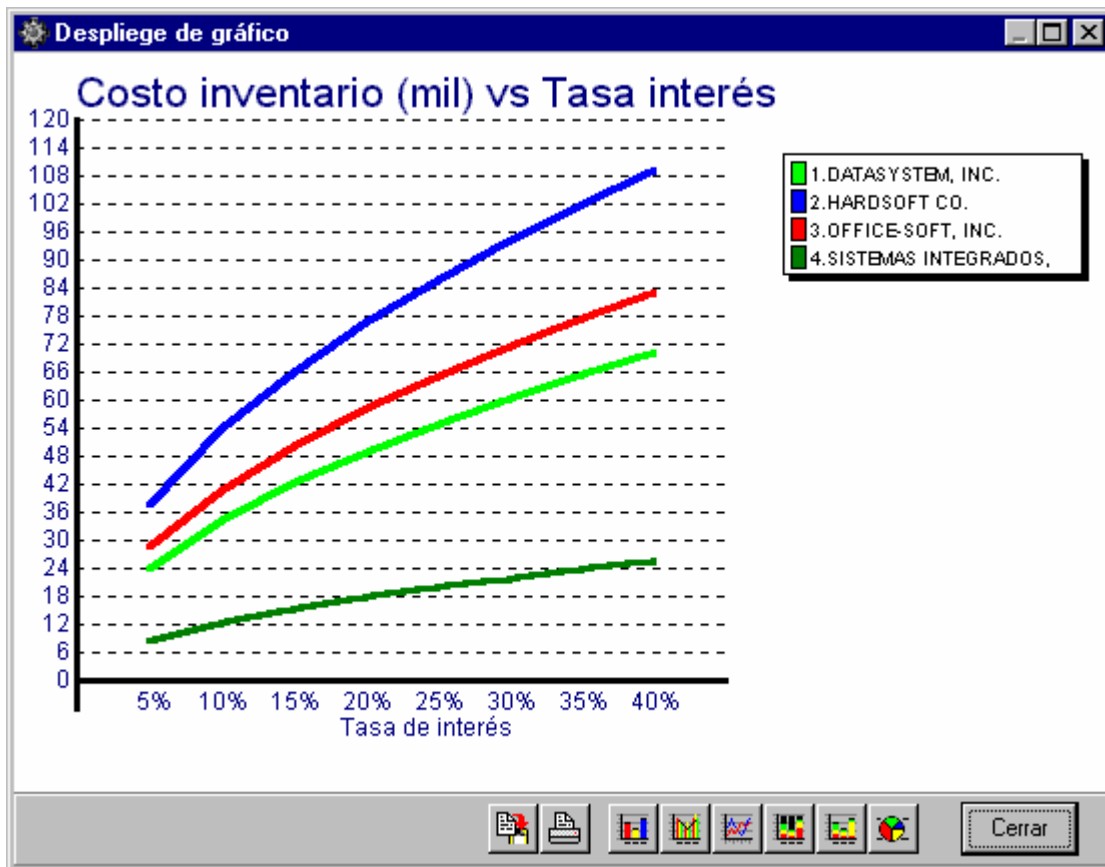
Leer variable: .pv

Proveedores:

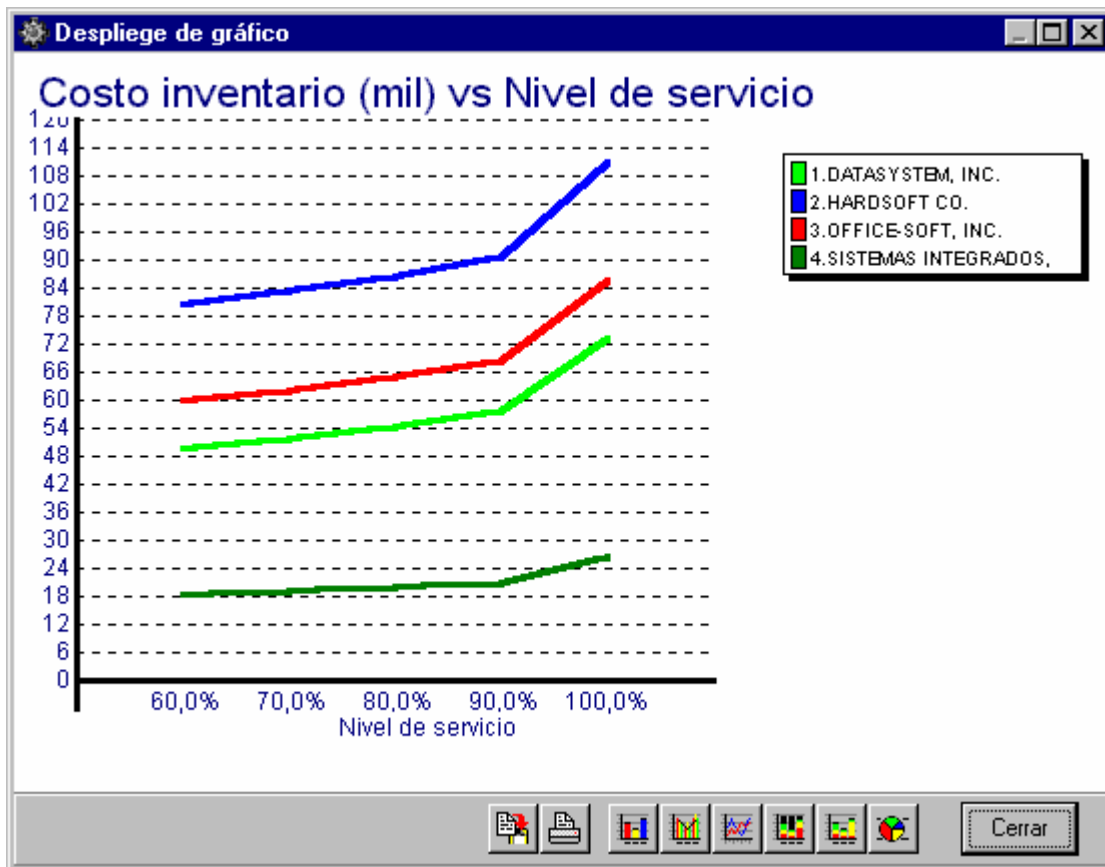
1,2,3,4

OK Cancel

A continuación el sistema genera y presenta el gráfico:



El ejemplo muestra la sensibilidad del costo de adquisición y mantenimiento del inventario a la variable tasa de interés. La sensibilidad al nivel de servicio es un gráfico muy interesante. Repitamos el proceso seleccionando esta opción y obtengamos el gráfico:

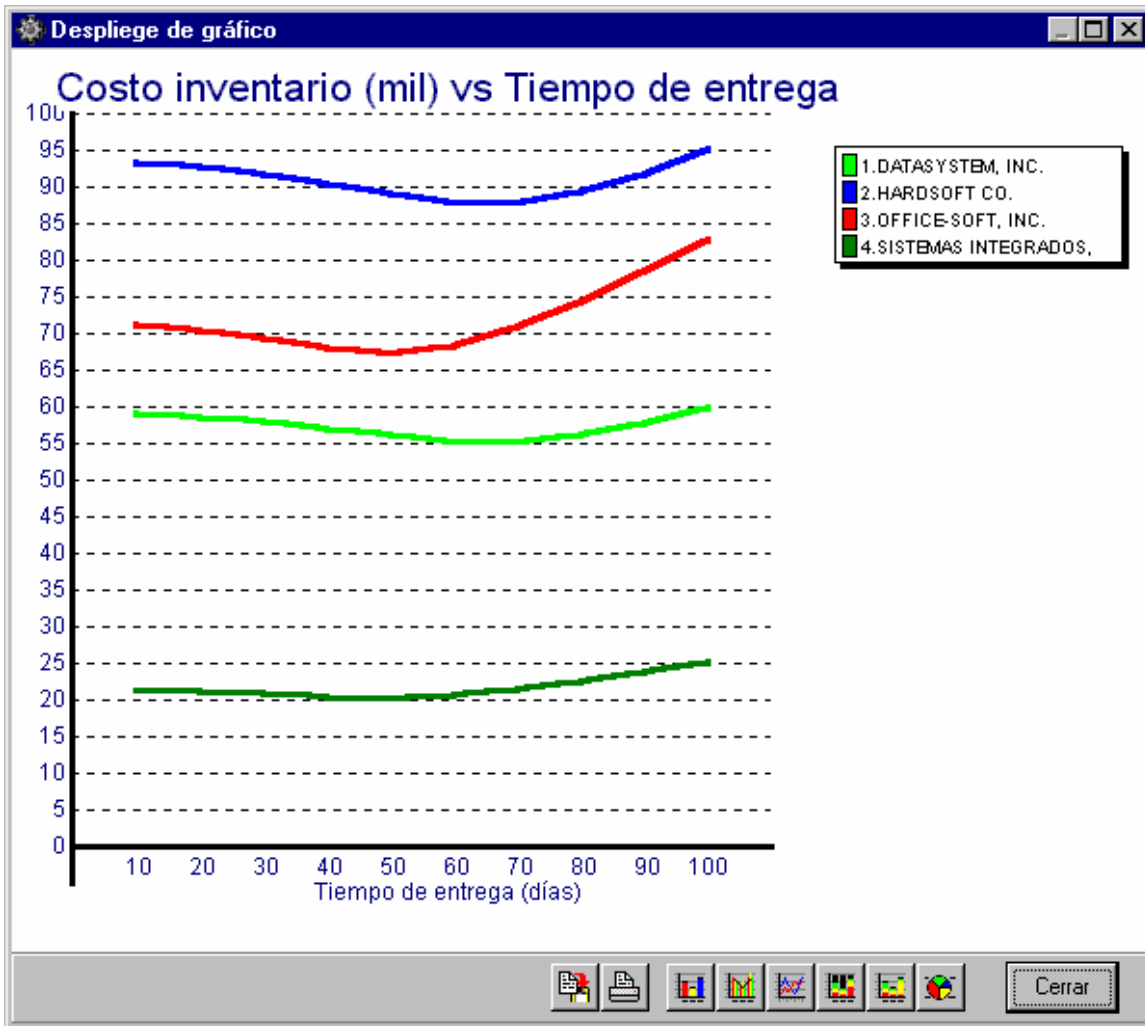


Observe como para un nivel de servicio de hasta 90% la función objetivo es mas o menos constante; a partir de 90% aumenta considerablemente la pendiente de la gráfica. Esto nos indica que valores mas altos del 90% en el nivel de servicio aumentarán significativamente el costo de adquisición y mantenimiento de los inventarios.

Otro ejemplo no menos interesante es la relación entre la función objetivo y el tiempo de entrega de los proveedores; observe el gráfico de la siguiente página. La lectura de este gráfico hay que efectuarla con pinzas. La forma de las gráficas sugieren que hay un tiempo óptimo de entrega para cada proveedor y que este tiempo óptimo minimiza la función de costo (punto mas bajo de las curvas). Esto parece contradecir la idea general de que cuanto mas rápido entregue un proveedor mejor será para nosotros.

La respuesta a esta inquietud es que para cada proveedor existe un tiempo óptimo de entrega que es precisamente el tiempo que minimiza el costo total de colocar las órdenes y de mantener los inventarios en almacén; este tiempo de entrega óptimo lo podemos controlar nosotros colocando las órdenes convenientemente espaciadas en el tiempo. Vimos arriba que este tiempo de entrega óptimo no es mas que el “Lapso de tiempo recomendado entre órdenes”. De esta forma optimizando adecuadamente la gestión de nuestros inventarios le sustraemos a los proveedores una variable que pensabamos solamente dependía de ellos (su tiempo de entrega) y la ponemos a jugar a favor de nosotros controlando cuidadosamente el lapso de tiempo inter-órdenes.

Nota: las pequeñas diferencias que Usted observa entre las soluciones impresas y las soluciones gráficas para los tiempos de entrega se deben a que al efectuar análisis de sensibilidad contra esta variable, fijamos en cero la desviación estandar para simplificar los escenarios y agilizar el proceso de cálculo de los puntos que conforman los gráficos.



6.0. Limpiar estadísticas

Optimiza maneja un máximo de 60 muestras de órdenes por proveedor y de 60 muestras de demandas por ítem. Al aproximarse a estas cifras (mas o menos 5 años de información) debemos limpiar las tablas. Esto es importante no solo por el límite que impone **Optimiza**, sino mas bien porque Usted debe evitar arrastrar información o datos muy viejos que podrían distorsionar los resultados. Ya explicabamos anteriormente que una muestra de dos o tres años es mas que suficiente (24 a 36 valores). Para proceder haga clic en el menú Procesos-Inventarios-Limpiar tablas estadísticas. El sistema responde con la siguiente forma:

The dialog box 'Limpiar estadísticas' contains the following text: 'Ingrese la fecha del primer día a partir del cual se conservarán datos en las tablas de compras y demandas. Los datos anteriores a esta fecha serán purgados de los archivos.' Below the text is a date input field showing '01-01-1997' and a small calendar icon with the number '15'. At the bottom, there are two buttons: 'OK' with a green checkmark and 'No' with a red X.

Ingrese en el recuadro la fecha del primer día a partir del cual se conservarán los datos en las tablas de estadísticas de compras y demandas. Los datos anteriores a esta fecha serán purgados de los archivos. En el ejemplo al ingresar 01-01-1997 estaremos ordenando al sistema eliminar todos los datos de compras y demandas del año 1.996 hacia abajo (1996, 1995, 1994, etc., etc.).

Haga clic en el icono en forma de calendario para abrir el calendario y seleccionar la fecha que desee o simplemente teclee la fecha en el recuadro diseñado para tal fin. Haciendo clic en Ok el sistema limpiará las tablas de estadísticas para la condición previamente establecida. Haga clic en No si desea abandonar el proceso sin efectuar limpieza alguna.

7.0. Informes

Todos los informes y gráficos que **Optimiza** genera se diseñaron en **LOPI** (Lenguaje Opal de Programación de Informes) de tal forma que una persona con conocimientos de programación pueda modificarlos fácilmente y adaptarlos a sus necesidades específicas. Los informes puede ejecutarlos haciendo clic en el último icono de la primera barra del sistema (forma de pincel).



— Informes del usuario (LOPI)

Asimismo con **LOPI** puede diseñar nuevos informes que Usted requiera para facilitar su trabajo. Recomendamos al lector revisar el manual de **LOPI** que viene incluido en el manual básico del sistema.

8.0. Sistema básico Opal

Optimiza fue diseñado sobre el sistema básico **Opal** de OpalSoft, c.a. **Opal** maneja todos los servicios auxiliares del sistema. Con estos servicios Usted puede, entre otras cosas:

- Fijar una fecha por omisión al sistema.
- Ajustar los contadores de identificación de registros.
- Asignar una contraseña de acceso a los escenarios.
- Inicializar (limpiar) la base de datos.
- Copiar un escenario en otro.
- Importar datos desde otro escenario al escenario corriente.
- Exportar datos del escenario corriente a otro escenario.
- Importar datos de texto Ascii (para importar datos de otros sistemas a **Optimiza**).
- Exportar datos de texto Ascii (para exportar datos de **Optimiza** hacia otros sistemas).
- Utilizar el poderoso lenguaje SQL para efectuar consultas y modificaciones a la base de datos.
- Respalidar a y recuperar datos de disquetes.
- Respalidar a y recuperar datos del disco duro.
- Archivar y abrir los informes generados para impresoras de matriz de puntos o tinta-laser.
- Reconstruir bases de datos corrompidas o dañadas.

Recomendamos al lector la lectura del manual básico del sistema **Opal** para entrenarse en el uso de todas estas facilidades.

BIBLIOGRAFIA

Introducción a la Investigación de Operaciones

Frederick S. Hillier & Gerald J. Lieberman
McGraw-Hill – Sexta Edición.

Operations Research

Richard Bronson & Govindasami Naadimuthu
Shaum's Outlines
McGraw-Hill – Second Edition

Planeación y Control de la Producción

Daniel Sipper & Robert L. Bulfin Jr.
McGraw-Hill

Manufacturing Planning & Control Systems

Thomas E. Vollman, Williams L. Berry & D. Clay Whybark
Irwin McGraw-Hill – Fourth Edition

Computer Based Production and Inventory Control

Spencer B. Smith
Prentice-Hall