

## APLICACIÓN DEL MODELO DE PERIODO DE TIEMPO FIJO CON UN NIVEL DE SERVICIO ESPECÍFICO EN UNA INDUSTRIA FARMACÉUTICA.

**Application of the model of period of fixed time with a specific level on watch in one trains pharmaceuticals.**

### RESUMEN

En esta oportunidad se muestra la aplicación del modelo de periodo de tiempo fijo, asociando un nivel de servicio determinado. Este trabajo exigió la realización de un análisis detallado de los inventarios de demanda independiente en la empresa objeto de estudio, que contempló varios periodos, con el propósito de evaluar la forma de reducir el nivel de inventarios manteniendo un excelente nivel de servicio a los usuarios. Luego, se hace la simulación y se analizan los resultados. Al final, los lectores pueden apreciar las conclusiones de esta aplicación.

**PALABRAS CLAVES:** Cantidad que debe ordenarse, demanda promedio, diagrama de Pareto, inventarios, modelo, nivel de servicio, plazo de entrega, reserva de seguridad, tiempo entre revisiones, usuario

### ABSTRACT

*In this opportunity is the application of the model of period of fixed time, associating a determined level of service. This work demanded the accomplishment of a detailed analysis of the inventories of independent demand in the study company object, which contemplated several periods, in order to evaluate the form to reduce to the level of inventories maintaining an excellent level of service to the users. Soon, the simulation becomes and the results are analyzed. In the end, the readers can appreciate the conclusions of this application.*

**KEYWORDS:** amount that must be ordered demand average, diagram of Pareto, downtime, inventories, level of service, model, reserve of security, time between revisions, user.

## 1. INTRODUCCIÓN

Con la intención de contribuir con el mejoramiento de la eficiencia en la entrega completa y oportuna de los pedidos, manteniendo un equilibrio razonable entre el costo de mantener inventarios, sin afectar el nivel de servicio, se presenta este trabajo, donde se aplica el modelo de periodo de tiempo fijo con un nivel de servicio específico.<sup>1</sup> Para el desarrollo del artículo se mantuvo una comunicación permanente con los funcionarios de la empresa, quienes proporcionaron la información necesaria para hacer el respectivo diagnóstico. Después se hizo la interpretación y análisis de los datos y se propuso la alternativa de mejoramiento en sendas discusiones con los dueños del problema. Finalmente se aplicó la prueba piloto con el modelo sugerido y se entregó el informe final.

Los resultados de este trabajo están orientados a mejorar la calidad del servicio del departamento de Logística, y dejar sugerencias para continuar organizando y planeando todas sus actividades de acuerdo con las tendencias cambiantes de los mercados.

Así mismo, se pretende que las diferentes áreas comprometidas en el proceso mantengan una comunicación permanente que facilite la toma de decisiones administrativas y a la aplicación de los recursos correspondientes.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dadas las condiciones de exigencia de los clientes del mercado objetivo de la empresa objeto de estudio<sup>2</sup>, ésta considera indispensable, para mantener su buena imagen y prestigio, que debe mejorar la administración de sus

### DIANA PAOLA BALLESTEROS RIVEROS

Estudiante de X semestre de Ingeniería Industrial  
Universidad Tecnológica de Pereira  
dianap@utp.edu.co

### PEDRO PABLO BALLESTEROS SILVA

Ingeniero Industrial.  
M.Sc en Investigación de Operaciones y Estadística con énfasis en Producción  
Profesor  
Universidad Tecnológica de Pereira  
ppbs@utp.edu.co

### GRUPO DE DESARROLLO EN INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES, RECONOCIDO POR COLCIENCIAS EN CATEGORÍA A.

<sup>1</sup> Sipper, Daniel y Robert L. Bulfin, Jr. *Planeación, control e Integración de la Producción*. New York: McGraw - Hill, 1998, p.284

Fecha de Recepción: 31 Mayo de 2007  
Fecha de Aceptación: 08 Agosto de 2007

<sup>2</sup> Se omite el nombre a petición de las directivas de la empresa.

inventarios garantizando el cumplimiento de todos y cada uno de los pedidos de los clientes tanto en calidad como en cantidad de los medicamentos solicitados.

### Formulación del problema

¿Cómo establecer acciones encaminadas al mejoramiento en la administración de los inventarios de la empresa?

¿Cómo eliminar los faltantes en los pedidos? ¿Cómo atender con mayor velocidad las solicitudes de los clientes?

¿Cómo planear las actividades con el fin de cumplir a cabalidad con los procesos del departamento de Logística de la empresa?

¿Cómo coordinar e integrar a las diferentes áreas de la empresa para facilitar el proceso de despacho de pedidos?

## 3. OBJETIVOS DE LA PROPUESTA

### 3.1. Objetivo general

Hacer un análisis del actual modelo de reposiciones automática de la empresa para reducir el número de agotados en los centros de atención farmacéutica con el propósito de mejorar en el nivel de servicio al cliente.

### 3.2. Objetivos específicos

- Establecer acciones encaminadas al mejoramiento en la administración de los inventarios de la empresa.
- Elaborar propuestas que conduzcan a la eliminación de los faltantes en los pedidos.
- Establecer estrategias de respuesta rápida a las solicitudes de los clientes.
- Integrar las diferentes áreas de la organización para apoyar los procesos del departamento de logística.
- Diseñar y aplicar modelos de administración de inventarios que garanticen el cumplimiento de los compromisos adquiridos con los clientes.

## 4. JUSTIFICACIÓN

La ejecución de esta propuesta tiene como propósito implementar un modelo de gestión de inventarios que razonablemente garantice el despacho de órdenes completas al cliente.

## 5. COBERTURA

El proyecto se ejecutó en el departamento de Logística de la empresa, contando con el suministro de la información y los recursos necesarios para su adecuado desarrollo.

## 6. METODOLOGÍA

Los autores aplicaron la siguiente metodología:

- Realizar visitas técnicas.
- Hacer diagnóstico al área problemática: identificación de variables críticas.
- Análisis e interpretación de datos en reuniones con los funcionarios de la empresa.
- Propuesta de alternativa de mejoramiento.
- Validación de la propuesta.
- Entrega del informe final.

## 7. RECURSOS

### 7.1. PERSONALES

- Autores expertos en Logística.
- Asistente ejecutiva.

### 7.2. DOCUMENTALES

- Manual de procesos y procedimientos de la empresa.
- Sistemas de información del departamento de Logística.
- Información complementaria de las demás áreas organizacionales.

### 7.3. EQUIPOS

- Computador
- Impresora

## 8. APLICACIÓN DEL MODELO DE PERIODO DE TIEMPO FIJO CON UN NIVEL DE SERVICIO ESPECÍFICO.

Una primera actividad que hizo el grupo investigador consistió en hacer una aplicación del Principio de Pareto<sup>3</sup>, tomando el consolidado de los productos que

---

<sup>3</sup> Debe su nombre al italiano Vilfredo Pareto. En este caso se hace una adaptación del principio en la planeación de inventario en categorías ABC: el grupo A representa entre el 70% y el 80% del valor de inventario, correspondiendo entre un 10% y un 20% de la cantidad total de artículos. El grupo B indica que entre el 20% y el 40% de la cantidad de artículos representan del 15% al 20% del valor de inventario y el grupo C comprende un porcentaje entre el 40% y 50% de los artículos, cuyo valor se encuentra entre el 5% y 10% del valor total de inventario. Ver Tawfik, Louis y Chauvel, Alain.

distribuyó la empresa en el periodo comprendido entre marzo y diciembre de 2006. Estos resultados se muestran en tabla 1 y en la figura 1:

CATEGORIA	CANTIDADES	VALOR DE CONSUMO	% DE VALOR DE	% CANTIDADES
A	138	\$ 1.997.478.420	79,98%	9,20%
B	331	\$ 375.244.832	15,04%	22,07%
C	1031	\$ 124.814.058	4,98%	68,73%
	1500	\$ 2.497.537.310	100,00%	100,00%

Tabla 1. Clasificación de inventarios ABC.

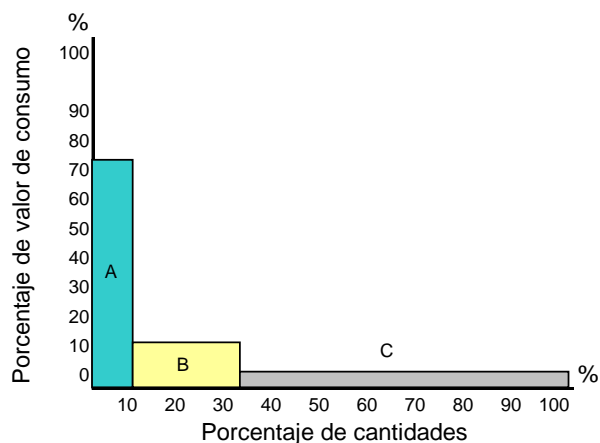


Figura 1. Porcentaje del total de productos vs el porcentaje de la inversión por categorías ABC (de inventario).

De la categoría A para hacer la aplicación del modelo de inventarios se tomo un producto cuya rotación y el total de ingresos es significativamente importante para la organización<sup>4</sup>.

Por lo general, en un sistema de período de tiempo fijo, los nuevos pedidos se colocan en el momento de la revisión T y un plazo constante de L. En este caso la demanda está distribuida de manera aleatoria alrededor de una media,  $\bar{d}$

La cantidad q que debe ordenarse es:

$$q = \bar{d} * (T + L) + Z * \sigma_{T+L} - I \dots (1)$$

donde:

q = cantidad que debe ordenarse.

- $\bar{d}$  = demanda promedio estimada
- T = número de días transcurridos entre revisiones = 5 días.
- L = plazo en días, o tiempo transcurrido entre la colocación de un pedido y su recepción = 2 días.
- Z = número de desviaciones estándar para un nivel de servicio específico.
- $\sigma_{T+L}$  = desviación estándar de la demanda durante la revisión y el plazo.

I = nivel actual de inventario.

En este modelo, la demanda estimada puede proyectarse y evaluarse en cada período de revisión si se desea o puede utilizarse el promedio anual si esto resulta adecuado. Se supone que la demanda se distribuye normalmente. Ver figura 2.

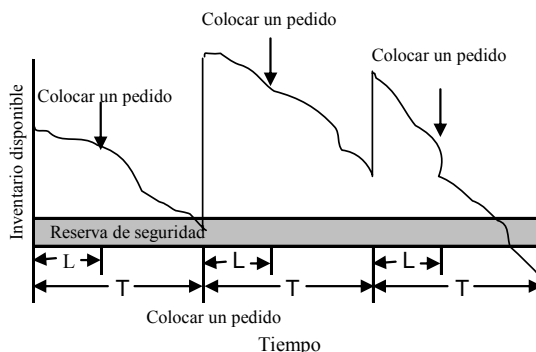


Figura 2. Modelo de inventario para un periodo de tiempo fijo

El valor de Z puede obtenerse, resolviendo la ecuación siguiente para E(z) y leyendo el valor correspondiente en la respectiva tabla<sup>5</sup> :

$$E(z) = \frac{\bar{d} * T * (1 - P)}{\sigma_{T+L}} \dots (2)$$

Aquí,

E(z) = número previsto de unidades faltantes en una tabla normalizada en la cual  $\sigma = 1$ .

P = nivel de servicio deseado y expresado como una fracción. Por ejemplo, 98% o 0.98

$\bar{d} * T$  = demanda o consumo durante el periodo de revisión.

En la tabla 2 se relacionan los consumos del producto que se está analizando en el periodo comprendido entre agosto de 2005 y febrero de 2007:

<sup>4</sup> A petición de la empresa se omite el nombre del producto analizado.

<sup>5</sup> Chase, Richard; Aquilano, Nicholas y Jacobs, Robert: Administración de Producción y de Operaciones. Bogotá, McGraw – Hill, 2000, p. 592 a 598

O	Octubre de 2006		Noviembre de 2006		Diciembre de 2006	
	Días hábiles	Consumo	Días hábiles	Consumo	Días hábiles	Consumo
1	3	28	2	52	1	25
2	4	12	8	64	6	70
3	6	27	9	53	9	12
4	7	13	10	40	10	66
5	11	30	11	47	13	160
6	12	133	14	38	14	38
7	13	67	15	106	15	48
8	14	12	16	46	16	68
9	16	44	17	34	18	12
10	17	28	21	16	19	4
11	19	16	22	33	20	70
12	20	27	24	47	21	1
13	23	47	27	17	26	71
14	24	86	28	35	27	12
15	25	4	29	14	29	89
16	29	31	30	16		746
17	30	41		658		
		646				

O	Enero de 2007		Febrero de 2007		Marzo de 2007		Abril de 2007	
	Días hábiles	Consumo	Días hábiles	Consumo	Días hábiles	Consumo	Días hábiles	Consumo
1	4	54	1	4	15	4	5	83
2	5	12	2	65	16	12	19	12
3	10	85	3	57	17	60	20	20
4	12	20	6	12	20	8	21	40
5	13	31	7	52	22	1		
6	15	185	10	46	28	8		
7	16	64	12	84				
8	17	16	13	44				
9	18	50	14	58				
10	23	115	15	82				
11	24	39	18	68				
12	29	2	20	6				
13	30	112	21	10				
		785			588			93
								155

Tabla 2. Relación de consumo del producto en el periodo octubre de 2006 – abril de 2007.

$\bar{d} = 41,25 =$  Demanda promedio diaria en los meses de octubre de 2006 a abril de 2007.

$\sigma_d = 36 =$  Desviación estándar diaria del consumo.

$$\sigma_{T+L} = \sqrt{(T + L) * \sigma_d^2} = 95 \dots (3)$$

$E(z) = 0.0434454 =$  número previsto de unidades faltantes.

El valor de Z se obtiene de la tabla, interpolando:

E(z):	0,037	0,04345	0,046
Z:	1,4	Z	1,3

$Z = 1.328384918$

La reserva de seguridad es:  $z * \sigma_{T+L} = 126$

Este cálculo significa que cuando el inventario del producto analizado llega a 126 o menos, se hace un nuevo pedido por la cantidad determinada por la expresión identificada por la ecuación (1). Estos cálculos

se pueden observar en la tabla 3, que aparece al final del documento.

A continuación se hace una descripción de los resultados de la simulación, considerando un inventario final a 31 de diciembre de 2006, (que se convierte en inventario inicial para el mes de enero de 2007),  $I = 507$  unidades.

- En la parte de la izquierda de la tabla 3 aparecen los días hábiles de los meses enero a abril de 2007, luego, se muestra el consumo promedio por día hábil, calculado en la pagina anterior y el saldo del inventario final.
- El inventario ajustado,  $I_{ajustado}$  se obtiene sumando al inventario final la cantidad respectiva del pedido a ordenar,  $q_i$ , determinado para el mismo periodo.

- Los cálculos de  $q_i$  se consiguen aplicando la ecuación (1). A manera de ejemplo se muestra el resultado para el día 23 de enero de 2007:

$$q_1 = 41*(5+2) + 1,328384918*95 - 95 = 320$$

Ver  $q_1 = 320$ . Es necesario recibir el pedido el día 15 de enero, por 320 unidades porque el nivel real del inventario está por debajo de la reserva de seguridad que es 126, quedando un inventario real de  $305-185 + 320 = 440$ . Este valor se aprecia en la parte derecha de la citada tabla, identificada con el nombre de “saldo real”.

- Cuando  $q_2 = 330$ , día 7 de febrero. Es conveniente adelantar el pedido por 330 unidades porque el nivel real del inventario está por debajo de la reserva de seguridad que es 126, quedando un inventario real de  $154 + 330 - 112 = 372$ . Este pedido debe recibirse el día 30 de enero.

- Igual sucede cuando  $q_3 = 330$ , ver día 21 de febrero. Este pedido debe adelantarse y recibirse el día 12 de febrero, quedando un inventario disponible real de  $136 + 330 - 84 = 382$ .

- Finalmente, para el día 19 de abril se calcula  $q_4 = 175$ , así:

$$q_4 = 41.25*(5+2) + 126 - 155 = 175$$

Este pedido también se adelanta para que ingrese el día 20 de febrero, permitiendo un inventario disponible de  $130+175-6= 299$ .

- El valor de 155 se estima, teniendo en cuenta que una buena política de administración de inventarios con 41 unidades del producto al final del periodo, garantiza al menos el cubrimiento del consumo promedio diario histórico.

- Con los resultados obtenidos en esta simulación se destacan dos aspectos importantes.

El saldo real de este producto en la empresa a 30 de abril es de 104 unidades y el saldo simulado con el modelo al mismo periodo es de 41 unidades. Esto significa una disminución en el nivel de inventario de 60.61%, manteniendo un nivel de servicio del 100% en la entrega de los pedidos efectuados a la empresa por parte de los usuarios.

Se deja al lector la opción para que haga la simulación, considerando  $T = 8$  y  $L = 2$ . Con un adecuado manejo de inventarios al final del periodo, también se logran resultados favorables para la organización tanto en la reducción del nivel de inventarios, como en la conservación de un excelente nivel de servicios en las entregas.

## 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con una adecuada implementación del modelo propuesto, la empresa puede lograr varios beneficios:

Regular o reducir los costos de aprovisionamiento de los productos. (Incluyen el costo de la orden de pedido y el precio de los productos).

Disminuir considerablemente el costo de almacenamiento que contempla entre otros aspectos el valor promedio del inventario, los intereses sobre la inversión, gastos de seguros, costo de obsolescencia, costo de deterioro.

Disminuir o eliminar en caso de presentarse el costo de escasez. Esta situación se puede controlar manteniendo una buena administración de la reserva de seguridad.

Es de vital importancia el apoyo del departamento de sistemas para automatizar el modelo de inventarios y hacerlo extensivo a todos los productos de la organización.

El modelo de periodo de tiempo fijo con un nivel de servicio específico es muy dinámico y para tener éxito en su administración debe haber una total coordinación entre todas las áreas involucradas: compras, logística, inventarios, administración, apoyadas por la gerencia.

La reserva de seguridad depende del nivel de servicio deseado y el modelo aplicado procura disminuir el grado de incertidumbre de la demanda, con un buen tratamiento estadístico que es de fácil comprensión para todos los lectores.

Los modelos de periodo de tiempo fijo sirven para generar cantidades de pedidos que se caracterizan por variar de periodo a periodo, y están en función de las tasas de utilización o del nivel de servicio.

Los modelos estándar de periodo de tiempo fijo asumen el conteo y control de inventario únicamente en el momento específico de la revisión. Aquí es posible que una gran demanda reduzca significativamente los niveles de inventario, que de todas formas es posible controlar con un nivel óptimo de reserva de seguridad.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Sipper, Daniel y Robert L. Bulfin Jr. *Planeación, Control e Integración de la Producción*. New York: McGraw – Hill, 1998, p. 284
- [2] Tawfik, Louis y Chauvel, Alain. *Administración de la producción*. México: McGraw – Hill, 2000, p. 171
- [3] Chase, Richard; Aquilano, Nicholas y Jacobs, Robert: *Administración de Producción y de Operaciones*. Bogotá, McGraw – Hill, 2000, p. 592 a 598

	Consumos por promedios				Aplicación del modelo				
	O	Días hábiles	$\bar{d}_d$	I	Iajustado	qi	Consumo real	Saldo real	Pendientes
ENERO DE 2007	0			507				507	
	1	4	41	466		0	54	453	0
	2	5	41	425		0	12	441	0
	3	10	41	383		0	85	356	0
	4	12	41	342		0	20	336	0
	5	13	41	301		0	31	305	0
	6	15	41	260		0	185	440	0
	7	16	41	218		0	64	376	0
	8	17	41	177		0	16	360	0
	9	18	41	136		0	50	310	0
	10	23	41	95	415	320	115	195	0
	11	24	41	373		0	39	156	0
	12	29	41	332		0	2	154	0
FEBRERO DE 2007	13	30	41	291		0	112	372	0
	14	1	41	250		0	4	368	0
	15	2	41	208		0	65	303	0
	16	3	41	167		0	57	246	0
	17	6	41	126		0	12	234	0
	18	7	41	85	415	330	52	182	0
	19	10	41	373		0	46	136	0
	20	12	41	332		0	84	382	0
	21	13	41	291		0	44	338	0
	22	14	41	250		0	58	280	0
	23	15	41	208		0	82	198	0
	24	18	41	167		0	68	130	0
	25	20	41	126		0	6	299	0
26	21	41	85	415	330	10	289	0	
MARZO DE 2007	27	15	41	373		0	4	285	0
	28	16	41	332		0	12	273	0
	29	17	41	291		0	60	213	0
	30	20	41	250		0	8	205	0
	31	22	41	208		0	1	204	0
	32	28	41	167		0	8	196	0
ABRIL DE 2007	33	5	41	126		0	83	113	0
	34	19	41	85	260	175	12	101	0
	35	20	41	218		0	20	81	0
	36	21	41	177		0	40	41	0

1621

Tabla 3. Simulación del comportamiento de los consumos promedios y real aplicando el modelo de inventarios P.