

# Análisis de decisiones

Métodos cuantitativos para la toma de decisiones

Informática Empresarial

Jonathan Fernández González

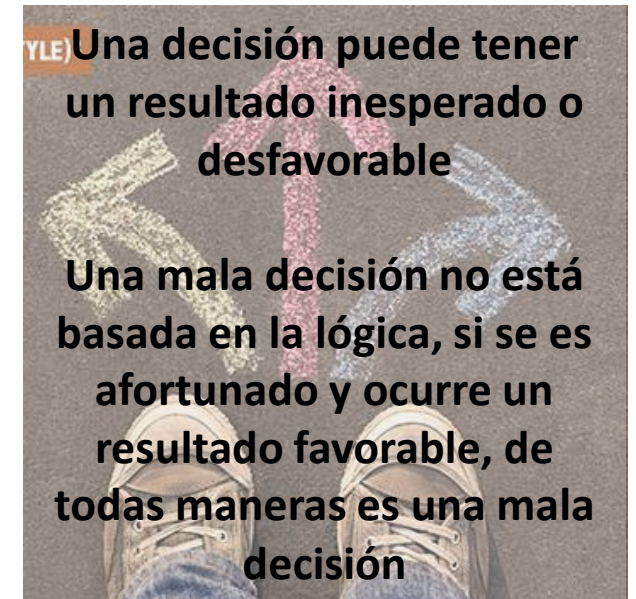
- ¿Qué marca la diferencia entre las buenas y malas decisiones?

Basadas en la lógica

Considera todos los datos disponibles

Considera todas las alternativas

Utiliza el enfoque cuantitativo



*“Toda mala decisión que tomo, va seguida de otra mala decisión”.*

# Los seis pasos para la toma de decisiones

1. Definir con claridad el problema que enfrenta
2. Hacer una lista de **alternativas** posibles
3. Identificar los resultados posibles o estados de naturaleza
4. Numerar los pagos
5. Elegir un modelo matemático de la teoría de las decisiones
6. Aplicar el modelo y tomar una decisión

# Los seis pasos para la toma de decisiones

1. Definir con claridad el problema que enfrenta

El presidente de una compañía desea expandir su línea de producción y comercializar un nuevo producto

2. Hacer una lista de alternativas posibles
  - A. Hacer una planta de producción grande
  - B. Hacer una planta de producción pequeña
  - C. No desarrollar el proyecto

2. Hacer una lista de alternativas posibles (continúa....)

No se debe olvidar identificar todos los resultados posibles

Un tomador de decisiones optimista suele ignorar los malos resultados

Un tomador de decisiones pesimista puede evitar los resultados favorables

¿Si no se consideran todos los resultados, la decisión se puede considerar lógica?



### 3. Identificar los resultados posibles

Se determinan solamente dos resultados

- Uno favorable con una alta demanda de productos
- Uno desfavorable con una baja demanda de productos

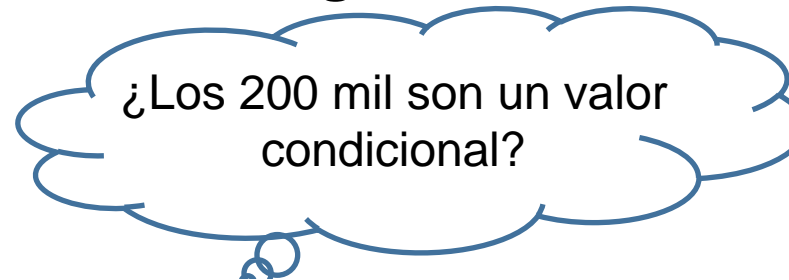
### 4. Numerar los pagos (ganancias) de cada combinación de alternativas y resultados

Estos pagos son conocidos como **valores condicionales**

4. Numerar los pagos (ganancias) de cada combinación de alternativas y resultados

Se desea maximizar Utilidades

Con un mercado favorable, la instalación grande daría una ganancia neta de 200.000



#### 4. Numerar los pagos (ganancias) de cada combinación de alternativas y resultados

Se desea maximizar Utilidades

- Con un mercado favorable, la instalación grande daría una ganancia neta de 200.000
- Con un mercado desfavorable, la instalación grande genera una pérdida neta de 180.000
- Con un mercado favorable, la instalación pequeña daría una ganancia neta de 100.000
- Con un mercado desfavorable, la instalación pequeña genera una pérdida neta de 20.000
- No hacer nada da como resultado ganancias de 0



Numerar los pagos (ganancias) de cada combinación de alternativas y resultados

	Estado de la naturaleza	
	Mercado	
Alternativa	Favorable	Desfavorable
Planta grande	¢ 200,000.00	¢ (180,000.00)
Planta pequeña	¢ 100,000.00	¢ (20,000.00)
No hacer nada	¢ -	¢ -

## 5. Elegir un modelo matemático de la teoría de las decisiones

La selección del modelo depende del entorno donde está operando y la cantidad de riesgo e incertidumbre que implica

Hay 3 entornos

Con certidumbre

Con incertidumbre

Con riesgo

# Toma de decisiones con incertidumbre

- Existen varios resultados para posibles alternativas y no se conocen sus probabilidades
- Existen varios estados de naturaleza
- No se pueden evaluar las probabilidades de un resultado con confianza

Hay varios criterios para tomar decisiones en estas condiciones

# Optimista (Maximax)

- Considera el mejor pago (máximo) para cada alternativa y se elige la alternativa con el mejor de ellos (máximo)

¿Cuál es la mejor alternativa según la opción optimista?

¿Cómo se puede utilizar el criterio optimista para minimizar problemas donde son mejores los pagos menores?

# Optimista (Maximax)

	Estado de la naturaleza		
	Mercado		
Alternativa	Favorable	Desfavorable	Máximo
Planta grande	₡ 200,000.00	₡ (180,000.00)	₡ 200,000.00
Planta pequeña	₡ 100,000.00	₡ (20,000.00)	₡ 100,000.00
No hacer nada	₡ -	₡ -	₡ -

# Pesimista (maximin)

- Este criterio considera el peor pago (mínimo) de cada alternativa y se elige la que tiene el mejor (máximo) de ellas
- Garantiza que el pago será al menos el mejor de los peores valores
- ¿Cuál es la elección maximin del proyecto?
- Para problemas de minimización donde los menores pagos (como costos) son mejores, se busca el peor pago (máximo) y se elige la que tiene el mejor (mínimo) de ellos

# Pesimista (maximin)

	Estado de la naturaleza		
	Mercado		
Alternativa	Favorable	Desfavorable	Mínimo
Planta grande	₡ 200,000.00	₡ (180,000.00)	₡ (180,000.00)
Planta pequeña	₡ 100,000.00	₡ (20,000.00)	₡ (20,000.00)
No hacer nada	₡ -	₡ -	₡ -

# Criterio de realismo (Hurwicz)

- Es también llamado promedio ponderado
- Se debe seleccionar el coeficiente de realismo  $\alpha$  (nivel de optimismo)
- El  $\alpha$  es un valor entre 0 y 1, si  $\alpha = 1$  el tomador de decisiones es 100% optimista
- El  $\alpha = 0$ , el tomador de decisiones es 100% pesimista

El promedio ponderado =  $\alpha(\text{mejor fila}) + (1-\alpha)(\text{peor fila})$

- Realice el ejercicio con un  $\alpha = 0,80$



# Criterio de realismo (Hurwicz)

	Estado de la naturaleza		
	Mercado		
Alternativa	Favorable	Desfavorable	Realismo $\alpha = 0,80$
Planta grande	₡ 200,000.00	₡ (180,000.00)	₡ 124,000.00
Planta pequeña	₡ 100,000.00	₡ (20,000.00)	₡ 76,000.00
No hacer nada	₡ -	₡ -	₡ -

El promedio ponderado =  $\alpha(\text{mejor fila}) + (1-\alpha)(\text{peor fila})$

$$0,80 * 200.000 + 0,20 * -180.000 = 124000$$

# Probabilidades iguales(Laplace)

- Se encuentra el pago promedio para cada alternativa y se elige la alternativa con el mejor promedio o el más alto
- Este enfoque supone que todas las probabilidades de ocurrencia para todos los estados de la naturaleza son las mismas y con esto cada estado de la naturaleza tiene probabilidades iguales
- En problemas de minimización, la mejor alternativa es la que tiene el menor pago promedio

# Probabilidades iguales(Laplace)

	Estado de la naturaleza		
	Mercado		
Alternativa	Favorable	Desfavorable	Promedio
Planta grande	₡ 200,000.00	₡ (180,000.00)	₡ 10,000.00
Planta pequeña	₡ 100,000.00	₡ (20,000.00)	₡ 40,000.00
No hacer nada	₡ -	₡ -	₡ -

# Arrepentimiento (minimax)

- Este criterio se puede estudiar según la pérdida de oportunidad o el arrepentimiento. (la pérdida por no elegir la mejor alternativa en un estado de naturaleza dado)

1. Se debe crear una tabla de pérdida de oportunidad determinando las pérdidas por no elegir la mejor alternativa para cada estado de la naturaleza

La pérdida de oportunidad para cualquier estado de la naturaleza, se calcula restando cada pago, en la columna del mejor pago, en la misma columna.

# Ejemplo minimax

	Estado de la naturaleza	
	Mercado	
Alternativa	Favorable	Desfavorable
Planta grande	₡ 200,000.00	₡ (180,000.00)
Planta pequeña	₡ 100,000.00	₡ (20,000.00)
No hacer nada	₡ -	₡ -

Estado de la naturaleza		
Mercado		
Alternativa	Favorable	Desfavorable
Planta grande	200.000	-180.000
Planta pequeña	100.000	-20.000
No hacer nada	0	0

# Ejemplo minimax

- El criterio de arrepentimiento (minimax) encuentra la alternativa que minimiza la pérdida de oportunidad máxima en cada alternativa
1. Encontramos la máxima (peor) pérdida de oportunidad para cada alternativa
  2. Entre los valores máximos, se elige la alternativa con el valor mínimo (mejor)

Tabla de pérdida de oportunidad		
Mercado		
Alternativa	Favorable	Desfavorable
Planta grande	0	180,000
Planta pequeña	100,000	20,000
No hacer nada	200,000	0

# Toma de decisiones con riesgo

- Es una situación de decisión donde pueden ocurrir varios estados de naturaleza posibles y se conocen las probabilidades de que sucedan
- El valor monetario esperado (VME) es uno de los métodos más populares para la toma de decisiones con riesgo

Según la tabla de decisiones con valores condicionales (pagos) y las probabilidades evaluadas para todos los estados de la naturaleza, es posible estimar el VME para cada alternativa.

Este valor es el valor promedio a largo plazo de esa decisión

# Toma de decisiones con riesgo

El VME es la suma de los pagos posibles de la alternativa, ponderados por la posibilidad de que ese pago ocurra

$$VME = \sum X_i P(X_i)$$

$X_i$  = pago para el estado de naturaleza  $i$

$P(X_i)$  = probabilidad del estado de la naturaleza  $i$

Se elige la alternativa con el máximo VME



# Toma de decisiones con riesgo

El VME es la suma de los pagos posibles de la alternativa, ponderados por la posibilidad de que ese pago ocurra

$$\text{VME} = \sum X_i P(X_i)$$

Si cada estado de la naturaleza tiene la misma probabilidad de 0,5, ¿cuál alternativa da el mayor valor monetario esperado?

	Estado de la naturaleza	
	Mercado	
Alternativa	Favorable	Desfavorable
Planta grande	₡ 200,000.00	₡ (180,000.00)
Planta pequeña	₡ 100,000.00	₡ (20,000.00)
No hacer nada	₡ -	₡ -

# Valor esperado de la información perfecta

- Muchas veces es necesario contratar empresas dedicadas a realizar análisis técnicos y de mercado para apoyar la toma de decisiones.
- Una compañía asegura que su análisis técnico indicará con certidumbre se el mercado es favorable para el producto, el precio que cobra la compañía es de \$65.000

¿Se debería contratar a esta empresa?

¿ Este es el precio real de la información?

# Valor esperado de la información perfecta

- Determinar el valor de la información perfecta es muy útil

Valor esperado con información perfecta (VECIP)

Es el rendimiento promedio o esperado a largo plazo, si tenemos información perfecta antes de tomar la decisión

Se elige la mejor alternativa para cada estado de la naturaleza y lo multiplicamos por su probabilidad de ocurrencia

# Valor esperado de la información perfecta

Valor esperado de información perfecta (VEIP)

Es el valor con la información perfecta menos e valor esperado sin información perfecta (VME mejor)

Visto de otra forma  $VEIP = VECIP - \text{el mejor VME}$

# Valor esperado de la información perfecta

- VECIP= Se elige **la mejor alternativa** para cada estado de la naturaleza y lo multiplicamos por su probabilidad de ocurrencia

	Estado de la naturaleza		
	Mercado		
Alternativa	Favorable	Desfavorable	VME
Planta grande	₡ 200,000.00	₡ (180,000.00)	₡ 10,000.00
Planta pequeña	₡ 100,000.00	₡ (20,000.00)	₡ 40,000.00
No hacer nada	₡ -	₡ -	₡ -
Con Información perfecta	₡ 200,000.00	₡ -	₡ 100,000.00
Probabiidades	0,5	0,5	
	VECIP= $200.000 * 0,5 + 0 * 0,5 =$		100000

# Valor esperado de la información perfecta

- Valor esperado de información perfecta (VEIP)

$$\text{VEIP} = \text{VECIP} - \text{el mejor VME}$$

Estado de la naturaleza Mercado			
Alternativa	Favorable	Desfavorable	VME
Planta grande	₡ 200,000.00	₡ (180,000.00)	₡ 10,000.00
Planta pequeña	₡ 100,000.00	₡ (20,000.00)	₡ 40,000.00
No hacer nada	₡ -	₡ -	₡ -
Con Información perfecta	₡ 200,000.00	₡ -	₡ 100,000.00
Probabilidades	0,5	0,5	

# Valor esperado de la información perfecta

- Valor esperado de información perfecta (VEIP)

$$\text{VEIP} = \text{VECIP} - \text{el mejor VME}$$

$$\begin{aligned}\text{VEIP} &= 100.000 - 40.000 \\ &= 60.000\end{aligned}$$

VEIP nos indica que lo más que se pagaría por información perfecta o imperfecta son \$60.000

# Pérdida de oportunidad esperada

- Un enfoque alternativo a maximizar el VME (valor monetario esperado) es minimizar la pérdida de oportunidad esperada (POE)
1. Construir la tabla de pérdida de oportunidad (como la del minimax)

Tabla de pérdida de oportunidad			
Mercado			
Alternativa	Favorable	Desfavorable	POE
Planta grande	0	180000	90000
Planta pequeña	100000	20000	60000
No hacer nada	200000	0	100000

POE= pérdida de oportunidad x la probabilidad + pérdida de oportunidad x la probabilidad



# Pérdida de oportunidad esperada

- Usando el POE mínimo, hacer la planta pequeña es la mejor decisión
- La mínima POE siempre va a dar el mismo resultado que VME máximo (la misma decisión)
- El VEIP siempre será igual que la mínima POE ( los mismos valores)

# Análisis de decisiones

Métodos cuantitativos para la toma de decisiones

Informática Empresarial

Jonathan Fernández González

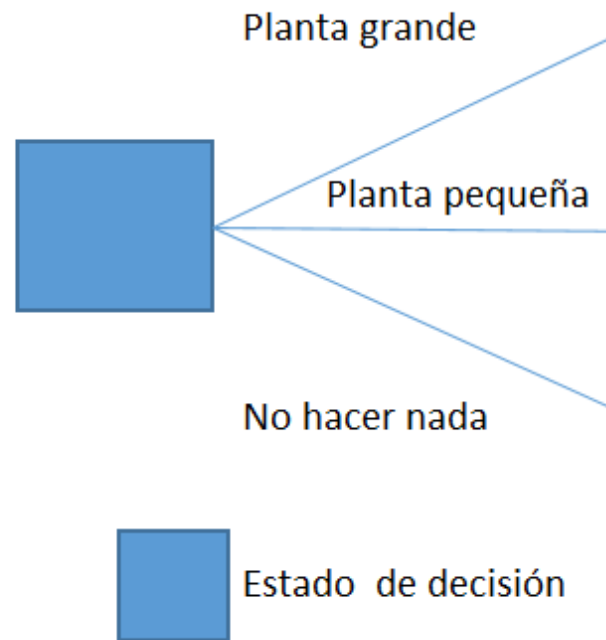
# Árboles de decisiones

- Cualquiera de las anteriores tablas de decisiones se puede ilustrar con una gráfica de árbol de decisiones
  - Todos los árboles de decisiones tienen nodos de decisión y nodos de estado de naturaleza
- Nodo de decisión es aquel donde se puede elegir una entre varias alternativas
- Nodo de estado de naturaleza indica los estados de naturaleza que pueden ocurrir

# Árboles de decisiones

- Los árboles presentan decisiones y resultados en orden secuencial (de izquierda a derecha)
- Las líneas que salen de los nodos de decisiones representan alternativas (cuadrados)
- Las líneas que salen de los círculos representan estados de la naturaleza

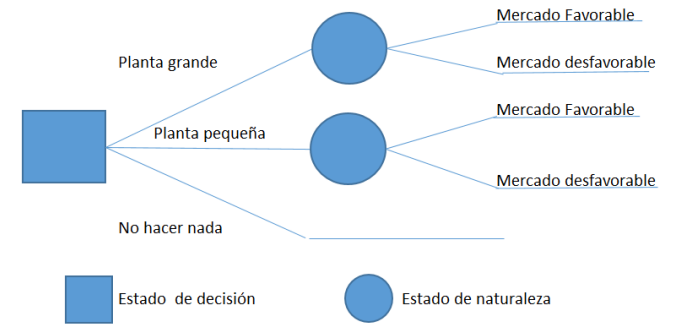
# Árboles de decisiones



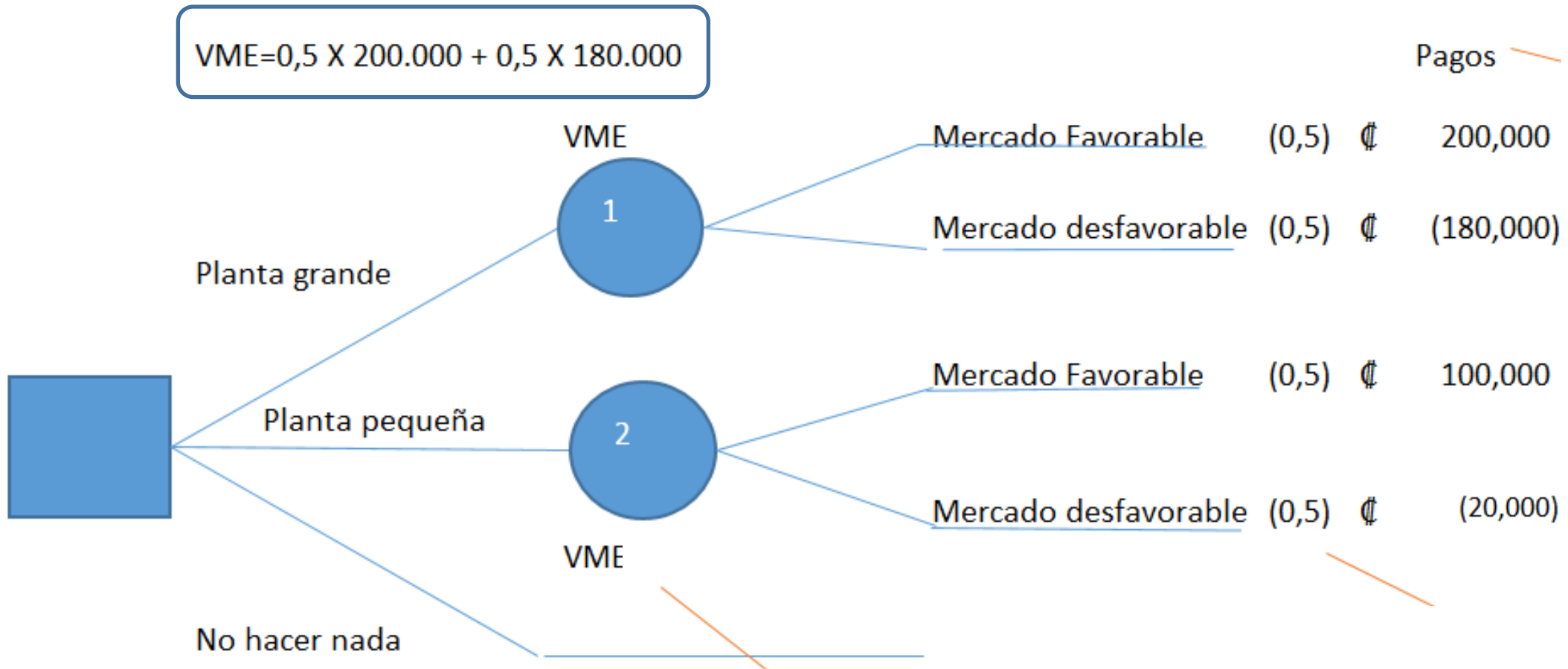
# Árboles de decisiones

- Cinco pasos para el análisis con árbol de decisiones

1. Definir el problema
2. Dibujar el árbol de decisiones
3. Asignar probabilidades a cada estado de naturaleza
4. Estimar pagos para cada combinación posible de alternativas y estados de naturaleza
5. Resolver el problema comparando VME para cada nodo

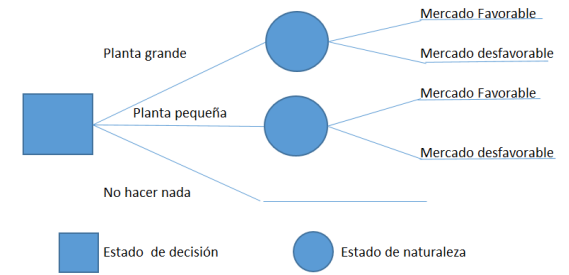


$$VME = 0,5 \times 200.000 + 0,5 \times 180.000$$



Debe elegirse la rama que sale del nodo de decisión que lleva al nodo del estado de naturaleza con el mayor VME

# Árboles de decisiones



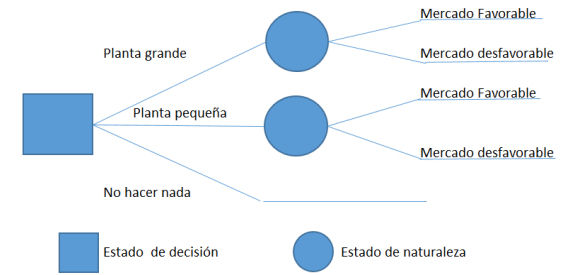
Cuando se deben tomar decisiones secuenciales, los árboles de decisiones son mejores herramientas que las tablas de decisiones

¿Qué sucede si se deben tomar dos decisiones, donde la segunda es dependiente del resultado de la primera?

La compañía desea realizar otro estudio de mercado, a un costo de \$10.000, la información de este nuevo estudio no es perfecta, pero puede ayudar mucho a decidir el tipo de planta a construir.



# Árboles de decisiones



Valor esperado de la Información Muestral (VEIM)

¿Cuál es el valor real de hacer el estudio?

$$\text{VEIM} = (\text{VME} + \text{Costos del estudio}) - (\text{VME sin el estudio})$$

$$\text{VEIM} = (123.000 + 30.000) - (100.000)$$

$$\text{VEIM} = 53.000$$

Se pueden pagar hasta 53.000 por el estudio de mercado y obtener ganancias

# Pronósticos

Métodos cuantitativos para la toma de decisiones

Informática Empresarial

Jonathan Fernández González

# Pronósticos

Generalmente se toman decisiones sin conocer el futuro.

Inventarios



Equipos para la venta

Inversiones



# Pronósticos

- Pronósticos por medios improvisados, intuición y los años de experiencia
- Modelos cuantitativos:
  - Promedios móviles
  - Suavizamiento exponencial
  - Proyecciones de tendencias
  - Análisis de regresión por mínimos cuadrados

# Pronósticos

- 8 pasos para elaborar un pronóstico
1. Determinar el uso del pronóstico
  2. Determinar los artículos o las cantidades que se van a pronosticar
  3. Determinar el horizonte de tiempo
  4. Seleccionar el o los modelos de pronósticos
  5. Validar el modelo
  6. Efectuar el pronóstico
  7. Implementar los resultados

# Pronósticos

- Pocas veces existe un único modelo de pronósticos que sea superior

Cualquiera que sea la herramienta que utilice una empresa que funcione, es la que debería utilizar



# Modelos de pronósticos

- Modelos de series de tiempo
- Modelos casuales
- Modelos cualitativos

# Diagramas de dispersión y series de tiempo

Un diagrama de dispersión para una serie de tiempo se grafica en dos dimensiones, con el tiempo en el eje horizontal. La variable que se pronostica (como las ventas) se coloca en el eje vertical.



# Medidas de exactitud del pronóstico

Analizamos varios modelos de pronósticos diferentes

Para saber qué tan bien funciona un modelo o para comparar un modelo con otros, los valores pronosticados se comparan con los valores reales u observados. El error del pronóstico (o desviación) se define como:

**Error de pronóstico =  $\_x0003\_$  valor real -  $\_x0002\_$  valor pronosticado**

# Medidas de exactitud del pronóstico

Una medida de exactitud es la desviación media absoluta (DMA), que se calcula tomando la suma de los valores absolutos de los errores de pronósticos individuales y, luego, dividiendo entre el número de errores (n):

$$\text{DMA} = \frac{\sum |\text{error del pronóstico}|}{n}$$

-

# Modelos de series de tiempo

Una serie de tiempo se basa en una secuencia de datos igualmente espaciados (semanales, mensuales, trimestrales, etcétera)

Pronosticar con datos de series de tiempo implica que se predicen valores futuros tan solo a partir de datos históricos de esa variable y que se ignoran otras variables, sin importar su valor potencial

# Modelos de series de tiempo

## Componentes de una serie de tiempo

Analizar una serie de tiempo significa desglosar los datos históricos en sus componentes y, luego, proyectar los hacia el futuro. En general, una serie de tiempo tiene cuatro componentes:

1. Tendencia (T) es el movimiento gradual hacia arriba o hacia abajo de los datos en el tiempo.
2. Estacionalidad (S) es el patrón de la fluctuación de la demanda arriba o abajo de la recta de tendencia que se repite a intervalos regulares.

# Modelos de series de tiempo

## Componentes de una serie de tiempo

3. Ciclos (C) son patrones en los datos anuales que ocurren cada cierto número de años. Suelen estar vinculados al ciclo de negocios.
4. Variaciones aleatorias (R) son “saltos” en los datos ocasionados por el azar y por situaciones inusuales; no siguen un patrón discernible.

# Modelos de series de tiempo

## **Componentes de una serie de tiempo**

Entender las componentes de una serie de tiempo ayudará a seleccionar una técnica de pronósticos adecuada.

Si todas las variaciones en una serie de tiempo se deben a variaciones aleatorias, sin componentes de tendencia, estacional o cíclica, se recomienda algún tipo de modelo de promedios o de suavizamiento.

Las técnicas de promedios son: promedios móviles, promedio móvil ponderado y suavizamiento exponencial.

Estos métodos suavizarán los pronósticos y no tendrán demasiada influencia de las variaciones aleatorias.

# Modelos de series de tiempo

## **Componentes de una serie de tiempo**

Si hay en los datos un patrón de tendencia o estacional, entonces, se debería usar una técnica que incorpore esa componente en particular en el pronóstico.

Dos de tales técnicas son el suavizamiento exponencial con tendencia y las proyecciones de tendencia.

Si existe un patrón estacional presente en los datos, podría desarrollarse un índice estacional y usarse con cualquier método de promedios.

Si están presentes las componentes de tendencia y estacional, entonces, deberá emplearse un método como el de descomposición.

# Modelos de series de tiempo

## Promedios móviles

Un promedio móvil de cuatro meses, por ejemplo, se encuentra simplemente sumando la demanda durante los últimos cuatro meses y dividiéndola entre 4.

Con cada mes que pasa, los datos del mes más reciente se suman a los datos de los tres meses anteriores y se elimina el mes más lejano.

Esto tiende a suavizar las irregularidades del corto plazo en la serie de datos.

$$F_{t+1} = \frac{Y_t + Y_{t-1} + \cdots + Y_{t-n+1}}{n}$$



# Modelos de series de tiempo

## PROMEDIO MÓVIL PONDERADO

Un promedio móvil ponderado permite asignar diferentes pesos a las observaciones previas

Este método suele asignar mayor peso a las observaciones más recientes, este pronóstico es más sensible ante los cambios que ocurran en el patrón de los datos.

Sin embargo, esto también es una desventaja potencial del método, debido a que el mayor peso también responde ránido a las fluctuaciones aleatorias.

$$F_{t+1} = \frac{\sum (\text{peso del periodo } i)(\text{valor real de periodo } i)}{\sum (\text{pesos})}$$

# Modelos de series de tiempo

Los promedios móviles simples y ponderados son efectivos en cuanto a suavizar fluctuaciones repentinas en el patrón de demanda, con la finalidad de dar estimaciones estables.

Sin embargo, los promedios móviles tienen dos problemas:

1- Aumentar el tamaño de  $n$  (el número de periodos promediados) suaviza mejor las fluctuaciones, aunque hace al método menos sensible a los cambios reales en los datos si ocurren.

2- Los promedios móviles no pueden captar muy bien las tendencias. Como son promedios, siempre estarán dentro de los niveles del pasado y no pronosticarán un cambio a un nivel más alto o más bajo.

# Modelos de series de tiempo

## Suavizamiento exponencial

Este tipo de técnica de promedio móvil, necesita llevar un registro de los datos pasados.

La fórmula básica para el suavizamiento exponencial es:

$$F_{t+1} = F_t + \alpha(Y_t - F_t)$$

$F_{t+1}$  = nuevo pronóstico (para el periodo  $t + 1$ )

$F_t$  = pronóstico previo (para el periodo  $t$ )

$\alpha$  = constante de suavizamiento ( $0 \leq \alpha \leq 1$ )

$Y_t$  = demanda real para el periodo anterior

# Modelos de series de tiempo

## SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL CON AJUSTE DE TENDENCIA

Las técnicas para promediar o suavizar el pronóstico son útiles cuando una serie de tiempo tiene tan solo un componente aleatorio; sin embargo, tales técnicas no responden a las tendencias.

Si hay una tendencia presente en los datos, debería usarse un modelo de pronóstico que la incorpore de manera explícita en el pronóstico.

La idea es desarrollar un pronóstico de suavizamiento exponencial y, luego, ajustarlo por la tendencia. Se emplean dos constantes de suavizamiento,  $\alpha$  y  $\beta$ , en este modelo y ambos valores deben estar entre 0 y 1

# Modelos de series de tiempo

## SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL CON AJUSTE DE TENDENCIA

El nivel del pronóstico se ajusta multiplicando primero la constante de suavizamiento,  $\alpha$ , por el error del pronóstico más reciente y sumarlo al pronóstico anterior.

La tendencia se ajusta multiplicando la segunda constante de suavizamiento,  $\beta$ , por el error más reciente o la cantidad en exceso de la tendencia.

Un valor más alto da más peso a las observaciones recientes y, con ello, responde con mayor rapidez a los cambios en los patrones.

# Modelos de series de tiempo

## SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL CON AJUSTE DE TENDENCIA

Al igual que con el suavizamiento exponencial simple, la primera vez que se desarrolla un pronóstico, debe darse o estimarse un pronóstico anterior ( $F_t$ ). Si no se dispone de uno, con frecuencia se supone que el pronóstico inicial es perfecto.

# Modelos de series de tiempo

## SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL CON AJUSTE DE TENDENCIA

Asimismo, debe darse o estimarse una tendencia previa ( $T_t$ ), que muchas veces es estimada usando otros datos históricos, si están disponibles, o bien, utilizando medios subjetivos o calculando el incremento (o decremento) observado durante los primeros periodos de los datos disponibles.

Sin esa estimación disponible, en ocasiones se supone que la tendencia es 0 inicialmente, aunque podría llevar a pronósticos deficientes, si la tendencia es grande y  $\beta$  es pequeño.

# Modelos de series de tiempo

## PROYECCIONES DE TENDENCIA

Otro método para pronósticos de series de tiempo con tendencia se llama proyecciones de tendencia, que es una técnica que ajusta una recta de tendencia a una serie de datos históricos y, luego, proyecta la línea al futuro para obtener pronósticos a mediano y largo plazos

$$\hat{Y} = b_0 + b_1X$$

$\hat{Y}$  = valor predicho

$b_0$  = intersección

$b_1$  = pendiente de la recta

$X$  = periodo (es decir,  $X = 1, 2, 3, \dots, n$ )



# Modelos de series de tiempo

## VARIACIONES ESTACIONALES

Algunas veces las variaciones recurrentes en ciertas estaciones del año hacen necesario un ajuste estacional en el pronóstico de la recta de tendencia

Analizar los datos en términos de meses o trimestres facilita la detección de los patrones estacionales.

Con frecuencia se emplea un índice estacional en los modelos de pronósticos con series de tiempo multiplicativas, para realizar un ajuste en el pronóstico cuando existe una componente estacional

# Modelos de series de tiempo

## VARIACIONES ESTACIONALES

Un índice estacional indica la comparación de una estación dada (como mes o trimestre) y una estación promedio. Cuando no hay una tendencia, el índice se determina dividiendo el valor promedio para una estación específica entre el promedio de todos los datos

Un índice de 1 significa que la estación es promedio. Por ejemplo, si las ventas promedio en enero fueran de 120 y las ventas promedio en todos los meses fueran de 200, el índice estacional para enero sería de  $120/200 = 0.60$ , de manera que enero está abajo del promedio.

# Modelos de series de tiempo

## VARIACIONES ESTACIONALES CON TENDENCIA

Cuando ambos componentes, de tendencia y estacional, están presentes en una serie de tiempo, un cambio de un mes a otro se podría deber a tendencia, variación estacional o simplemente a fluctuaciones aleatorias.

Para ayudar con este problema, deberían calcularse los índices estacionales con un enfoque de promedio móvil centrado (PMC) siempre que esté presente una tendencia.

Este enfoque previene que una variación causada por la tendencia se interprete incorrectamente como una variación estacional

# Modelos de series de tiempo

## MÉTODO DE DESCOMPOSICIÓN DEL PRONÓSTICO CON COMPONENTES DE TENDENCIA Y ESTACIONAL

El proceso de aislar los factores de tendencia lineal y estacional para desarrollar pronósticos más exactos se llama descomposición.

El primer paso es calcular los índices estacionales para cada estación, luego, se elimina la estacionalidad de los datos dividiendo cada número entre su índice estacional.

# Modelos de series de tiempo

## MÉTODO DE DESCOMPOSICIÓN DEL PRONÓSTICO CON COMPONENTES DE TENDENCIA Y ESTACIONAL

Después se encuentra una recta de tendencia usando los datos sin estacionalidad

Obtenemos la ecuación de la tendencia y esta ecuación sirve para desarrollar el pronóstico basado en la tendencia, y el resultado se multiplica por el índice estacional correspondiente para efectuar el ajuste estacional.

# Modelos de series de tiempo

## USO DE REGRESIÓN CON COMPONENTES DE TENDENCIA Y ESTACIONAL

Se puede utilizar la regresión múltiple para pronosticar cuando las componentes de tendencia y estacional están presentes en una serie de tiempo.

Una variable independiente es el tiempo, y otras variables independientes son variables artificiales para indicar la estación.

Si pronosticamos datos trimestrales, hay cuatro categorías (trimestres), por lo que se usan tres variables artificiales.

# Modelos de series de tiempo

## USO DE REGRESIÓN CON COMPONENTES DE TENDENCIA Y ESTACIONAL

El modelo básico es un modelo de descomposición aditivo y se expresa como:

$$\hat{Y} = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4$$

$X_1$  = periodo

$X_2$  = 1 si es el trimestre 2  
= 0 de otra manera

$X_3$  = 1 si es el trimestre 3  
= 0 de otra manera

$X_4$  = 1 si es el trimestre 4  
= 0 de otra manera

# Ejemplo

Año	Trimestre	ventas
1	1	108
	2	125
	3	150
	4	141
2	1	116
	2	134
	3	159
	4	152
3	1	123
	2	142
	3	168
	4	165



# Modelos de control de Inventarios

Métodos cuantitativos para la toma de decisiones

Informática Empresarial

Jonathan Fernández González

# Inventario

- El inventario es uno de los bienes más costosos para muchas compañías, pues llega a representar 50% del capital total invertido. Los gerentes reconocen desde hace mucho que un buen control de inventarios es fundamental.
- Por un lado, una empresa puede tratar de reducir sus costos disminuyendo los niveles de su inventario disponible. Por otro lado, los clientes quedan insatisfechos cuando frecuentemente se quedan sin existencias y enfrentan faltantes

# Inventario

Cualquier recurso almacenado que sirve para satisfacer cualquier necesidad actual o futura (se encuentran en función a la demanda)

- Inventario de materias primas
- Inventario de producto terminado
- Inventario de productos en proceso
- Inventario de bienes disponibles para la venta

# Inventario

Todas las organizaciones tienen algún tipo de sistema de planeación y control del inventario.

Un banco tiene métodos para controlar su inventario de efectivo.

Un hospital dispone de métodos para controlar la reserva de sangre y otros insumos importantes.

Los gobiernos, las escuelas y prácticamente todas las organizaciones de manufactura y producción se interesan por la planeación y control del inventario

# Inventario

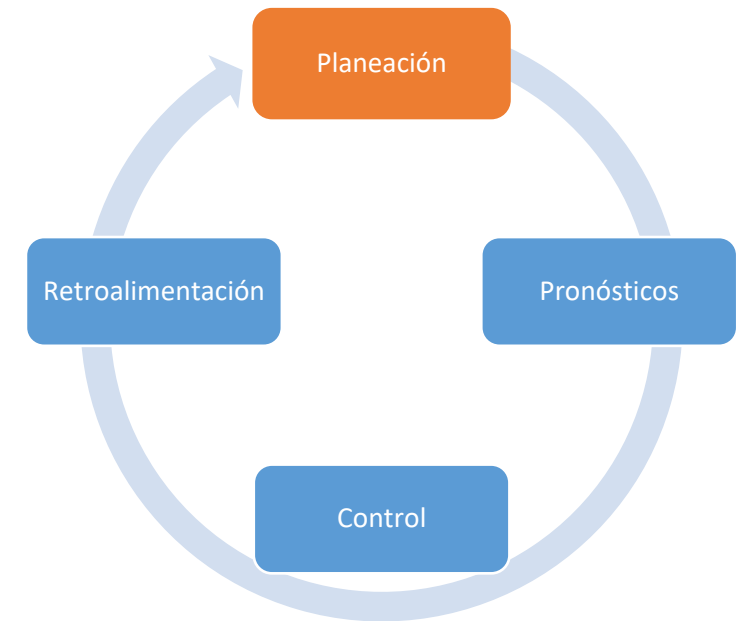
- Estudiar cómo controlan su inventario las empresas es equivalente a estudiar cómo logran sus objetivos al entregar bienes y servicios a sus clientes
- Por un lado, una empresa puede tratar de reducir sus costos disminuyendo los niveles de su inventario disponible. Por otro lado, los clientes quedan insatisfechos cuando frecuentemente se quedan sin existencias y enfrentan faltantes

# Planeación y control de inventarios



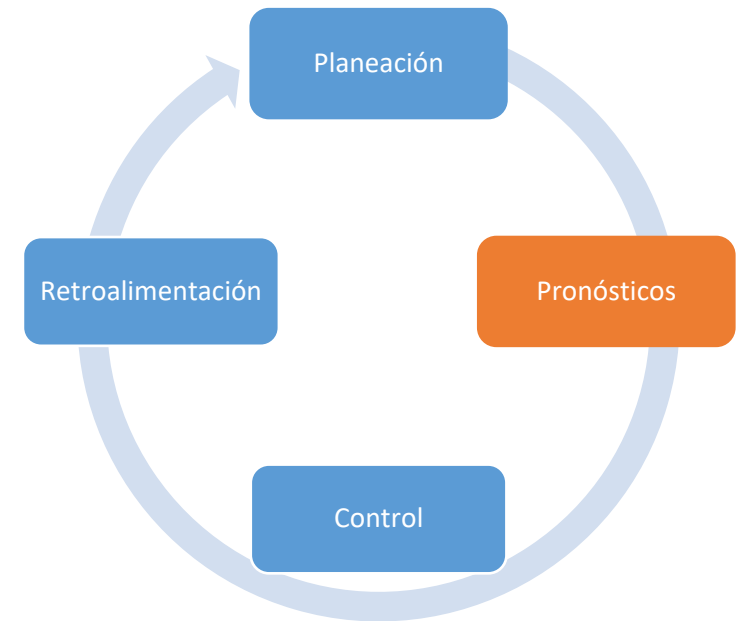
# Planeación y control de inventarios

- La etapa de planeación se refiere principalmente a qué inventario debe almacenarse y cómo se adquirirá (manufactura o compra).
- Esta información se emplea luego para pronosticar la demanda para el inventario y controlar los niveles del mismo.
- Mediante la planeación de inventarios, una organización determina qué bienes y/o servicios producir.
- En el caso de productos físicos, la organización también debe determinar si va a producir estos bienes o a comprarlos a otro fabricante



# Planeación y control de inventarios

- Existen muchas técnicas matemáticas que ayudan a pronosticar la demanda de cierto producto.
- El control de inventarios busca cómo mantener un nivel de inventarios adecuado dentro de una organización.

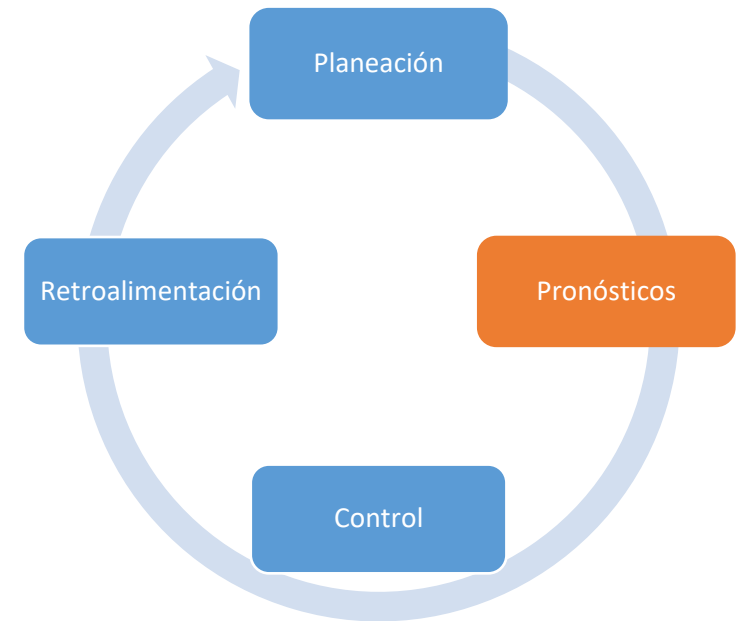




# Planeación y control de inventarios

- El control de inventarios cumple con varias funciones importantes y agrega mucha flexibilidad a la operación de la empresa

1. Función de desacoplamiento
2. Almacenaje de recursos
3. Oferta y demanda irregulares
4. Descuentos por cantidad
5. Disminución de faltantes



# Funciones del control de inventarios

- **Desacoplamiento**

- Almacenaje de recursos

- Oferta y demanda irregulares

- Descuentos por cantidad

- Disminución de faltantes

Desenlazar los procesos de manufactura dentro de una ORG

Cuando no se almacena inventario, quizás haya muchos retrasos e ineficiencias

Hay procesos que requieren que una actividad termine antes de iniciar la siguiente

# Funciones del control de inventarios

- Desacoplamiento
- Almacenaje de recursos
- Oferta y demanda irregulares
- Descuentos por cantidad
- Disminución de faltantes

Hay productos de temporada que requiere ser almacenados

- La materia prima (Producto en proceso o terminado)
- La mano de obra

Cualquier recurso físico o de otra forma se puede almacenar

# Funciones del control de inventarios

- Desacoplamiento
- Almacenaje de recursos
- Oferta y demanda irregulares
- Descuentos por cantidad
- Disminución de faltantes

En un proceso de manufactura, la materia prima se almacena, como producto en proceso o como artículo terminado.

Una compañía fabrica vehículos, tal vez adquiera los neumáticos de otro fabricante. Si usted tiene en inventario 400 vehículos terminados y 300 neumáticos, en realidad tiene 1,900 neumáticos almacenados. Los 300 neumáticos se almacenan y 1,600 (4 neumáticos por 400 vehículos) están almacenados en los vehículos terminados.

# Funciones del control de inventarios


- Desacoplamiento
- Almacenaje de recursos
- Oferta y demanda irregulares
- Descuentos por cantidad
- Disminución de faltantes

La mano de obra también se almacena en inventario.

Si se tienen 500 subensambles y toma 50 horas de mano de obra producir cada ensamble, de hecho, se tienen 25,000 horas de mano de obra almacenadas en el inventario de los subensambles. En general, cualquier recurso, físico o de otra forma, se puede almacenar en el inventario.

# Funciones del control de inventarios

- Desacoplamiento
- Almacenaje de recursos
- **Oferta y demanda irregulares**
- Descuentos por cantidad
- Disminución de faltantes



Hay productos que deben ser almacenados en épocas de mucha producción para tener reservas en épocas de poca producción



Al igual que los productos que se venden por temporada

# Funciones del control de inventarios

- Desacoplamiento
- Almacenaje de recursos
- Oferta y demanda irregulares
- **Descuentos por cantidad**
- Disminución de faltantes

Se pueden utilizar los inventarios para aprovechar los descuentos por cantidad

La ventaja es obtener un buen precio

Las desventajas son: costos de almacenaje, deterioro, daños, robos, seguros, etc.

# Funciones del control de inventarios

- Desacoplamiento
- Almacenaje de recursos
- Oferta y demanda irregulares
- Descuentos por cantidad
- Disminución de faltantes

Si una tienda se queda sin un artículo, puede generar pérdidas de clientes

La pérdida de la buena voluntad tendrá un costo alto por no tener los artículos correctos en el momento correcto



# Decisiones de Inventario

- Cuánto ordenar
- Cuándo ordenar



# Decisiones de Inventario

- El propósito de todos los modelos y las técnicas de inventarios es determinar de una manera racional cuánto y cuándo ordenar. Como sabe, el inventario cumple muchas funciones importantes dentro de una organización; pero cuando los niveles de inventario suben como resultado, el costo por almacenar y el inventario también aumentan.
- Entonces, se tiene que alcanzar un equilibrio óptimo al establecer los niveles del inventario. Un objetivo importante al controlar el inventario es minimizar los costos totales de inventario.

Algunos de los costos más significativos del inventario son los siguientes:

- Costo de los artículos (compra o materiales)
- Costos para ordenar
- Costos para almacenar o mantener
- Costos por faltantes



Algunos de los costos más significativos del inventario son los siguientes:

- Costo de los artículos (compra o materiales)
- Costos por faltantes

El costo de los artículos, o el costo de compra, es lo que se paga por adquirir el inventario. El costo de faltantes indica la pérdida de ventas y de buena voluntad (ventas futuras), que resultan al no tener artículos disponibles para los clientes.

# FACTORES DEL COSTO POR ORDENAR

- Desarrollo y envío de órdenes de compra
- Procesamiento e inspección del inventario entrante
- Pago de facturas
- Indagación del inventario
- Servicios de luz, agua, teléfono, etcétera para el departamento de compras
- Sueldos y salarios para los empleados del departamento de compras
- Suministros (papel para el departamento de compra)

# FACTORES DEL COSTO POR ALMACENAR

- Costo de capital
- Impuestos
- Seguros
- Deterioro
- Robo
- Obsolescencia
- Salarios de trabajadores del almacén
- Costo de servicios generales y del edificio para el almacén
- Suministros (papel para el almacén)

# FACTORES DEL COSTO POR ALMACENAR Y ORDENAR

**Los costos por ordenar** en general son independientes del tamaño de la orden, y muchos de ellos incluyen tiempo del personal.

Se incurre en un costo por ordenar cada vez que se coloca una orden, ya sea por 1 unidad o por 1,000 unidades.

El tiempo para procesar la documentación, el pago de la factura, etcétera, no depende del número de unidades ordenadas.

# FACTORES DEL COSTO POR ALMACENAR Y ORDENAR

**El costo por almacenar** varía conforme cambia el tamaño del inventario.

Si se almacenan 1,000 unidades, los impuestos, los seguros, el costo de capital y otros serán mayores que si se almacenara 1 unidad.

De igual manera, cuando el nivel del inventario es bajo, hay menos posibilidad de deterioro y obsolescencia.

El costo de los artículos, o el costo de compra, es lo que se paga por adquirir el inventario. El costo de faltantes indica la pérdida de ventas y de buena voluntad (ventas futuras), que resultan al no tener artículos disponibles para los clientes se analizan luego.



# Determinación de cuanto ordenar

## Cantidad de lote económico (CLE)

1. Demanda se conoce y es constante
2. El tiempo de colocar la orden y de entrega se conocen y son constantes
3. La recepción del inventario es instantánea

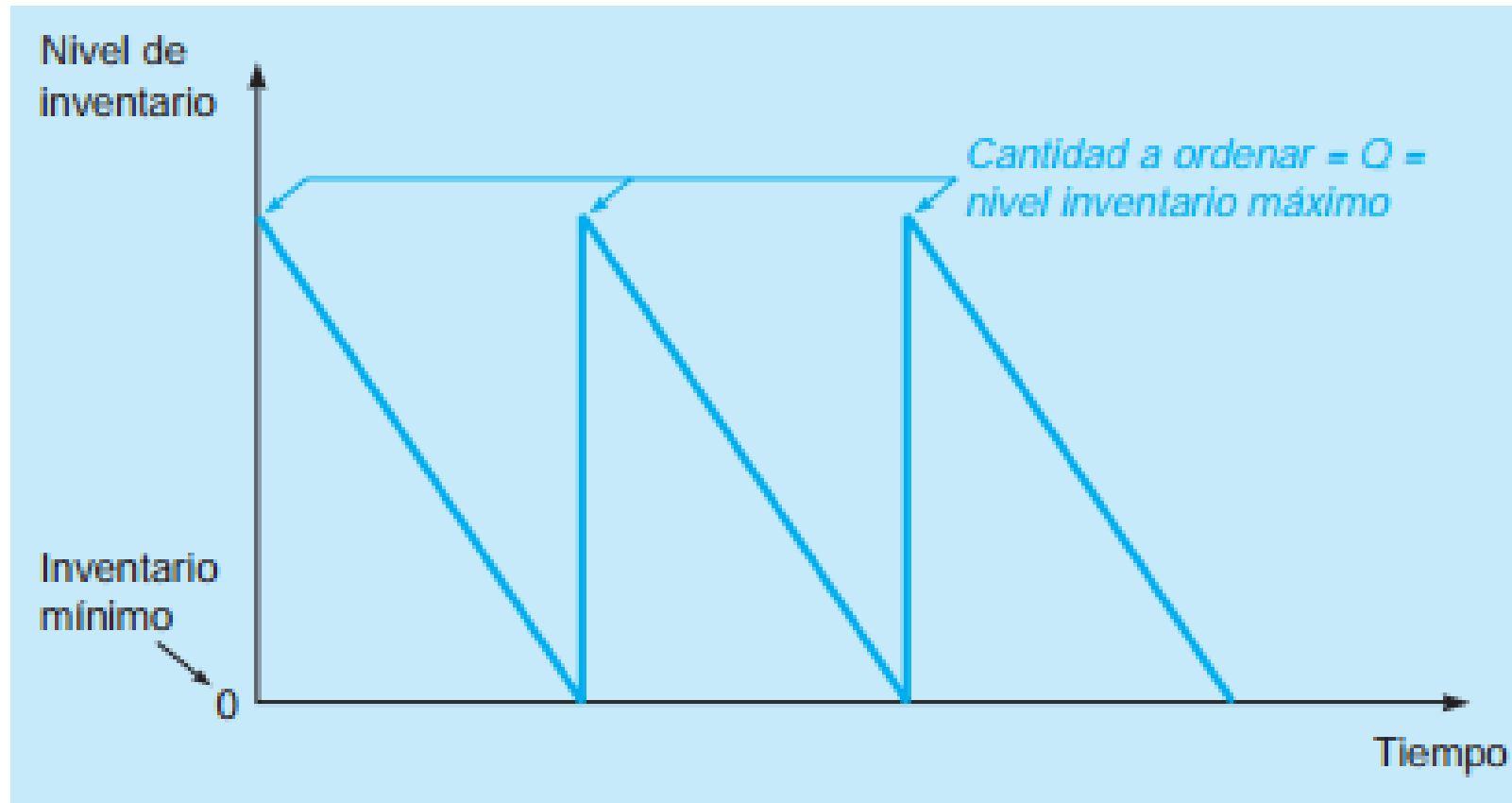
# Determinación de cuanto ordenar

## Cantidad de lote económico (CLE)

4. El costo por unidad es constante durante el año
5. Los únicos costos variables son el costo de ordenar y el costo por almacenar
6. Las ordenes se colocan de forma que no hay faltantes.

Cuando no se cumplen tales supuestos, deben hacerse ajustes al modelo de la CLE

# Cantidad de lote económico (CLE)



# Costos de inventario con CLE

El propósito de los modelos de inventario es minimizar los costos totales

Los costos relevantes del CLE son el costo de ordenar y el de almacenar, todos los demás son constantes, como el costo del inventario (compra)

**Minimizar el costo por ordenar y almacenar  
minimizaría los costos totales**

# Costos de inventario con CLE

El costo anual por ordenar es simplemente el número de órdenes por año multiplicadas por el costo de colocar cada orden.

Como el nivel de inventario cambia todos los días, resulta adecuado usar su nivel promedio para determinar el costo anual por almacenar, que será igual al inventario promedio por el costo anual por almacenar por unidad.

$$\text{Nivel promedio de inventario} = \frac{Q}{2}$$

# Costos de inventario con CLE

- Con las siguientes variables, desarrollamos expresiones matemáticas para los costos anuales por ordenar y almacenar:

$Q$  = número de piezas a ordenar

$CLE = Q^*$  = número óptimo de piezas a ordenar

$D$  = demanda anual en unidades del artículo en inventario

$C_o$  = costo por colocar cada orden

$C_h$  = costo anual por almacenar por unidad

# Costos de inventario con CLE

$$\begin{aligned}\text{Costo anual por ordenar} &= (\text{Número de órdenes colocadas por año}) \times (\text{Costo por ordenar por orden}) \\ &= \frac{\text{Demanda anual}}{\text{Número de unidades en cada orden}} \times (\text{Costo por ordenar por orden}) \\ &= \frac{D}{Q} C_o\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Costo anual por almacenar} &= (\text{Inventario promedio}) \times (\text{Costo anual por almacenar por unidad}) \\ &= \frac{\text{Cantidad a ordenar}}{2} \times (\text{Costo anual por almacenar por unidad}) \\ &= \frac{Q}{2} C_h\end{aligned}$$

$Q$  = número de piezas a ordenar

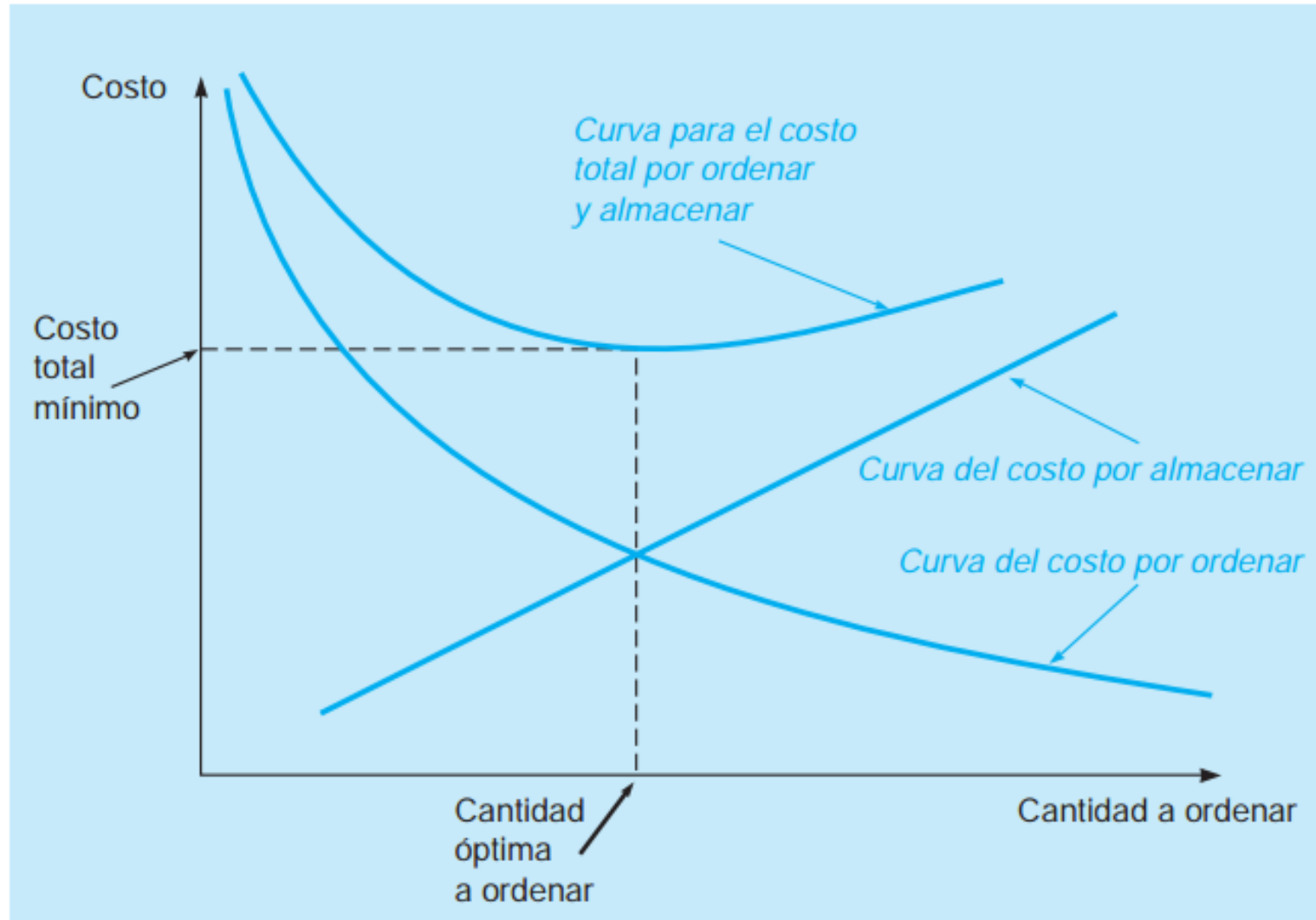
CLE =  $Q^*$  = número óptimo de piezas a ordenar

$D$  = demanda anual en unidades del artículo en inventario

$C_o$  = costo por colocar cada orden

$C_h$  = costo anual por almacenar por unidad

# Costo total en función de la cantidad a ordenar

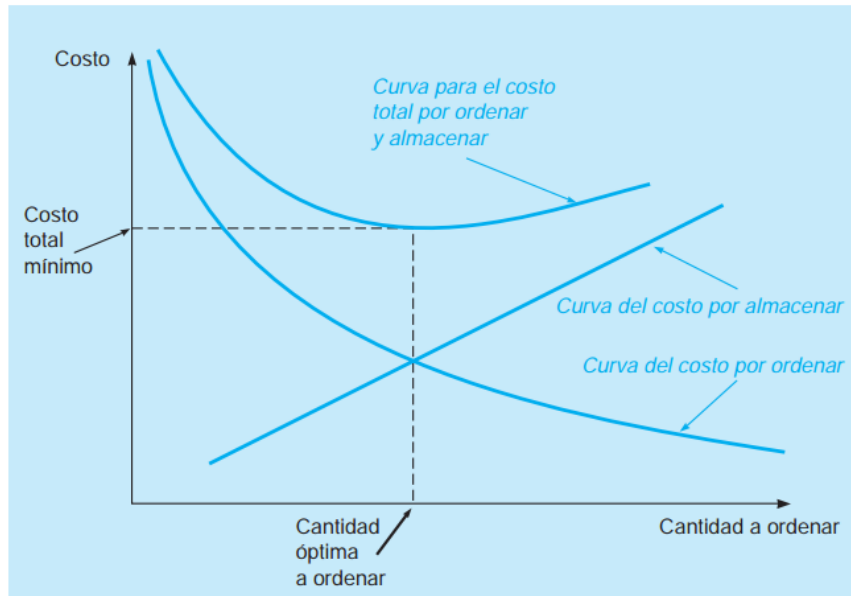




# ¿Cómo calcular la CLE?

Costo anual por almacenar = Costo anual por ordenar

$$\frac{Q}{2} C_h = \frac{D}{Q} C_o$$



$$CLE = Q^* = \sqrt{\frac{2DC_o}{C_h}}$$

# Ejemplo

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DC_o}{C_h}}$$

Una empresa que vende microprocesadores a otras compañías, quiere reducir su costo de inventario determinando el número óptimo de microprocesadores que debe obtener por orden.

La demanda anual es de 1000 unidades, el costo por ordenar es de 10 por orden y el costo anual promedio por almacenar por unidad es de 0,50

Sí se cumplen los supuestos de la CLE se puede determinar el número óptimo de unidades por orden.

# Respuesta

$$\begin{aligned} Q^* &= \sqrt{\frac{2DC_o}{C_h}} \\ &= \sqrt{\frac{2(1,000)(10)}{0.50}} \\ &= \sqrt{40,000} \\ &= 200 \text{ unidades} \end{aligned}$$

# ¿Cuál es el costo total anual del inventario?

- Es la suma de los costos por ordenar y almacenar

$$TC = \frac{D}{Q} C_o + \frac{Q}{2} C_h$$

# Respuesta

$$\begin{aligned} TC &= \frac{D}{Q} C_o + \frac{Q}{2} C_h \\ &= \frac{1,000}{200} (10) + \frac{200}{2} (0.5) \\ &= \$50 + \$50 = \$100 \end{aligned}$$

# Costo de compra de los artículos del inventario

La expresión costo total del inventario se escribe para incluir el costo real de los materiales comprados. Con las suposiciones de la CLE, el costo de compra no depende de que la política específica de ordenar sea óptima, porque no importa cuántas órdenes se coloquen cada año, se incurre en el mismo costo de compra anual de  $D \cdot C$ , donde  $C$  es el costo de compra por unidad y  $D$  la demanda anual en unidades

# Costo de compra de los artículos del inventario

Es útil saber cómo se calcula el nivel de inventario promedio en términos monetarios, cuando se da el precio por unidad.

Si la variable  $Q$  representa la cantidad de unidades ordenadas, y suponiendo un costo unitario de  $C$ , determinamos el valor monetario promedio del inventario:

$$\text{Nivel monetario promedio} = \frac{(CQ)}{2}$$

# Costo de compra de los artículos del inventario

El costo por mantener inventario para muchos negocios e industrias con frecuencia se expresa como un porcentaje anual del costo o precio unitario. Cuando esto sucede, se introduce una nueva variable.

Sea  $I$  el cargo anual por mantener inventario como porcentaje del precio o costo unitario. Entonces, el costo por almacenar una unidad de inventario por un año,  $C_h$ , está dado por  $C_h = IC$ , donde  $C$  es el costo unitario de un artículo en inventario. En este caso,  $Q^*$  se expresa como:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DC_o}{C_h}}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DC_o}{IC}}$$



# Punto de Reorden

- El tiempo entre colocar una orden y recibirla, llamado **tiempo de entrega**, con frecuencia son unos cuantos días o incluso semanas.
- El inventario debe estar disponible para cumplir con la demanda durante este tiempo y dicho inventario puede estar en almacén o por recibirse una vez pedido.
- El total de estos se conoce como **posición del inventario**. Por consiguiente, la decisión de cuándo ordenar suele expresarse en términos de un punto de reorden (PRO), que es la posición del inventario en la cual debería colocarse una orden

# Punto de Reorden

- Ya sabemos cuánto ordenar, pero ¿cuándo se debe ordenar un pedido?

- Tiempo de entrega:

Tiempo entre colocar una orden y recibirla

El inventario debe estar disponible para cumplir con la demanda durante el tiempo de entrega (en el almacén o por recibirse una vez pedido)

Decidir cuándo ordenar debe expresarse en términos del punto de reorden (PRO)

# Punto de Reorden

$$\begin{aligned}\text{PRO} &= (\text{Demanda por día}) \times (\text{Tiempo de entrega para una orden en días}) \\ &= d \times L\end{aligned}$$

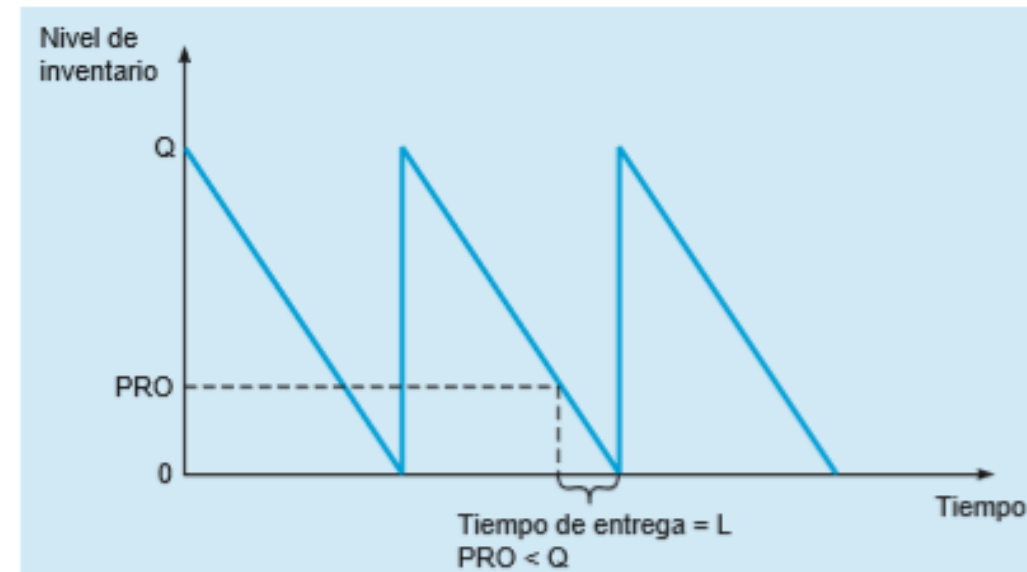
# Ejemplo

- La demanda de chips de computadora es de 8000 por año, la empresa tiene una demanda diaria de 40 unidades y la cantidad del lote económico es de 400 unidades, la entrega toma 3 días laborales.
- Calcule el punto de reorden

# Respuesta

$$\begin{aligned}\text{PRO} &= d \times L = 40 \text{ unidades por día} \times 3 \text{ días} \\ &= 120 \text{ unidades}\end{aligned}$$

Se debe colocar la nueva orden cuando el inventario se encuentre en 120 unidades, la orden llegará tres días después cuando el inventario se encuentre en 0 unidades



# Ejemplo

- Suponga que el tiempo de entrega era de 12 días en vez de 3.

El punto de reorden sería:

# Respuestas

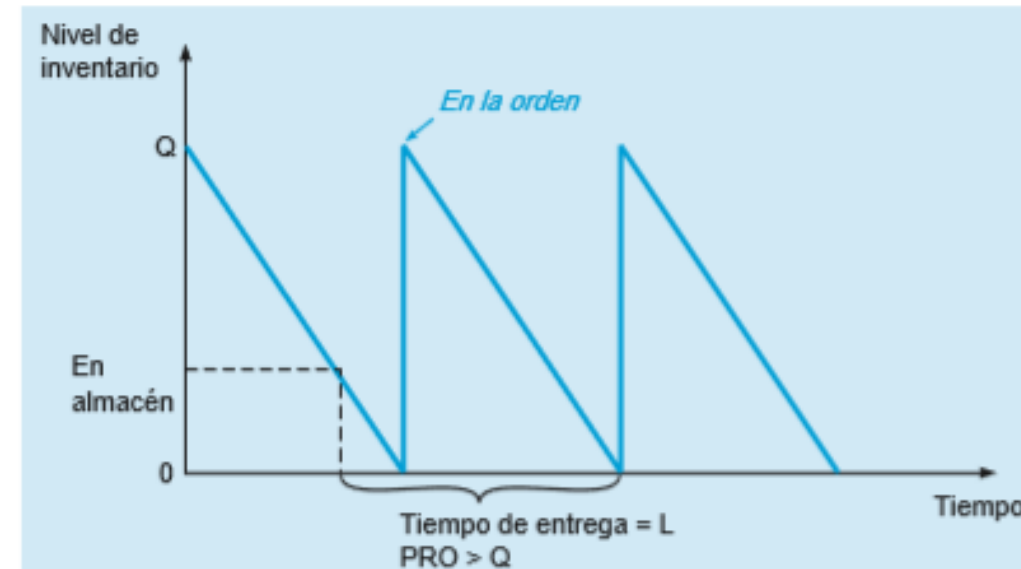
- Sí la entrega dura 12 días

Como el máximo nivel de inventario en almacén es la cantidad a ordenar de 400, una posición de 480 del inventario sería:

$$\begin{aligned}\text{PRO} &= 40 \text{ unidades por día} \times 12 \text{ días} \\ &= 480 \text{ unidades}\end{aligned}$$

$$\text{Posición del inventario} = (\text{Inventario en almacén}) + (\text{Inventario en la orden})$$

$$480 = 80 + 400$$



# CLE sin supuesto de reabastecimiento Instantáneo

Se aplica cuando:

- El inventario fluye de manera continua
- Cuando se acumula un periodo después de colocar una orden
- Cuando las unidades se producen y se venden de forma simultánea

En estos casos se toma en cuenta la tasa de demanda diaria



# CLE sin supuesto de reabastecimiento Instantáneo

- Por ser un modelo adecuado en especial para los entornos de producción, es común llamarlo modelo de corrida de producción.
- En el proceso de producción, en vez de tener un costo por ordenar, habrá un costo por preparación, que es el costo de preparar la instalación de producción para la manufactura del producto deseado

# CLE sin supuesto de reabastecimiento Instantáneo

Incluye los costos directos:

La Mano de obra directa

Costos de ingeniería y diseños

Suministros

Servicios

# CLE sin supuesto de reabastecimiento Instantáneo

La cantidad optima de producción se obtiene igualando los costos de preparación con los costos de almacenar o mantener y despejando la cantidad de la orden

- **Costo anual por almacenar**

Se basan en el inventario promedio al igual que el modelo CLE

Como el reabastecimiento del inventario ocurre durante un periodo y la demanda continúa durante este tiempo, el inventario máximo será menor que el lote económico  $Q$

# Costo anual por almacenar para el modelo de corrida de producción

$Q$  = número de piezas por orden o de corrida de producción

$C_s$  = costo por preparación

$C_h$  = costo anual por almacenar por unidad

$p$  = tasa de producción diaria

$d$  = tasa de demanda diaria

$t$  = magnitud de la corrida de producción en días

$$\text{Nivel máximo del inventario} = Q \left( 1 - \frac{d}{p} \right) \quad \text{Inventario promedio} = \frac{Q}{2} \left( 1 - \frac{d}{p} \right)$$

# Costo anual por almacenar para el modelo de corrida de producción

$Q$  = número de piezas por orden o de corrida de producción

$C_s$  = costo por preparación

$C_h$  = costo anual por almacenar por unidad

$p$  = tasa de producción diaria

$d$  = tasa de demanda diaria

$t$  = magnitud de la corrida de producción en días

$$\text{Costo anual por almacenar} = \frac{Q}{2} \left( 1 - \frac{d}{p} \right) C_h$$

# Costo anual por preparación o costo anual por ordenar

- Cuando se fabrica el producto a tiempo, el **costo por preparación sustituye al costo por ordenar**. Ambos costos son independientes del tamaño de la orden y del tamaño de la corrida de producción. Este costo simplemente es el número de órdenes (o corridas de producción) multiplicado por el costo por ordenar (costo por preparación)

$$\text{Costo anual por preparación} = \frac{D}{Q} C_s \quad \text{Costo anual por ordenar} = \frac{D}{Q} C_o$$

# Determinación de la cantidad óptima de producción

- Cuando se cumplen los supuestos del modelo de corrida de producción, los costos se minimizan si el costo por preparación es igual al costo por almacenar. Encontramos la cantidad óptima de producción igualando estos costos y despejando Q:

Costo anual por almacenar = costo anual de preparar

$$\frac{Q}{2} \left( 1 - \frac{d}{p} \right) C_h = \frac{D}{Q} C_s$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DC_s}{C_h \left( 1 - \frac{d}{p} \right)}}$$

Si la situación no incluye la producción pero sí la recepción del inventario durante un periodo, este mismo modelo es adecuado, aunque  $C_o$  sustituye  $C_s$  en la fórmula.

# Formulas resumen

$$\text{Costo anual por almacenar} = \frac{Q}{2} \left( 1 - \frac{d}{p} \right) C_h$$

$$\text{Costo anual por preparación} = \frac{D}{Q} C_s$$

$$\text{Cantidad óptima de producción } Q^* = \sqrt{\frac{2DC_s}{C_h \left( 1 - \frac{d}{p} \right)}}$$



# Ejemplo

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DC_s}{C_h\left(1 - \frac{d}{p}\right)}}$$

Una empresa fabrica unidades de refrigeración por lotes, se estima que la demanda para el año es de 10.000 unidades. Los costos de preparación del proceso de manufactura son de 100 y el costo anual de almacenar es de 0,5 por unidad.

Una vez establecido proceso de fabricación, se pueden obtener 80 unidades de refrigeración diarias. La demanda durante el periodo de producción ha sido en promedio 60 unidades cada día.

El departamento de producción trabaja 167 días al año

¿Cuántas unidades se deben producir por lote?

¿Cuánto dura cada ciclo de producción?

Respuesta

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DC_s}{C_h\left(1 - \frac{d}{p}\right)}}$$

# Respuesta

Demanda anual =  $D = 10,000$  unidades

Costo por preparación =  $C_s = \$100$

Costo por almacenar =  $C_h = \$0.50$  por unidad al año

Tasa de producción diaria =  $p = 80$  unidades diarias

Tasa de demanda diaria =  $d = 60$  unidades diarias

# Respuesta

Demanda anual =  $D = 10,000$  unidades

Costo por preparación =  $C_s = \$100$

Costo por almacenar =  $C_h = \$0.50$  por unidad al año

Tasa de producción diaria =  $p = 80$  unidades diarias

Tasa de demanda diaria =  $d = 60$  unidades diarias

$$1. Q^* = \sqrt{\frac{2DC_s}{C_h\left(1 - \frac{d}{p}\right)}}$$

$$\begin{aligned} 2. Q^* &= \sqrt{\frac{2 \times 10,000 \times 100}{0.5\left(1 - \frac{60}{80}\right)}} \\ &= \sqrt{\frac{2,000,000}{0.5\left(\frac{1}{4}\right)}} = \sqrt{16,000,000} \\ &= 4,000 \text{ unidades} \end{aligned}$$

# Respuesta

- Si  $Q^* = 4,000$  unidades y sabemos que se pueden fabricar 80 unidades diarias, la duración de cada ciclo de producción será  $Q/p = 4,000/80 = 50$  días.
- Así, cuando se decida producir unidades de refrigeración, el equipo se prepara para fabricar unidades durante 50 días.
- El número de corridas de producción por año será  $D/Q = 10,000/4,000 = 2.5$ . Esto significa que el número promedio de corridas de producción anuales es de 2.5

# Modelo de descuentos por cantidad

- Los modelos CLE no utilizan descuentos por cantidad
- Si este tipo de descuento existe y se cumplen los otros supuestos de CLE, se puede encontrar la cantidad que minimiza el costo total del inventario.
- Cuando se dispone de descuentos por cantidad, el costo de compra o el costo de materiales se convierten en un costo relevante (cambia según la cantidad ordenada)

# Modelo de descuentos por cantidad

- Si se ordena la cantidad del lote económico, se minimizan los costos totales de inventario, pero cuando hay descuentos por cantidad, estas compras podrían no ser lo suficientemente grandes como para obtener los descuentos

## Ejemplo

El precio normal de compra de un material es de \$5

Si se compran cantidades entre 1000 y 1999 el precio es de \$4.8

Si se compran más de 2000 el precio es de \$4,75

# Modelo de descuentos por cantidad

## Ejemplo

El precio normal de compra de un material es de \$5

Si se compran cantidades entre 1000 y 1999 el precio es de \$4.8

Si se compran más de 2000 el precio es de \$4,75

¿Cuánto ordenar y cuándo, con descuentos por cantidad?

Se debe considerar el menor costo por ordenar y el mayor costo por almacenar.



# Modelo de descuentos por cantidad

Costo total = Costo de material + Costo por ordenar + Costo por almacenar

$$\text{Costo total} = DC + \frac{D}{Q} C_o + \frac{Q}{2} C_h$$

$D$  = demanda anual en unidades

$C_o$  = costo por ordenar de cada orden

$C$  = costo por unidad

$C_h$  = costo anual por almacenar o por mantener por unidad

Como el costo anual por almacenar por unidad se basa en el costo de los artículos, es conveniente expresarlo como:

$$C_h = IC$$

donde:

$I$  = costo por almacenar como porcentaje del costo unitario ( $C$ )

# Modelo de descuentos por cantidad

- Para un costo de compra específico ( $C$ ), dados los supuestos hechos, ordenar la cantidad del lote económico minimizará los costos totales del inventario. En la situación de descuento, no obstante, esta cantidad quizá no sea lo suficientemente grande como para que le otorguen el descuento y, también, debemos considerar ordenar esta cantidad mínima para el descuento

# Modelo de descuentos por cantidad

- Pasos:

1. Para cada precio de descuento ( $C$ ) se calcula la CLE
2. Si  $CLE < \text{mínimo para descuento}$ , se ajusta la cantidad a  $Q = \text{mínimo para descuento}$
3. Para cada CLE o  $Q$  ajustada se calcula el costo total
4. Se elige la cantidad con el menor costo.

# Modelo de descuentos por cantidad

- Ejemplo

Una compañía tiene un costo anual por material comprado de \$5, para órdenes entre 1000 y 1999 el costo unitario es de \$4,80 y si compra más de 2000 órdenes el costo unitario es de \$4,75

El costo por ordenar es de \$49 por orden

La demanda anual es de 5.000 unidades

El cargo por almacenar es un porcentaje del costo del 20%

¿Qué cantidad minimiza el costo total de inventario?

# Tarea

- Buscar información y hacer un resumen de los siguientes tipos de inventarios:
- Análisis ABC
- Control de inventario justo a tiempo

Entrega el martes 30 de abril, por Mediación Virtua