ADELA MARISOL SIERRA GUERRERO

UNIDAD II

“PRONOSTICO DE LA DEMANDA”

2.1 IMPORTANCIA ESTRATÉGICA DEL PRONÓSTICO.

¿Qué es un pronóstico?

Un **pronóstico** es una predicción de eventos futuros que se utiliza con propósitos de planificación.

Las cambiantes condiciones de los negocios como resultado de la competencia mundial, el rápido cambio tecnológico y las crecientes preocupaciones por el medio ambiente han ejercido presiones sobre la capacidad de una empresa para generar pronósticos precisos. Tales pronósticos son necesarios como un elemento auxiliar para determinar que recursos se necesitan, programar los recursos ya existentes y adquirir recursos adicionales. Los pronósticos precisos permiten que los programadores utilicen de forma eficiente la capacidad de las maquinas, reduzcan los tiempos de producción y recorten los inventarios.

Ejemplo:
El gerente de un restaurante de comida rápida necesita pronosticar el número de clientes que llegaran a diferentes horas del día, y los productos que solicitaran, pues solo así podrá programar correctamente el número requerido de cocineros y empleados de mostrador.
Los métodos de pronóstico suelen basarse en modelos matemáticos que utilizan los datos históricos disponibles, en métodos cuantitativos extraídos de la experiencia administrativa o en una combinación de ambos.

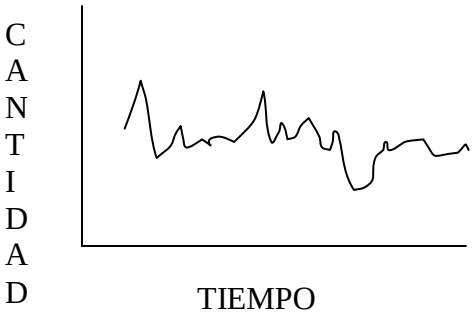
2.2 CARACTERISTICAS DE LA DEMANDA.

El reto de pronosticar la demanda del cliente es una tarea difícil por que la demanda de bienes y servicios suele variar considerablemente.

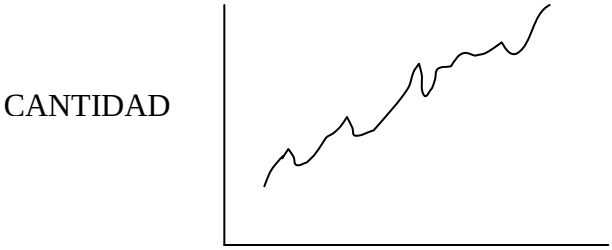
Por ejemplo, es previsible que la demanda de fertilizante para el césped aumente en los meses de primavera y verano; sin embargo, en los fines de semana específicos en los que la demanda es mas intensa, esta depende de factores incontrolables, como el clima. Otros patrones son más previsibles. Así pues la demanda semanal de cortes de cabello en una barbería de la localidad, puede ser bastante estable de una a otra semana, aun cuando la demanda diaria sea mas intensa los sábados por la mañana y mas floja los lunes y martes. Para pronosticar la demanda en este tipo de situaciones es necesario descubrir los patrones básicos a partir de la información disponible.

Patrones de demanda.

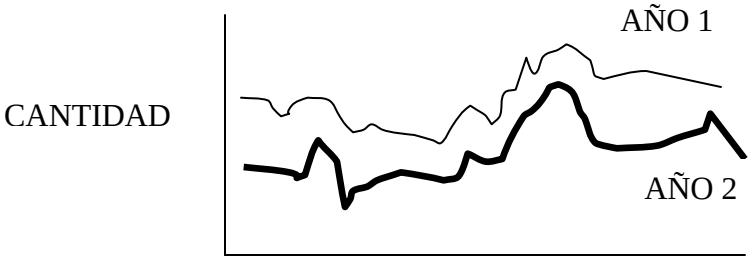
1. *Horizontal*, o sea, la fluctuación de los datos en torno de una media constante
2. *de tendencia*, es decir, el incremento o decremento sistemático de la media de la serie a través del tiempo.
3. *estacional*, o sea, un patrón repetible de incrementos o decrementos de la demanda, dependiendo de la hora del día, la semana, el mes o la temporada;
4. *cíclico,* o sea, una pauta de incrementos o decrementos graduales y menos previsibles de la demanda, los cuales se presentan en el curso de periodos de tiempo mas largos (años o decenios); y
5. *aleatorio*, es decir, una serie de variaciones imprevisibles de la demanda.



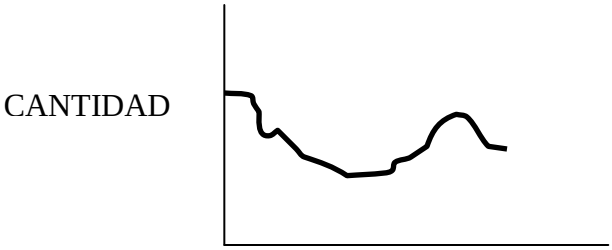
1. Horizontal



2. De tendencia



3. Estacional



4. Cíclico

Factores que afectan la demanda.

Factores externos. Son los factores que están fuera del alcance de la gerencia. Por ejemplo reglamentaciones de gobierno que afectan las actividades económicas, leyes que limiten la utilización de ciertas materias primas
Indicadores tempranos, causaran especulación y aumento de precio en materias primas (Ej. Se anuncia escasez de acero y aumento en construcción)
Indicadores coincidentes. Como cifras de desempleo, etc.

Factores internos. Las decisiones internas sobre el diseño de los productos o servicios, los precios y las promociones publicitarias, el diseño de envases, las cuotas o incentivos para el personal de ventas, etc.

2.3 METODOS CUALITATIVOS

Cuando se carece de datos históricos adecuados, como en los casos que se presenta un nuevo producto o se espera un cambio en la tecnología, las empresas confían en la experiencia y buen juicio administrativo para generar pronósticos.

Son Utilizados para el desarrollo de pronósticos de ventas. Estos modelos generalmente se basan en juicios respecto a los factores causales subyacentes a la venta de productos y servicios en particular y en opiniones sobre la posibilidad relativa que otros factores causales sigan presentes en el futuro y puedan involucrar diversos niveles de complejidad, desde encuestas de opinión científicamente conducidas a estimaciones intuitivas respecto a eventos futuros.

2.3.1 Consulta a la fuerza de venta

En ocasiones la mejor información sobre la demanda futura proviene de las personas que están más cerca de los clientes. Estos pronósticos están elaborados periódicamente por miembros de la fuerza de ventas de las compañías. Este enfoque tiene varias ventajas:

- La fuerza de ventas es el grupo que tiene mayores probabilidades de saber que productos o servicios compraran los clientes en el futuro cercano, y en que cantidades.
- Los territorios de ventas están divididos a menudo por distritos o regiones. Esta información puede ser útil para propósitos de administración de inventarios, distribución y formación de fuerza de ventas.
- Los pronósticos de la fuerza de venta pueden combinarse para obtener cifras correspondientes a ventas regionales o nacionales

Desventajas:

- Los prejuicios individuales de los vendedores pueden introducir los sesgos en el pronostico, además algunas personas son optimistas por naturaleza y otras son mas cautelosas
- Es posible que el personal de ventas no siempre perciba la diferencia entre lo que el cliente quiere y lo que el cliente necesita.
- Si la empresa utiliza las ventas individuales como medida del rendimiento, el personal de ventas puede subestimar sus pronósticos para su propio rendimiento o beneficio.

2.3.2 Jurado de opinión Ejecutiva.

Cuando se piensa lanzar un nuevo producto o servicio, la fuerza de ventas no siempre es capaz de hacer estimaciones precisas de la demanda.
La opinión ejecutiva es un método de pronóstico en el cual se hace un resumen de las opiniones, la experiencia y los conocimientos técnicos de uno o varios gerentes, para llegar a un solo pronostico.
Estas opiniones también pueden modificar un pronóstico de ventas vigente cuando hay que tomar en cuenta sucesos o eventos inesperados (como nuevas promociones, nuevos productos en el mercado o eventos internacionales no esperados).
La opinión ejecutiva suele también utilizarse para elaborar pronósticos tecnológicos.

Desventajas:

- Este método puede ser costoso por que absorbe el valioso tiempo de los ejecutivos.
- En algunas ocasiones los pronósticos son no acertados cuando estos sufren modificaciones independientes.

(Por ejemplo, que el gerente de marketing examina las estimaciones de la fuerza de ventas y, sintiéndose un poco mas optimista que los vendedores, incrementa las cifras del pronostico para asegurarse de que podrá disponer de un volumen suficiente de producto. Después de recibir los pronósticos del mercado el gerente de manufactura incrementa aun mas las cifras para que nadie lo culpe de no atender la demanda de los clientes. Cuando las ventas reales resultan ser mucho mas bajas que los pronósticos, todos culpan a los demás por el excesivo inventario generado.)

2.3.3 Método Delphi (Delfos)

El método delphi es un proceso para obtener el consenso dentro de un grupo de expertos, al tiempo que se respeta el anonimato de sus integrantes.
Esta forma de pronostico es útil cuando no existen datos históricos sobre los cuales puedan desarrollarse modelos estadísticos y cuando los gerentes de la empresa no tienen experiencia en la cual fundamentar proyecciones bien informadas.
Un coordinador envía preguntas a cada uno de los miembros del grupo de expertos externos, quienes tal vez ignoran quien mas esta participando.

El anonimato es importante cuando alguno de los miembros del grupo tienden a dominar las discusiones o gozan de un alto grado de respetabilidad en sus respectivas especialidades.

En un grupo anónimo, los miembros tienden a responder y documentar sus preguntas con mayor libertad.

El coordinador prepara un resumen estadístico de las respuestas además de un sumario de los argumentos pertinentes para algunas de ellas. Este informe se envía al mismo grupo para otra ronde de opiniones y los participantes pueden modificar sus respuestas anteriores si así lo desean. Las rondas continúan hasta llegar a un consenso.

¿Para cuales casos se utiliza el método Delphi?

Se usa para elaborar pronósticos a largo plazo de la demanda de productos y proyecciones de ventas para nuevos productos. También se emplee en pronósticos sobre tecnología.

Este método se puede utilizar para obtener un consenso en un panel de expertos, ya sea que estos dediquen su atención al desenvolvimiento de avances científicos, cambios en la sociedad, reglamentos de gobierno y el ambiente competitivo. Los resultados sirven de guía para el personal de investigación y desarrollo de una empresa.

Limitaciones del método Delphi:

- El proceso puede prolongarse por mucho tiempo (a veces un año o mas) En ese lapso de tiempo, el panel de personas consideradas como expertas puede cambiar, lo cual provoca confusión en los resultados, por lo menos, alarga todavía las este proceso.
- Es probable que las respuestas sean menos significativas que si los expertos tuvieran que asumir la responsabilidad que ellas implican.
- Hay pocas evidencias de que los pronósticos delphi tengan un alto grado de precisión. Sin embargo se reconoce que su calidad es entre regular y buena para la identificación de puntos de flexión en la demanda de nuevos productos.
- Los cuestionarios mal planeados conducen a conclusiones ambiguas o erróneas.

2.3.4 Investigación de mercado

La investigación de mercado consiste en un enfoque sistemático para determinar el grado de interés del consumidor por un producto o servicio mediante la creación y puesta a prueba de diversas hipótesis por medio de encuestas encaminadas a la recopilación de datos. La realización de un estudio de mercado incluye:

1. El diseño de un cuestionario el cual solicite información económica y demográfica a cada una de las personas entrevistadas, y se conozca el interés de estas de recibir el producto o servicio.
2. La decisión de cómo aplicar la encuesta, ya sea mediante una charla telefónica, por correo o en entrevistas personales.

3. La selección de una muestra representativa de familias para la encuesta, que debe incluir una selección al azar dentro del área de mercado del producto o servicio propuesto
4. El análisis de la información, aplicando el buen juicio y criterios estadísticos para interpretar las respuestas, determinar si son adecuadas, asignar márgenes que permitan incluir factores económicos o competitivos no mencionados en el cuestionario y analizar si la encuesta representa una muestra aleatoria del mercado potencial.

2.3.5 Analogía de ciclos de vida

Este método liga la estimación de las ventas futuras de un producto con el conocimiento de las ventas de un producto similar.
A la estimación de un producto similar se aplica el conocimiento de las ventas de un producto similar durante varias etapas de su ciclo de vida. Este método puede ser particularmente útil en el pronóstico de ventas de productos nuevos.

2.4 MODELOS CUANTITATIVOS

Los modelos cuantitativos de pronósticos son modelos matemáticos que se basan en datos históricos. Estos modelos suponen que los datos históricos son relevantes para el futuro. Casi siempre puede obtenerse información pertinente al respecto.

2.4.1 Series de Tiempo

Para pronósticos a corto plazo, se usan mucho los métodos de series de tiempo. Una serie de tiempo es simplemente una lista cronológica de datos históricos, para la que la suposición esencial es que la historia predice el futuro de manera razonable. Existen varios modelos y métodos de series entre los cuales elegir, y que incluyen el modelo constante, de tendencia y estacional, dependiendo de los datos históricos y de la comprensión del proceso fundamental.

2.4.1.1 Enfoque simple.

También llamado pronostico empírico. Uno de los métodos más sencillos es usar el último dato como pronostico para el siguiente periodo. Es decir el pronóstico de la demanda para el siguiente periodo es igual a la demanda observada en el periodo actual. Por ejemplo si la demanda real para el miércoles ha sido 35 clientes, la demanda para el jueves será 35 clientes. Si la demanda real del jueves es 42 clientes, la demanda pronosticada para el viernes será de 42 clientes.
Este método puede tomar en cuenta una tendencia de la demanda. El incremento (o decremento) observado en la demanda de los dos últimos periodos se usa para ajustar la demanda actual con miras a elaborar un pronostico.
Por ejemplo:
Si la demanda fue de 120 unidades en la ultima semana y de 108 unidades la semana anterior, el incremento de la demanda fue de 12 unidades en una semana por lo cual el pronostico para la sig. Semana será de 120 + 12 = 132 unidades. Si la demanda real de la semana siguiente resulta ser de 127 unidades, entonces el siguiente pronóstico será de 127 + 7 = 134 unidades.

Ejercicio:

Sacar el pronóstico con el enfoque simple para una fabrica de pastas dentales:

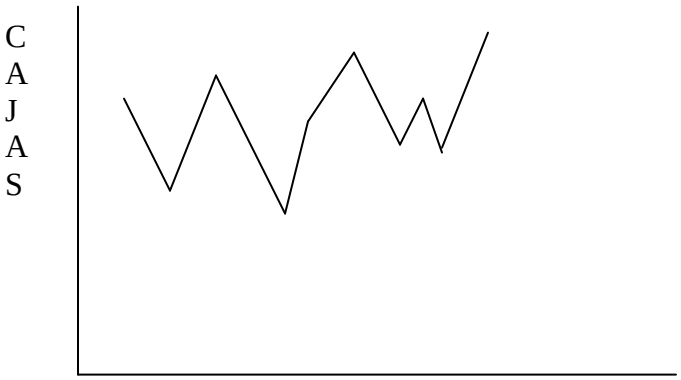
a) si la demanda del mes de mayo fue de 380 cajas saque el pronóstico del mes de junio.
b) Si la demanda real del mes de junio fue de 398 cajas cual será el pronóstico para el mes de julio tomando en cuenta la tendencia.

Respuestas

a) 380 cajas para el mes de junio
b) 416 cajas para el mes de julio

Estimacion del promedio

El patrón horizontal de una serie de tiempo se basa en la media de las demandas. Por lo tanto el pronostico se obtendrá sacando el promedio de una serie de datos a través del tiempo.
Por ejemplo:



Semana	Cajas (con 10 piezas c/u)
1	62
2	50
3	65
4	48
5	60
6	66
7	58
8	61
9	55
10	60

Si deseáramos sacar un pronostico para la semana 11 por medio del promedio bastara sumar el total de Cajas y dividirlos entre el numero de semanas dando como resultado 58.5 Cajas es decir 585 piezas.

2.4.1.2 Promedios móviles.

Promedio móvil simple. Se usa para estimar el promedio de una serie de tiempo de demanda y para suprimir los efectos de las fluctuaciones al azar. Este método resulta mas útil cuando la demanda no tiene tendencias pronunciadas ni fluctuaciones estaciónales. Implica simplemente calcular la demanda promedio para los ***n*** periodos mas recientes con el fin de utilizarla como pronostico del periodo siguiente. Para el pronostico siguiente una vez conocida la demanda, la demanda mas antigua incluida en el promedio anterior se sustituye por la demanda mas reciente y luego se vuelve a calcular el promedio.

Es decir :

F_{t+1} = Suma de las n ultimas demandas / n = $D_t + D_{t-1} + D_{t-2} + \ldots\ldots\ldots + D_{t-n+1}$

Donde:
D_t = demanda real en el periodo t
n = numero total de periodos incluidos en el promedio
F_{t+1} = Pronostico para el periodo t+1

Ejercicio:

a) Tomando los datos de la fábrica de pasta dental elabore un pronóstico móvil de 5 semanas para estimar cuantas cajas de pasta dental se necesitaran para la semana 11.

Tenemos que F_{11} = (60 + 55 + 61 + 58 + 66)/ 5 = 60 cajas

b) Si la demanda real en la semana 11 fue 55 cajas obtener el pronóstico móvil de 5 semanas para la semana 12

M_{12} = (55 + 60 + 55 + 61 + 58) / 5 =
El pronóstico es de 57.8 cajas

Cual será el pronostico para la semana 13 en este momento?
Respuesta M_{13} = 57.8 cajas

Ejemplo

- Promedio móvil simple

CCC wishes to forecast the number of incoming calls it receives in a day from the customers of one of its clients, BMI. CCC schedules the appropriate number of telephone operators based on projected call volumes.

CCC believes that the most recent 12 days of call volumes (shown on the next slide) are representative of the near future call volumes.

CCC desea pronosticar el número de llamadas entrantes que esto recibe en un día de los clientes de uno de sus clientes, BMI. CCC programa el número apropiado de telefonistas basados en volúmenes de llamada proyectados.

CCC cree que los 12 días más recientes de volúmenes de llamada (mostrado sobre la siguiente diapositiva) son representativos de los volúmenes de llamada de futuro próximo.

- Datos históricos

Día	llamadas	día	llamadas
1	159	7	203
2	217	8	195
3	186	9	188
4	161	10	168
5	173	11	198
6	157	12	159

-

Use el promedio móvil simple con n=3 para pronosticar el número de llamadas para el día 13.

$$F_{13} = (159 + 198 + 168)/3 = 175.0 \text{ llamadas}$$

Promedio móvil ponderado

- Es una variación del promedio móvil en la que no todos los datos tienen el mismo peso.
- Esto permite que los datos que tienen mayor importancia tengan mayor peso.
- Los pesos deben sumar 1
- La distribución de los pesos determina la velocidad de respuesta del pronóstico

Ejemplo

- **Ejemplo:**
  Tal vez una tienda departamental se de cuenta de que en un periodo de cuatro meses, el mejor pronóstico se deriva utilizando 40% de las ventas reales

durante el mes más reciente, 30% de dos meses antes, 20% de tres meses antes y 10% de hace cuatro meses. Si las ventas reales fueron

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

Formula $F_t = W_1 A_{t-1} + W_2 A_{t-2} + W_3 A_{t-3} + \ldots\ldots. Wn A_{t-n} +$

W_1 **= ponderación dada a la ocurrencia real para el periodo t-1**
W_2 **= ponderación dada a la ocurrencia real para el periodo t-2**
W_n **= ponderación dada a la ocurrencia real para el periodo t-n**
n = número total de periodos en el pronósticos

por lo tanto el pronóstico para el mes 5 sería

F_5 **= 0.40 (95) + 0.30(105) +0.20 (90) +1.10 (100)**

= 38 + 31.5 +18 + 10
= 97.5

Suponga que las ventas para el mes 5 resultaron ser de 110. Entonces, el pronóstico para el mes 6 sería.

F_6=

Promedio móvil ponderado

Use el promedio móvil ponderado con 3 datos, asignando pesos de 0.1, 0.3 y 0.6 a los datos (del más antiguo al más reciente) para pronosticar el número de llamadas del día 13.

F_{13} = .1(168) + .3(198) + .6(159) = 171.6 llamadas

Suavizamiento exponencial

Es un método de promedio móvil ponderado muy refinado que permite calcular el promedio de una serie de tiempo, asignando a las demandas mayor ponderación que a las demandas anteriores. Es el método de pronostico formal que se usa mas a menudo, por su simplicidad y por la reducida cantidad de datos que requiere. A diferencia del método de promedio móvil ponderado, que requiere n periodos de demanda pasada y n ponderaciones, la suavización exponencial requiere solamente tres tipos de datos: el pronostico del ultimo periodo, la demanda de ese periodo y un parámetro suavizador, alfa α, cuyo valor fluctúa entre 0 y 1.0. Para elaborar un pronostico con suavización exponencial, será suficiente que calculemos un promedio ponderado de la demanda mas reciente y el pronostico calculado para el ultimo periodo. La ecuación correspondiente a este pronostico es:

F_{t+1} = α(Demanda para este periodo) + (1 – α) (Pronostico calculado para el ultimo periodo)

$= \alpha D_t + (1 - \alpha) F_t$

$= F_t + \alpha(D_t - F_t)$

Por lo tanto el pronóstico para el periodo siguiente es igual al pronostico del periodo actual mas una proporción del error del pronostico correspondiente al mismo periodo actual.

- La constante, α, toma valores entre 0 y 1
- Una α cercana a uno da una alta velocidad de respuesta
- Una α cercana a cero da una baja velocidad de respuesta

Ejemplo:
Utilizando el ejemplo de CCC con promedio móvil de n=3 calcule el pronostico para la semana 13 con suavizamiento exponencial y α= .10
El pronostico para el dia 13 era de 175 llamadas y la demanda real fue de 170 llamadas
$F_{t+1} = \alpha D_t + (1 - \alpha) F_t$

F_{13}= .1(170) + (.9) 175= 174.5 llamadas

2.4.1.3 Tendencia lineal

Inclusión de una tendencia. (Suavizamiento exponencial con tendencia)

Consideremos ahora una serie de tiempo de la demanda con una demanda con una tendencia.
En una serie de tiempo, una tendencia consiste en un incremento o decremento sistemático de los promedios de la serie a través del tiempo
En este enfoque, las estimaciones para el promedio y la tendencia son suavizadas, para lo cual se requieren solamente dos constantes de suavización. Calculamos el promedio y la tendencia para cada periodo

A_t = α(Demanda en este periodo) + (1- α) (Promedio + Estimación de la tendencia en el ultimo periodo)

$$= \alpha D_t + (1- \alpha) (A_{t-1} + T_{t-1})$$

Tt = β(promedio de este periodo-Promedio del ultimo periodo) + (1-β) (Estimación de la tendencia en el ultimo periodo)

$$= \beta(A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta) T_{t-1}$$

$$F_{t+1} = A_t + T_t$$

Donde: At= promedio exponencialmente suavizado de la serie en el periodo
Tt= Promedio exponencialmente suavizado de la tendencia en el periodo t
α = parámetro de suavización para el promedio, con un valor entre 0 y 1
β = parámetro de suavización para la tendencia, con un valor entre 0 y 1
F_{t+1}= pronostico para el periodo t + 1

Las estimaciones del promedio y la tendencia correspondientes al último periodo, que se requieren en el primer pronóstico, pueden obtenerse a partir de datos del pasado o basarse en una estimación aproximada si no existen datos históricos. Para encontrar los valores de α y β, es frecuente que el analista ajuste sistemáticamente a α y β hasta que obtenga los errores del pronóstico mas bajos posibles.

Ejemplo:

Ejemplo:
Medanalysis, Inc. Ofrece servicios de laboratorio clínico a los pacientes de Health Providers, una agrupación de 10 médicos familiares asociados que brindan un nuevo programa de mantenimiento de la salud. Los gerentes están interesados en pronosticar el numero de pacientes que van a requerir análisis de sangre cada semana. Es preciso comprar suministros y tomar una decisión acerca del número de muestras sanguíneas que serian enviadas a otro laboratorio, para compensar las limitaciones de la capacidad del laboratorio principal. Las informaciones recientes acerca de los efectos nocivos que provoca el colesterol en el corazón han generado un incremento en las solicitudes de análisis ordinarios de sangre en todo el país. En promedio, Medanalysis realizo 28 análisis de sangre cada semana durante las cuatro ultimas semanas. La tendencia en ese periodo fue de tres pacientes adicionales por semana. La demanda en esta semana fue de 27 analisis de sangre . Usaremos α 0.20 y $\beta = 0.20$ para calcular el pronostico correspondiente a la semana próxima.

Solucion
Ao= 28 pacientes y también To = 3 pacientes

El pronostico para la semana 2 (la semana siguiente) es:
$= \alpha D_t + (1- \alpha) (A_{t-1} + T_{t-1})$

A1= 0.20(27) + 0.80(28+3) = 30.2

T1= 0.20(30.2-28) + 0.80 (3) = 2.8

F2 = 30.2 + 2.8 = 33 analisis de sangre

Si el numero real de analisis sanguineos requeridos en la semana2 resultara ser 44, entonces el pronostico actualizado para la semana 3 seria el siguiente:

A2 = 0.20(44) + 0.80(30.2 +2.8) = 35.2 $= \beta(A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta) T_{t-1}$

T2 = 0.2(35.2 – 30.2) + 0.80(2.8) = 3.2

F3 = 35.2 + 3.2 = 38.4, es decir 38 analisis de sangre.

2.4.2 Relaciones Causales.

- Se emplean cuando se tienen datos históricos y la relación entre el factor que intenta pronosticar y otros factores externos o internos (ej. Actividades del gobierno o promociones publicitarias).
- Las relaciones causales expresan se expresan en términos matemáticos y suelen ser en ocasiones complejas
- Proveen instrumentos de pronostico refinados y son excelentes para prever los puntos de flexión de la demanda y para la elaboración de pronósticos a largo plazo.

2.4.2.1 Regresión Lineal Simple

- El análisis de regresión lineal establece una relación entre una variable dependiente y una o más variables independientes.
- En la regresión lineal simple hay solamente una variable independiente.
- Si los datos están constituidos por una serie de tiempo, la variable independiente es el tiempo.
- La variable dependiente es cualquier cosa que nosotros queramos pronosticar.
- Ecuación de regresión
  Este modelo toma la forma:

$$Y = a + bX$$

Y = variable dependiente
X = variable independiente
a = intercepto con eje Y
b = pendiente de la línea

- Constantes a y b
  Estas constantes se calculan:

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$b = \frac{\sum xy - n(\bar{y})(\bar{x})}{\sum x^2 - n(\bar{x})^2}$$

- Una vez que se han calculado los valores de a y b, se puede sustituir cualquier valor futuro de X para pronosticar el valor correspondiente de Y.

Ejemplo

- Regresión Lineal Simple

At a small regional college enrollments have grown steadily over the past six years, as evidenced below. Use time series regression to forecast the student enrollments for the next three years.

Year	Students Enrolled (1000s)	Year	Students Enrolled (1000s)
1	2.5	4	3.2
2	2.8	5	3.3
3	2.9	6	3.4

x	y	x^2	xy
1	2.5	1	2.5
2	2.8	4	5.6
3	2.9	9	8.7
4	3.2	16	12.8
5	3.3	25	16.5
6	3.4	36	20.4

$\Sigma x=21 \quad \Sigma y=18.1 \quad \Sigma x^2=91 \quad \Sigma xy=66.5$

$$Y = 2.387 + 0.180X$$

$Y_7 = 2.387 + 0.180(7) = 3.65$ or 3,650 students
$Y_8 = 2.387 + 0.180(8) = 3.83$ or 3,830 students
$Y_9 = 2.387 + 0.180(9) = 4.01$ or 4,010 students

Note: Enrollment is expected to increase by 180 students per year.

Regresión Lineal Simple

- La regresión lineal también se puede usar cuando la variable independiente no es el tiempo.
- En este caso en lugar de hablar de series de tiempo estamos manejado la regresión lineal como un modelo de pronósticos causal.

Ejemplo: Railroad Products Co.

- Modelo Causal

The manager of RPC wants to project the firm's sales for the next 3 years. He knows that RPC's long-range sales are tied very closely to national freight car loadings. On the next slide are 7 years of relevant historical data.

Develop a simple linear regression model between RPC sales and national freight car loadings. Forecast RPC sales for the next 3 years, given that the rail industry estimates car loadings of 250, 270, and 300 million.

Year	RPC Sales ($millions)	Car Loadings (millions)
1	9.5	120
2	11.0	135
3	12.0	130
4	12.5	150
5	14.0	170
6	16.0	190
7	18.0	220

x	y	x^2	xy
120	9.5	14,400	1,140
135	11.0	18,225	1,485
130	12.0	16,900	1,560
150	12.5	22,500	1,875
170	14.0	28,900	2,380
190	16.0	36,100	3,040
220	18.0	48,400	3,960
1,115	93.0	185,425	15,440

- $Y = 0.528 + 0.0801X$

$Y_8 = 0.528 + 0.0801(250) = \$20.55$ million
$Y_9 = 0.528 + 0.0801(270) = \$22.16$ million
$Y_{10} = 0.528 + 0.0801(300) = \$24.56$ million

Note: RPC sales are expected to increase by $80,100 for each additional million national freight car loadings.

INVESTIGACION

Pronóstico de la Demanda

Introducción

- Estimados de la demanda para productos y servicios son el punto de partida para toda la planeación en la administración de operaciones.
- Los equipos administrativos se basan parcialmente en los estimados de la demanda para desarrollar sus pronósticos de ventas.
- Estos pronósticos forman parte de los datos que la empresa usa para determinar su estrategia de negocios y el pronóstico de sus recursos de producción.

Pronósticos en el contexto del plan de negocios
¿Para qué?

- Planeación de instalación – Puede tomar 5 años diseñar y construir una instalación o diseñar e implementar un nuevo sistema de producción.
- Planeación de Producción – Las demandas de productos cambian de mes a mes y puede tomar varios meses cambiar la capacidad del proceso de producción.
- Programación de Mano de Obra – La demanda de servicios cambian de hora a hora y se debe desarrollar programas de trabajos semanales por adelantado.

Administración de la demanda
El propósito de la administración de la demanda es coordinar y controlar todas las fuentes de demanda, de forma que el sistema productivo se use eficientemente y los productos se entreguen a tiempo

Demanda independiente

- Tomar un papel activo para influenciar la demanda

- Tomar un papel pasivo y simplemente responder a la demanda.

Leyes Fundamentales

- 1a ley. Los pronósticos siempre están mal
- 2a ley. Entre más grande sea el horizonte del pronóstico mayor será el error
- Entonces pronosticar ¿para qué?
- Mejor toma de decisiones
- Ayuda para la planeación
- No hay un "mejor" método

Métodos de pronósticos

- Métodos cualitativos
- Métodos cuantitativos

Métodos Cualitativos

- Generalmente se basan en juicios o en factores causales relacionados con un producto o servicio en particular
- No requiere datos históricos, por lo que son útiles para nuevos productos o servicios.
- Los enfoques varían en sofisticación desde encuestas conducidas científicamente a pura intuición.
- El enfoque apropiado depende de la etapa del ciclo de vida en que el producto se encuentre.

Métodos Cualitativos

- Juicio Ejecutivo
- Panel consensus
- Método Delphi
- Grass Roots
- Entrevistas a clientes
- Analogía histórica
- Investigación de Mercado

intuición

estudios científicos

Métodos Cuantitativos

- Se basan en la suposición de que las fuerzas que generaron la demanda en el pasado, generaran la demanda futura
- El análisis de los patrones de demanda en el pasado proveen una buena base para pronosticar la demanda en el futuro.
- La mayor parte de los métodos cuantitativos pertenecen a esta categoría.
- Series de tiempo
- Serie de datos y periodo
- Patrón recurrente a través del tiempo
- Explicativos
- El valor de cierta variable es función de una o más variables.
- Mayor cantidad de datos

Análisis de Series de Tiempo

- Una Serie de Tiempo es un conjunto de números que siguen una secuencia u orden determinados. Ejemplo la demanda histórica.
- El análisis de estas series de tiempo identifican patrones.
- Una vez que el patrón se identifica, se puede usar para desarrollar un pronóstico.

Componentes de una Serie de Tiempo

- Tendencia.
- Ciclo patrón de datos que puede cubrir varios años antes de que se repita.
- Estacionalidad patrón de datos que se repite cada año o en un período más corto.
- Fluctuaciones aleatorias (ruido) resultan de variaciones aleatorias o causas desconocidas

Patrones estacionales

Length of Time Before Pattern Is Repeated	Length of Season	Number of Seasons in Pattern
Year	Quarter	4
Year	Month	12
Year	Week	52
Month	Day	28-31
Week	Day	7

Métodos Cuantitativos

- Regresión Lineal
- Promedio móvil
- Simple
- Ponderado
- Suavizamiento exponencial
- Simple
- Suavizamiento exponencial con tendencia o suavizamiento exponencial doble
- Suavizamiento exponencial con tendencia y estacionalidad.

Pronósticos a Largo Plazo

- Horizonte de planeación mayor a un año.
- Necesario para apoyar decisiones estratégicas sobre planeación de productos, proceso e instalaciones.

Coeficiente de Correlación (*r*)

- El coeficiente de correlación, *r*, explica la importancia relativa de la relación entre *x* y *y*.

- El signo de *r* muestra la dirección de la relación.
- el valor absoluto de *r* muestra la fuerza de la relación
- El signo de *r* es siempre el mismo signo de b
- *r* puede tomar cualquier valor entre -1 y +1.
- Interpretación de algunos valores de *r*:
  - -1 relación negativa perfecta (cuando uno sube el otro baja)
  - +1 relación positiva perfecta (cuando uno sube el otro sube)
  - 0 no hay relación entre *x* y *y*.
  - +0.3 relación positiva débil.
  - -0.8 relación negativa fuerte.
- *r* se calcula como:

$$r = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{\left[n\sum x^2 - (\sum x)^2\right]\left[n\sum y^2 - (\sum y)^2\right]}}$$

Coeficiente de Determinación (r^2)

- El coeficiente de determinación, r^2, es el cuadrado del coeficiente de correlación.
- La modificación de *r* a r^2 nos permite movernos de una medida subjetiva de relación a una medida más específica.
- r^2 ilustra cuánto de la variación total de y se debe a x o a la tendencia de la línea.

Ejemplo

- Coeficiente de correlación

x	y	x^2	xy	y^2
120	9.5	14,400	1,140	90.25
135	11.0	18,225	1,485	121.00
130	12.0	16,900	1,560	144.00
150	12.5	22,500	1,875	156.25
170	14.0	28,900	2,380	196.00
190	16.0	36,100	3,040	256.00
220	18.0	48,400	3,960	324.00
1,115	93.0	185,425	15,440	1,287.50

$$r = .9829$$

Ejemplo

- Coeficiente de determinación

$$r^2 = (.9829)^2 = .966$$

96.6% of the variation in RPC sales is explained by national freight car loadings.

Pronósticos de rango

- Los pronósticos para periodos futuros son solo estimados y están sujetos a errores.
- Una manera de manejar la incertidumbre es desarrollar el mejor pronóstico posible y los rangos dentro de los cuales es probable que caigan los datos reales.
- Los rangos de un pronóstico están definidos por los límites de un intervalo de confianza.
- Los límites del pronóstico se estiman como:

$$\text{Límite superior} = Y + t(s_{yx})$$
$$\text{Límite inferior} = Y - t(s_{yx})$$

donde:

Y = pronóstico
t = número de desviaciones estándar
s_{yx} = desviación estándar del pronóstico

- La desviación estándar se calcula como:

$$s_{yx} = \sqrt{\frac{\sum y^2 - a\sum y - b\sum xy}{n-2}}$$

Ejemplo

- Ranging Forecasts

Recall that linear regression analysis provided a forecast of annual sales for RPC in year 8 equal to $20.55 million.

Set the limits (ranges) of the forecast so that there is only a 5 percent probability of exceeding the limits by chance.

- Ranging Forecasts
- Step 1: Compute the standard error of the forecasts, s_{yx}.

$$s_{yx} = \sqrt{\frac{1287.5 - .528(93) - .0801(15,440)}{7-2}} = .5748$$

- Step 2: Determine the appropriate value for t.

n = 7, so degrees of freedom = n – 2 = 5.
Area in upper tail = .05/2 = .025
Appendix B, Table 2 shows t = 2.571.

- Step 3: Compute upper and lower limits.

Upper limit = 20.55 + 2.571(.5748)
= 20.55 + 1.478
= 22.028
Lower limit = 20.55 - 2.571(.5748)

= 20.55 - 1.478
= 19.072

We are 95% confident the actual sales for year 8 will be between $19.072 and $22.028 million.

Métodos de descomposición

- $X_t = f(S_t,T_t,C_t,R_t)$
- Donde :
- X_t = valor real en periodo t
- S_t= Componente estacional en t
- T_t= Componente tendencial en t
- C_t= Componente cíclico en t
- R_t= Componente aleatorio en t

Métodos aditivo y multiplicativo

- Forma aditiva

$X_t = S_t+T_t+C_t+R_t$

- Forma multiplicativa

$X_t = S_t*T_t*C_t*R_t$

Series de tiempo con estacionalidad

- Seleccionar un conjunto de datos representativo.
- Desarrollar un índice para cada estación.
- Usar el índice para desestacionalizar los datos.
- Usar análisis de regresión para calcular pronóstico.
- Usar los índices para estacionalizar el pronóstico.

Ejemplo.

An analyst at CPC wants to develop next year's quarterly forecasts of sales revenue for CPC's line of Epsilon Computers. She believes that the most recent 8 quarters of sales (shown on the next slide) are representative of next year's sales.

- Datos históricos

Year	Qtr.	($mil.)	Year	Qtr.	($mil.)
1	1	7.4	2	1	8.3
1	2	6.5	2	2	7.4
1	3	4.9	2	3	5.4
1	4	16.1	2	4	18.0

- Cálculo de los índices estacionales

Ventas trimestrales

Año	Q1	Q2	Q3	Q4	Total
1	7.4	6.5	4.9	16.1	34.9
2	8.3	7.4	5.4	18.0	39.1
Totales	15.7	13.9	10.3	34.1	74.0

Prom Trim.	7.85	6.95	5.15	17.05	9.25
Ind estac.	.849	.751	.557	1.843	4.000

- Datos sin estacionalidad

Ventas trimestrales				
año	Q1	Q2	Q3	Q4
1	8.72	8.66	8.80	8.74
2	9.78	9.85	9.69	9.77

- Análisis de regresión

Año.	Trim.	x	y	x^2	xy
1	1	1	8.72	1	8.72
1	2	2	8.66	4	17.32
1	3	3	8.80	9	26.40
1	4	4	8.74	16	34.96
2	1	5	9.78	25	48.90
2	2	6	9.85	36	59.10
2	3	7	9.69	49	67.83
2	4	8	9.77	64	78.16
Totales		36	74.01	204	341.39

$Y = 8.357 + 0.199X$

- Cálculo de pronósticos sin estacionalidad

$Y_9 = 8.357 + 0.199(9) = 10.148$
$Y_{10} = 8.357 + 0.199(10) = 10.347$
$Y_{11} = 8.357 + 0.199(11) = 10.546$
$Y_{12} = 8.357 + 0.199(12) = 10.745$

- Estacionalizar los datos

Año.	Trim.	est. Ind	Pron. sin est.	Pron. Con est.
3	1	.849	10.148	8.62
3	2	.751	10.347	7.77
3	3	.557	10.546	5.87
3	4	1.843	10.745	19.80

Método Multiplicativo

- Al hacer promedios móviles por un año eliminamos la estacionalidad y la aleatoriedad

Trimestre	Observación	Promedio Móvil
1	3017.60	
2	3043.54	
3	2094.35	2741.334
4	2809.84	2805.632
5	3274.80	2835.569
6	3163.28	2840.558
7	2114.31	2894.240
8	3024.57	2907.411
9	3327.48	2989.961
10	3493.48	3071.367

- Observación
- T*C*S*R
- Promedio móvil
- T*C

• Trim	• Obser	• Promedio Móvil	• Razón
• 1	• 3017.60	•	•
• 2	• 3043.54	•	•
• 3	• 2094.35	• 2741.334	• 76.399
• 4	• 2809.84	• 2805.632	• 100.150
• 5	• 3274.80	• 2835.569	• 115.490
• 6	• 3163.28	• 2840.558	• 111.361
• 7	• 2114.31	• 2894.240	• 73.052
• 8	• 3024.57	• 2907.411	• 104.030
• 9	• 3327.48	• 2989.961	• 111.288
• 10	• 3493.48	• 3071.367	• 113.744

-
- Razón
- $\frac{T*C*S*R}{T*C}$

= S*R

Estacionalidad

- El promedio por trimestre elimina la aleatoriedad
- 1o. 112.72
- 2o. 109.88
- 3o. 76.28
- 4o. 103.86

	Razones por trimestre			
Año	1o.	2o.	3o.	4o.
1977			76.40	100.15
1978	115.49	111.36	73.05	104.03
1979	111.29	113.74	76.54	106.51
1980	111.02	110.82	72.16	103.67
1981	115.01	108.44	76.71	102.39
1982	114.78	108.61	75.70	107.94
1983	112.75	107.10	75.32	106.15
1984	111.34	105.16	76.03	105.69
1985	111.53	109.50	78.73	102.72
1986	111.81	110.78	77.26	104.16
1987	110.89	111.45	77.17	99.03
1988	114.84	111.78	80.26	

Estacionalidad

- Ajustando para que sume 400
- 400/402.74=0.9932
- 1o. 111.95
- 2o. 109.13
- 3o. 75.76
- 4o. 103.16

Tendencia

- En la columna de promedios móviles tenemos la tendencia multiplicada por el ciclo.
- Si la tendencia es lineal podemos separarla ajustándola a una línea recta por medio de una regresión lineal.
- Para los datos que estamos manejando y usando t como variable independiente y T*C como la independiente obtenemos:
- $T(t) = a + bt = 2735.85 + 38.96t$

Ciclo

- Una vez calculada la tendencia, el ciclo lo podemos obtener al dividir T*C/T
- Por ejemplo:

Periodo	T*C	T	C
10	3071.367	3125.45	98.2
20	3501.936	3515.05	99.63
30	3801.414	3904.65	97.36
40	4394.982	4294.25	102.35

Pronóstico

- Para obtener el pronóstico del periodo 49 calculamos:
- T(49) = 4644.694
- 49 corresponde al primer trimestre, por lo que su índice estacional es 111.95
- El factor cíclico para el periodo 48 es de 98, como no tenemos más información podemos usar este dato como estimación para el periodo 49.
- Por lo tanto
- X(49) = 4644.649*98/100*111.95/100 = 5095.69

Pronósticos a corto plazo

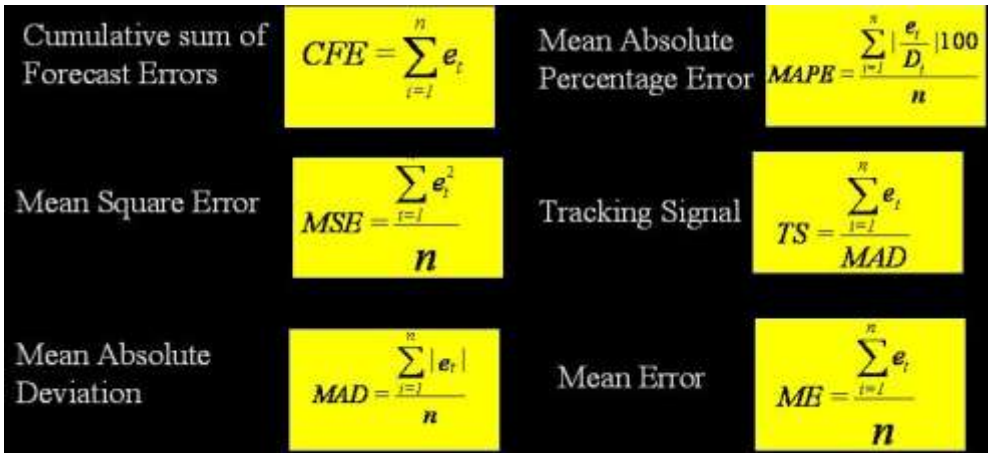
- Horizonte de planeación de unos días a unas semanas
- Ciclos, estacionalidad y tendencia pueden tener poco efecto.
- Las fluctuaciones aleatorias son el principal componente de los datos.

Evaluación de métodos de pronósticos

Se usan tres características para evaluar un modelo de pronósticos de corto plazo:

- Reducción de ruido.
- Velocidad de respuesta.
- Exactitud

Error en el pronóstico



Monitoreo y control del pronóstico

- Tracking Signal (TS)
- El TS mide el error acumulado del pronóstico en n periodos en términos del MAD

- Si el pronóstico es adecuado TS debe ser cercano a cero
- Si TS es positivo debemos incrementar el pronóstico
- Si TS en negativo debemos disminuir el pronóstico

Métodos de pronóstico a corto plazo

- Promedio móvil simple
- Promedio móvil ponderado
- Suavizamiento exponencial simple
- Suavizamiento exponencial con tendencia
- Suavizamiento exponencial con tendencia y estacionalidad.

Criterios para seleccionar un método de pronósticos

- Costo
- Exactitud
- Datos disponibles
- Horizonte de planeación
- Naturaleza de los productos y servicios
- Velocidad de respuesta y reducción de ruido.

Costo y exactitud

- Generalmente mayor exactitud implica mayor costo.
- Los métodos con mayor exactitud tienen algunas desventajas:

.Usan más datos
.Los datos son difíciles de obtener
.Los modelos son más caros de desarrollar, implementar y operar.
.Toman mayor tiempo para usarse

Software de Pronósticos

- Algunos ejemplos son:
- Forecast Pro
- Autobox
- SmartForecasts for Windows
- SAS
- SPSS
- SAP
- POM Software Libary

Algunos datos útiles

- Consumer Confidence Index
- Consumer Price Index (CPI)
- Gross Domestic Product (GDP)

- Housing Starts
- Index of Leading Economic Indicators
- Personal Income and Consumption
- Producer Price Index (PPI)
- Purchasing Manager’s Index
- Retail Sales