

## Modelos de Inventario

1) Modelos Determinísticos de Demanda

2) Modelos Probabilísticos de Demanda.

OBJETIVOS :

El alumno deberá ser capaz de :

1.- Especificar las funciones del Inventario.

2.- Especificar las características del Sistema de Inventario.

3.- Calcular y aplicar las reglas de decisión de la CEP o EOQ óptima:

- a) En situación Clásica
- b) Cuando se permiten Faltantes.
- c) Cuando se otorgan descuentos por cantidad.
- d) Para lotes de producción de un solo producto.
- e) El tiempo de adelanto y el Punto de Reorden

4.- Calcular y aplicar un modelo de período fijo de reorden

5.- Calcular y aplicar las reglas de decisión de la CEP o EOQ Óptima con incertidumbre :

5.1 Para Modelo de cantidad fija y Punto de Reorden:

- a) Cuando se conoce el costo por faltante
- b) Cuando no se conoce el costo por faltante

5.2 Para Modelo de un solo período

5.3 Para Modelo de período fijo de Reorden



## INTRODUCCIÓN.

Una de las primeras aplicaciones de los métodos cuantitativos para la toma de decisiones gerenciales han sido los modelos de inventarios. Ya que, los inventarios usualmente representan un porcentaje considerable de capital total invertido en una organización de negocios, a menudo más del 25% .

Con tantos miles de pesos invertidos en inventarios hoy en día, el control adecuado y la administración de ellos puede traer ahorros considerables a una compañía.

El desarrollo del primer modelo de inventario se le acredita a Harris (1915). Raymond (1931) Extendió el trabajo de Harris a comienzo de los años 1930. Particularmente desde la segunda guerra mundial,

Las decisiones básicas de inventarios comprenden ***cuántas unidades se deben pedir y cuando se deben pedir*** .

Aunque existen muchas semejanzas en todos los sistemas de inventario, cada sistema es único para excluir la utilización de un modelo general de decisión de inventarios para todas las situaciones.

En esta parte del programa de la materia Administración de Operaciones, analizaremos varios modelos clásicos de decisión de inventarios y algunas de las variantes más comunes y de utilidad práctica , tanto de demanda conocida como de demanda incierta.

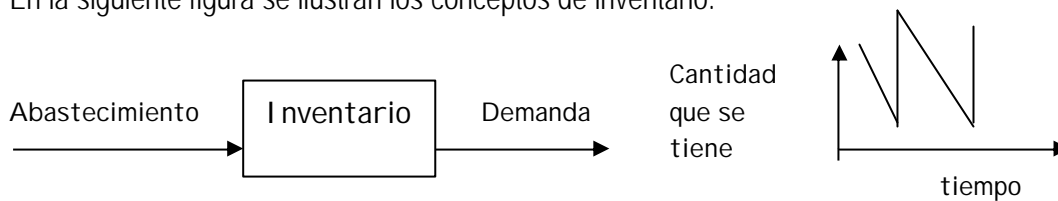


## CAPITULO I

### MODELOS DE INVENTARIOS

Si hubiera un genio para producir lo que se deseara, en el momento y lugar que se deseara, no habría inventarios. Desafortunadamente los genios están escasos, de manera que se usan los inventarios como amortiguador entre la oferta y la demanda. Esto ocurre ya sea que se piense en materia prima para un proceso de producción o en bienes terminados almacenados por el fabricante, el distribuidor o el comerciante.

En la siguiente figura se ilustran los conceptos de inventario:



La cantidad de inventario que se tiene se comporta de manera cíclica. Comienza en un nivel alto y la cantidad se reduce conforme se sacan las unidades. Cuando el nivel baja se coloca una orden, la cual al recibirse eleva de nuevo el nivel de inventario y el ciclo se repite. La cantidad de inventario se controla con el tiempo y la cantidad de cada orden

Los inventarios pueden definirse como la cantidad de artículos, mercancías y otros recursos económicos que son almacenados o se mantienen inactivos en un instante de tiempo dado.

Los recursos económicos varían en cantidad con el tiempo en respuesta al proceso de *demanda* que opera para reducir el nivel de inventario y el proceso de *abastecimiento* que opera para elevarlo.

Normalmente la demanda es una variable no controlable, pero la magnitud y la frecuencia del abastecimiento es controlable.

Los inventarios pueden comprender: materias primas, productos semiterminados o productos en proceso y productos terminados que esperan ser embarcados desde la fábrica (producción de artículos).

También los inventarios pueden ser: además de artículos físicos como, bombillos, automóviles, etcétera, el efectivo, las partes del cuerpo humano, la planta de maestros de una escuela también representan inventarios.

La función de inventarios.

Los Inventarios son útiles:

- Como instrumento promocional.
- para prevenir incrementos de precios, inflación y huelgas.
- para suavizar irregularidades en la demanda. Por ejemplo, el maíz se cosecha en el verano, pero se utiliza para alimentar animales y se transforma en productos de maíz para los consumidores durante todo el año.
- Para proporcionar un servicio a los clientes.
- Por incertidumbre en las compras y ventas.
- Por evitar el riesgo sin quedarnos sin existencias.
- Para anticiparnos a la demanda..
- Por motivos de especulación.



Decisiones básicas de los Inventarios.

Estas son las siguientes:

1. ¿ Qué *cantidad* se debe pedir?
2. ¿ *Cuándo* se debe pedir?
3. A quien comprar

#### OBJETIVOS BASICOS DE LA ADMINISTRACIÓN DE LOS INVENTARIOS.

1. Minimizar los costos y riesgos de tener inventarios.
2. Minimizar costos y riesgos de adquirir inventarios.
3. Maximizar el rendimiento sobre la inversión.
4. Optimizar el nivel de producción.
5. Coordinación entre producción y compras.
6. Coordinación entre producción y ventas.

#### FACTORES QUE AFECTAN EL NIVEL DE INVENTARIOS

Tamaño y frecuencia de los pedidos	Tiempo de entrega
Uniformidad y estabilidad en las ventas	Descuento por volumen
Pronósticos y presupuestos	Transportación
Riesgo de obsolescencia	Mezcla de productos
Inventario de seguridad	Capacidad instalada

#### COSTOS DE LOS INVENTARIOS.

Los inventarios representan una inversión cuantiosa para muchas compañías, en especial los fabricantes, los distribuidores, y las tiendas. Por lo que es importante minimizar sus costos y el reto para el administrador precisamente es alcanzar el nivel deseado de servicio al cliente a un costo mínimo.

Se consideran 4 tipos de costos que están asociados directamente con los costos de los inventarios y estos son:

**El costo o precio de compra.** Incluye el precio de un artículo mas los impuestos, los gastos de compra y los costos del transporte. Si la compañía produce el artículo, entonces, el costo completo que debe incluirse se llama costo de producción. Se usará precio como sinónimo de costo de compra o costo de adquisición.

**El costo de ordenar.** Dentro de los costos de ordenar se incluyen gastos de cotización, teléfono, fax, mano de obra para preparar la orden, timbres de correos comidas, viáticos y cualquier otro costo directo.

**El costo de conservación o mantenimiento.** Dentro de los costos de mantener se incluyen el costo de capital ( financieros), equipo de almacenamiento y movimientos, edificios, costo de espacio ocupado, depreciación, rentas, impuestos, seguros, costo de oportunidad, riesgos, deterioro, mermas, desperdicios, obsolescencia, etc.

**El costo de faltantes o de agotamientos.** Estos son los costos de penalización en que se incurre cuando se queda sin la mercancía cuando ésta se necesita. Generalmente comprende costos debido a pérdida de clientes, prestigio y pérdida potencial de utilidad debido a pérdidas en ventas. o en aquellos casos en que no se tiene a la mano el artículo y que posteriormente es satisfecha dicha demanda.



## SISTEMAS DE INVENTARIOS.

Podemos decir que existe 3 tipos de sistemas :

- a) Orden repetitiva, demanda independiente.
- b) Una sola orden, demanda independiente.
- c) Orden repetitiva, demanda dependiente

Los sistemas con demanda dependiente son usados mas bien en procesos de manufactura en donde la demanda de partes depende de la demanda del artículo terminado. La planeación de requerimiento de materiales (MRP) es el nombre que se le da a este tipo de análisis.

El patrón de demanda de una mercancía puede ser **determinístico** o **probabilístico**. Por **determinístico** se entiende que las cantidades pedidas sobre los períodos subsiguientes se conoce con certeza. La demanda sobre períodos iguales de tiempo puede ser constante o puede variar así, como también ser determinística. Estos dos casos se llaman demanda estática y dinámica , respectivamente.

**La demanda probabilística** ocurre cuando la demanda sobre un período dado de tiempo es incierta, pero puede describirse en términos de una distribución de probabilidad.

La demanda para un período de tiempo dado puede satisfacerse instantáneamente al principio del período o uniformemente durante el período

**Ciclo de pedido.** Es el período de tiempo entre la colocación de dos pedidos sucesivos. Este puede iniciarse como sigue:

**1.- Revisión continua.** El registro del nivel de inventario se checa continuamente hasta que éste alcanza un nivel predeterminado para colocar un nuevo pedido .

**2.- Revisión periódica .** Los pedidos se colocan en intervalos regulares de tiempo.

**El Tiempo de espera o el tiempo de adelanto.** Es el tiempo entre la colocación y la recepción del pedido.

El reabastecimiento actual de la mercancía puede ocurrir **instantáneamente** o **uniformemente** sobre el tiempo. **El instantáneo** resulta cuando los artículos se compran a fuentes externas, y **el uniforme** , generalmente ocurre cuando el artículo es producido por la propia empresa u organización.

**El Horizonte de tiempo.** Define el período sobre el cual el nivel de inventario debe ser controlado. El horizonte puede ser finito o infinito dependiendo de la naturaleza de la demanda.

## MODELOS DE INVENTARIOS

Los modelos de inventarios pueden agruparse en dos grandes categorías:

1. Modelos de cantidad fija de reorden.
2. Modelos de período fijo de reorden.

En los primeros la demanda se satisface a partir del inventario que se tiene. Si este no es adecuado, entonces la orden se satisface después o la venta se pierde. Cada vez que se hace un retiro, el balance del inventario se ajusta para mostrar continuamente el estado actual . ( sistema perpetuo) Cuando el inventario baja a un punto de reorden establecido, se coloca una orden de reabastecimiento. Como las órdenes de reabastecimiento son siempre por la misma cantidad , es por eso que a éste modelo se le conoce como Modelo de cantidad fija de reorden.



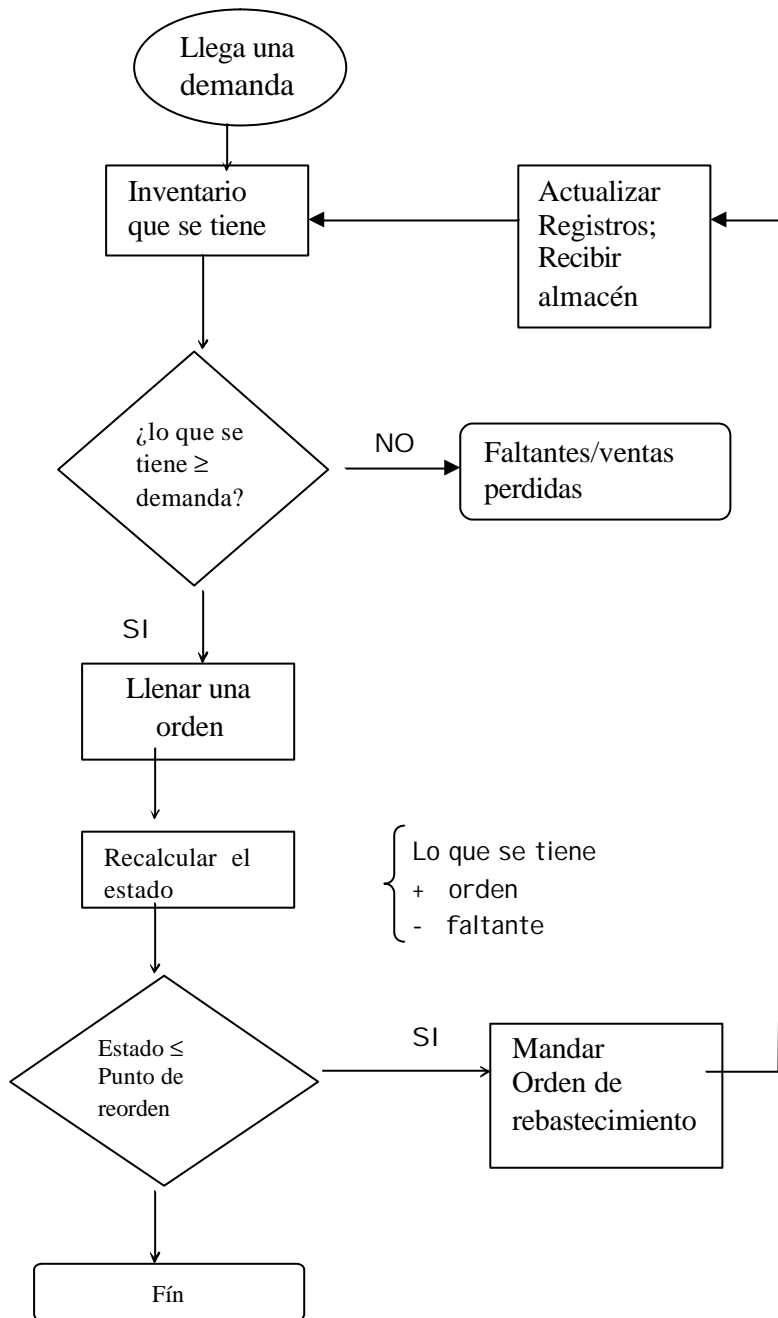


DIAGRAMA DE UN MODELO DE CANTIDAD FIJA DE REORDEN

En el modelo de período fijo de reorden la demanda del cliente se satisface con el inventario que se tiene y los faltantes traen como resultado ya sea el satisfacerlos después o la pérdida de la venta. Pero aquí no existe una actualización perpetua de los registros de inventario, en su lugar se hacen revisiones periódicas a intervalos fijos de tiempo. Cuando se hace una revisión, la cantidad que se tiene (mas la cantidad ordenada menos las faltantes) se compara con el máximo deseado y se hace un pedido por la diferencia.



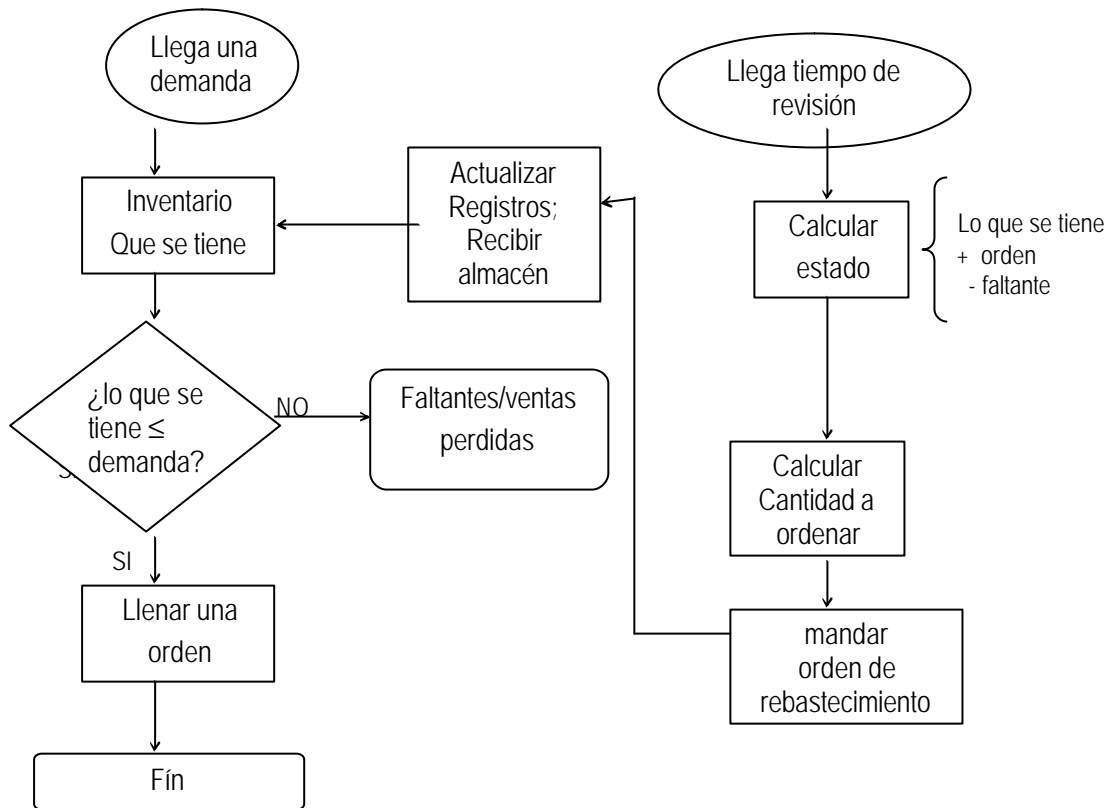


DIAGRAMA DE UN MODELO DE PERIODO FIJO DE REORDEN

## 1.1 METODOS DETERMINISTICOS DE CANTIDAD FIJA DE REORDEN

### 1.1.1 MODELO CLASICO DE LA CANTIDAD ÓPTIMA O ECONÓMICA DE PEDIDO LLAMADO MODELO CLASICO DE LA CEP O MODELO EOQ.

### 1.1.2

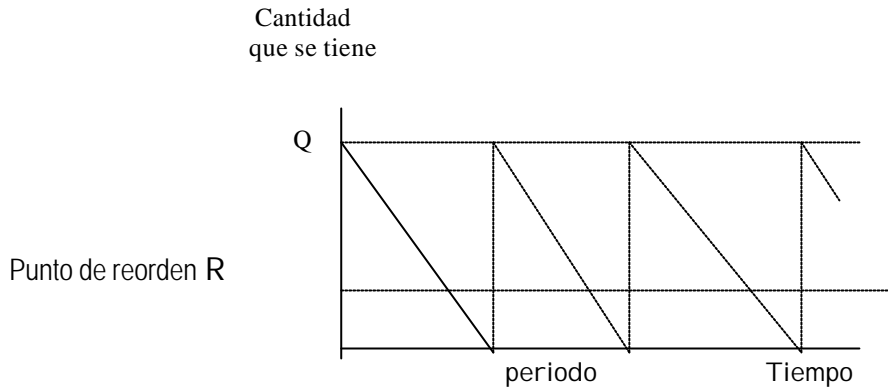
Con este tipo de modelo es necesario determinar la cantidad fija que se debe ordenar cada vez y un punto de reorden que indique cuándo se debe hacer el pedido .

Al aplicar este modelo se deberá tomar en consideración las siguientes suposiciones :

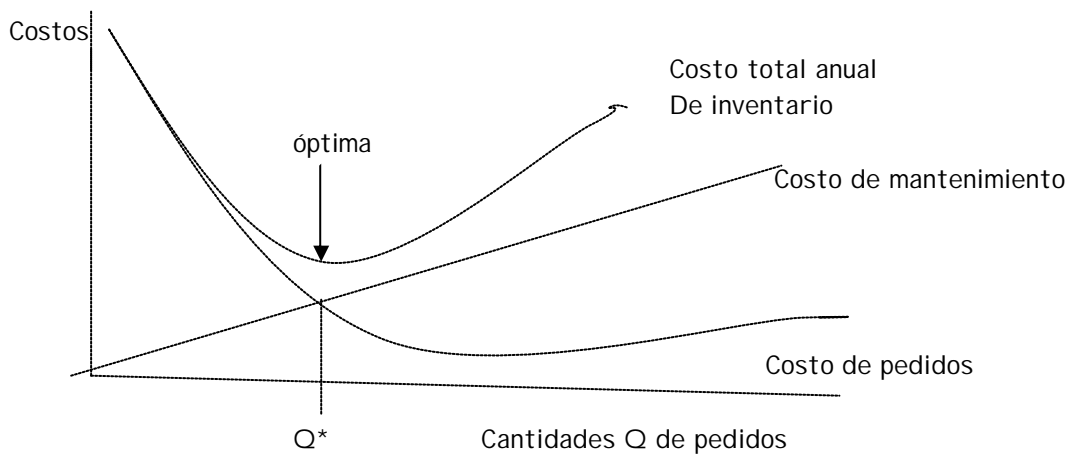
- La demanda es uniforme ( constante y continua ).
- El abastecimiento se recibe todo junto , no en partes ( global ).
- El tiempo de entrega es constante.
- Todos los costos son constantes.

Este modelo fué desarrollado desde el año de 1915 por F. W. Harris.





COMPORTAMIENTO DE LOS INVENTARIOS



COMPORTAMIENTO DE LOS COSTOS ANUALES DE LOS INVENTARIOS

Expresiones que se utilizan :

$$CT = \frac{NO \times Co}{2} + Cm Q$$

$$NO = \frac{D}{Q}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 Co D}{Cm}}$$

$$Tc = \frac{\text{Dias habiles por año}}{\text{Numero de pedidos por año}} = \frac{\text{días al año}}{NO}$$

$$R = \frac{D TL}{\text{días hábiles al año}} = \text{unidades}$$

donde :

CT = Costo total anual de inventarios = Costo anual de ordenar + Costo anual de mantenimiento o conservación.





Costo anual de ordenar = numero de ordenes X costo de una sola orden

Costo anual de ordenar = NO X Co

D = demanda anual en unidades

TL = tiempo de adelanto o tiempo de espera

Q\* = cantidad optima o economica de articulos en cada pedido

Q = es cualquier cantidad de articulos en cada pedido

NO = Numero de ordenes o pedidos por año

Co = representa el costo en pesos de una orden :

Cm = costo de mantenimiento o conservación por unidad anual

R = Punto de reorden.

NOTA : La demanda y el tiempo de entrega tienen que estar en las mismas unidades de tiempo.

EJEMPLO :

Considérese un fabricante que necesita 2000 partes pequeñas durante el próximo año. El costo de las unidades es de \$ 5 cada una . Se tiene disponible en la localidad con un tiempo de entrega de 1 semana ( 7 días ) , pero el costo de ordenar para el fabricante es de \$ 5 por orden. El costo de mantenimiento es de \$ 1.50 por unidad al año por almacenamiento , mas el 10 % del precio por unidad por año por el costo de oportunidad del capital . ¿ Cuantas unidades debe ordenar el fabricante con el fin de minimizar los costos totales de inventario ., cuantos pedidos se harán al año, considerando que este fabricante trabaja 300 días hábiles al año cada que tanto tiempo se haran estos pedidos y cual es el punto de reorden.

EXISTEN TRES CASOS ESPECIALES

- Con descuento por cantidad.
- Cuando se admiten faltantes.
- \* Abastecimiento Uniforme en lugar de global.

**1.1.1.1. MODELO DE LA CEP O EOQ CON DESCUENTOS POR CANTIDAD.**

Se aplica cuando se reciben descuentos en la compra de una cantidad grande de artículos. Puede ser que el costo de tener un inventario adicional quede compensado reduciendo el costo de compra. La forma de saber si se deben ordenar cantidades grandes es comparar el aumento en los costos de inventario con el ahorro en el costo de compra. No se requieren fórmulas nuevas, se aplican las que ya se descubrieron.

Expresiones que se utilizan :

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 Co D}{Cm}}$$

$$NO = \frac{D}{Q}$$

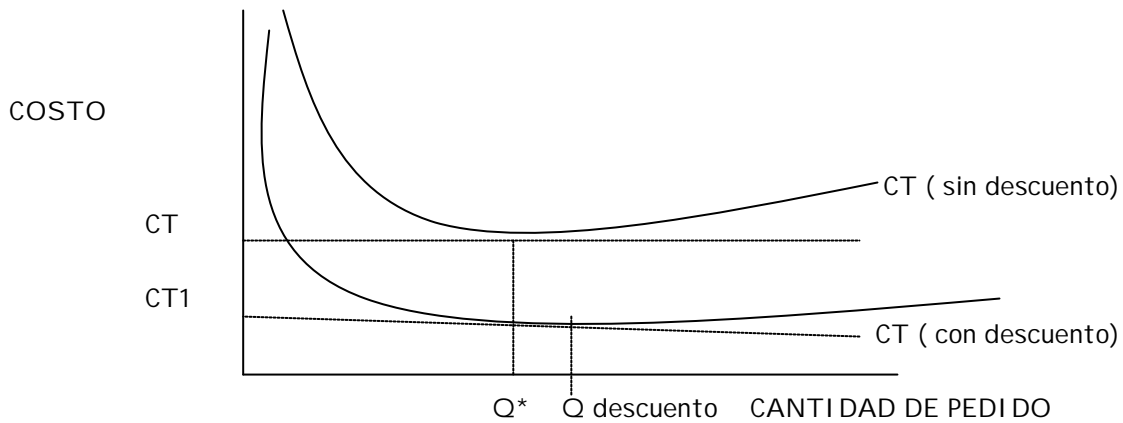
$$CT = NO X Co + \frac{1}{2} Cm Q^* + DX P$$

$$CT1 = NO X Co + \frac{1}{2} Cm Q1 + DX P1$$



CT = Costo total de inventario anual para la cantidad de pedido  $Q^*$  al precio sin descuento.

CT1 = Costo total anual del inventario considerando la cantidad  $Q_1$  de pedido con la alternativa 1 de descuento.



#### ESTRUCTURA DE INVENTARIOS PARA EL DESCUENTO POR COMPRA EN GRANDES CANTIDADES

PROCEDIMIENTO :

- 1.- Encuéntrese el EOQ ( $Q^*$ )
- 2.- Calcúlese el costo total anual de inventario para la cantidad  $Q^*$  y considerando el precio de compra sin descuento.
- 3.- Calcúlese el costo anual de inventario para la cantidad  $Q_1$  y considérese el precio del artículo para la primera alternativa de descuento  $P_1$ .
- 4.- Compare el costo total anual del inventario calculado en el paso 2, con el costo total anual del inventario calculado en el paso 3.
- 5.- Finalmente se ordenará la cantidad  $Q$  de artículos que presente menor costo total anual de inventario.

NOTA: En el caso de que existan precios de descuentos múltiples, el procedimiento anterior debe repetirse para cada precio de descuento con el fin de encontrar la cantidad que debe ordenarse.

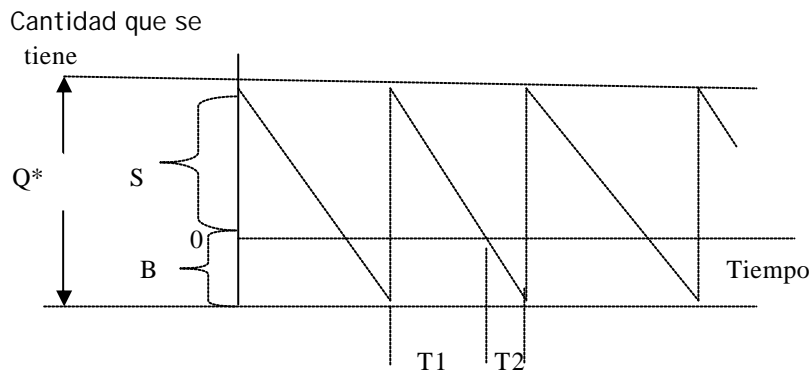
EJERCICIO:

Considérese un fabricante que necesita 2000 unidades por año, el costo por cada pedido es de \$ 5.00, el costo de mantenimiento anual por cada unidad es de \$2.00 y supóngase que el proveedor ofrece un 5% de descuento si se ordenan 200 unidades o más en cada pedido. ¿ Debe aprovechar el fabricante el descuento? , si es así, ¿Qué cantidad debe pedir y cual sería el ahorro?.

#### 1.1.1.2 MODELO DE LA CEP O MODELO EOQ CON FALTANTES .

Si los clientes aceptan que haya faltantes, es decir, que su pedido se satisfaga después, cuando nos se tiene un artículo en almacén, entonces la venta no se pierde. Bajo esta condición el inventario puede reducirse. En el límite no se tendría ningún inventario. Se supone entonces, que a cada unidad faltante se le asocia un costo agregado por faltantes, de manera que se desea tener algún inventario. Los costos anuales de inventario comprenderán ahora los costos de ordenar, los de mantenimiento y los de faltantes. Se supone también que , los reabastecimientos se reciben todos juntos o de golpe.





COMPORTAMIENTO DE LOS INVENTARIOS MODELO DE LA CEP CON FALTANTES O PEDIDOS PENDIENTES

Expresiones que se usan:

En este modelo se deben calcular 2 cantidades, \$Q^\*\$ y el inventario máximo.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 C_o D}{(C_m)(K)}} \quad I_{max} = S = (K)(Q^*) \quad NO = \frac{D}{Q}$$

$$K = \frac{C_a}{C_m + C_a} \quad B = Q^* \left[ \frac{C_m}{C_m + C_a} \right]$$

$$\text{Nivel promedio de inventario} = \frac{2 Q^*}{2} - \frac{B}{2}$$

$$\text{Nivel promedio de pedidos pendientes} = \frac{2 Q^*}{2}$$

$$CT = C_o \frac{D}{Q} + \frac{2}{2 Q} S C_m + \frac{2}{2 Q} B C_a$$

Costo total anual de inventario = Costo anual de pedidos + Costo anual de mantenimiento + Costo anual de pedidos pendientes

$$T_c = T_1 + T_2 = \frac{\text{Dias hábiles al año}}{NO}$$



$$T1 = \text{tiempo cuando hay existencias} = \frac{(Tc)(S)}{Q}$$

$$T1 = \text{tiempo cuando no hay existencias} = \frac{(Tc)(B)}{Q}$$

S = Nivel máximo de Inventario

B = artículos que no están en existencia pero son artículos que se surtirán posteriormente

Tc = tiempo de ciclo

Ca = Costo de tener una unidad como pedido pendiente durante un año

Cm = Costo de tener una unidad en inventario durante un año

Según el factor K, puede observarse que, al tiempo que el costo por faltante sobrepasa el costo de mantenimiento, K tiende a la unidad, lo cual reduce los faltantes. Si los costos de mantenimiento y por faltante son iguales, entonces,  $K = \frac{1}{2}$ , y la mitad de todas las unidades se surtirán después, es decir, serán faltantes.

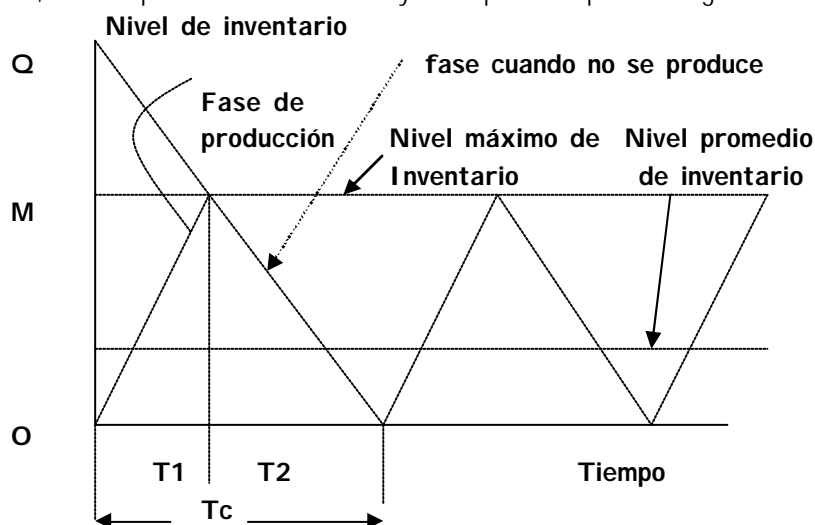
EJEMPLO: Considérese un fabricante que necesita 2000 unidades por año, el costo por cada pedido es de \$ 5.00, el costo de mantenimiento anual por cada unidad es de \$ 2.00 y supóngase que sea de \$ 2.00 el costo por faltante o pedido pendiente por unidad al año, entonces,

¿Cuál es la cantidad óptima o económica de pedido, el costo total anual de inventario, cuál es el inventario máximo, cuál es la cantidad de artículos en pedido pendiente, suponiendo que esta empresa trabaje 250 días hábiles al año, cuál es el tiempo cuando hay existencias y cuál es el tiempo cuando no hay existencias es decir, en pedidos pendientes ?

### 1.1.1.3. EOQ CON REABASTECIMIENTO UNIFORME. MODELO DEL TAMAÑO ECONÓMICO DE LOTE DE PRODUCCIÓN

En los modelos analizados anteriormente se ha supuesto que el pedido de reabastecimiento se recibe completo en un instante. Para la mayor parte de los establecimientos comerciales este es un supuesto válido; pero en una situación fabril, el reabastecimiento se produce a través de una corrida de producción, y ésta puede consumir una cantidad considerable de tiempo para llegar a su fin. La siguiente figura representa la conducta de los inventarios en una operación productiva, en la que la producción pasa al inventario de artículos terminados y los bienes que se demandan se extraen de aquí.

En ésta figura se muestra el caso de una operación de reabastecimiento de inventario a través de producción, con tiempo de adelanto de cero y en la que no se permiten agotamientos.



COMPORTAMIENTO DE LOS INVENTARIOS: REABASTECIMIENTO NO INSTANTANEO



Este modelo se aplica cuando la empresa no fabrica sus propios inventarios.

Expresiones que se usan :

$$I_{max} = Q^* \left( 1 - \frac{R_2}{R_1} \right) \quad Nc = \frac{D}{Q}$$

$$CT \text{ anual de inventarios} = Nc \times Cp + \frac{Q}{2} \left( 1 - \frac{R_2}{R_1} \right) Cm$$

CT = costo total anual de pedidos + costo total anual de mantenimiento.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2Cp D}{Cm \left( 1 - \frac{R_2}{R_1} \right)}} \quad Tc = \frac{Q \times \text{Dias habiles al año}}{R_2}$$

En donde:

- D = demanda unidades por año
- R1 = Capacidad instalada ( lo que puede producir la empresa)
- R2= cantidad de abastecimiento unidades por año o capacidad aprovechada ( o capacidad de uso o sea lo que se va a fabricar o producir)
- Tc= periodo de reabastecimiento o tiempo de ciclo ( este nos indica cada que tanto tiempo se deberan hacer cada corrida de producción)
- Q\* = cantidad optima o económica de pedidos o lote económico de producción ( son los artículos que se deben de fabricar en cada corrida de producción a fin de que los costos totales de producción de inventarios sean los mas bajos).
- Cm = Costo de mantenimiento anual de inventario por unidad anual.
- Cp= Costo de preparación de cada corrida de producción.
- I<sub>max</sub> = Nivel de inventario máximo.
- Nc = numero de corridas de producción al año.

NOTA : Con el abastecimiento uniforme, se hacen pedidos mas grandes y los costos son menores, en cambio con el abastecimiento global las cantidades de pedidos son mas pequeñas pero el costo total anual de los inventarios son mas grandes.

EJEMPLO :

El jabon Beauty Bar Soap se fabrica en una linea de producción que tiene una capacidad anual de 60,000 cajas. Se estima que la demanda anual es de 26,000 cajas y esta tasa de demanda es constante todo el año. La limpieza, el acondicionamiento y preparación de la linea de producción cuesta aproximadamente \$ 135.00. El costo de fabricación por caja es de \$ 4.50, y el costo anual de conservación , mantenimiento o tenencia de inventario representa el 24 % del costo de fabricación por caja al año.

¿ Cual es el tamaño del lote de producción que se recomienda, el costo total anual de fabricación o de producción de inventario, considerando que esta empresa trabaja 300 días hábiles al año, cuantas corridas de producción se realizaran al año, cada que tanto tiempo se harán éstas corridas de producción?.



### Problemas

1.- Una empresa que se dedica a la venta de bebidas gaseosas que tiene una demanda anual de 3600 cajas, Una caja de bebidas le cuesta a la empresa \$3.00, los costos de los pedidos son de \$ 20.00 por pedido, y los costos de mantenimiento se consideran de 25 % de los costos por unidad por año, Existen 250 días hábiles al año, y el tiempo de adelanto es 5 días. Calcule lo siguiente :

- Cantidad económica de pedido.
- Punto de renovación del pedido.
- Número de pedidos anuales.
- Tiempo entre cada pedido.
- Costo Total anual del Inventario

2.- El punto de Renovación de pedido ( Punto de Reorden =  $R^*$  ) se define como la demanda del artículo en el tiempo de adelanto. En los casos en los que se tienen tiempos de adelanto prolongados, la demanda en el tiempo de adelanto y, por ello, el tiempo de reorden, puede superar a la cantidad económica del pedido  $Q^*$ . En tales casos, la posición de inventario no será igual al inventario disponible cuando se coloca un pedido, y el punto de renovación puede ser expresado en términos de la posición de inventario, o alternativamente, en términos de los inventarios disponibles. Considérese el modelo de la cantidad económica de pedido con demanda anual de 5000 artículos, el costo de cada pedido de \$32.00 y el costo de mantenimiento anual por cada artículo de \$2.00 y 250 días hábiles por año. Identifique el punto de reorden de pedido en términos de la posición de inventario y en términos de inventario disponible. Para cada uno de los siguientes tiempos de adelanto.

- 5 días
- 15 días
- 25 días
- 35 Días

3.- La XYZ Company adquiere directamente del proveedor un componente que se utiliza en la fabricación de generadores para automóviles. la operación de producción de los generadores de la XYZ, es constante, requiere de 1000 componente al mes, supóngase que el costo de los pedidos es de \$ 25.00 por cada uno, el costo por unidad es de \$2.50 por cada componente y los costos de mantenimiento por unidad anual es el 20% del costo por unidad, Hay 250 días hábiles por año, y el tiempo de adelanto es de 5 días. se pide :

- ¿ cuál es la CEP para este componente ?
- ¿ Cuál es el punto de reorden ?
- ¿ Cuantos pedidos se harán al año ?
- ¿ cada que tanto tiempo se harán estos pedido ?
- Cuáles son los costos anuales totales de mantenimiento y de los pedidos correspondientes a la CEP que se recomienda ?

4.- Supóngase que los administradores de la empresa XYZ del problema anterior aprueban la eficiencia de operación que se logra al hacer pedidos en cantidades de 1000 unidades, haciendo pedidos cada mes. ¿ qué tanto más costosa sería esta política que la recomendada con la CEP ? ¿ estaría a favor de recomendar la cantidad de pedido de 1000 unidades ? Explique. ¿ Cuál sería el punto de renovación de pedido si la cantidad de 1000 unidades fuera aceptable ?

5.- Tele - Reco es una nueva tienda especializada de aparatos de televisión, videograbadoras, juegos de vídeo y otros productos relacionados con TV. Una nueva Videograbadora fabricada en Japón cuesta a la tele-reco \$ 600.00 por unidad, se considera que los costos de mantenimiento de inventario por cada unidad anual representa el 22 % del costo del artículo, se estima que el costo de pedido es de \$ 70.00 cada uno.

- se espera que la demanda de la nueva grabadora de video sea constante, a razón de 20 unidades por mes ¿ cuál es la cantidad de pedido que se recomienda para la videograbadora ?
- ¿ Cuáles son los costos anuales estimados de mantenimiento de inventario y de pedido correspondientes a este producto? ¿ Cuántos pedidos se harán al año?



c) teniendo 250 días hábiles al año ¿cuál es el tiempo de ciclo para este producto ?

6.- La compañía Cress Electronic Products fabrica componentes que se utilizan en la industria automotriz. La empresa adquiere con diversos proveedores las partes que utiliza en su operación de manufactura. Un proveedor específico ofrece un artículo para el que la suposición del modelo de la CEP resultan realistas. Se han determinado una demanda anual de 5000 unidades, costo de pedido de \$80.00 por pedido y costo de mantenimiento anual por artículo del 25 % del precio del artículo.

- si el costo del artículo es de \$20.00 por unidad, ¿cuál es la cantidad económica de pedido?
- Suponiendo 250 días de operación al año, y si el tiempo de adelanto para un pedido es de 12 días, ¿cuál es el punto de renovación del pedido?
- ¿si el tiempo de adelanto es de 35 días, ¿cuál es el punto de renovación del pedido?

7.- La firma All-Star bat Manufacturing, inc. abastece de bates de béisbol a equipos de primera y de segunda división. Después de un pedido inicial en Enero, la demanda para la temporada de 6 meses es aproximadamente constante, a razón de 1000 bates por mes, suponiendo que el proceso de producción de los artículos puede manejar hasta 4000 bates al mes, que el costo de preparación de las corridas de producción es de \$ 150.00 por cada una, que el costo de producción es de \$ 10.00 por bate, y el costo de mantenimiento por cada bate por mes representa el 2 % del costo de producción por bate. ¿qué tamaño de lote de producción recomendaría para satisfacer la demanda de la temporada? ¿si la All-Star opera 20 días al mes, ¿con qué frecuencia debe operar el proceso de producción?

8.- Suponga que una línea de producción opera de manera que resulta aplicable el modelo del tamaño del lote de producción. Dado 6400 unidades por año, Costo de preparación por cada corrida de producción de \$100.00 y un costo de mantenimiento de \$ 2.00 por unidad por año. Calcule el tamaño del lote de producción de costo mínimo para cada una de las capacidades instaladas de producción:

- 8000 unidades por año
- 10,000 unidades por año.
- 32,000 unidades por año.
- 100,000 unidades por año

9.- Supongase que está revisando la decisión sobre el tamaño del lote de producción correspondiente a una operación manufacturera en donde la capacidad instalada de producción es de 8000 unidades por año, la demanda anual es de 2000 unidades por año, el costo de preparación por cada corrida de producción es de \$ 300.00, y el costo de mantenimiento anual por unidad es de \$1.60. Suponga también que actualmente se realizan corridas de producción de 500 unidades cada 3 meses. ¿recomendaría cambiar el tamaño actual del lote de producción? ¿por qué sí o por qué no? ¿Cuánto se podría ahorrar modificando el tamaño del lote de producción según lo que recomiende?

10.- Suponga que la XYZ Company del problema # 3, que tenía una demanda anual de 12,000 unidades, un costo de mantenimiento anual por unidad de \$0.50 y un costo de cada pedido de \$25.00, decide operar con una política de inventarios con pedidos pendientes. Se estima que el costo de los pedidos en espera son de 5% por unidad por año siendo el costo de cada artículo de \$ 2.50. Identifique lo siguiente:

- Cantidad del pedido de costo mínimo.
- Número máximo de pedidos pendientes
- Nivel máximo de inventario
- Costo total anual de los inventarios
- Tiempo de ciclo, considerando 250 días hábiles al año.

11.- La A & M Hobby Shop maneja una línea de automóviles de carreras a escala controlados por radio. Se supone que la demanda de los automóviles es constante de 40 automóviles por mes, los autos cuestan \$ 60.00 cada uno y el costo de cada pedido es de \$ 15.00, el costo de mantenimiento por cada automóvil anual representa el 20% del precio del automóvil.

- determine la cantidad económica del pedido y el costo total anual de los pedidos.



- b).- Utilizando el costo de pedido en espera de \$ 45.00 por unidad por año , determine la política de inventario de costo mínimo y costo anual total para esos automóviles a escala .
- c).- ¿ Cuál es el número máximo de días que tendría que esperar un cliente para que se le cubriera un pedido pendiente con la política de la parte ( b ) ? supóngase que la Hooby Shop está en servicio 360 días al año.
- d).- Recomendaría la política de inventarios con o sin pedidos pendientes para este producto ? Explique.

12.- supóngase que es apropiada la siguiente escala de descuentos por cantidades :

tamaño del pedido	descuento	costo unitario
0 a 49	0 %	\$ 30.00
50 a 99	5 %	\$ 28.50
100 o mas	10 %	\$ 27.00

Si la demanda anual es de 120 unidades , el costo de cada pedido es de \$ 20.00 y el costo anual de mantenimiento por unidad representa el 25 % del precio del artículo sin descuento. ¿ que cantidad de pedido recomendaría ?

13.- Aplique el modelo de la CEP a la siguiente situación de descuentos por cantidad :

categoría de descuento	tamaño del pedido	descuento	costo unitario
1	0 a 99	0 %	\$ 10.00
2	100 o más	3 %	\$ 9.70

demanda anual 500 unidades, costo de cada pedido \$ 40.00 , el costo de mantenimiento anual por artículo representa el 20 % del precio del artículo sin descuento ¿ qué cantidad de pedido se recomienda ?

14.- la empresa Keith Shoe Stores maneja un calzado básico , negro y de vestir, para caballero, la demanda es de 500 pares de zapatos cada 3 meses . Su política actual de compra consiste en pedir 500 pares cada vez que hace un pedido . si el costo de cada pedido es de \$ 30.00 y el costo de mantenimiento anual por para de zapato representa el 20 % del precio por par de calzado sin descuento que es de \$ 36.00. En seguida se presentan las diversas alternativas de descuentos que el fabricante ofrece :

alternativa	cantidad del pedido	precio por par
1	0 a 99	\$ 36.00
2	100 a 199	\$32.00
3	200 a 299	\$ 30.00
4	300 o más	\$ 28.00

¿ Cuál es la cantidad de pedido de costo mínimo ? ¿ Cuáles son lo ahorros anuales de la política de inventarios que recomienda con respecto a la política que actualmente utiliza la empresa ?

15.- La Heath manufacturing company adquiere de un proveedor externo una refacción número 644 , que se utiliza en la producción de equipo estereofónico . La heath espera fabricar aproximadamente 100,000 sistemas que utilizan esa parte durante el año . la demanda es relativamente constante durante todo el año, el costo asociado con los pedidos es de \$ 25.00 por cada uno , la política de costo de inventario que la heath ha utilizado tradicionalmente es cargar el 20 % del costo de compra como costo anual de conservación de inventario para cualquier artículo. El precio que paga la heath por cada una de las partes número 644 es \$ 6.25.

suponiendo que la heath opera 50 semanas al año y 6 días por semana .





- a).- calcule el punto de reorden asociado con la política óptima de pedidos , suponiendo que el tiempo de adelanto de un pedido es de 4 días.  
 b).- Calcule el punto de reorden si el tiempo de adelanto es de 8 días ; lo mismo si es de 10 días.  
 c).- Suponga que para la heath Manufacturing company se permiten agotamientos y que su costo es de \$ 0.25 por unidad por año.

Determine la cantidad óptima de pedido

- ¿ Cuál es el nivel máximo de inventario asociado con la política de inventario óptimo ?  
 ¿ Cuál es el tamaño máximo de pedidos pendientes?  
 ¿ Cual es el costo total de pedidos, el costo total anual de mantenimiento y cual es el costo total anual de los pedidos pendientes o retroactivos '

16.- La D & H manufacturing Company es una empresa especializada que fabrica motores para puertas de cocheras y para sistemas de apertura tipo persiana. A partir de datos anteriores la compañía ha pronosticado que habrá una demanda de 20,000 motores para el año siguiente . los datos anteriores muestran que esta demanda es constante en todo el año , la compañía opera 250 días al año y puede fabricar 160 motores diarios, el costo de mantenimiento de cualquier motor que se fabrica y que se almacena en los inventarios es de \$ 16.00 , el costo de preparación de la producción asociado con cada corrida de \$ 150.00.

- a).- calcule el tamaño de lote óptimo de producción de la D & H debe utilizar.  
 b).- ¿ cual es el costo asociado con el plan de producción de la parte ( a ) ? identifique las partes componentes.  
 c).- ¿ cuál es el tiempo que transcurre ( en días ) entre corridas de producción ?

17.- La Acoustic Sound Company fabrica y vende sistemas y partes de sonido estereofónico . La compañía es una organización multinacional que tiene oficinas y expendios en todo el mundo . la compañía ha proyectado que se requerirán 60,000 amplificadores A1-X mensuales durante el próximo año. Debido a restricciones de construcción y a limitaciones de otros recursos , la compañía a decidido adquirir la mitad de los amplificadores con un proveedor externo . El proveedor puede entregar los amplificadores el mismo día en que se piden. A la compañía le cuesta \$ 30.00 producir el A1-X , el precio del proveedor es \$ 34.80 , el costo de pedido por adquisición externa de las unidades es de \$ 35.00 por pedido. El costo anual de conservar los inventarios por unidad anual es de \$ 10.00 , el costo de preparación asociado con la fabricación del A1-X es \$ 50.00 . La Acoustic Sound tiene la capacidad de producción para fabric ar 150,000 amplificadores A1-X por mes .

- a).- calcule la cantidad óptima de pedido que debe adquirirse con el proveedor externo .  
 b).- determine el tamaño óptimo del lote de producción interno.  
 c ) ¿ cual es el costo total de loa inventarios para el A1-X ?'  
 d) calcule el número óptimo de pedidos por mes.  
 e) calcule el número óptimo de corridas de producción por mes.

18. La Period furniture produce una mesa de comedor en encino sólido a un costo de \$ 1,000 , la compañía vende 2500 mesas cada año, aunque tiene capacidad para producir 5000 mesas anuales, cuesta \$ 400 poner en marcha la línea de producción, Los costos de mantenimiento de los bienes terminados son del 10 % por unidad por año.

- a). ¿Cuántas mesas se deben hacer en cada corrida de producción?, ¿Cuántas corridas de producción se deben realizar al año? Y si esta empresa trabaja 200 días al año ¿+cada que tanto tiempo se deben realizar estas corridas de producción?

19.- Supóngase que está revisando la decisión sobre el tamaño del lote de producción correspondiente a una operación manufacturera en donde la capacidad instalada de producción es de 15,000 unidades por año , la demanda anual es de 12,000 unidades por año, el costo de preparación por cada corridas de producción es de \$ 500 , y el costo de mantenimiento anual por unidad es de \$10 . Suponga también que actualmente se realizan corridas de producción de 3000 unidades cada 3 meses ¿ recomendaría cambiar el tamaño actual del lote de producción? Si la respuesta es afirmativa ¿ Cual será el tamaño del



lote de producción recomendado? y ? ¿ Cuánto se podría ahorrar modificando el tamaño del lote de producción ?

20.- el uso de cierto producto es constante y de 5000 artículos por mes , el costo por pedido es de \$500 cada uno y el costo de mantenimiento de inventario es de \$ 3 por unidad cada 4 meses , considérese que se trabaja, 300 días al año.

a).- Calcule el punto de reorden si el tiempo de adelanto es de 3 días.

21.- Supóngase que está revisando la decisión sobre el tamaño del lote de producción correspondiente a una operación manufacturera en donde la capacidad instalada de producción es de 12,000 unidades por año, la demanda anual es de 4,000 unidades por año, el costo de preparación por cada corrida de producción es de \$500.00 y el costo de mantenimiento anual por unidad es de \$2.00. Suponga también que actualmente se realizan corridas de producción de 3000 unidades cada tres meses. ¿Recomendaría cambiar el tamaño actual del lote de producción? Porque si o porque no? ¿cuanto se podría ahorrar modificando el tamaño del lote de producción según lo que se recomiende?.

22.- el uso de cierto producto es constante y de 15000 artículos por mes , el costo por pedido es de \$800 cada uno y el costo de mantenimiento de inventario es de \$ 3 por unidad por Trimestre, considérese que se trabaja, 250 días al año.

a).- Calcule el punto de reorden si el tiempo de adelanto es de 6 días.

23.- Suponga que una línea de producción opera de manera que resulta aplicable el modelo del tamaño de lote de producción . dado 6400 unidades por año , costo de preparación por cada corrida de producción de \$100 y un costo de mantenimiento de \$0.30 por unidad por mes .

Calcule el tamaño del lote de producción de costo mínimo para cada una de las capacidades instaladas de producción :

a).- 8000 unidades por año

b).- 32,000 unidades por año.

24.- el uso de cierto producto es constante y de 20,000 artículos por mes , el costo por pedido es de \$1,000 cada uno y el costo de mantenimiento de inventario es de \$ 4 por unidad por Trimestre, considérese que se trabaja, 300 días al año.

a).- Calcule el punto de Reorden si el tiempo de adelanto es de 15 días.

25.- el uso de cierto producto es constante y de 25,000 artículos por mes , el costo por pedido es de \$900.00 cada uno y el costo de mantenimiento de inventario es de \$ 5 por unidad por año, considérese que se trabaja, 300 días al año.

a).- Calcule el punto de Reorden si el tiempo de adelanto es de 10 días.

## 1.2 METODOS DETERMINISTICOS DE PERÍODO FIJO DE REORDEN

### 1.2.1 MODELO DE PERIODO FIJO DE REORDEN

Con los modelos de período fijo de reorden se determina un intervalo fijo óptimo para llevar a cabo las revisiones del inventario. Entonces, cada vez que se hace un pedido se ordena la diferencia entre algún máximo y la cantidad que se tiene. Se harían las mismas suposiciones que se hicieron para el modelo básico EOQ o CEP.

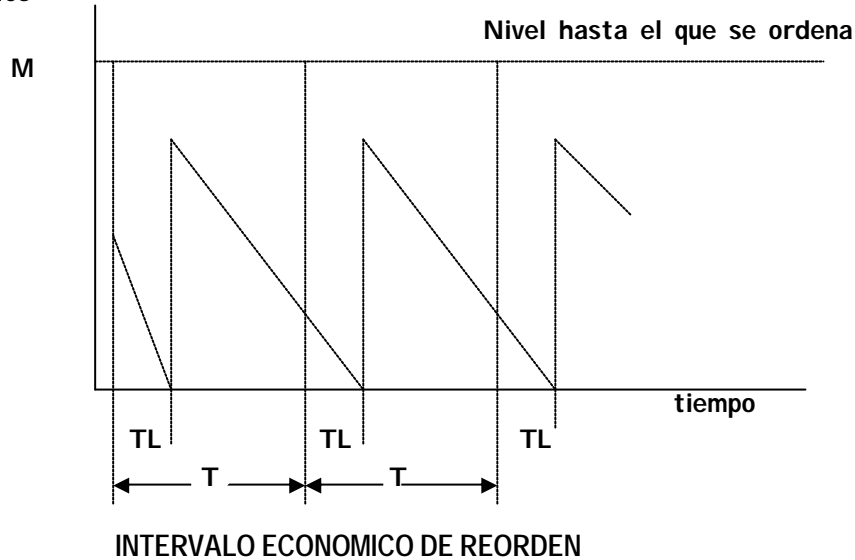
- Demanda uniforme
- Abastecimiento global.
- Tiempo de entrega constante.
- Costos constantes

En este caso se encontrará el EOI (Economic Order Interval) que es el intervalo económico de reorden.



En la siguiente figura se muestra el inventario que se tiene. El inventario disponible disminuye en respuesta a la demanda. Cuando se hace la revisión se coloca un pedido por la diferencia entre M ( el máximo) y la cantidad que se tiene. Al recibirse, el inventario se reabastece en su máximo. La primera tarea es encontrar el intervalo óptimo de reorden(T )

Unidades



Expresiones que se usan:

$$CT = \frac{Co}{T} + Cm \frac{T D}{2}$$

$$T = \sqrt{\frac{2 Co}{(D)( Cm)}}$$

$$M = T D + TL D = D ( T + TL )$$

$$M = d ( t + TI )$$

Donde:

T = Intervalo económico de reorden en años

D = demanda anual de unidades.

Co = Costo en pesos por cada pedido.

Cm = Costo de mantenimiento de inventario expresado en pesos por unidad por año

TL = tiempo de entrega o tiempo de espera o tiempo de adelanto en años o en días

T, D, TL deben tener las mismas unidades de tiempo

La cantidad de pedido Q se calcula con:

$$Q = M \text{ -- existencias en almacén al momento de efectuar el pedido}$$

EJEMPLO:

Considérese un fabricante que necesita 2000 partes pequeñas durante el año próximo, el costo de las unidades es de \$5 cada una. Se tiene disponible en la localidad con un tiempo de entrega en 1 semana (7 días), pero el costo de ordenar para el fabricante es de \$5 por orden. El costo de mantenimiento es de \$2 por unidad al año. Se considera que esta empresa trabaja 365 días hábiles al año.

¿Cuál es el intervalo económico de orden y cuál es el punto hasta el que se ordena?



Solución:

D=2000 unidades por año.

Co=\$5 por orden.

Cm=\$2 por unidad por año.

TL=7 días

Aplicando la ecuación

$$T = \sqrt{\frac{2 Co}{(D)(Cm)}} = \sqrt{\frac{2(5)}{(2000)(2)}} = 0.05 \text{ años}$$

para convertir esto en días:

$$365 (T) = 365 (0.05) = 18 \text{ días}$$

El punto hasta el que se ordena es:

$$M = D ( T + TL ) = 2000 ( 0.05 + 7/365 ) = 138 \text{ unidades}$$

El costo total anual del inventario:

$$CT = \frac{Co}{T} + Cm \frac{T D}{2} = \frac{5}{0.05} + 2 \frac{0.05(2000)}{2} = \$ 200.00$$



## II INVENTARIOS : MANEJO DE LA INCERTIDUMBRE.

### 2.1 SISTEMAS DE INVENTARIOS QUE TIENEN DEMANDA INCIERTA O PROBABILÍSTICA.

Se supone que se conoce la distribución de probabilidad para la demanda, pero que esa demanda es impredecible en un día o mes dado. Con frecuencia, este es el caso. Cuando se trata de ventas en una tienda, ventas industriales y la mayoría de los servicios.

La incertidumbre al predecir la demanda significa que siempre existe la posibilidad de que haya faltantes, es decir, de quedar sin artículos en almacén. El riesgo puede reducirse teniendo un inventario grande, pero nunca puede eliminarse. La tarea de administrar los inventarios es **balancear el riesgo de faltantes y el costo de la existencia adicional**.

En la mayoría de los sistemas de inventarios, el costo de quedar sin artículos en almacén no se conoce con exactitud. En estos casos, la administración debe tomar una decisión subjetiva en cuanto al riesgo que se correrá.

En los casos en que el costo por faltantes puede determinarse, es posible obtener las políticas óptimas de inventario.

Para el análisis de inventarios con demanda incierta o probabilística tenemos los siguientes modelos:

#### 2.1.1 MODELOS DE CANTIDAD FIJA DE REORDEN

Factores que deben considerarse al administrar cualquier sistema de inventarios:

Riesgo de faltantes

Costos

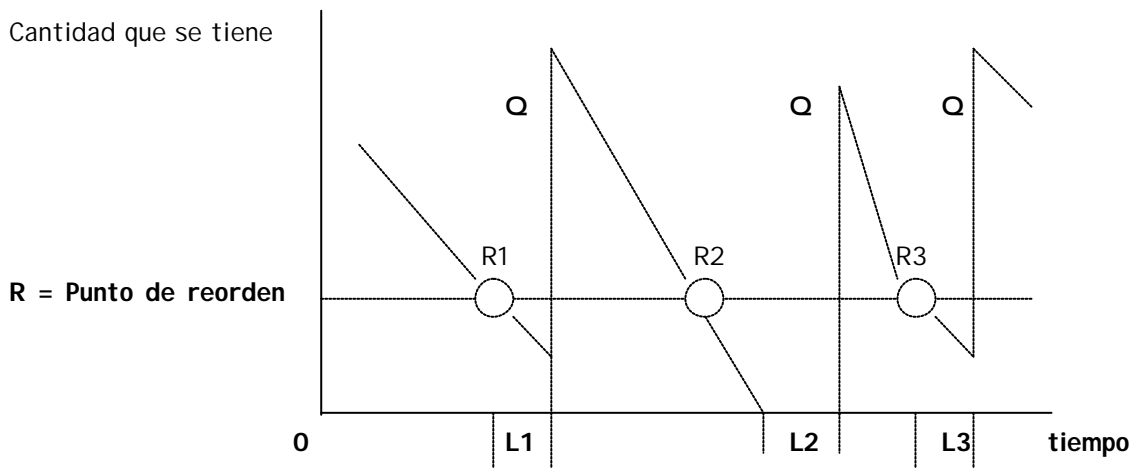
Registros

Almacenamiento físico

Demanda

Número de artículos que se van a manejar.

La operación de un modelo de cantidad fija de reorden se muestra en la siguiente figura:



SISTEMA GENERAL DE CANTIDAD FIJA DE REORDEN

Se permite que la demanda y el tiempo de entrega varíen aleatoriamente y se supone que el abastecimiento es global (todo junto).

Cuando el inventario se decrece hasta el punto de reorden (R) se coloca un pedido por una cantidad fija (Q) como el tiempo de entrega y la demanda varían, la cantidad que se tiene en el momento en que se recibe la orden también varía, pueden ocurrir faltantes como se muestra en el período L2, si se aumenta el período de reorden se reduce la posibilidad de faltantes pero el costo de mantenimiento aumenta.



El reto es encontrar el mejor intercambio entre el riesgo de faltantes y el aumento en el costo de mantenimiento. Lograr esto depende de que se conozcan o no los costos de faltantes.

### 2.1.1.1 CASO A. CUANDO NO SE CONOCE EL COSTO POR FALTANTES.

En este caso necesario calcular tanto la cantidad fija de reorden como el punto de reorden en función del nivel de servicio o nivel de confianza. Para calcular la cantidad fija de pedido los faltantes se ignoran y se supone que la incertidumbre en la demanda se ignora y se emplea la expresión:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 Co D}{Cm}}$$

Donde:

$Q^*$  = Cantidad óptima o económica de pedido.

$D$  = Demanda promedio en unidades por año.

$Co$  = Costo de cada pedido.

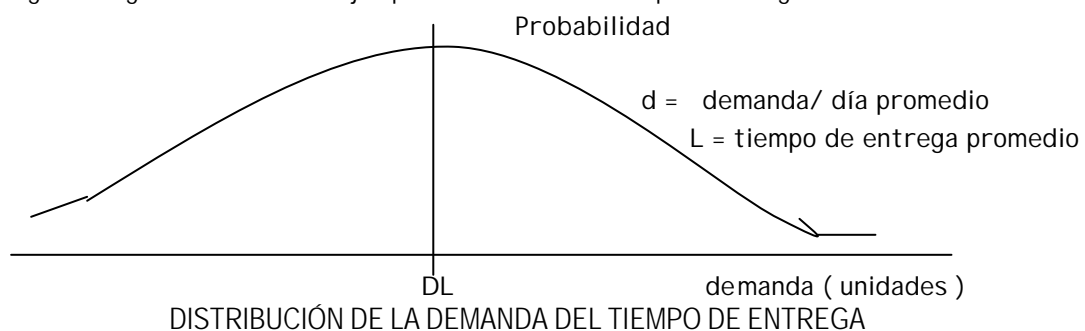
$Cm$  = Costo de mantenimiento por unidad por año.

Para calcular el Punto de Reorden ( $R$ ) no existe una manera de encontrar el  $R$  óptimo cuando no se conocen los costos de faltantes, en su lugar se usan los conceptos de : INVENTARIO DE SEGURIDAD Y NIVEL DE SERVICIO..

La posibilidad de quedar sin artículos en almacén existe solo durante el tiempo de entrega.

Como lo podemos observar en la figura anterior cuando el nivel de inventario está arriba del punto de reorden, como antes de colocar el pedido  $R1$ , no hay posibilidad de quedar sin existencias, cuando el nivel baja al punto de reorden se coloca un pedido y comienza el período de entrega solamente durante estos períodos ( $L1$ ,  $L2$ ,  $L3$ ) existen posibilidades de faltantes, entonces para determinar el punto de reorden ( $R$ ) solo es necesario conocer la distribución de la demanda durante el período de entrega. Esto se llama DEMANDA DEL TIEMPO DE ENTREGA.

En la siguiente figura se muestra un ejemplo de demanda del tiempo de entrega .

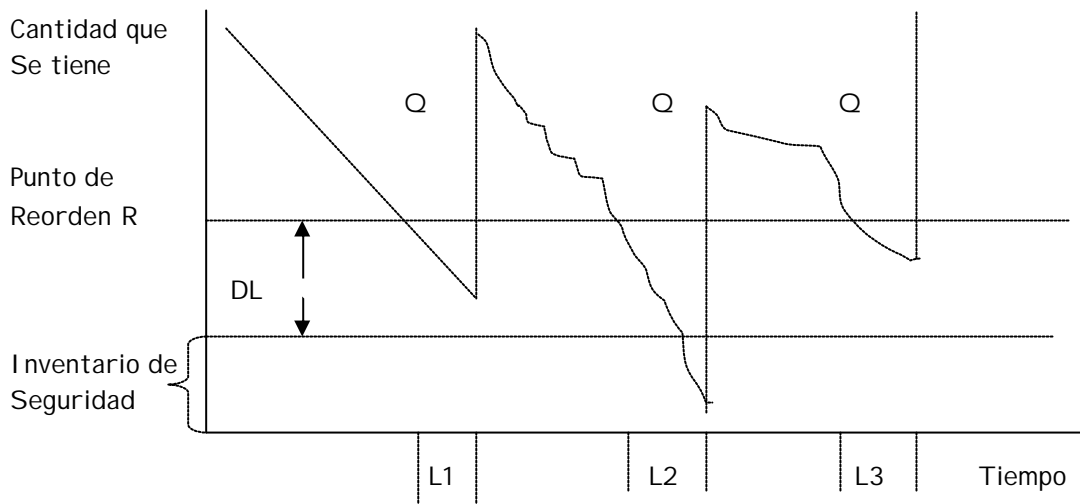


aquí se muestra una distribución normal centrada en la demanda promedio del tiempo de entrega  $dL$  donde  $d$  es la demanda diaria promedio y  $L$  es el tiempo de entrega. Si el punto de reorden se iguala a la demanda diaria del tiempo de entrega, el inventario que se tiene en el momento de recibir una orden será 0 (cero), en promedio. Pero la mitad de las veces será más que 0 (cero) y la mitad de las veces será menos que cero, es decir, habrá faltantes .

Como casi siempre una posibilidad del 50% de quedar sin existencias es muy alto, se debe agregar un inventario de seguridad.



El efecto del inventario de seguridad se muestra en la siguiente figura:



EFFECTO DEL INVENTARIO DE SEGURIDAD

El punto de reorden se incrementa para proporcionar mayor protección contra los faltantes durante el tiempo o período de entrega, entonces la fórmula para el punto de reorden (R) es:

$$R = dL + B$$

R = punto de reorden

d = demanda diaria

L = tiempo de entrega promedio en días

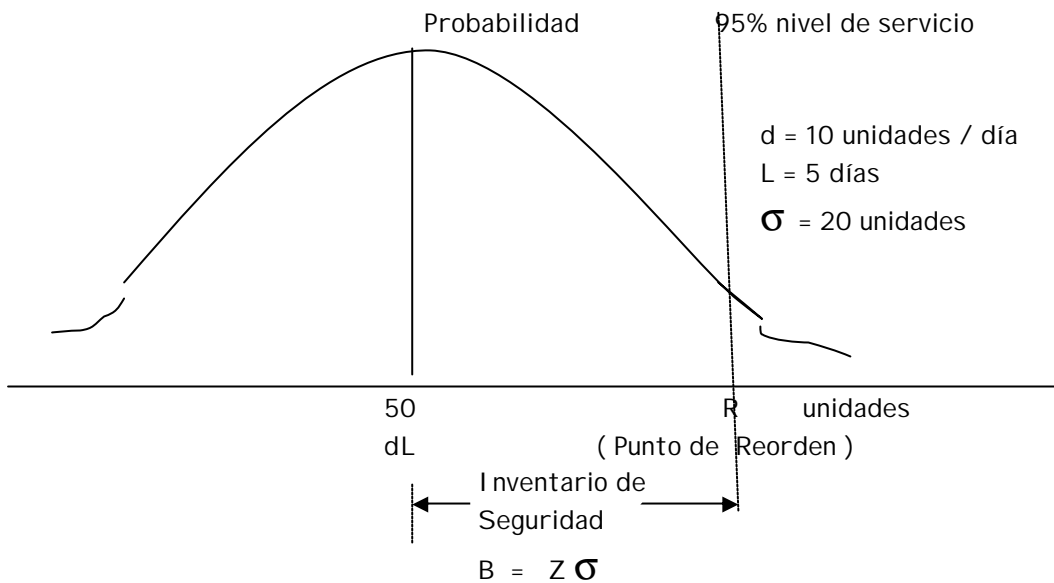
B = inventario de seguridad en unidades.

La cantidad de inventario de seguridad esta basada en el NIVEL DE SERVICIO O NIVEL DE CONFIANZA, que es la probabilidad de tener un artículo en almacén cuando se necesite.

Los niveles de servicio en general varían del 80 % al 99 %. Esto significa que la posibilidad de quedar sin artículos en el almacén varían entre un 20% y 1 %.

Una vez que se escoge el nivel de servicio, la cantidad de inventario de seguridad que se necesita se encuentra como se muestra en la figura siguiente:





CALCULO DEL PUNTO DE REORDEN

Con una tabla para la distribución normal, se encuentra el valor de Z que corresponde al nivel de servicio deseado, para un nivel de servicio del 95 % el valor de  $Z = 1.65$ .

El inventario de seguridad se calcula mediante la expresión:

$$B = Z \sigma$$

Donde :

B = Inventario de seguridad en unidades

$\sigma$  = Desviación estandar de la demanda durante el tiempo de entrega o tiempo de adelanto.

Por ejemplo en la figura anterior: el inventario de seguridad es:

$$B = Z \sigma = (1.645)(20) = 33 \text{ unidades}$$

Y el punto de reorden es :

$$R = dL + B = (10)(5) + 33 = 83 \text{ unidades}$$

PROCEDIMIENTO DEL MODELO:

1.- Calculase la cantidad óptima o económica de pedido mediante la expresión.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 C_o D}{C_m}}$$

2.- Calcúlese el inventario de seguridad con base en la distribución de la demanda durante el período de adelanto o de entrega y la selección intuitiva del nivel de servicio. Haciendo uso de:





$$B = Z \sigma$$

3.- Calcúlese el punto de reorden mediante

$$R = dL + B$$

EJEMPLO 1: El proveedor de la tienda de un gran comerciante es un almacén lejano. El almacén puede abastecer cualquier artículo que se le pide en cualquier cantidad. Uno de los artículos que se vende es aceite de motor para automóviles, la demanda del aceite tiende a un promedio de 5 cajas por día y se distribuye normalmente.

El tiempo de entrega varía un poco, con un promedio de 3 días, la desviación estándar para la demanda del tiempo de entrega es 3.9. Los costos de ordenar se estiman en

\$ 1.50 por orden, el costo de mantenimiento es de \$ 1.00 por caja por año, el comerciante quiere un 98 % de nivel de servicio en el aceite de motor.

Para encontrar la cantidad de reorden se necesita conocer la demanda anual promedio.

Si La tienda abre 300 días hábiles al año.

Calcule:

a).- La cantidad óptima de pedido, el inventario de seguridad y el punto de reorden.

b) Si el comerciante deseara trabajar con un nivel de servicio del 80 % ¿ Cuá sería el inventario de seguridad, el punto de reorden, y los costos de mantenimiento del inventario de seguridad?

DATOS:

$$D = (5)(300) = 1500 \text{ unidades por año}$$

$$C_o = \$ 1.50 \text{ por cada pedido}$$

$$C_m = \$ 1.00 \text{ por caja al año}$$

Nivel de servicio = 98 % corresponde a un valor se Z leído en tablas de distribución normal = 2.06

Días hábiles al año = 300

Para el Nivel de servicio = 80 %  $Z = 0.85$

Entonces las soluciones para el inciso:

a) son:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 C_o D}{C_m}} = \sqrt{\frac{2(1.5)(1500)}{1}} = 67 \text{ cajas}$$

$$B = Z \sigma = (2.06)(3.9) = 8 \text{ cajas}$$

$$R = dL + B = (5)(3) + 8 = 23 \text{ cajas}$$

b).- Nivel de servicio = 80 % el valor de  $Z = 0.85$ , entonces:

el inventario de seguridad  $B = (0.85)(3.9) = 3.315$  cajas

El punto de reorden  $R = (5)(3) + 3.315 = 18.315 = 18$  CAJAS

El costo de mantenimiento del inventario de seguridad =  $(C_m)(B) = (1)(3.315) = \$3.00$

EJEMPLO 2. Un productor de microcomputadoras compra una unidad de procesamiento central de un solo chip por \$ 5.00 cada uno. Según los planes de producción, se necesitarán 10,000 unidades durante el próximo año, pero esto dependerá de las ventas. En realidad, la empresa piensa que la demanda estará distribuida normalmente con un promedio de 10,000 unidades.



El gerente de abastecimiento hace planes basándose en un tiempo de entrega promedio de 9 días, una demanda diaria de 10, 000/300 días hábiles al año, o 33.3 unidades por día y el nivel de servicio del 99 %.

Los costo de cada pedido son de \$ 10.00, mientras que los costos de mantenimiento son de \$ 1.00 por unidad por año. La demanda durante el tiempo de entrega tiene una desviación estándar de 17.3 unidades.

a) Encuéntrese: La cantidad óptima de pedido, el inventario de seguridad, el punto de reorden y el costo del mantenimiento del inventario de seguridad.

### 2.1.1.2 CASO B . CUANDO SE CONOCE EL COSTO POR FALTANTES.

Es posible optimizar tanto la cantidad de reorden como el punto de reorden.

La cantidad óptima de pedido se calcula usando la expresión:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 C_o D}{C_m}}$$

Esto da como resultado que debe ordenarse una cantidad menor que la óptima, y la razón es que los costos por faltantes tienden a aumentar el tamaño de la orden, para reducir el numero de ordenes, pero los costos de mantenimiento se elevan si hay pocas órdenes, el efecto neto es que el valor óptimo es muy poco diferente al valor aproximado de la CEP.

Para encontrar el punto de reorden se aplica el concepto de COSTO MARGINAL , el cual nos indica que cada vez que el punto de reorden se incrementa en una unidad el costo de mantenimiento aumenta y el costo por faltante disminuye. Debe haber un punto de cruce entre estos 2 costos que proporcione el mejor punto de reorden, y esto ocurre cuando los 2 costo marginales son iguales.

COSTO MARGINAL DE MANTENER = COSTO MARGINAL POR FALTANTES

EL COSTO ESPERADO DE AUMENTAR EL PUNTO DE REORDEN en una unidad ( costo marginal de mantener) es igual que el costo de mantenimiento(  $C_m$ ) multiplicado por la probabilidad de que no haya faltante. ( Cuando ocurre un faltante no hay costo de mantenimiento), Si  $P$  representa la probabilidad de que la demanda sea menor que el punto de reorden, es decir, de que no ocurra faltantes,

$dL$  = demanda promedio durante el tiempo de entrega

$R$  = punto de reorden

$P$  = probabilidad [  $dL \leq R$  ]

ENTONCES EL COSTO MARGINAL DE MANTENIMIENTO =  $(C_m)(P)$

Entonces EL COSTO MARGINAL DE FALTANTES DURANTE CADA PERÍODO DE ENTREGA es igual que el costo del número de unidades que faltan por la probabilidad de un faltante o sea.

EL COSTO MARGINAL POR FALTANTE =  $(1 - P) C_a$

$C_a$  = Costo unitario por faltante o agotamiento.

Como puede ocurrir un faltante cada vez que se hace un pedido. El costo anual por faltantes depende del número de ordenes, con una demanda anual  $D$  y una cantidad que debe ordenarse  $Q$ , el número promedio de ordenes =  $D/Q$ , entonces



$$\text{EL COSTO MARGINAL POR FALTANTES} = Ca(1 - P) \frac{D}{Q}$$

Igualando los 2 costos marginales y despejando P tenemos lo siguiente:

$$(Cm)(P) = Ca(1 - P) \frac{D}{Q}$$

$$(Cm)(P) = \frac{D}{Q} Ca - \frac{D P}{Q} Ca$$

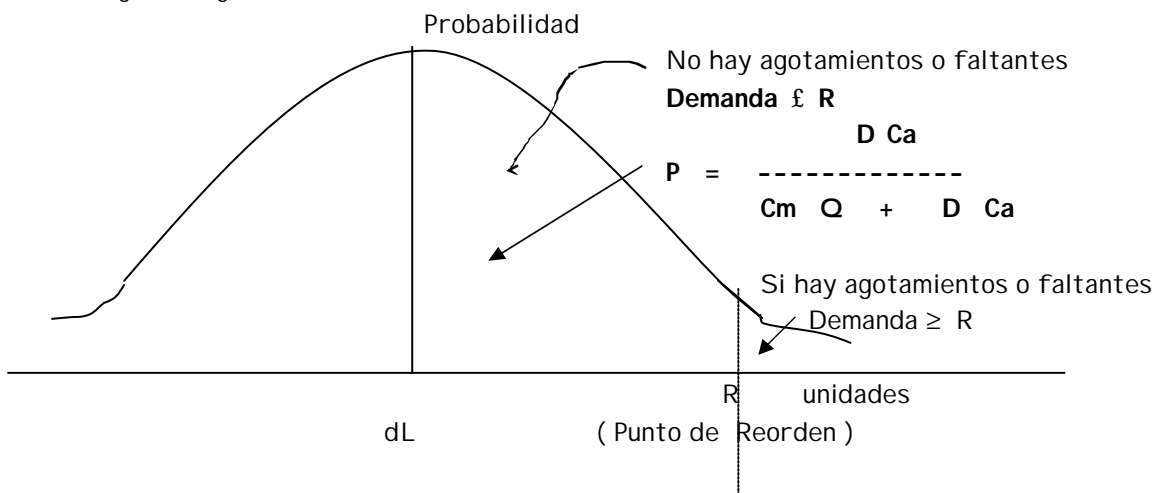
$$(Cm)(P) + \frac{D P}{Q} Ca = \frac{D}{Q} Ca$$

$$P \left[ Cm + \frac{D}{Q} Ca \right] = \frac{D P}{Q} Ca$$

$$P \left[ \frac{Cm Q}{D} + \frac{D}{Q} Ca \right] = \frac{D P}{Q} Ca$$

$$P = \frac{D Ca}{Cm Q + D Ca}$$

Esto da una probabilidad crítica, entonces, el punto de reorden R se selecciona como se muestra en la siguiente figura ,



PUNTO DE REORDEN CON COSTO POR FALTANTES CONOCIDO



Con la distribución de probabilidad de la demanda durante el tiempo de entrega se escoge R de tal manera :

$$\text{La probabilidad [ dL } \leq \text{ R ]} = P = \frac{D \text{ Ca}}{C_m Q + D \text{ Ca}}$$

PROCEDIMIENTO DEL MODELO:

1.- Calcúlese la cantidad óptima o económica de pedido mediante la expresión ( se ignoran los faltantes )

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 C_o D}{C_m}}$$

2.- Encuéntrase la probabilidad crítica, es decir , la probabilidad en la cual podamos tener existencias en nuestro almacén y esta se calcula mediante la expresión:

$$P = \frac{D \text{ Ca}}{C_m Q + D \text{ Ca}}$$

3.- Buscar en tablas de distribución normal el valor de Z que le corresponde a la probabilidad calculada en el paso anterior

4.- Calcúlese el inventario de seguridad con base en la distribución de la demanda durante el período de adelanto o de entrega y el valor de Z determinado. Haciendo uso de:

$$B = Z \sigma$$

o

$$B = R - \mu$$

$\mu$  = demanda promedio durante el tiempo de espera

5.- Calcúlese el punto de reorden mediante

$$R = d L + B$$

o

$$R = \mu + B$$

El costo total anual de inventario = Costo anual de pedidos + Costo anual de mantenimiento del inventario normal + costo anual de mantenimiento de las existencias de seguridad.

$$CT = C_o \frac{D}{Q^*} + C_m \frac{Q^*}{2} + C_m B$$

EJEMPLO: Cierta artículo de inventario tiene una demanda anual promedio de 5000 unidades con base a 250 días hábiles por año, entonces, la demanda diaria tiene un promedio de  $5000/250 = 20$  unidades por día el tiempo de entrega varía, con un **promedio** de 2 días se supone que la demanda durante el tiempo de entrega tiene una distribución normal con una desviación estándar  $\sigma = 6.3$  unidades, el costo por cada



pedido es de \$ 2.00, el costo de mantenimiento es de \$ 2.50 por unidad por año y el costo por agotamiento o por faltante es de \$ 1.00 por unidad por año

Calcular:

a).- La cantidad óptima de pedido, el inventario de seguridad, el punto de reorden, el costo de mantenimiento del inventario de seguridad

SOLUCIÓN:

DATOS:

D = 5000 unidades promedio por año

d = 20 unidades en promedio por día

L = 2 días

Co = \$ 2.00 por cada pedido

Cm = \$ 2.50 por unidad por año

Ca = \$ 1.00 por unidad por año

Días hábiles = 250 días

$\sigma = 6.3$  unidades

a).- la cantidad óptima de pedido se calcula usando :

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 C_o D}{C_m}} \quad Q = \sqrt{\frac{(2)(2)(5000)}{2.50}} = 89 \text{ unidades}$$

Para calcular el inventario de seguridad B debemos de calcular la probabilidad de tener existencia con la expresión:

$$P = \frac{D C_a}{C_m Q + D C_a} = \frac{(5000)(1)}{(2.50)(89) + (5000)(1)} = 0.9573$$

Entonces la probabilidad de tener existencia durante el tiempo de espera es de 95.73% por lo tanto la probabilidad de no tener existencias es decir, de tener faltantes en almacén es de  $100 - 95.73 = 4.27\%$

Posteriormente se Busca en tablas de distribución normal el valor de Z correspondiente a la probabilidad de 0.9573, resultando un valor de  $Z = 1.72$

Teniendo el valor de Z y el valor de la desviación estandar ( $\sigma$ ) calculamos el inventario de seguridad de la siguiente manera:

$$B = Z \sigma = (1.72)(6.3) = 10.836 \text{ unidades}$$

El punto de reorden R se encuentra utilizando la expresión:

$$R = dL + B = (20)(2) + 10.836 = 50.836 \sim 51 \text{ unidades}$$

El costo de mantenimiento del inventario de seguridad se encuentra de la siguiente forma :

$$\text{Costo de mantenimiento del inv. De seguridad} = (C_m) (B) = (2.50)(10.836) = \$ 27.09$$



## EJERCICIOS:

1.- Un producto que tiene una demanda anual de 1000 unidades tiene  $C_o = \$ 25.50$  y  $C_m = \$ 8.00$  por unidad anual. La demanda muestra cierta variabilidad de manera que la demanda del tiempo de adelanto sigue una distribución de probabilidad normal con demanda promedio durante el tiempo de espera de  $\mu = 25$  unidades y una desviación estándar durante el tiempo de espera  $\sigma = 5$  unidades

a).- ¿Cuál es la cantidad óptima de pedido?

b).- ¿Cuáles son los puntos de Reorden de pedido y las existencias de seguridad si la empresa desea una probabilidad del 2 % de tener faltantes durante el período de espera ?

2.- La B & S Novelty and craft shop de bennington , Vermont , vende a turistas diversos artículos de calidad hechos a mano . la B & s tiene a la venta 300 réplicas miniatura talladas a mano de un soldado colonial , cada año , pero el patrón de demanda anual es incierto . Las réplicas se venden a \$ 20.00 cada una , y la empresa utiliza una tasa de costo anual de mantenimiento de inventario del 15 % del precio de venta por unidad. el costo de pedido es de \$ 5.00 por cada uno , la demanda promedio durante el tiempo de adelanto es de  $\mu = 15$  artículos y una desviación estándar durante el tiempo de adelanto de  $\sigma = 6$  artículos

a).- ¿Cuál es la cantidad óptima o fija de pedido ?

b).- Si la B & S está dispuesta a aceptar el 2 % de faltantes en sus inventarios durante el periodo de espera , ¿ qué punto de Reorden recomendaría ? ¿Cuál es el inventario de seguridad y cual es la cantidad que se debe de pedir , y cuales son los costos anuales de mantenimiento de las existencias de seguridad?

3.- La compañía Foster Drugs . Inc. Maneja diversos productos medicinales y de belleza . un producto acondicionador del cabello le cuesta \$ 2.95 por unidad , el costo de mantenimiento anual representa el 20 % del precio del producto por unidad . un modelo de inventario de cantidad de pedido y de punto de Reorden recomienda un volumen de pedido de 300 unidades.

a).- la demanda promedio durante el tiempo de adelanto se distribuye de manera normal con una  $\mu = 150$  unidades y la desviación estándar durante el tiempo de adelanto es de  $\sigma = 40$  unidades . ¿Cuál es el punto de Reorden si la empresa esta dispuesta a tolerar una probabilidad de 1 % de tener faltantes durante el tiempo de espera ?

B).- ¿Cuáles son las existencias de seguridad , y su costo total anual de mantenimiento, ?.

4.- Encuéntrese el punto de reorden para un artículo que tiene una demanda promedio durante el tiempo de entrega de 70 artículos y una desviación estándar durante el tiempo de espera de 8 artículos cuando se desea un nivel de servicio del 90 % de tener existencias durante el tiempo de espera

5. Un artículo tiene una demanda promedio durante el tiempo de entrega de 40 unidades ( con distribución normal ) con una desviación estándar durante el tiempo de entrega de 7 unidades , Se desea un nivel de servicio del 95 % de tener existencias durante el período de espera . Encuéntrese el punto de reorden.

6.-Dado que un artículo que tiene una demanda promedio durante el tiempo de entrega de 100 unidades con una desviación estándar durante ese período de 10 unidades ( distribuida normalmente ), calcúlese el punto de reorden para niveles de servicio de tener existencias durante el período de espera de 80,85,90,99,y 99.5 %.

7. La demanda promedio durante el tiempo de entrega para un artículo es de 65 artículos ( y distribución normal) ¿Cuál es el inventario de seguridad necesario para proporcionar solo un 5 % de probabilidad de tener faltantes durante el período de espera ?

8.- Una empresa vende un artículo de consumo que tiene un promedio de ventas de 50 unidades por día, los pedidos se hacen cada 10 días y se reciben 5 días despues, esta empresa quiere mantener un



nivel de servicio del 81.06 % de tener existencias durante el período de espera . Si la desviación estándar de la demanda durante el período de entrega es de 50 unidades.

- a) ¿Cuál debe ser el punto hasta el que se ordena ?
- b) Si al momento de efectuar la revisión, las existencias reales fueran de 594 unidades ¿Cuántas unidades se deberían de pedir?

9- Una empresa determinada , vende a turistas diversos artículos de calidad hechos a mano . esta empresa tiene a la venta 24,000 réplicas miniatura talladas a mano de un soldado colonial , cada año , pero el patrón de demanda anual es incierto . Las réplicas se venden a \$ 40.00 cada una, el costo anual de mantenimiento de inventario representa el 25 % del precio de venta por unidad. el costo de cada pedido es de \$ 15.00 , y la demanda durante el tiempo de adelanto sigue una distribución de probabilidad normal con  $\mu = 50$  y desviación estándar durante el tiempo de adelanto de  $\sigma = 12$  unidades

- a).-Cuál es la cantidad de pedido que se recomienda ?
- b).- Si la empresa está dispuesta a aceptar una probabilidad de tener el 14.92 % de faltantes durante el período de espera , ¿ qué punto de Reorden recomendaría ?
- c).- ¿ Cuáles son las existencias de seguridad y los costos anuales de las existencias de seguridad para este producto ?.

10.- Un producto tiene una demanda anual de 12,000 unidades tiene un costo de cada pedido de \$50.00 y un costo de mantenimiento de \$5.00 por unidad por año, la demanda muestra cierta variabilidad, de manera que la demanda durante el tiempo de adelanto sigue una distribución de probabilidad normal con una demanda promedio esperada  $\mu$  igual 80 unidades , y una desviación estandar  $\sigma$  igual a 20 unidades

- a).- Cual es la cantidad de pedido y cual es el punto de reorden en cada pedido considerando tolerar una probabilidad de 20% de tener faltantes durante el tiempo de espera .
- b).- ¿Cuales son las existencias de seguridad y cuales son los costos anuales del mantenimiento de éstas existencias de seguridad?

11.- Un producto que tiene una demanda anual de 1000 unidades tiene un  $C_o = \$25.50$  y  $C_m = \$8.00$  por unidad anual . La demanda muestra cierta variabilidad de manera que la demanda durante el tiempo de adelanto sigue una distribución de probabilidad normal con una demanda media o promedio  $\mu = 25$  y una desviación estándar  $\sigma = 5$  .

- a).- ¿Cuál es la cantidad de pedido que se recomienda ?
- b).- Cuales son : el Punto de Reorden de pedido y las existencias de seguridad si la empresa desea una probabilidad de cuando mucho 2 % de que se de un agotamiento de existencias en cualquier ciclo ?

12.- La B & S Novelty and Craft Shop de Bennington , Vermont , vende a turistas diversos artículos de calidad hechos a mano . La B & S tiene a la venta 300 réplicas miniatura talladas a mano de un soldado colonial , cada año, pero el patrón de demanda anual es incierto , las réplicas se venden a \$ 20.00 cada una , el costo anual de mantenimiento representa el 20 % del precio de venta por unidad , el costo de pedido es de \$ 5.00 por cada uno , y la demanda durante el tiempo de adelanto sigue una distribución de probabilidad normal con una demanda promedio esperada  $\mu = 15$  y una desviación estándar  $\sigma = 6$

- a).-Cuál es la cantidad de pedido que se recomienda ?
- b).- Si la B & S está dispuesta a aceptar aproximadamente el 2% de agotamientos durante el período de espera, ¿Que punto de Reorden ordenaría ?
- c).- Cuáles son las existencias de seguridad y el costo total anual del mantenimiento de las existencias de seguridad para este producto ?



## 2.2 UN MODELO DE INVENTARIO DE CANTIDAD FIJA DE REORDEN DE UN SOLO PERÍODO (UN SOLO PEDIDO) CON DEMANDA PROBABILÍSTICA.

Este modelo se refiere a situaciones de inventarios en los que se coloca un pedido para el producto; al final del período, el producto se ha agotado, o existe un exceso de artículos que no se han vendido y que deben venderse a un precio de oferta. El modelo de un solo período es aplicable a situaciones en las que se tienen artículos estacionales o perecederos que no se pueden conservar en el inventario para su venta en períodos futuros. La ropa de temporada( tal como los trajes de baño, venta de periódicos, los abrigos de invierno, artículos deportivos, la venta de zapatos etc.) son artículos que comúnmente se manejan en forma de período único. En estas situaciones, el comprador coloca un pedido antes de la temporada para cada artículo y después llega a un agotamiento de las existencias o realiza una venta de oferta sobre las existencias excedentes, al final de la temporada. No se pueden mantener artículos en los inventarios para su venta en el año siguiente o al día siguiente, como se colocan pedidos sólo una vez para cada período, la única decisión sobre el inventario que se debe tomar es CUÁNTO se debe pedir al inicio del período. Si se conociera la demanda para una situación de inventario de un solo período, la solución sería sencilla: simplemente se pediría la cantidad que se sabe es la demanda. Sin embargo, en la mayor parte de los modelos de período único no se conoce la demanda exacta. De hecho, los pronósticos pueden mostrar que la demanda puede tener una amplia variedad de valores. Si se ha de analizar en forma cuantitativa éste tipo de problema de inventario, se requiere información respecto a las probabilidades correspondientes a los distintos valores de la demanda.

**En este modelo para calcular la cantidad óptima de pedido  $Q^*$  se debe hacer uso del método del análisis de incrementos, el cual aborda la cuestión de cuanto pedir comparando el costo o pérdida de solicitar una unidad adicional, con el costo o pérdida de no pedir tal unidad.**

Estos costos se definen de la siguiente manera:

$C_o$  = Costo unitario por SOBRESTIMAR la demanda, tal costo representa la pérdida por ordenar una unidad adicional y encontrar que no es posible venderla. Este costo se calcula así:

$$C_o = \text{Costo o precio de compra por unidad} - \text{Precio de venta de oferta}$$

$C_u$  = Costo unitario por SUBESTIMAR la demanda, este costo representa la pérdida de oportunidad al no ordenar una cantidad adicional y encontrar que se hubiera podido vender.

$$C_u = \text{Precio de venta normal} - \text{Costo o precio de compra}$$

Para determinar la cantidad óptima de pedido  $Q^*$  se debe de calcular primero cual es la probabilidad de tener siempre existencias en función de los costos unitarios por SOBRESTIMAR y SUBESTIMAR la demanda, y ésta probabilidad se determina usando la siguiente expresión:

$$P(\text{demanda} \leq Q^*) = \frac{C_u}{C_o + C_u}$$

Una vez calculada la probabilidad se determina la cantidad óptima de pedido  $Q^*$  usando la siguiente tabla:

1)	Si $C_u < C_o$	Entonces,	$Q^* = \mu - Z \sigma$
2)	Si $C_u > C_o$	Entonces	$Q^* = \mu + Z \sigma$
3)	Si $C_u = C_o$	Entonces	$Q^* = \mu$





$\mu$  = representa la demanda promedio durante el tiempo de adelanto o espera ( d L )

z = representa la probabilidad transformada a valores de Z localizados en tablas de distribución normal.

NOTA: En el modelo de inventario de un solo periodo ( un solo pedido ), el valor de

$\frac{C_u}{C_u + C_o}$  desempeña un papel muy importante para determinar, la cantidad de pedido  $Q^*$

Cuando  $C_u = C_o$  ,  $\frac{C_u}{C_u + C_o} = 0.50$  en este caso debe elegirse una cantidad de pedido

Que corresponde a la demanda mediana o promedio, con ésta decisión es igualmente probable tener un agotamiento o faltante que un excedente, esto porque los 2 costos son iguales.

Si  $C_u < C_o$  se recomienda una cantidad de pedido menor que la media, se tiende a evitar el costo mas elevado de sobrestimar la demanda y tener excedentes.

Si  $C_u > C_o$  se recomienda una mayor cantidad de pedido que la demanda media esperada, en este caso una mayor cantidad de pedido ofrece una menor probabilidad de agotamiento o faltante al intentar evitar el costo mas elevado de subestimar la demanda y de llegar a un agotamiento o faltante.

EJEMPLO:

La empresa J & B card Shop vende calendarios con ilustraciones de arte colonial para cada mes, el pedido pa el calendario anual que se formula una sola vez al año, llega en Septiembre, se sabe de acuerdo con la experiencia, que es posible aproximar la demanda de calendario de Septiembre a Julio mediante una distribución normal con una demanda promedio de  $\mu = 500$  calendarios y una desviación estándar  $\sigma = 120$  calendarios, los calendarios cuestan \$ 1.50 cada uno y esta empresa los vende a \$ 3.00 cada uno.

- Si la empresa se deshace de todos los calendarios que no se venden al final de Julio( es decir, su valor de liquidación es cero) ¿ Cuántos calendarios se deberán pedir?
- Si se reduce el precio del calendario a \$ 1.00 al final de Julio y puede vender todos los calendarios restantes e ese precio ¿ Cuántos calendarios se deben pedir?.



## EJERCICIOS

1.- La compañía Gilbert Air- Conditioning Company esta evaluando la posible adquisición de un envío especial de acondicionadores de aire portátiles fabricados en Japón . Cada unidad costaría a la Gilbert \$ 80 y se vendería a

\$ 125 , La gilbert no desea mantener en su inventario los acondicionadores de aire excedentes hasta el siguiente año. Por lo tanto , todos los acondicionadores de aire que sobren se venderán a un mayorista a \$ 50 por unidad . Supóngase que la demanda de tales equipos sigue una distribución de probabilidad normal con una demanda promedio durante el tiempo de espera de  $\mu = 20$  unidades y una desviación estándar de  $\sigma = 8$  unidades .

a) ¿Cuál es la cantidad óptima de pedido?.

b) ¿Cuál es la probabilidad de que la empresa venda todas las unidades que pide ?.

2.- Un popular puesto de periódicos en una área metropolitana esta intentando determinar cuantos ejemplares de un periódico dominical debe comprar cada semana . es posible aproximar la demanda del periódico mediante una distribución normal de probabilidad con una demanda promedio durante el tiempo de espera de  $\mu = 450$  y una desviación estándar de  $\sigma = 100$  . el periódico cuesta \$ 0.35 al puesto y los vende a \$ 0.50 el ejemplar. El puesto de periódico no obtiene ningún beneficio de los periódicos sobrantes y, por ello , absorbe el 100 % de la perdida de los que no se venden .

a).-¿Cuántos ejemplares debe comprar cada semana del periódico dominical?

b).- ¿Cuál es la probabilidad de que se agoten los ejemplares ?

3.- La compañía Foster Drugs Inc. Maneja diversos productos medicinales y de belleza . Un producto acondicionador del cabello le cuesta \$2.95 por unidad , el costo de mantenimiento anual representa el 20 % del precio del producto por unidad . Un modelo de inventario de cantidad de pedido y de punto de reorden recomienda un volumen de pedido de 300 unidades.

a).- El tiempo de adelanto es de 5 días y la demanda en el tiempo de adelanto se distribuye de manera normal con una demanda promedio de  $\mu = 150$  unidades y una desviación estándar  $\sigma = 40$  unidades. ¿Cuál es el punto de Reorden si la empresa esta dispuesta a tolerar una probabilidad de 5 % de tener faltantes durante el tiempo de espera ?

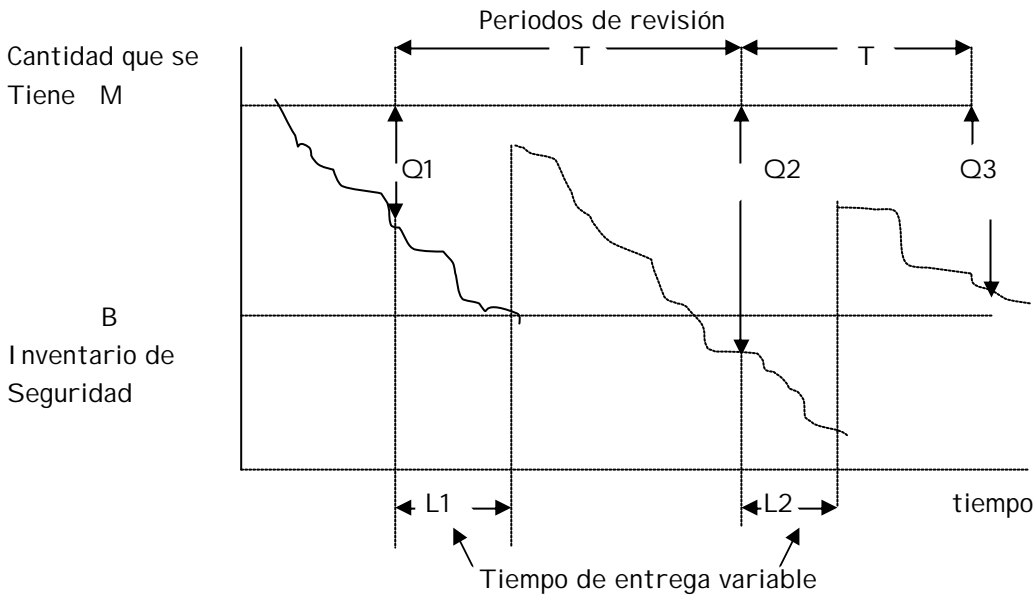
b).-¿ Cuáles son las existencias de seguridad , y el costo total anual del mantenimiento del inventario de seguridad )



**MODELO DE PERIODO FIJO DE REORDEN CON DEMANDA PROBABILÍSTICA.**

Con un modelo de periodo fijo de reorden se verifica el balance de inventario a intervalos fijos de tiempo y se coloca un pedido por la diferencia entre el inventario que se tiene y el punto hasta el que se ordena. Como el periodo de revisión es fijo, puede ocurrir un faltante en cualquier momento durante el periodo de revisión.

Como se muestra en la siguiente figura:



MODELO DE PERIODO FIJO DE REORDEN CON DEMANDA PROBABILÍSTICA

En este modelo se considera que la demanda tiene distribución normal, la demanda durante el tiempo de entrega se distribuye normalmente y los costos de faltantes no se conocen. Para encontrar el periodo óptimo para ordenar se ignora toda incertidumbre y se aplica el modelo del Intervalo económico de reorden (EOI), después se aplica el concepto de nivel de servicio para encontrar el punto hasta el que se ordena.

De tal manera que para el calculo del periodo fijo de reorden se utiliza la expresión:

$$T = \sqrt{\frac{2 C_o}{(D)(C_m)}} \qquad t = (T)(\text{días hábiles al año}) = \text{periodo de reorden en días}$$

- T = periodo de reorden en años
- t = periodo de reorden en días
- D = demanda promedio anual
- Co = Costo de cada pedido
- Cm = Costo de mantenimiento \$ por unidad por año.

El calculo del punto hasta el que se ordena M se determina con la expresión:

$$M = d ( t + L )$$

- M = punto hasta el que se ordena ( unidades)
- d = demanda promedio diaria



L = tiempo de entrega promedio en días  
t = periodo de reorden en días

Esta ecuación se aplica al caso de demanda y tiempo de entrega inciertos. Lo único que se debe agregar es el inventario de seguridad (B) para reducir el riesgo por faltantes, y este se calcula mediante la expresión:

$$B = Z \sigma$$

B = inventario de seguridad en unidades

Z = nivel de servicio transformado a valores de Z leído en tabla de distribución normal

$\sigma$  = desviación estándar

de tal manera que el punto hasta el que se ordena M estará calculado de la siguiente manera.

$$M = d(t + L) + B$$

El costo total anual del inventario CT está representado por la suma del costo total anual de los pedidos más el costo total anual del mantenimiento normal del inventario más el costo total anual del mantenimiento del inventario de seguridad

$$CT = C_o \frac{1}{T} + C_m \frac{T D}{2} + C_m B$$

El número de pedidos al año (NO) se calcula con

$$NO = \frac{1}{T}$$

La cantidad Q del pedido se determina con:

$$Q = M \text{ -- existencias en almacén al momento de efectuar el pedido}$$

EJEMPLO: Cierta artículo de inventario tiene una demanda promedio de 5 cajas de aceite por día, distribuida normalmente. El tiempo de entrega tiene un promedio de 3 días, el costo de cada pedido es de \$ 1.50, el costo de mantenimiento es de \$ 1.00 por caja por año. el vendedor deseaba un nivel de servicio del 98% de tener existencias durante el tiempo de entrega, y se trabajan 300 días hábiles al año.

La desviación estándar durante el periodo de entrega es de 9 cajas

Calcular:

- El periodo fijo de pedido y el punto hasta el que se ordena.
- Si al momento de efectuar la revisión de nuestras existencias encontramos que tenemos 50 cajas de aceite en nuestro almacén ¿ que cantidad de cajas de aceite debemos de pedir?



## TABLAS DE DISTRIBUCIÓN NORMAL PARA PROBABILIDADES MENORES AL 50 %

# Apéndice

Tabla A del apéndice Areas de una distribución normal estándar\*

Un dato en la tabla es la proporción bajo toda

la curva que se encuentra entre  $z = 0$  Y un valor positivo de  $z$ . Las áreas para los valores negativos de  $z$  se obtienen por simetría.

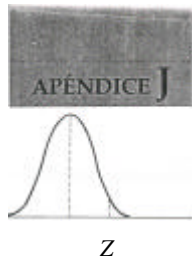
$z$	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.0000	.0040	.0080	.0120	.0160	.0199	.0239	.0279	.0319	.0359
0.1	.0398	.0438	.0478	.0517	.0557	.0596	.0636	.0675	.0714	.0753
0.2	.0793	.0832	.0871	.0910	.0948	.0987	.1026	.1064	.1103	.1141
0.3	.1179	.1217	.1255	.1293	.1331	.1368	.1406	.1443	.1480	.1517
0.4	.1554	.1591	.1628	.1664	.1700	.1736	.1772	.1808	.1844	.1879
0.5	.1915	.1950	.1985	.2019	.2054	.2088	.2123	.2157	.2190	.2224
0.6	.2257	.2291	.2324	.2357	.2389	.2422	.2454	.2486	.2517	.2549
0.7	.2580	.2611	.2642	.2673	.2703	.2734	.2764	.2794	.2823	.2852
0.8	.2881	.2910	.2939	.2967	.2995	.3023	.3051	.3078	.3106	.3133
0.9	.3159	.3186	.3212	.3238	.3264	.3289	.3315	.3340	.3365	.3389
1.0	.3413	.3438	.3461	.3485	.3508	.3531	.3554	.3577	.3599	.3621
1.1	.3643	.3665	.3686	.3708	.3729	.3749	.3770	.3790	.3810	.3830
1.2	.3849	.3869	.3888	.3907	.3925	.3944	.3962	.3980	.3997	.4015
1.3	.4032	.4049	.4066	.4082	.4099	.4115	.4131	.4147	.4162	.4177
1.4	.4192	.4207	.4222	.4236	.4251	.4265	.4279	.4292	.4306	.4319
1.5	.4332	.4345	.4357	.4370	.4382	.4394	.4406	.4418	.4429	.4441
1.6	.4452	.4463	.4474	.4484	.4495	.4505	.4515	.4525	.4535	.4545
1.7	.4554	.4564	.4573	.4582	.4591	.4599	.4608	.4616	.4625	.4633
1.8	.4641	.4649	.4656	.4664	.4671	.4678	.4686	.4693	.4699	.4706
1.9	.4713	.4719	.4726	.4732	.4738	.4744	.4750	.4756	.4761	.4767
2.0	.4772	.4778	.4783	.4788	.4793	.4798	.4803	.4808	.4812	.4817
2.1	.4821	.4826	.4830	.4834	.4838	.4842	.4846	.4850	.4854	.4857
2.2	.4861	.4864	.4868	.4871	.4875	.4878	.4881	.4884	.4887	.4890
2.3	.4893	.4896	.4898	.4901	.4904	.4906	.4909	.4911	.4913	.4916
2.4	.4918	.4920	.4922	.4925	.4927	.4929	.4931	.4932	.4934	.4936
2.5	.4938	.4940	.4941	.4943	.4945	.4946	.4948	.4949	.4951	.4952
2.6	.4953	.4955	.4956	.4957	.4959	.4960	.4961	.4962	.4963	.4964
2.7	.4965	.4966	.4967	.4968	.4969	.4970	.4971	.4972	.4973	.4974
2.8	.4974	.4975	.4976	.4977	.4977	.4978	.4979	.4979	.4980	.4981
2.9	.4981	.4982	.4982	.4983	.4984	.4984	.4985	.4985	.4986	.4986
3.0	.4987	.4987	.4987	.4988	.4988	.4989	.4989	.4989	.4990	.4990

\*Fuente: Paul G. Hoel. *Elementary Statistics*, 2nd ed. (New York: John Wiley & Sons. Inc., 1966).

p.329.



TABLAS DE DISTRIBUCIÓN NORMAL PARA PROBABILIDADES MAYORES AL 50 %



# TABLAS

Ejemplo: el área a la izquierda de  $Z = 1.34$  se encuentra siguiendo la columna  $Z$  hacia abajo hasta 1.3 Y moviéndose a la derecha hasta la columna 0.04. En la intersección se lee 0.9099. El área a la derecha de  $Z = 1.34$  es  $1 - 0.9099 = 0.0901$ . El área entre la media (ÍUlea punteada) y  $Z = 1.34$  es  $0.9099 - 0.5 = 0.4099$ .

Tabla J.1

ÁREA BAJO LA CURVA DE DISTRIBUCIÓN NORMAL

Z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9549
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990
3.1	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993
3.2	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9995
3.3	0.9995	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997
3.4	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9998



