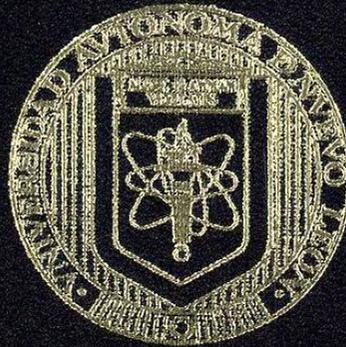


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE INVENTARIOS PARA
LOGRAR UN MEJOR SERVICIO Y EFICIENTIZAR LA
PRODUCCION DE LA PLANTA DE TUBERIA

POR

ING. LUIS ALEJANDRO RAMON VILLEGAS

TESIS

EN OPCION AL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS DE LA ADMINISTRACION
CON ESPECIALIDAD EN PRODUCCION Y CALIDAD

CD. UNIVERSITARIA

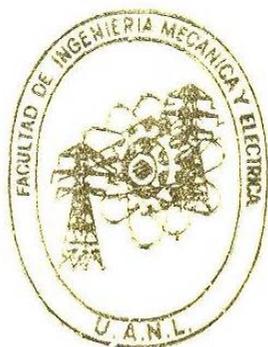
DICIEMBRE DE 2001

TM
Z5853
.M2
FIME
2001
.R356



1020148451

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE INVENTARIOS PARA
LOGRAR UN MEJOR SERVICIO Y EFICIENTIZAR LA
PRODUCCION DE LA PLANTA DE TUBERIA

POR

ING. LUIS ALEJANDRO RAMON VILLEGAS

TESIS

EN OPCION AL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS DE LA ADMINISTRACION
CON ESPECIALIDAD EN PRODUCCION Y CALIDAD

CD. UNIVERSITARIA

DICIEMBRE DE 2001

982138

TM

Z5853

.M2

FIM

2001

.R356

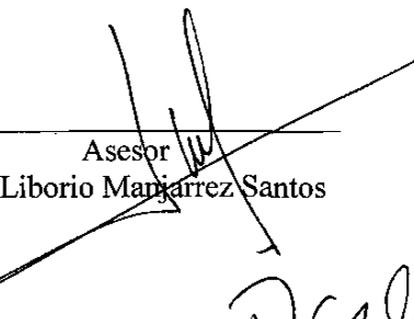


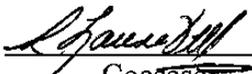
FONDO
TESIS

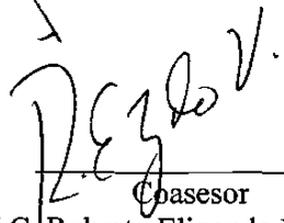
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO

Los miembros del comité de tesis recomendamos que la tesis "Implementación de un sistema de inventarios para lograr un mejor servicio y eficientizar la producción de la planta de tubería" realizada por el alumno Ing. Luis Alejandro Ramón Villegas, matrícula 680568 sea aceptada para su defensa como opción al grado de Maestro en Ciencias de la Administración con especialidad en producción y Calidad.

El Comité de Tesis


Asesor
M.C. Liborio Manjarrez Santos


Coasesor
M.C. Ricardo Laureano Villarreal


Coasesor
M.C. Roberto Elizondo Villarreal


Vo.Bo.
M.C. Roberto Villarreal Garza
División de Estudios de Post-grado

San Nicolás de los Garza, N.L. a Noviembre del 2001

AGRADECIMIENTOS

A mis padres :

Por iniciarme en la educación y siempre estar al pendiente de mis avances, por haber dado prioridad a mi educación básica, la cual fue fundamental para poder iniciar y terminar mi post-grado.

A mi esposa :

Por ser un soporte estable que me permite continuar viendo hacia el futuro.

A mis hijos:

Por ser una motivación y un compromiso a seguir adelante.

A mi Abuelo José :

Por ser un ejemplo a seguir, por enseñarme que no importa la edad para continuar estudiando y que nunca acabamos de aprender.

PROLOGO

En éstas épocas donde el servicio a los clientes y la rentabilidad de las operaciones son aspectos decisivos para la sobrevivencia de los negocios, el estudio por métodos que aseguren de manera sistemática cubrir éstos conceptos, está resurgiendo y tomando mucha fuerza dentro de las organizaciones.

Una de las áreas de decisión más antigua enfrentada por los gerentes de operaciones es la administración científica de los inventarios. En una compañía manufacturera, el inventario y la capacidad son dos lados de la misma moneda; deben administrarse juntas.

Los inventarios proporcionan un buen servicio al cliente y el área de operaciones requiere inventarios para asegurar una producción homogénea y eficiente, por lo que, varían las perspectivas relacionadas con la enseñanza de los modelos clásicos de inventarios. Por una parte, hay artículos que afirman que no son válidos los modelos de cantidad económica de pedido (EOQ, economic order quantity), mientras que la otra parte defiende su uso. Nosotros creemos que ambas partes tienen la razón, en sus ámbitos. Hay que tener cuidado con su aplicación, pero existen ciertas situaciones en la manufactura donde los modelos EOQ se pueden aplicar con éxito; entonces, vale la pena comprender estos modelos.

Esta tesis, sobre los inventarios con demanda independiente, se enfoca en los diferentes tipos de modelos que se pueden utilizar para reponer inventarios.

INDICE

SINTESIS	1
1- INTRODUCCON	3
1.1- Descripción del problema	3
1.2- Objetivos	4
1.3- Hipótesis	4
1.4- Límites al estudio	5
1.5- Justificación	5
1.6- Metodología	6
1.7- Revisión bibliográfica	6
2- SISTEMAS DE INVENTARIO	7
2.1- Introducción	7
2.2- Definición de inventario	8
2.3- Propósitos de los inventarios	8
2.4- Costos de inventario	9
2.5- Comparación entre demanda independiete y demanda dependiente	10
2.6- Sistema de inventario	11
2.6.1 Clasificación de los modelos por cantidad fija o por período fijo	11
2.7- Tipos de modelos básicos	13
2.7.1 Modelo de diente de sierra básico	13
2.7.1.1 Modelos de cantidad fija	14
2.7.2 Modelo de cantidad fija con uso	16
3- PRONOSTICOS	18
3.1 Introducción	18
3.2 Administración de la demanda	18
3.3 Tipos de pronósticos	19
3.3.1 Análisis de series de tiempo	19
3.3.1.1 Promedio móvil simple	19
3.3.1.2 Promedio móvil ponderado	20
4- IMPLEMENTACION PRACTICA DEL SISTEMA DE INVENTARIOS	22
4.1 Aplicación	22
4.1.1 Relación de clientes y productos para la aplicación	23
4.2 Costos de Inventario	23
4.2.1 Costo de oportunidad	24
4.2.2 Costos fijos	24
4.2.3 Costo de mermas (desperdicio de materiales)	25

4.2.4	Costo de fabricación	25
4.2.5	Determinación del costo de preparación actual para un cambio de rodillos.	26
4.2.6	Determinación del costo de almacenamiento	28
4.2.7	Tabla resumen de costos de inventario	29
4.3	Calculo de la demanda por producto en base a pronósticos	29
4.4	Determinación del tamaño del lote óptimo y puntos de reorden por producto.	30
5-	CONCLUSIONES	31
5.1	Comparación de los costos de preparación y de almacenamiento entre la situación actual y la propuesta con el sistema de inventarios.	31
5.2	Comparación en la generación de mermas por ajuste en cada cambio de rodillos.	32
5.3	Diferencia en disponibilidad de equipo	34
5.4	Propuesta definitiva	35
6-	RECOMENDACIONES	36
6.1	Generales	36
	BIBLIOGRAFIA	37
	LISTADO DE TABLAS	38
	APENDICES	
APENDICE 1	Información de Costos y tiempos	39
APENDICE 2	Demandas histórica por producto	40
APENDICE 3	Producciones por producto	41
	GLOSARIO	43
	RESUMEN AUTOBIOGRAFICO	44

SINTEISIS

En ésta tesis se trata el caso de una empresa que tiene problemas con la producción y con el inventario, ya que no cuenta con un sistema que determine con que frecuencia debe entrar a producción, ni cuanto material debe producir.

Esto provoca que la planta sea improductiva, se generen gastos excesivos de operación y se tenga el riesgo de no entregar a tiempo los materiales solicitados por el cliente por no tener el inventario adecuado.

La finalidad de éste trabajo, consiste en implementar un sistema de inventarios que permita eficientizar las operaciones de producción y asegure tener en existencia el inventario necesario para dar el servicio requerido por los clientes.

Para la implementación del sistema de inventarios, primeramente se realizó un escrito de la definición de lo que es un sistema de inventario, cuales son sus propósitos, los costos que implica, los tipos de demanda que existen y por último se mencionan algunos modelos existentes para la implementación del sistema y que usaron en ésta tesis.

Después se continuó con el tema de pronósticos, donde de acuerdo a la demanda que se tiene en ésta empresa, se habla de los pronósticos que se aplicaron al estudio, los cuales fueron los de análisis de series de tiempo en su modalidad de promedio móvil simple y promedio móvil ponderado.

Ya en la implementación, se hizo un análisis previo para obtener la relación de los productos y clientes a los cuáles se aplicaría el modelo, que de acuerdo a los límites del estudio, sólo es para aquellos que la demanda semanal sea constante, también se

definió que tipo de pronóstico se utilizaría y cual modelo de inventarios se aplicaría; después se definieron los costos del inventario, tanto el de preparación como el de almacenamiento.

Con la información histórica de la demanda mensual de los productos anteriormente definidos, y con la ayuda de los pronósticos se procedió a calcular la demanda mensual promedio y la demanda anual.

Al tener los datos de costos y demandas para cada producto seleccionado, se calcularon los lotes óptimos y la frecuencia de pedidos a formular en el año, para los dos modelos de inventarios (cantidad fija y cantidad fija con uso), siguiendo después con el cálculo de los puntos de reorden.

Por último se sacaron las diferencias económicas entre la forma actual de producción y las recomendadas al aplicar un sistema de inventarios.

1 INTRODUCCION

1.1 Descripción del problema:

La planta de tubería de la Empresa "Galvak, SA de CV" se dedica a la fabricación de tubos, en una amplia gama de diámetros, largo y espesores. Cuenta con 3 áreas productivas: slitter, molinos y corte dimensionado.

La materia prima que se utiliza en ésta planta son rollos de lámina negra y galvanizada.

El proceso inicia en el slitter, donde se cortan los rollos de lámina a los anchos desarrollados para cada diámetro, después se envía ésta lámina a los molinos, para fabricar el tubo, se almacena y se embarca posteriormente. Si se requiere de un largo especial, el tubo es enviado al área de corte dimensionado para ser cortado a la dimensión solicitada.

El número de molinos con los que se cuenta para la producción, son 5, y en cada uno de ellos, se requiere de montar un juego de rodillos para la fabricación del tubo; cada juego es especial para producir un cierto diámetro, por lo que para cambiar la producción de un diámetro a otro, en cada molino es necesario hacer un cambio de rodillos.

En cada cambio de rodillos, el molino para su producción alrededor de 3 horas; además de esto, al arrancar la producción de un diámetro nuevo, es necesario hacer ajustes, por lo que se genera producto no conforme (mermas) del orden del 5%.

Actualmente ésta planta de tubería cuenta con ciertos clientes que demandan un consumo de material en forma constante por medio de reposición de inventarios y sus entregas deben ser en forma inmediata.

Para éstos clientes, la planta produce inventarios anticipadamente para responder éstas demandas, pero en ocasiones en el almacén de producto terminado no se tiene el inventario necesario, lo cual provoca que el departamento de programación tenga que hacer ajustes al programa de producción, intercalando una orden de fabricación urgente para satisfacer la demanda.

El intercalar una orden de fabricación de urgencia, provoca una ineficiencia en la producción de la planta, ya que se genera un paro no programado en el molino para hacer el cambio de rodillos correspondiente, y la generación de producto no conforme al arranque de la producción.

1.2 Objetivos:

1- Desarrollar e implementar un sistema de inventarios que permita satisfacer las demandas de los cliente en forma inmediata.

2- Eficientizar el proceso de producción, reduciendo el número de cambios de rodillos y por consiguiente reducir la generación de producto no conforme (mermas)

1.3 Hipótesis:

Si aplicamos un sistema de inventarios que nos permita tener en existencia el material necesario para cubrir inmediatamente las demandas de los clientes, llegaríamos a tener los siguientes resultados:

- Cero quejas por parte del cliente por entregas fuera de tiempo.
- Reducción en los paros de molinos por cambio de rodillos.
- Reducción en producto no conforme (mermas)
- Mayor disponibilidad de equipo

1.4 Límites al estudio:

El modelo del sistema de inventarios sería una aplicación en la empresa “Galvak”, en su unidad de negocio de Tubería y Perfiles.

Este sistema aplicaría solo para los clientes con un consumo semanal constante.

1.5 Juistificación:

En el entorno en que nos movemos actualmente, con la globalización de los mercado y el constante crecimiento de los competidores, es necesario mejorar el servicio que brindamos a los clientes, además de que cada vez se debe ser mas eficientes en los procesos.

Muchos clientes tiene sistemas de calidad donde evaluan a sus proveedores, y al cabo de un período establecido, determinan si el proveedor es calificado, autorizado o confiable.

En éstas evaluaciones se incluye el servicio brindado por el proveedor, donde el punto principal es el tiempo de respuesta a sus demandas de material.

Otro factor importante para la justificación de ésta tesis, es que no solamente un excelente servicio brindado a los clientes le da seguridad de permanecer en el mercado, se requiere también que los costos de producción se reduzcan, que los equipos no estén parados al cambiar de un producto a otro.

1.6 Metodología:

- Definición de clientes con los cuales se implementaría el sistema de inventarios.
- Investigar los productos que éstos clientes consumen semanalmente.
- Obtener la información estadística de sus consumos de estos productos semanalmente.
- Calcular el lote óptimo de producción
- Definir niveles de inventario por cada producto (máximos y puntos de reorden)
- Propuesta definitiva

1.7 Revisión bibliográfica:

La bibliografía utilizada en la presente tesis sirvió como apoyo para conocer de manera técnica las ventajas de tener un sistema de inventarios para lograr un buen servicio al cliente y para asegurar una producción homogénea y eficiente.

Texto: Dirección y Administración de la producción y de las operaciones.

De éste libro se tomaron las definiciones técnicas de inventario, el propósito de los inventarios, los tipos de costos que hay en el llevar un inventario, la comparación entre demanda independiente y demanda dependiente.

Además se obtuvieron los sistemas de inventario que aplican en una demanda independiente y también el tema de pronósticos.

Texto: Administración de operaciones

Este texto ayudó a comprender lo que es el inventario con demanda independiente, así como cuales son los punto claves en la implementación de un sistema de inventarios.

2 SISTEMA DE INVENTARIO

2.1 Introducción

Una de las áreas de decisión más antigua enfrentada por los gerentes de operaciones es la administración científica de los inventarios. En una compañía manufacturera, el inventario y la capacidad son dos lados de la misma moneda; deben administrarse juntas.

La administración del inventario se puede considerar como una de las funciones administrativas de producción más importantes, en virtud de que requiere una buena parte de capital y de que afecta la entrega de los bienes a los consumidores. La administración del inventario tiene un fuerte impacto en todas las áreas del negocio, particularmente en la de producción, la de mercadotecnia y la de finanzas. **Los inventarios proporcionan un buen servicio al cliente.** Lo que es de vital interés para la mercadotecnia. Las finanzas están enfocadas al manejo financiero global de la organización, incluyendo fondos asignados para el inventario. **Y el área de operaciones requiere inventarios para asegurar una producción homogénea y eficiente.**

Existen sin embargo, objetivos de inventario diferentes dentro de la empresa. La función financiera generalmente prefiere mantener los inventarios en un nivel bajo para conservar el capital, la mercadotecnia se inclina por tener niveles altos de inventarios para reforzar ventas, entre tanto, la parte operativa desea inventarios adecuados para una producción eficiente y niveles de empleo homogéneo. La administración del inventario debe equilibrar estos objetivos en conflicto y manejar los niveles de inventario con base en los intereses de la firma como un todo.

2.2 Definición de inventario

Un **inventario** es una cantidad almacenada de materiales que se utilizan para facilitar la producción o para satisfacer las demandas del consumidor. Por lo general, los inventarios incluyen materia prima, trabajo o producto en proceso y productos terminados.

Un **sistema de inventarios** es el conjunto de políticas y controles que supervisa los niveles de inventario y determina cuáles son los niveles que deben mantenerse, cuándo hay que reabastecer el inventario y de qué tamaño deben ser los pedidos.

2.3 Propósitos de los inventarios

Las existencias en inventario en la producción de bienes se usan para satisfacer las siguientes necesidades.

1. Mantener la independencia de las operaciones.

Existen costos para la preparación de cada nueva producción, un inventario permite a la gerencia reducir el número de preparaciones.

2. Satisfacer las variaciones en la demanda de productos.

Si se conoce con precisión la demanda del producto, se puede (aunque no siempre es económico) fabricar el producto para satisfacer exactamente la demanda. Sin embargo, por lo general no se conoce por completo la demanda, por lo que hay que mantener existencias reguladoras para absorber la variación.

3. Permitir flexibilidad en los programas de producción.

Las existencias en inventario reducen la presión que existe en el sistema de producción para generar los bienes. Esto da lugar a mayores tiempos de entrega, lo que permite planificar la producción para obtener un flujo más regular y un menor costo operativo con la producción de lotes más grandes. Por ejemplo, los altos costos de preparación favorecen la producción de más unidades una vez terminada la preparación.

4. Aprovechar el tamaño económico de pedido.

Obviamente, elaborar un pedido tiene su costo: fuerza de trabajo, llamadas telefónicas, mecanografía, tarifas postales, etcétera. Por consiguiente, si aumenta el tamaño del pedido, será menor el número de pedidos que hay que elaborar. Además, los costos de envío no son lineales y favorecen a los pedidos más grandes: conforme es mayor el envío, menor es el costo por unidad.

2.4 Costos de inventario

Para tomar cualquier decisión que afecte el tamaño del inventario, hay que tomar en cuenta los siguientes costos:

1. Costos de preparación (o de cambio en la producción).

Si no existieran costos o pérdidas de tiempo al cambiar de un producto a otro, se producirían lotes pequeños. Con esto se reducirían los niveles de inventario y se obtendrían ahorros en costo. Sin embargo, por lo general existen los costos de cambios, y uno de los retos actuales es tratar de reducir estos costos de preparación para tener lotes de tamaño más pequeños.

2. Costos de pedidos.

Estos costos se refieren a los costos de dirección y administrativos para preparar el pedido o la orden de fabricación.

3. Costos de escasez.

Si se agotan las existencias de un artículo, una solicitud tiene que esperar hasta que se reabastezcan las existencias o se cancele la orden. Hay un compromiso entre almacenar existencias para satisfacer la demanda y los costos que son el resultado de las inexistencias. En ocasiones es difícil lograr el equilibrio, ya que no siempre se puede estimar las pérdidas en ganancias, el efecto de perder a los clientes o las penalizaciones por tardanza.

4. Costos de almacenamiento.

Se trata de una categoría amplia que incluye los costos por instalaciones de almacenamiento, el manejo, la depreciación, los impuestos y el costo de oportunidad del capital.

Para establecer la cantidad correcta que se debe pedir a los proveedores o determinar el tamaño de los lotes que se procesan en las instalaciones productivas de la empresa, se requiere buscar el costo mínimo total que se obtiene del efecto combinado de cuatro costos individuales: costos de almacenamiento, costos de preparación o de pedido, y costos de escasez.

2.5 Comparación entre demanda independiente y demanda dependiente

Una distinción crucial en la administración de inventarios es si la demanda es independiente o dependiente.

La diferencia entre la demanda independiente y la dependiente es la que sigue: En la demanda independiente, no existe relación entre la demanda de varios artículos, por lo que hay que determinar por separado las cantidades necesarias de cada uno. En la

demanda dependiente, la necesidad de un artículo es el resultado directo de la necesidad de otro, que generalmente es de mayor nivel del cual forma fuerte.

Con frecuencia las empresas acuden a sus departamentos de ventas y de investigación de mercado para determinar las cantidades de artículos independientes que deben producir. Se emplean diversas técnicas, como las encuestas a clientes, las técnicas de pronósticos y las tendencias económicas y psicológicas. Puesto que la demanda independiente es incierta, hay que almacenar unidades adicionales en inventario. Este capítulo presente modelos para determinar cuántas unidades adicionales hay que almacenar para lograr un nivel de servicio determinado (porcentaje de la demanda independiente) que quisiera satisfacer la empresa.

2.6 Sistema de inventario

Un sistema de inventario proporciona la estructura de organización y las políticas operativas para mantener y controlar los bienes en existencia. El sistema es responsable de pedir y recibir los bienes: determinar el tiempo para colocar el pedido y seguir el rastro de lo que se ha pedido, de cuánto se ha pedido y de quién lo ha pedido.

2.6.1 Clasificación de los modelos por cantidad fija o por período fijo

Hay dos tipos generales de sistemas de inventario: los modelos de cantidad fija (también llamados de cantidad económica de pedido, o EOQ) y los modelos de período fijo (también conocidos como sistema periódico, sistema de revisión periódico o sistema de cantidad fija a intervalos).

La diferencia principal es que los modelos de cantidad fija son “activados por situaciones” y los modelos de período fijo son “activados por tiempo”. Es decir, un

modelo de cantidad fija inicia un pedido cuando llega a un nivel de reorden específico. Por otra parte, el modelo de período fijo se limita a colocar pedidos al término de un período determinado; únicamente el paso del tiempo activa el modelo.

Para usar el modelo de cantidad fija –que coloca un pedido cuando el inventario existente cae debajo de un punto de reorden determinado, R- hay que supervisar constantemente el inventario restante. Por tanto, el modelo de cantidad fija es un sistema perpetuo que requiere actualizar los registros cada vez que se retire o agregue algo al inventario, para estar seguros de que se haya alcanzado o no el punto de reorden. El periodo de revisión del modelo de periodo fijo es únicamente el periodo especificado para la revisión; no se lleva a cabo recuentos intermedios (aunque algunas empresas han creado variaciones de sistemas que combinan las características de ambos)

Característica	Modelo de cantidad fija	Modelo de periodo fijo
Cantidad de pedido	Q constante (se pide la misma cantidad cada vez)	Q variable (cambia cada vez que se hace un pedido)
Cuándo hacer el pedido	R, cuando la cantidad disponible llega al punto de reorden	T, cuando llega el periodo de revisión
Registros	Cada vez que se hace un retiro o una adición	Se cuenta solo durante el periodo de revisión
Tamaño del inventario	Menor que el modelo de periodo fijo	Mayor que el modelo de cantidad fija
Tiempo de mantenimiento	Alto, debido al registro perpetuo	
Tipo de artículos	Artículos costosos, críticos o importantes	

Tabla 1. Diferencias entre el modelo de cantidad fija y el de periodo fijo

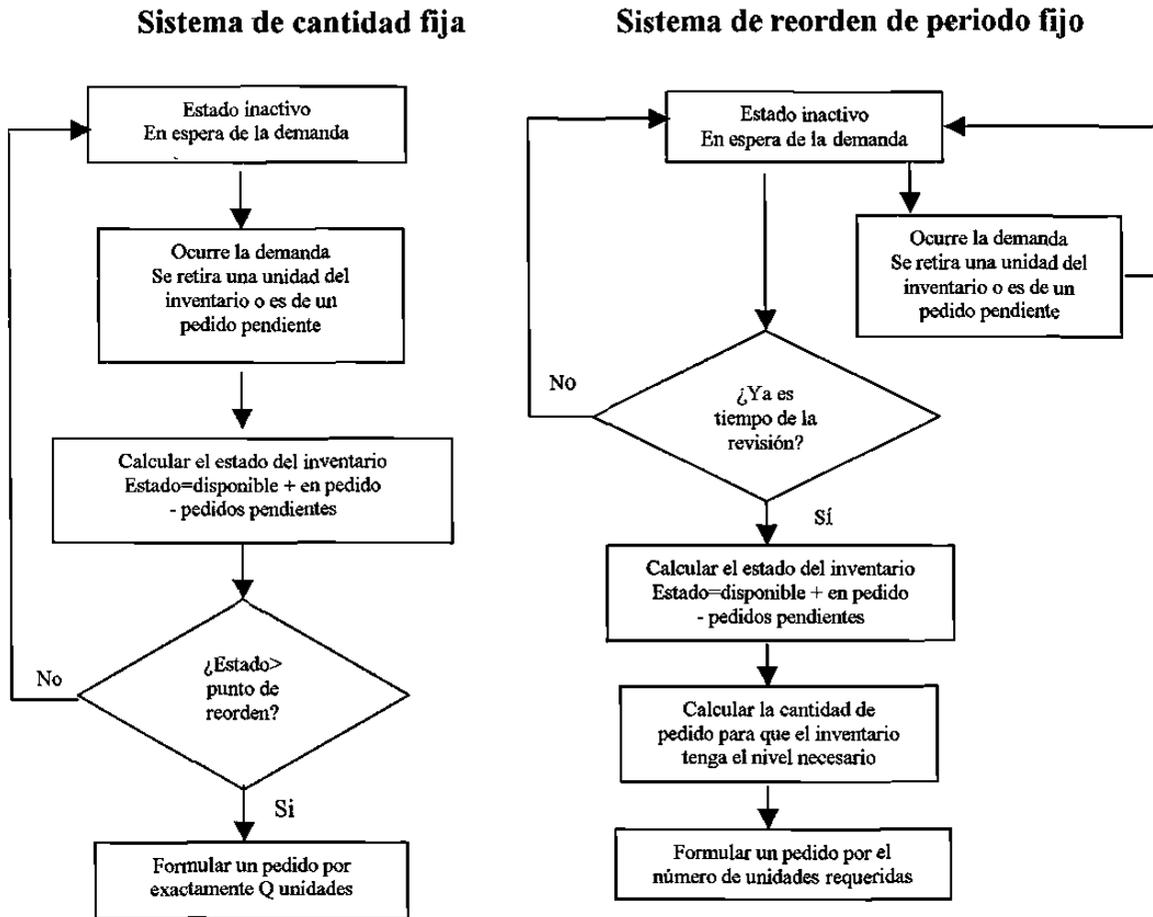


Tabla 2. Comparación entre sistemas de cantidad fija y de período fijo para reorden de inventario.

2.7 Tipos de modelos básicos

2.7.1 Modelo de diente de sierra básico

Los modelos más sencillos de esta categoría ocurren cuando se conocen con seguridad todos los aspectos de una situación (demanda anual, costos de preparación y almacenamiento). Es obvio que pocas veces es válida la suposición de certidumbre total, pero sirve como buen punto de partida para nuestro tratamiento de los modelos de inventario.

2.7.1.1 Modelos de cantidad fija

Los modelos de cantidad fija tratan de determinar el punto específico R , en que se hará un pedido y el tamaño del pedido, Q . El punto de reorden, R , es siempre una cantidad específica de unidades en inventario. La solución para un modelo de cantidad fija podría estipular algo parecido a esto: cuando el número de unidades disponible en inventario baje a 36, genere un pedido por 57 unidades más.

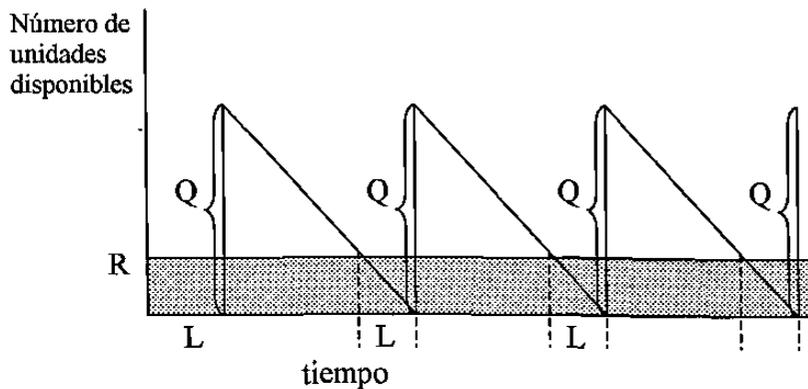
El cuadro 7.1 y el análisis acerca de la obtención de la cantidad de pedido óptimo se basan en las siguientes características del modelo:

- La demanda del producto es constante y uniforme durante el período.
- El tiempo de entrega (del pedido a la recepción) es constante.
- El precio por unidad de producto es constante.
- El costo de almacenamiento se basa en el inventario promedio.
- El costo de pedido y el de preparación son constantes.
- Se satisfará toda la demanda del producto (no se permiten pedidos atrasados).

El “efecto de diente de sierra”, que relaciona a Q y R en el cuadro 7.1, indica que se formula un pedido cuando el inventario desciende a un punto R . Este pedido se recibe al final del período L , que no varía en éste modelo.

Al desarrollar cualquier modelo de inventario, el primer paso es obtener una relación funcional entre las variables de interés y la medición de la eficacia. En éste caso, lo que nos preocupa es el costo, por lo que serviría la siguiente ecuación:

$$\text{Costo anual Total} = \text{Costo anual de compras} + \text{Costo anual de pedidos} + \text{Costo anual de almacenamiento}$$



Cuadro 7.1 Modelo básico de cantidad fija

o

$$TC = DC + (D/Q) S + (Q/2) H$$

donde

TC = Costo anual total

D = Demanda (anual)

C = Costo por unidad

Q = Cantidad para el pedido (a la cantidad óptima se le denomina *cantidad económica de pedido*, EOQ o Q_{opt})

S = Costo de preparación o costo de formulación del pedido

R = Punto de reorden

L = Tiempo de entrega

H = Costo anual de almacenamiento por unidad de inventario promedio. (muchas veces se toma el costo de almacenamiento como un porcentaje del costo del artículo, como $H = iC$, donde i es el porcentaje de costo de almacenamiento.)

En el lado derecho de la ecuación, DC es el costo anual de compras de las unidades, $(D/Q)S$ es el costo anual de pedidos (el número de pedidos formulados, D/Q , multiplicado por el costo de cada pedido, S) y $(Q/2)/H$ es el costo anual de almacenaje (el inventario promedio, Q/s), multiplicado por el costo de almacenamiento por unidad, H).

El segundo paso del desarrollo del modelo es controlar la cantidad de pedido, Q , para el cual el costo total sea mínimo. Por medio del cálculo diferencial, el procedimiento incluye la obtención de la derivada del costo total con respecto a Q y

hacer éste valor igual a cero. Para el modelo básico que aquí se contempla, los cálculos serían lo siguientes:

$$TC = DC + (D/Q) S + (Q/2) H$$

$$\frac{dTC}{dQ} = 0 + \frac{(-DS)}{Q^2} + \frac{H}{2} = 0$$

$$Q_{opt} = \sqrt{2DS / H}$$

Este modelo supone demanda y tiempo de entrega constantes, por lo que no son necesarias las existencias de seguridad, y el punto de reorden, R, es :

$$R = \bar{d} L$$

Donde

\bar{d} = Demanda diaria promedio (constante)

L = Tiempo de entrega en días (constante)

2.7.2 Modelo de cantidad fija con uso

En el modelo anterior se supuso que la cantidad pedida se recibiría en un solo lote, pero con frecuencia no sucede así. De hecho, en muchos casos es simultánea la producción de un artículo de inventario y el uso de dicho artículo. Esto sucede sobretodo cuando una parte del sistema de producción actúa como proveedor de otra. Además, cada vez son más comunes los acuerdos a largo plazo entre compañías y proveedores. En estos contratos, un pedido puede abarcar las necesidades de productos o metariales en un período de seis meses o un año, con entregas semanales (o incluso más frecuentes) del proveedor. Este modelo difiere del análisis anterior de los tamaños de lotes de proceso y transferencia, ya que presenta una tasa continua de uso d . Si d denota una tasa constante de demanda para un artículo que entra a producción y p presenta la tasa de

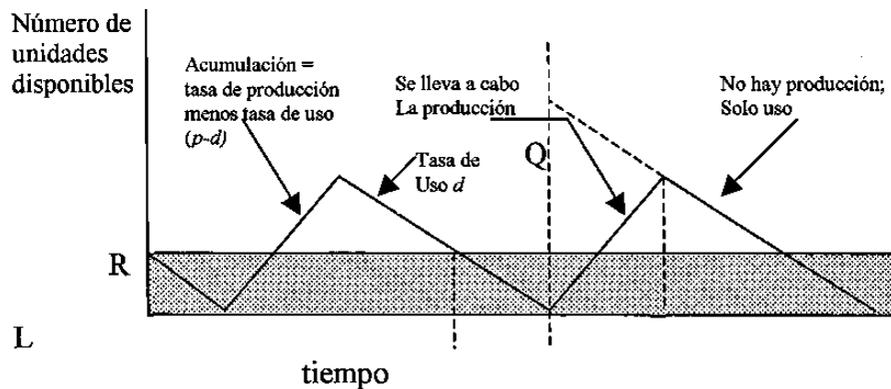
producción del proceso que utiliza el artículo, se puede desarrollar la siguiente ecuación de costo total:

$$TC = DC + (D/Q) S + \frac{(p-d) QH}{2p}$$

Una vez más derivando con respecto a Q y haciendo la ecuación igual a cero, se obtiene

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2DS}{H} \frac{p}{(p-d)}}$$

Este modelo se muestra en el cuadro 7.2. Se puede observar que el número de unidades disponibles siempre es menor que la cantidad de pedido, Q.



Cuadro 7.2 Modelo de cantidad fija con uso durante el tiempo de producción

3 PRONOSTICOS

3.1 Introducción

Los pronósticos son muy importantes para toda la organización empresarial y para las decisiones de gestión importantes. Son la base de la planificación corporativa a largo plazo.

El personal de producción y de operaciones utiliza pronósticos para tomar decisiones periódicas con respecto a la selección de procesos, a la planificación de la capacidad, a la distribución en planta, a la planificación de la producción, a la programación de actividades y al **inventario**.

Es fundamental revisar y actualizar continuamente los pronósticos con base en los datos recientes.

3.2 Administración de la demanda

El propósito de la administración de la demanda es coordinar y controlar todas las fuentes de demanda para que el sistema productivo pueda usarse de manera eficiente y para que el producto se entregue a tiempo.

Existen dos tipos básicos de demanda: la dependiente y la independiente. La demanda dependiente de un producto o servicio se debe a la de otros productos o servicios, por lo que para éste tipo de demanda no se requieren de pronósticos, sólo tabulaciones.

3.3 Tipos de pronósticos

Los pronósticos se pueden clasificar en cuatro tipos básicos: cualitativos, análisis de series de tiempo, relaciones causales y simulación.

Las técnicas cualitativas son de carácter subjetivo y se basan en estimaciones y opiniones. El análisis de series de tiempo, se basa en la idea de que se pueden usar los datos relacionados con la demanda del pasado para realizar pronósticos. Los datos del pasado pueden incluir varios componentes, como la tendencia, la estacionalidad o las influencias cíclicas. Los pronósticos causales, suponen que la demanda está relacionada con uno o más factores subyacentes del ambiente. Los modelos de simulación permiten al pronosticador recorrer una gama de suposiciones sobre la condición del pronóstico.

3.3.1 Análisis de series de tiempo

Los modelos de pronóstico de series de tiempo tratan de pronosticar el futuro con base en datos pasados. Por ejemplo, se pueden usar las cifras de ventas recolectadas en las últimas seis semanas para pronosticar las ventas de la séptima semana; se pueden usar las cifras de ventas trimestrales de los últimos años para pronosticar los próximos trimestres. Aunque ambos ejemplos se refieren a ventas, es probable que se utilicen distintos modelos de series de tiempo para los pronósticos.

Los promedios móviles son los mejores y más fáciles de usar para pronósticos a corto plazo: requieren pocos datos y los resultados son de nivel medio.

3.3.1.1 Promedio móvil simple

Cuando la demanda de un producto no crece ni se reduce rápidamente, y no tiene características estacionales, un promedio móvil puede ayudar a eliminar las fluctuaciones aleatorias del pronóstico. Aunque muchas veces se centra un promedio

móvil, es más conveniente usar datos pasados para pronosticar directamente el siguiente período.

Si queremos pronosticar junio con un promedio móvil de cinco meses, podemos tomar el promedio de Enero, Febrero, Marzo, Abril y Mayo; cuando pase Junio, el pronóstico para Julio sería el promedio de Febrero, Marzo, Abril, Mayo y Junio.

La mayor desventaja al calcular un promedio móvil es que hay que incluir como datos todos los elementos individuales, ya que un nuevo período de pronóstico implica agregar los nuevos datos y eliminar los más viejos.

3.3.1.2 Promedio móvil ponderado

Mientras que el promedio móvil simple da igual peso a cada componente de la base de datos, el promedio móvil ponderado permite dar cualquier peso a un elemento, siempre y cuando la suma de los pesos sea igual a 1. Por ejemplo, una tienda de departamentos puede encontrar que el mejor pronóstico para un período de cuatro meses se obtiene al usar el 40% de las ventas reales para el mes más reciente, el 30% para las cifras de dos meses atrás, el 20% para el tercer mes y el 10% para el cuarto mes hacia atrás. Si los datos de ventas fueran los siguientes:

Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
100	90	105	95	?

el pronóstico para el mes 5 sería

$$\begin{aligned}
 F_5 &= 0.40(95) + 0.30(105) + 0.20(90) + 0.10(100) \\
 &= 38 + 31.5 + 18 + 10 \\
 &= 97.5
 \end{aligned}$$

El promedio móvil ponderado tiene una gran ventaja sobre el promedio móvil simple, ya que puede variar el efecto de los datos pasados. No obstante, es más inconveniente y costoso de usar.

4 IMPLEMENTACION PRACTICA DEL SISTEMA DE INVENTARIOS

4.1 Aplicación

Para la implementación del sistema de inventarios, se ha determinado que debido a que el material que se produce en ésta planta no tiene ninguna relación con otros artículos, y es necesario determinar las cantidades a almacenar de cada uno por separado, el tipo de demanda con el cual cuenta ésta empresa es del tipo independiente.

Para la implementación de un sistema de inventarios con demanda independiente, existen varios modelos, en ésta tesis se usarán los siguientes modelos para su implementación: modelo de cantidad fija y modelo de cantidad fija con uso.

Para éstos modelos se requieren los datos de demanda anual y costos de inventario (de preparación y de almacenamiento), para obtener el tamaño de lote óptimo, y para obtener el punto de reorden, es necesario conocer la demanda diaria y el tiempo de entrega en días (ver apéndice 1)

La demanda anual se determinará calculando la demanda mensual promedio, por medio de pronósticos del tipo análisis de series de tiempo (promedio móvil simple y promedio móvil ponderado), tomando en cuenta 4 meses de historia (apéndice 2) y multiplicandola por 12. Para el promedio móvil ponderado, el peso del mes más reciente será del 40%, el 30% para el valor de dos meses atrás, el 20% para el tercer mes y el 10 % para el cuarto mes hacia atrás. La demanda diaria será el valor de la demanda mensual dividida entre 30 días.

Para la determinación de los costos se utilizará el apéndice 1.

4.1.1 Relación de clientes y productos para la aplicación

Producto	Cliente	Molino de producción	Calibre	Diámetro	Pronóstico	Modelo
1	Invacare	YODER	18	0.75"	Simple	Cant. Fija
2	Invacare	WEAN	18	0.875"	Simple	Cant. Fija
3	Invacare	WEAN	14	1"	Ponderado	Cant. Fija
4	Rheem	2K	14	3"	Simple	Cant. Fija con uso

Tabla 3. Relación de clientes y productos para la aplicación

4.2 Costos de Inventario

Para el desarrollo de la implementación del sistema de inventario, se requiere determinar el costo del inventario, como se vió en el capítulo 2 de éste trabajo. En el caso de ésta aplicación, sólo se va a tomar en cuenta el costo de preparación y el costo de almacenamiento, ya que el costo de elaborar pedidos y el costo de escacez no es posible determinarlo de forma precisa.

Para calcular el costo total de preparación, se definieron 4 tipos de costos que sumados nos dan el total del costo de preparación.:

- Costo de oportunidad
- Costos fijos
- Costo de mermas
- Costo de fabricación

Para calcular el costo de almacenamiento, se toma un porcentaje del costo del material.

4.2.1 Costo de oportunidad

El costo de oportunidad es el beneficio que se desperdicia, o la ventaja que se pierde, que surge de elegir una acción en vez de la mejor opción conocida.

Aplicación

- Contribución marginal que se pierde por las toneladas dejadas de producir mientras el molino se encuentra en un cambio de rodillos.

Fórmula para determinar el costo de oportunidad.

Costo de oportunidad = (Tiempo promedio de paro) x (Producción promedio por hora) x (Contribucion Marginal promedio)

4.2.2 Costos fijos

Un costo fijo es cualquier gasto que permanece constante sin importar el nivel de producción. Aunque en realidad ningún costo es fijo, hay muchos tipos de gastos que permanecen relativamente fijos en una gama de producción amplia.

Aplicación

- El costo de la mano de obra que se desperdicia por estar el molino parado en un cambio de rodillos.

Fórmula para determinar el desperdicio de la mano de obra.

Costo Mano de obra = (Costo por hora) x (Tiempo promedio de paro)

4.2.3 Costo de mermas (desperdicio de materiales)-

Una merma o desperdicio de material es todo producto que no cumple con las especificaciones del proceso, y el costo de merma es aquel que resulta del diferencial entre el costo real del producto antes de procesarse menos la recuperación que se obtiene por la venta del producto hecho merma.

Aplicación

- El costo de las mermas (o desperdicio) que se generan al arranque de una corrida, por concepto de ajustes, después de haber hecho un cambio de rodillos.

Fórmula para determinar el costo de mermas.

Costo mermas = (Toneladas de ajuste) x (Costo de material - Ingreso por venta de merma)

4.2.4 Costo de fabricación

Existen gastos de fabricación que no están ligados al volumen de producción, son gastos que se realizan para mantener el equipo funcional y disponible, por ejemplo, mantenimientos preventivos, rectificación de rodillos, gasto de energéticos, etc.

Aplicación

- Los gastos en que se incurre aún y cuando no se está produciendo, por estar el molino parado por un cambio de rodillos.

Fórmula para determinar el costo de fabricación.

Costo de fabricación = (Gasto de fabricación promedio diario) x (Tiempo promedio de paro / 24)

4.2.5 Determinación del costo de preparación actual para un cambio de rodillos.

El valor de las variables que se requieren en cada una de las fórmulas, se obtienen del apéndice 1.

Molino 2K

Costo de oportunidad = (Tiempo promedio de paro) x (Producción promedio por hora) x (Contribución Marginal promedio)

$$\text{Costo de oportunidad} = (3) (2.363) (2,000) = \$ 14, 178 \text{ pesos}$$

Costo Mano de obra = (Costo por hora) x (Tiempo promedio de paro)

$$\text{Costo Mano de obra} = (23.5) x (3) = \$ 70.5 \text{ pesos}$$

Costo mermas = (Toneladas por ajuste) x (Costo de material - Ingreso por venta de mermas)

$$\text{Costo mermas} = (2) (5,000 - 4,500) = \$ 1,000 \text{ pesos}$$

Costo de fabricación = (Gasto de fabricación promedio diario) x (Tiempo promedio de paro / 24)

$$\text{Costo de fabricación} = (7,671) (3/24) = \$ 959 \text{ pesos}$$

$$\text{Costo de Preparación} = \$ 14,178 + \$ 70.5 + \$ 1,000 + 959 = \$ 16,207.5 \text{ pesos}$$

Molino Yoder

Costo de oportunidad = (Tiempo promedio de paro) x (Producción promedio por hora) x (Contribucion Marginal promedio)

$$\text{Costo de oportunidad} = (3) (1.175) (2,000) = \$ 7,050 \text{ pesos}$$

Costo Mano de obra = (Costo por hora) x (Tiempo promedio de paro)

$$\text{Costo Mano de obra} = (23.5) x (3) = \$ 70.5 \text{ pesos}$$

Costo mermas = (Toneladas por ajuste) x (Costo de material - Ingreso por venta de mermas)

$$\text{Costo mermas} = (1) (5,000 - 4,500) = \$ 500 \text{ pesos}$$

Costo de fabricación = (Gasto de fabricación promedio diario) x (Tiempo promedio de paro / 24)

$$\text{Costo de fabricación} = (7,671) (3/24) = \$ 959 \text{ pesos}$$

$$\text{Costo de Preparación} = \$ 7,050 + \$ 70.5 + \$ 500 + 959 = \$ 8,579.5 \text{ pesos}$$

Molino Wean

Costo de oportunidad = (Tiempo promedio de paro) x (Producción promedio por hora) x (Contribucion Marginal promedio)

$$\text{Costo de oportunidad} = (3) (1.089) (2,000) = \$ 6,534 \text{ pesos}$$

Costo Mano de obra = (Costo por hora) x (Tiempo promedio de paro)

Costo Maño de obra = (23.5) x (3) = \$ 70.5 pesos

Costo mermas = (Toneladas por ajuste) x (Costo de material - Ingreso por venta de mermas)

Costo mermas = (1.5) (5,000 – 4,500) = \$ 750 pesos

Costo de fabricación = (Gasto de fabricación promedio diario) x (Tiempo promedio de paro / 24)

Costo de fabricación = (7,671) (3/24) = \$ 959 pesos

Costo de Preparación = \$ 6,534 + \$ 70.5 + \$ 750 + 959 = \$ 8,313.5 pesos

4.2.6 Determinación del costo de almacenamiento.

El costo de almacenamiento, aquí lo definimos como el costo de oportunidad del capital, y viene representado por un porcentaje del costo del material.

Si tomamos del apéndice 1 el valor del material y lo multiplicamos por el interes anual que ofrecen las instituciones bancarias en la fecha del estudio, obtendremos el costo de almacenamiento.

Costo del material \$ 5,000 pesos / tonelada

Interes anual 12 %

Costo de almacenamiento = \$ 600 pesos / tonelada

4.2.7 Tabla resumen de costos de inventario.

Costo de preparación por molino :	
Molino 2K	\$ 16,207.5 pesos
Molino Yoder	\$ 8,579.5 pesos
Molino Wean	\$ 8,313.5 pesos
Costo anual de almacenamiento :	
\$ 600 pesos por tonelada	

Tabla 4. Tabla resumen de costos de inventario

4.3 Cálculo de la demanda por producto en base a pronósticos.

Utilizando el apéndice 2, tomamos los datos históricos de demanda mensual por producto y los vaciamos en la siguiente tabla, para obtener la demanda mensual promedio por medio del pronóstico correspondiente, la demanda anual y la demanda diaria.

Cálculo de la demanda

Promedio móvil simple

Producto	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Promedio	Demanda anual	Demanda diaria
1	53	54	69	39	54	645	2
2	220	235	210	132	199	2391	7
4	321	295	241	240	274	3291	9

Promedio móvil ponderado

3	59	58	67	38	53	634	2
---	----	----	----	----	----	-----	---

Tabla 5. Cálculo de la demanda

4.4 Determinación del tamaño del lote óptimo y puntos de reorden por producto

Utilizando las fórmulas vistas en el capítulo 2.7 para determinar el tamaño del lote óptimo y puntos de reorden para los modelos de cantidad fija y cantidad fija con uso, obtenemos las siguientes tablas.

Tabla 6. Cálculo de lote óptimo

Modelo de cantidad fija

Producto	Demanda anual (tons)	Costo de preparación	Costo anual de almacenamiento	Lote óptimo (tons)	Pedidos a formular (anual)
	(D)	(S)	(H)	Qopt	D/Q
1	645	\$ 8,579.50	\$ 600.00	136	4.75
2	2391	\$ 8,313.50	\$ 600.00	257	9.29
3	634	\$ 8,313.50	\$ 600.00	133	4.78

Modelo de cantidad fija con uso

Producto	Demanda anual (tons)	Costo de preparación	Costo anual de almacenamiento	Tasa de producción	Tasa continua de uso	Lote óptimo (tons)	Pedidos a formular (anual)
	(D)	(S)	(H)	p	d	Qopt	D/Q
4	3291	\$ 16,207.50	\$ 600.00	60	9	457	7.20

Tabla 7. Cálculo del punto de reorden

Producto	Demanda diaria (tons)	tiempo de entrega (días)	Punto de reorden (tons)
	d	L	R
1	2	15	30
2	7	15	105
3	2	15	30
4	9	15	135

5 CONCLUSIONES

5.1 Comparación de los costos de preparación y de almacenamiento entre la situación actual y la propuesta con el sistema de inventarios.

Con la información obtenida en el capítulo anterior, se procedió a comparar los costos tanto de preparación como de almacenamiento, de la situación actual y de la que se obtendrá al implementar el sistema de inventarios, para poder cuantificar el ahorro esperado:

La primer tabla nos muestra la situación actual, donde el número de pedidos a formular se obtuvo del apéndice 3, y con éste dato y con el de la demanda anual, obtenemos la cantidad a fabricar de cada pedido formulado; los costos por unidad, el costo de preparación y el costo anual de almacenamiento son los mismos que se vieron en el capítulo anterior.

Siguiendo la fórmula del capítulo 2.7 para la obtención de los costos, donde el costo anual de pedidos es igual al número de pedidos formulados multiplicado por el costo de preparación de cada pedido y el costo anual de almacenamiento es igual al inventario promedio ($Q/2$) multiplicado por el costo de almacenamiento por unidad, nos da la siguiente tabla:

Situación actual

Producto	Demanda anual (tons)	Costo por unidad (\$)	Pedidos a formular anual	Cantidad del pedido (tons)	Costo de preparación (\$)	Costo anual almacenamiento por unidad (\$)	Costo anual de pedidos (\$)	Costo anual de almacenamiento (\$)	Total Costos (\$)
	D	C	D/Q	Q	S	H			
1	645	5,000	48	13	8,579.50	600	411,816.00	4,031.25	415,847.25
2	2391	5,000	60	40	8,313.50	600	498,810.00	11,955.00	510,765.00
3	634	5,000	54	12	8,313.50	600	448,929.00	3,520.00	452,449.00
4	3291	5,000	36	91	16,207.50	600	583,470.00	27,425.00	610,895.00

Tabla 8. Situación actual de costos

La siguiente tabla muestra los costos totales con los datos de cantidad óptima aplicando el sistema de inventarios y su porcentaje de reducción comparado con la actualidad:

Situación propuesta

Producto	Demanda anual (tons)	Costo por unidad (\$)	Pedidos a formular anual	Cantidad del pedido (tons)	Costo de preparación (\$)	Costo anual almacenamiento por unidad (\$)	Costo anual de pedidos (\$)	Costo anual de almacenamiento (\$)	Total Costos (\$)	% Reducción
	D	C	D/Q	Qopt	S	H				
1	645	5,000	4.75	136	8,579.50	600	40,744.73	40,744.73	81,489.47	80%
2	2391	5,000	9.29	257	8,313.50	600	77,222.23	77,222.23	154,444.47	70%
3	634	5,000	4.78	133	8,313.50	600	39,752.11	39,752.11	79,504.22	82%
4	3291	5,000	7.20	457	16,207.50	600	116,625.10	137,206.01	253,831.11	58%

Tabla 9. Situación propuesta de costos

5.2 Comparación en la generación de mermas por ajuste en cada cambio de rodillos

Cada vez que se produce un diámetro nuevo, en el arranque de la corrida se genera una cierta cantidad de mermas por ajustes propios del proceso. (ver apéndice 1)

Las siguiente tablas muestran el porcentaje de mermas que se generan en cada cambio de rodillos con respecto a la demanda anual con la situación actual y con la propuesta del sistema de inventarios.

De las tablas anteriores se obtuvieron la cantidad de pedidos a formular, que para éste caso, serán los números de cambios de rodillos a realizar durante el año.

Actual

Producto	Molino	Demanda anual (tons)	Cambios al año	Mermas por ajuste (tons)	Mermas totales (tons)	% de mermas
1	Yoder	645	48	1	48	7%
2	Wean	2391	60	1.5	90	4%
3	Wean	633.6	54	1.5	81	13%
4	2K	3291	36	2	72	2%

Propuesta

Producto	Molino	Demanda anual (tons)	Cambios al año	Mermas por ajuste (tons)	Mermas totales (tons)	% de mermas
1	Yoder	645	4.74908	3	14	2%
2	Wean	2391	9.288775	3	28	1%
3	Wean	633.6	4.781633	3	14	2%
4	2K	3291	7.195749	3	22	1%

Tabla 10. Comparación del porcentaje de mermas

Como se podrá ver, las mermas disminuyen a menos del 2%.

5.3 Diferencia en disponibilidad de equipo

En cada cambio de rodillos, el molino tiene un paro de 3 horas que multiplicado por el número de cambios de rodillos que hace al año, nos da el tiempo que se pierde por éste concepto.

Las siguiente tablas muestran la pérdida de tiempo en la situación actual y la propuesta con la implementación del sistema de inventarios.

Actual

Producto	Molino	Cambios al año	Tiempo por cambio Horas	Horas perdidas por cambios
1	Yoder	48	3	144
2	Wean	60	3	180
3	Wean	54	3	162
4	2K	36	3	108

Propuesta

Producto	Molino	Cambios al año	Tiempo por cambio Horas	Horas perdidas por cambios	Diferencia
1	Yoder	4.7	3	14.2	129.8
2	Wean	9.3	3	27.9	152.1
3	Wean	4.8	3	14.3	147.7
4	2K	7.2	3	21.6	86.4

Mayor disponibilidad de equipo

516.0

Tabla 11. Tiempo perdido por cambio de rodillos

Hay una disponibilidad extra de 516 horas para producir otros materiales, en días representan 21.5 días más de producción.

5.4 Propuesta definitiva

Como se vió en las tablas anteriores, el tener un sistema de inventarios reduce el porcentaje de mermas, los costos de preparación y aumenta la rentabilidad por lo que queda demostrada la hipótesis que se hizo al principio.

La propuesta definitiva queda de la siguiente forma:

Utilizar el modelo de de cantidad fija para los productos donde la producción se entrega en un lote para reponer el inventario y el modelo de cantidad fija con uso para los productos donde es simultánea la producción con el uso de dicho producto.

Para obtener la demanda anual, es necesario calcular la demanda mensual promedio y multiplicarla por doce, para ésto se utilizarán 4 meses históricos de demanda, y con la ayuda de los pronósticos, promedio móvil simple y promedio móvil ponderado.

Los costos a considerar van a ser los de preparación y los de almacenamiento.

Para los puntos de reorden, se requiere de la demanda diaria, la cual se obtendrá de dividir la demanda anual entre 365 días del año.

6 RECOMENDACIONES

6.1 Generales

Como se vió en las conclusiones del capítulo anterior, el trabajar con sistemas de inventario, donde se establezcan los inventarios a producir, y la frecuencia con que se debe de producir, tiene muchos beneficios, económicos, de servicio, de disponibilidad de equipo, etc., por lo que se recomienda implementarlos en todos aquellos procesos donde el hacer un cambio de producto en la secuencia de producción, exista un paro de equipo para hacer ajustes.

Otro punto a considerar para implementar un sistema como el visto es ésta tesis, es que aplica sólo para productos con demanda constante, por lo que se recomienda hacer un compromiso con el cliente y establecer períodos de consumo antes de implementarlo.

Es muy importante también definir claramente los costos a considerar, ya que es un parte esencial en el desarrollo y en el cálculo de los inventarios a producir y en su frecuencia.

Para controlar el inventario y saber en que momento llegó al punto de reorden, se recomienda utilizar información en línea, cualquier sistema de manufactura ayudaría en ésto.

Para tener mayor seguridad en los pronósticos de demanda, se pueden utilizar algún otro tipo, como es el de pronóstico con rango de probabilidad.

BIBLIOGRAFIA

Chase, Richard / Aquilano, Nicholas
Dirección y Administración de la Producción y de las Operaciones
Sexta Edición
Mc. Graw Hill
1995

Schroeder, Roger G.
Administración de Operaciones
Tercera Edición
Mc. Graw Hill
1992

LISTADO DE TABLAS

Tabla	Descripción	Pag.
Tabla 1.	Diferencias entre el modelo de cantidad fija y el de periodo fijo.	12
Tabla 2.	Comparación entre sistemas de cantidad fija y de periodo fijo para reorden de inventario.	13
Tabla 3.	Relación de clientes y productos para la aplicación.	23
Tabla 4.	Tabla resumen de costos de inventario.	29
Tabla 5.	Cálculo de la demanda.	29
Tabla 6.	Cálculo de lote óptimo.	30
Tabla 7.	Cálculo del punto de reorden.	30
Tabla 8.	Situación actual de costos.	32
Tabla 9.	Situación propuesta de costos.	32
Tabla 10.	Comparación del porcentaje de mermas.	33
Tabla 11.	Tiempo perdido por cambio de rodillos.	34

Apéndice 1

Información de costos y tiempos

Datos constantes para los molinos:

Contribución marginal promedio = \$ 2,000 pesos / ton

Tiempo promedio de paro = 3 horas

Costo promedio de material = \$ 5,000 pesos / ton

Ingreso promedio por venta de mermas = \$ 4,500 pesos / ton

Costo de mano de obra = \$ 23.5 pesos / hora

Gastos de fabricación por molino = 7,671 pesos / día

Interes mensual = 12 %

Datos individuales por molino

Merms por ajuste

Molino 2k = 2 tons

Molino wean = 1.5 tons

Molino yoder = 1 ton

Producción promedio por Hora

Molino 2k = 2.363 tons

Molino wean = 1.089 tons

Molino yoder = 1.175 ton

Tiempo de entrega: 15 días

Apéndice 2

Demandas histórica por producto

Producto	Cliente	Molino de producción	Calibre	Diámetro	Demanda mensual (toneladas)			
					Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
1	Invacare	YODER	18	0.75"	53	54	69	39
2	Invacare	WEAN	18	0.875"	220	235	210	132
3	Invacare	WEAN	14	1"	59	58	67	38
4	Rheem	2K	14	3"	321	295	241	240

mas antiguo

mas reciente

Apéndice 3

Producciones por producto

Producto 1

Cliente INVAMEX
 Producto calibre 18, diámetro 3/4"
 Molino de producción YODER

Mes	Producción (tons)	# de pedidos al mes	# de pedidos al año
2001/Ene	68.241	4	48
2001/Feb	51.882	4	48
2001/Mar	60.715	4	48
2001/Abr	54.629	4	48

Producto 2

Cliente INVAMEX
 Producto calibre 18, diámetro 7/8"
 Línea de producción WEAN

Mes	Producción (tons)	# de pedidos al mes	# de pedidos al año
2001/Ene	274.322	5	60
2001/Feb	202.243	5	60
2001/Mar	227.494	5	60
2001/Abr	149.137	5	60

Producto 3

Cliente INVAMEX
 Producto calibre 14, diámetro 1"
 Línea de producción WEAN

Mes	Producción (tons)	# de pedidos al mes	# de pedidos al año
2001/Ene	56.234	4	48
2001/Feb	56.713	5	60
2001/Mar	74.869	4	48
2001/Abr	47.402	5	60

Apéndice 3 (continuación)

Producciones por producto

Producto 4

Cliente RHEEM
Producto calibre 14, diámetro 3"
Línea de producción 2K

Mes	Producción (tons)	# de pedidos al mes	# de pedidos al año
2001/Ene	284.271	3	36
2001/Feb	289.689	3	36
2001/Mar	300.179	3	36
2001/Abr	272.117	3	36

GLOSARIO

Corte dimensionado	Conjunto de máquinas donde se corta el tubo con especificaciones milimétricas, al largo solicitado por el cliente
Demanda	Es el consumo del producto hecho por el cliente.
Merma	Producto que no cumple con las especificaciones de calidad.
Molino	Línea de producción que transforma la lámina en tubo.
Producto no conforme	Producto que no cumple con las especificaciones de calidad.
Rodillos	Herramental de acero de alta resistencia que se arma en el molino y son los que al pasar la lámina por ellos, van dándole la forma del tubo.
Slitter	Línea de producción que corta rollos de lámina en anchos específicos para producir los tubos.

Resumen Autobiográfico.

Soy el Ingeniero Luis Alejandro Ramón Villegas, nací el 20 de Noviembre de 1972, en la Cd. de Monterrey, N.L., mis padres son el Sr. José Arturo Ramón, pensionado actualmente por el IMSS y la Sra. Margarita Villegas de Ramón, secretaria de profesión.

Mi bachillerato lo realicé en la preparatoria Emilio Guzmán Lozano del I.T.E.S.M., después pasé a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la U.A.N.L. a estudiar la licenciatura, ahí me titulé de Ingeniero Mecánico Metalúrgico, primeramente en Julio de 1994 terminé la carrera y en junio de 1995 obtuve el título, y actualmente deseo obtener el grado de Maestro en Ciencias de la Administración con especialidad en Producción y Calidad.

Mi experiencia profesional inicia en Junio de 1992, cuando siendo estudiante de licenciatura, entro a la empresa Galvak S.A. de C.V. a realizar mis prácticas profesionales, mis primeros proyectos a realizar fueron el de obtener las capacidades de producción de una línea productiva que se estaba arrancando, después pase al departamento de Transformado y mi responsabilidad era la de capacitar al personal sindicalizado en actividades operativas, y la de actualizar y desarrollar procedimientos operativos. En Mayo de 1995 cuando ya había terminado la carrera me dieron el puesto de Jefe de Almacén y Embarques Galvanizado, después en Septiembre de 1996 paso al departamento de Calidad con la responsabilidad del seguimiento a proyectos que ayudaran a disminuir la generación de producto no conforme, posteriormente regreso al departamento de Transformado en Septiembre de 1997 ha desarrollar proyectos de logística y programación. En Octubre de 1998 paso a la planta de tubería, siguienedo con el desarrollo de proyectos de mejora, y en Abril de 1999 tomo el puesto que actualmente tengo, Jefe de Almacén y Embarques Tubería, donde he tenido la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos en mis estudios de post-grado y donde se están aplicando los conceptos y la metodología manejados en la presente tesis.

