

Capítulo 5

Pronósticos

Objetivos de aprendizaje

Al terminar de estudiar este capítulo, el alumno será capaz de:

- 1. Entender y saber cuándo usar las diferentes familias de modelos de pronósticos.**
- 2. Comparar promedios móviles, suavizamiento exponencial y otro modelo de series de tiempo.**
- 3. Ajustar los datos estacionalmente.**
- 4. Comprender el enfoque Delphi y otros enfoques cualitativos para la toma de decisiones.**
- 5. Calcular varias medidas de error.**

- **The Sales VP is agitated...very agitated.**
- **“Don’t tell me what you CANNOT do, I made the sale, now you fill the orders!!!”**
- **The Operations VP responds in kind, “Your forecast was not even close to what you just booked. We cannot increase supply that fast!”**

Forecasting

A Business Needs a Forecast of What Might Happen, Not Just a Real-time View



Introducción

- **Los gerentes tratan siempre de reducir la incertidumbre e intentan hacer mejores estimaciones de lo que sucederá en el futuro.**
 - **Lograr esto es el objetivo principal de la elaboración de los pronósticos.**
 - **En muchas empresas (sobre todo las pequeñas), el proceso completo es subjetivo e incluye los métodos improvisados, la intuición y los años de experiencia.**
 - **También hay varias técnicas cuantitativas, entre ellos:**
 - **Promedios móviles**
 - **Suavizamiento exponencial**
 - **Proyecciones de tendencias**
 - **Análisis de regresión por mínimos cuadrados.**

Introducción

- **Ocho pasos para elaborar pronósticos:**
 - 1. Determinar el uso del pronóstico: ¿qué meta tratamos de alcanzar?**
 - 2. Seleccionar los artículos o las cantidades que se van a pronosticar.**
 - 3. Determinar el horizonte de tiempo del pronóstico**
 - 4. Elegir el modelo o los modelos de pronósticos.**
 - 5. Reunir los datos o la información necesaria para realizar el pronóstico.**
 - 6. Validar el modelo del pronóstico.**
 - 7. Efectuar el pronóstico.**
 - 8. Implementar los resultados.**

Introducción

- **Estos pasos indican de una manera sistemática cómo iniciar, diseñar e implementar un sistema de pronósticos.**
- **Cuando el sistema de pronósticos se usa para generar pronósticos periódicamente, los datos deben recolectarse por rutina, y los cálculos o procedimientos reales utilizados para hacer el pronóstico pueden hacerse de forma automática.**
- **Pocas veces existe un único método de pronósticos que sea superior.**
 - **Diferentes organizaciones pueden usar técnicas diferentes.**
 - **Cualquiera que sea la herramienta que funcione para una empresa, esa es la que debería usarse.**

Modelos de pronósticos

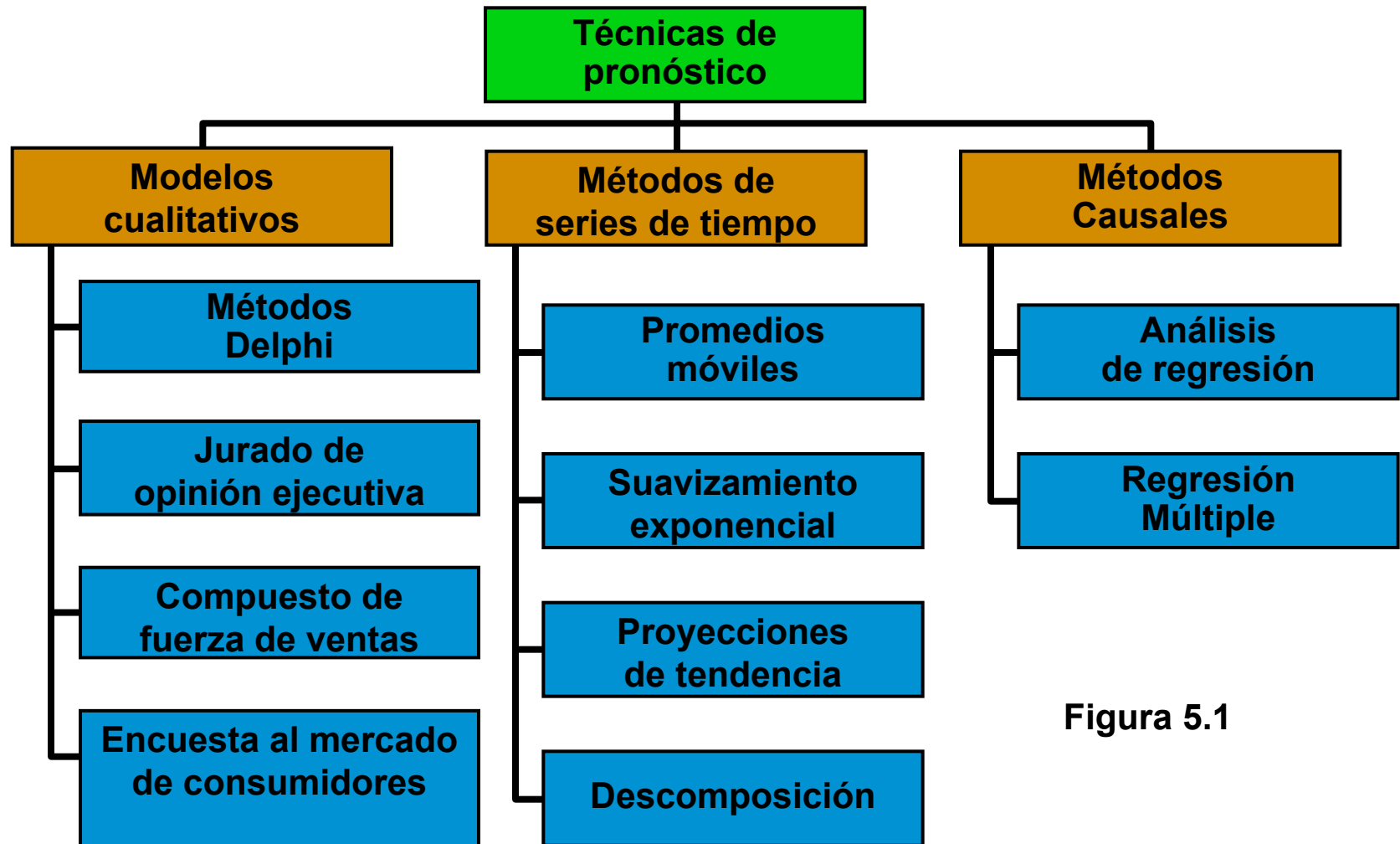
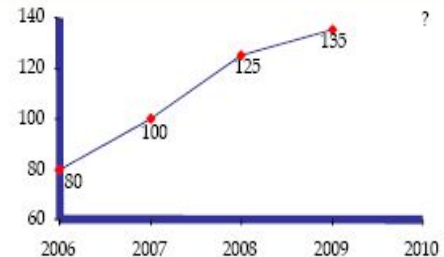


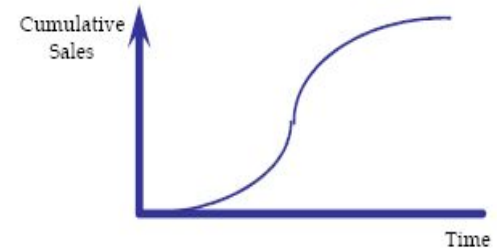
Figura 5.1

Forecasting Methods: Several methods can be used to forecast

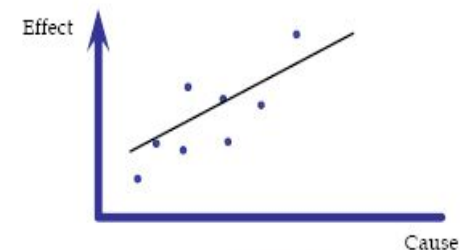
Times Series → Uses prior history to project



Life Cycle → Uses the sales curve of similar products or product lines



Cause-Effect → Uses cause-effect relationships, uses forecast of cause to predict effect



Judgmental → Uses opinion-based information



Modelos cualitativos

- Los ***modelos cualitativos*** intentan incorporar factores subjetivos.
- Los modelos cualitativos son útiles sobre todo cuando se espera que los factores subjetivos sean muy importantes o cuando es difícil obtener datos cuantitativos precisos.
- Las técnicas cualitativas de pronósticos son:
 - Método Delphi
 - Jurado de opinión ejecutiva
 - Consulta a vendedores
 - Encuesta al mercado de consumidores

Modelos cualitativos

- ***Método Delphi*** – Este proceso iterativo de grupo permite que expertos, quienes podrían encontrarse en diferentes lugares, hagan pronósticos; los **encuestados** brindan información a quienes **toman las decisiones**.
- ***Jurado de opinión*** – Este método toma las opiniones de un pequeño grupo de gerentes de alto nivel, con frecuencia en combinación con modelos estadísticos para el análisis.
- ***Consulta a vendedores*** – En este enfoque, cada persona de ventas estima las ventas en su región; tales datos después se combinan a niveles estatal y nacional.
- ***Encuesta al mercado de consumidores*** – Este método solicita información a los consumidores o clientes potenciales respecto a sus planes de compra futuros.

Modelo de pronósticos de series de tiempo

- **Los modelos de pronósticos de series de tiempo** predicen valores futuros *tan solo* a partir de datos históricos de esa variable.
- Los modelos comunes de una series de tiempo son:
 - Promedios móviles
 - Suavizamiento exponencial
 - Proyecciones de tendencia
 - Descomposición
- El análisis de regresión se usa en las proyecciones de tendencia y en un tipo de modelo de descomposición.

Modelos causales

- Los ***modelos causales*** incorporan las variables o factores que pueden influir en la cantidad que se pronostica.
- El objetivo es desarrollar un modelo con la mejor relación estadística entre la variable que pronosticamos, y el conjunto de variables independientes.
- El modelo causal cuantitativo más común es el análisis de regresión

Diagrama de dispersión

Wacker Distributors necesita pronosticar las ventas para tres productos diferentes (en la tabla vetas anuales en unidades):

| AÑO | TELEVISORES | RADIOS | REPRODUCTORES DE CD |
|------------|--------------------|---------------|--------------------------------|
| 1 | 250 | 300 | 110 |
| 2 | 250 | 310 | 100 |
| 3 | 250 | 320 | 120 |
| 4 | 250 | 330 | 140 |
| 5 | 250 | 340 | 170 |
| 6 | 250 | 350 | 150 |
| 7 | 250 | 360 | 160 |
| 8 | 250 | 370 | 190 |
| 9 | 250 | 380 | 200 |
| 10 | 250 | 390 | 190 |

Tabla 5.1

Diagrama de dispersión para televisores

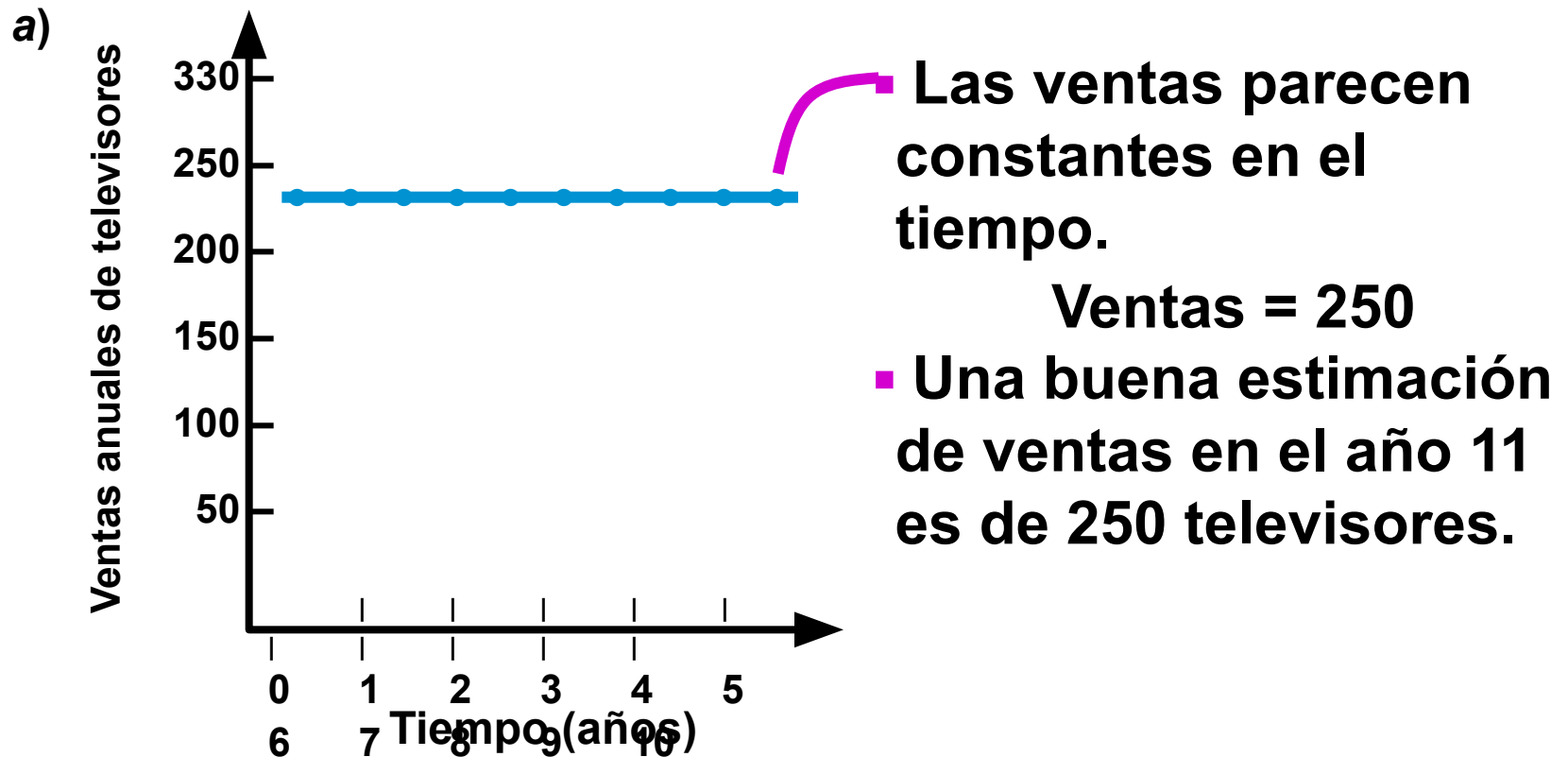


Figura 5.2a

Diagrama de dispersión para radios

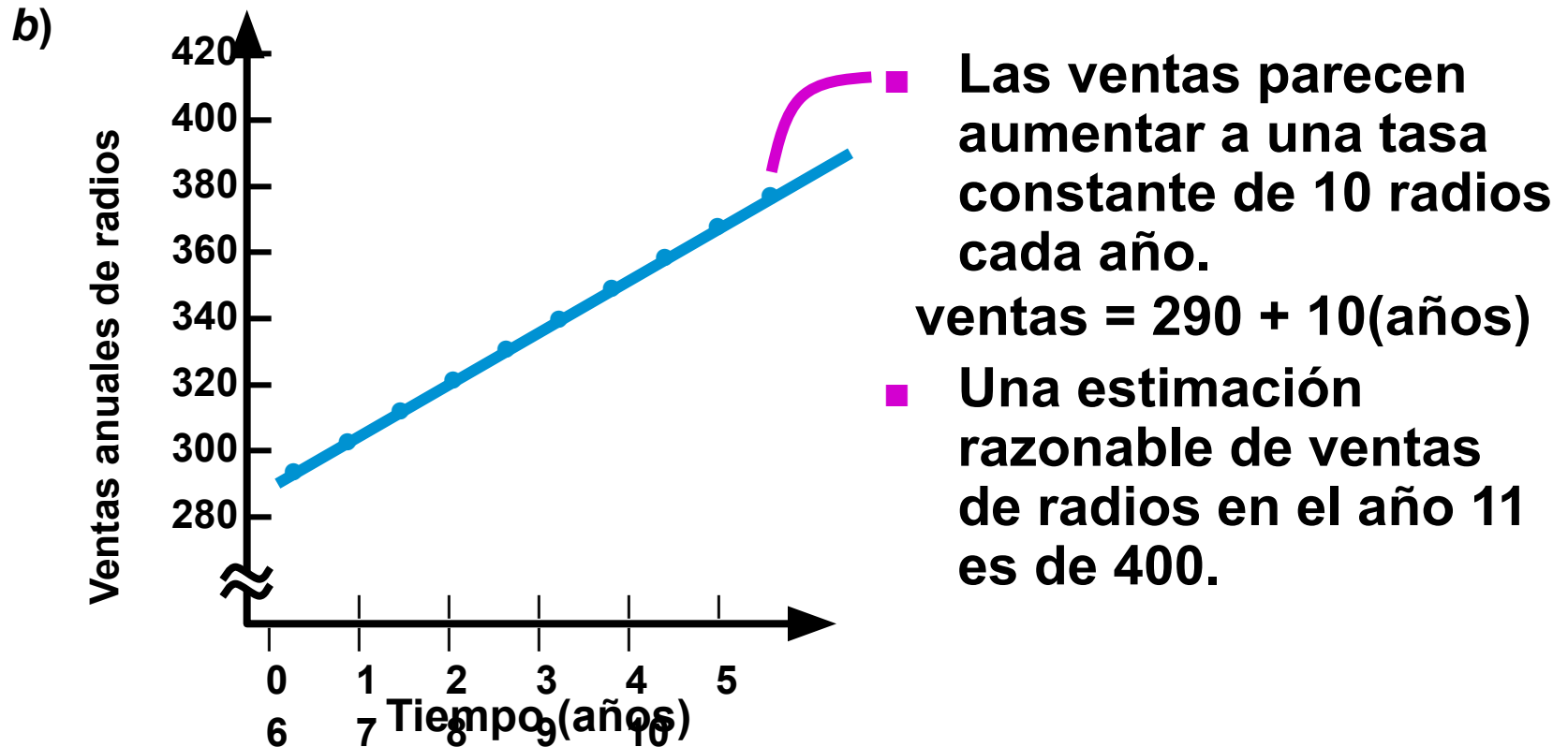
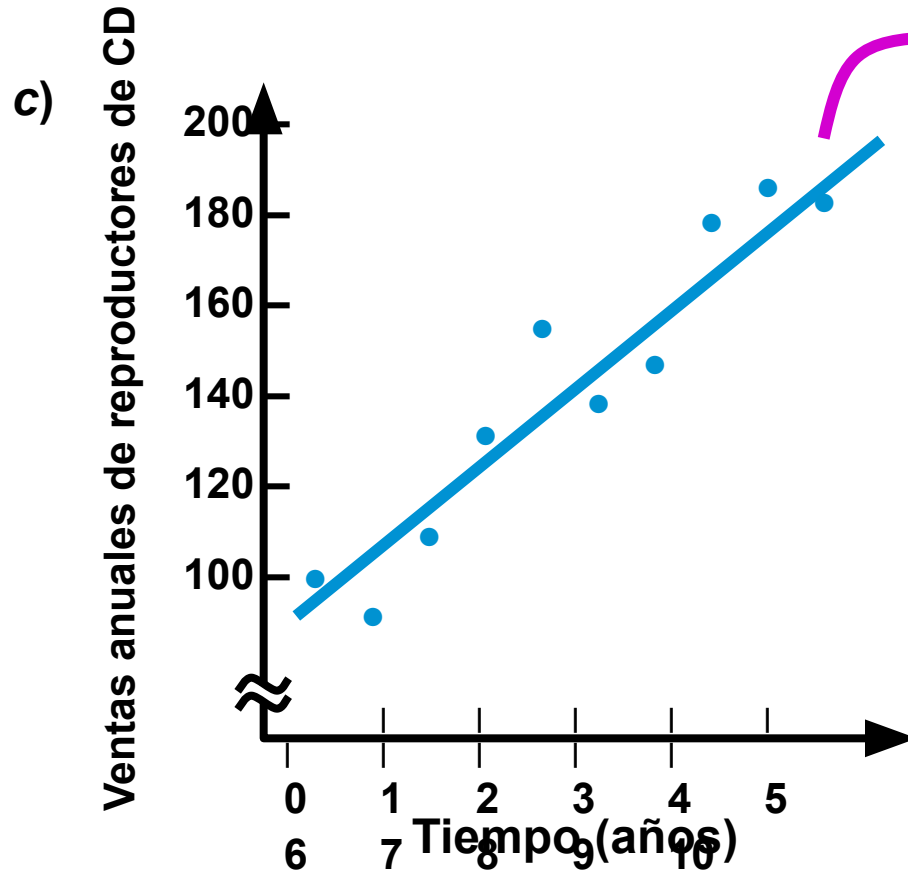


Figura 5.2b

Diagrama de dispersión para reproductores de CD



■ Esta recta de tendencia quizá no tenga una buena exactitud debido a la variación de un año a otro.

■ Las ventas de reproductores sí parecen haber aumentado.

■ Si tuviéramos que pronosticar las ventas futuras, tal vez elegiríamos una cifra más grande cada año.

Figura 5.2c

Medidas de exactitud del pronóstico

- Al comparar los valores pronosticados con los valores reales, se observa que tan bien funciona el modelo en comparación con otros.

Error de pronóstico = Valor real – valor pronosticado

- Una medida de exactitud es la **desviación media absoluta (DMA)**:

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

Medidas de exactitud del pronóstico

Con un modelo de pronósticos sencillo calculamos la DMA:

| AÑO | VENTAS REALES DE REPRODUCTORES DE CD | PRONÓSTICO DE VENTAS | VALOR ABSOLUTO DE LOS ERRORES (DESVIACIÓN) [REAL – PRONÓSTICO] |
|-----|---|-------------------------|---|
| 1 | 110 | — | — |
| 2 | 100 | 110 | $ 100 - 110 = 10$ |
| 3 | 120 | 100 | $ 120 - 110 = 20$ |
| 4 | 140 | 120 | $ 140 - 120 = 20$ |
| 5 | 170 | 140 | $ 170 - 140 = 30$ |
| 6 | 150 | 170 | $ 150 - 170 = 20$ |
| 7 | 160 | 150 | $ 160 - 150 = 10$ |
| 8 | 190 | 160 | $ 190 - 160 = 30$ |
| 9 | 200 | 190 | $ 200 - 190 = 10$ |
| 10 | 190 | 200 | $ 190 - 200 = 10$ |
| 11 | — | 190 | — |

Tabla 5.2

Suma de |errores| = 160

DMA = $160/9 = 17.8$

Medidas de exactitud del pronóstico

Con un modelo de pronósticos sencillo calculamos la DMA:

| AÑO | VENTAS REALES DE REPRODUCTORES DE CD | PRONÓSTICO DE VENTAS | VALOR ABSOLUTO DE LOS ERRORES (DESVIACIÓN) [REAL – PRONÓSTICO] |
|-----|---|-------------------------|---|
| 1 | 110 | — | — |
| 2 | 120 | 110 | 120 – 110 = 10 |
| 3 | 130 | 110 | 130 – 110 = 20 |
| 4 | 140 | 110 | 140 – 110 = 30 |
| 5 | 150 | 110 | 150 – 110 = 40 |
| 6 | 160 | 110 | 160 – 110 = 50 |
| 7 | 170 | 110 | 170 – 110 = 60 |
| 8 | 190 | 160 | 190 – 160 = 30 |
| 9 | 200 | 190 | 200 – 190 = 10 |
| 10 | 190 | 200 | 190 – 200 = 10 |
| 11 | — | 190 | — |
| | | | Suma de errores = 160 |
| | | | DMA = 160/9 = 17.8 |

Tabla 5.2

$$DMA = \frac{\sum |\text{error del pronóstico}|}{n} = \frac{160}{9} = 17.8$$

Medidas de exactitud del pronóstico

- En ocasiones se emplean otras medidas de la exactitud al pronosticar.
- El **error cuadrado medio (ECM)**:

$$\text{ECM} = \frac{\sum (\text{error})^2}{n}$$

- El **error medio absoluto porcentual (EMAP)**:

$$\text{EMAP} = \frac{\sum \left| \frac{\text{error}}{\text{real}} \right|}{n} 100\%$$

- Y el **sesgo** es el error promedio.

Modelos de pronósticos de series de tiempo

- **Una serie de tiempo se basa en una secuencia de datos igualmente espaciados.**
- **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.**

Componentes de una serie de tiempo

Cuatro componentes comunes de una serie de tiempo:

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

Descomposición de una serie de tiempo

Demanda de productos graficada para 4 años, con
tendencia y estacionalidad

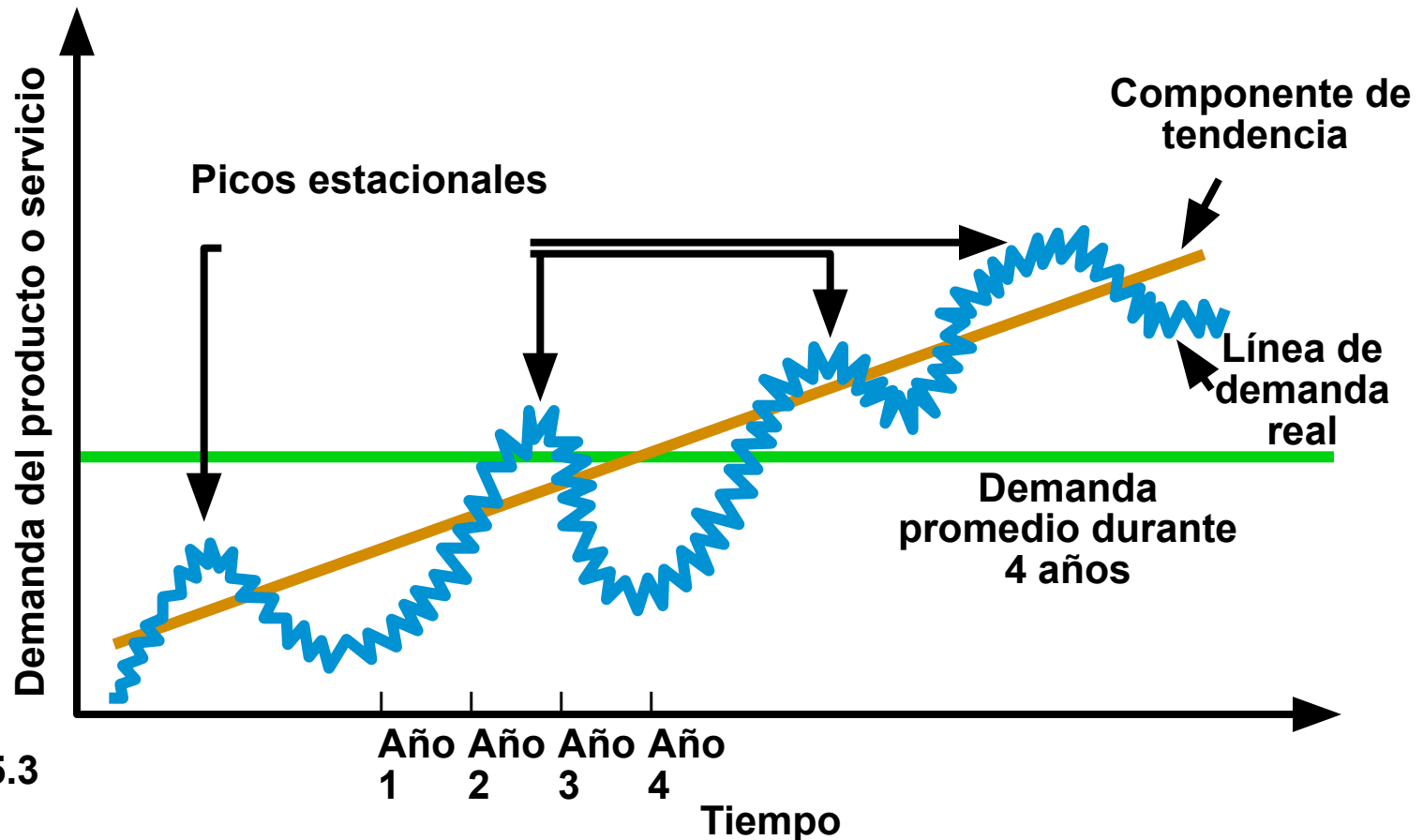


Figura 5.3

Descomposición de una serie de tiempo

- Existen dos formas generales de los modelos de series de tiempo :

- Modelo multiplicativo:

$$\text{Demanda} = T \times S \times C \times R$$

- Modelo aditivo:

$$\text{Demanda} = T + S + C + R$$

- Hay otros modelos que pueden ser una combinación de estos.
- Con frecuencia, quienes realizan pronósticos suponen que los errores se distribuyen normalmente con una media de cero.

Promedios móviles

- Los *promedios móviles* son útiles si suponemos que las demandas del mercado permanecerán bastante estables en el tiempo.
- Un pronóstico de promedio móvil de *n periodos*, *que sirve como estimación de la demanda del siguiente periodo*.
- Esto tiende a suavizar las irregularidades del corto plazo en la serie de datos.

$$\text{Pronóstico de promedio móvil} = \frac{\text{suma de demandas de } n \text{ periodos anteriores}}{n}$$

Promedios móviles

- Matemáticamente:

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

Donde:

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

Y_t = valor real en el periodo t

n = número de periodos para promediar

Suministros de Wallace Garden

- **Suministros Wallace Garden quiere pronosticar la demanda para sus naves de almacenamiento.**
- **Se han recabado datos del año pasado.**
- **Están utilizando un promedio móvil de tres meses para pronosticar la demanda ($n = 3$).**

Suministros de Wallace Garden

| MES | VENTAS REALES DE NAVES DE ALMACENAMIENTO | PROMEDIO MOVIL DE 3 MESES |
|------------|--|----------------------------|
| Enero | 10 | |
| Febrero | 12 | |
| Marzo | 13 | $(10 + 12 + 13)/3 = 11.67$ |
| Abril | 16 | $(12 + 13 + 16)/3 = 13.67$ |
| Mayo | 19 | $(13 + 16 + 19)/3 = 16.00$ |
| Junio | 23 | $(16 + 19 + 23)/3 = 19.33$ |
| Julio | 26 | $(19 + 23 + 26)/3 = 22.67$ |
| Agosto | 30 | $(23 + 26 + 30)/3 = 26.33$ |
| Septiembre | 28 | $(26 + 30 + 28)/3 = 28.00$ |
| Octubre | 18 | $(30 + 28 + 18)/3 = 25.33$ |
| Noviembre | 16 | $(28 + 18 + 16)/3 = 20.67$ |
| Diciembre | 14 | $(18 + 16 + 14)/3 = 16.00$ |

Tabla 5.3

Promedio móvil ponderado

- El **promedio móvil ponderado** permite asignar diferentes pesos a las observaciones previas.
- Se suele utilizar cuando surge una tendencia u otro patrón.

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

- Matemáticamente:

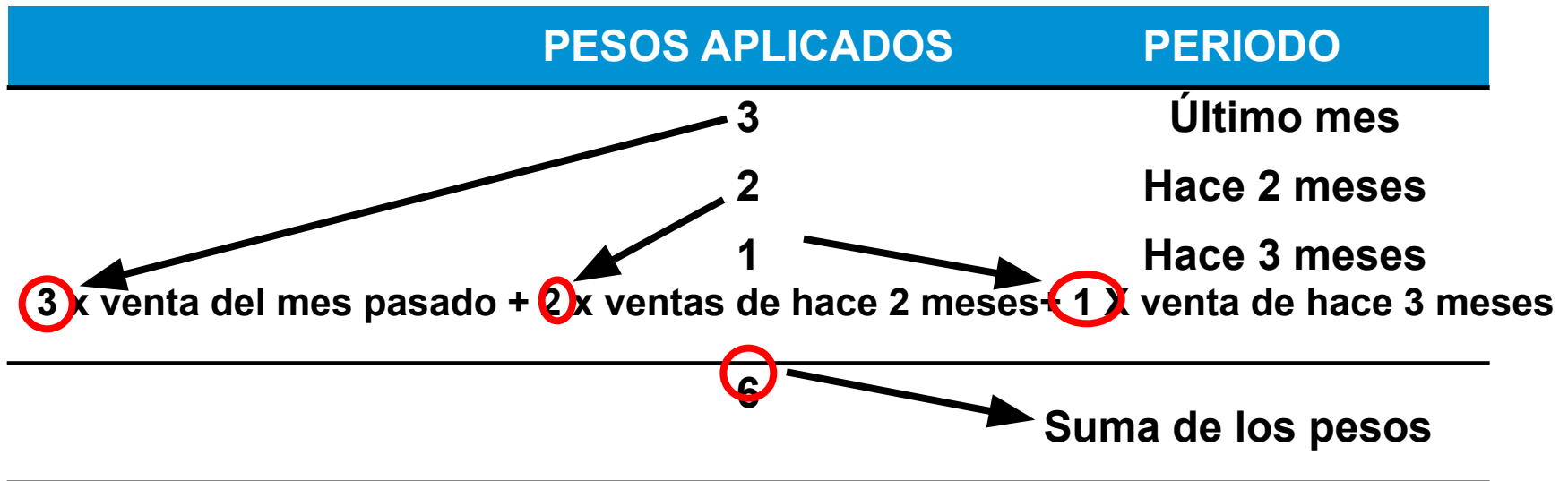
$$F_{t+1} = \frac{w_1 Y_t + w_2 Y_{t-1} + \dots + w_n Y_{t-n+1}}{w_1 + w_2 + \dots + w_n}$$

donde

w_i = peso para la $i^{\text{ésima}}$ observación

Suministros de Wallace Garden

- Wallace Garden decide usar un modelo de promedio móvil ponderado para pronosticar la demanda para su nave de almacenamiento.
- Lo cual se implementa como sigue:



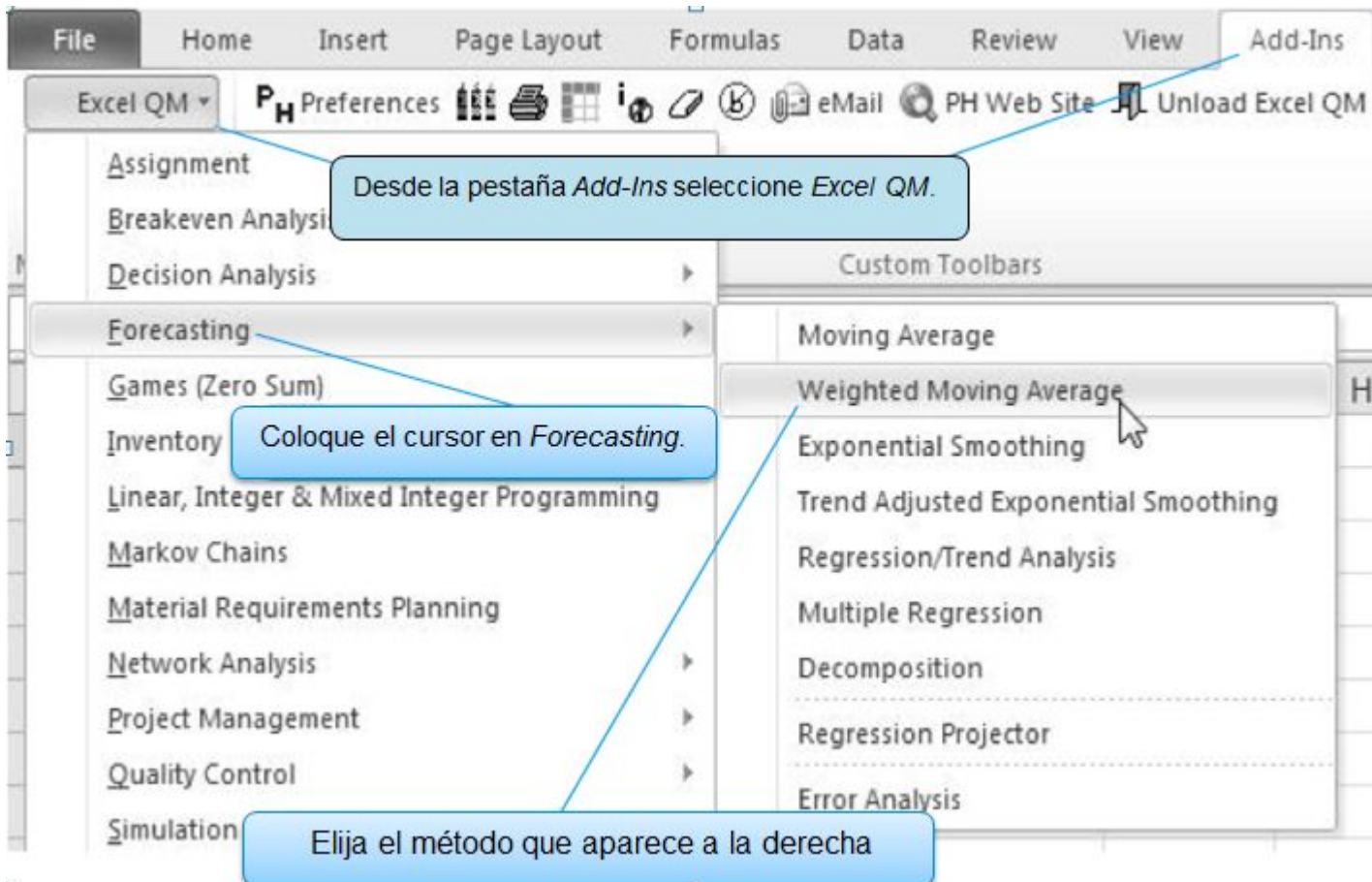
Suministros de Wallace Garden

| MES | VENTAS REALES DE NAVES DE ALMACENAMIENTO | PROMEDIO MÓVIL DE 3 MESES |
|------------|--|--|
| Enero | 10 | |
| Febrero | 12 | |
| Marzo | 13 | |
| Abril | 16 | $[(3 \times 13) + (2 \times 12) + (10)]/6 = 12.17$ |
| Mayo | 19 | $[(3 \times 16) + (2 \times 13) + (12)]/6 = 14.33$ |
| Junio | 23 | $[(3 \times 19) + (2 \times 16) + (13)]/6 = 17.00$ |
| Julio | 26 | $[(3 \times 23) + (2 \times 19) + (16)]/6 = 20.50$ |
| Agosto | 30 | $[(3 \times 26) + (2 \times 23) + (19)]/6 = 23.83$ |
| Septiembre | 28 | $[(3 \times 30) + (2 \times 26) + (23)]/6 = 27.50$ |
| Octubre | 18 | $[(3 \times 28) + (2 \times 30) + (26)]/6 = 28.33$ |
| Noviembre | 16 | $[(3 \times 18) + (2 \times 28) + (30)]/6 = 23.33$ |
| Diciembre | 14 | $[(3 \times 16) + (2 \times 18) + (28)]/6 = 18.67$ |
| Enero | | $[(3 \times 14) + (2 \times 16) + (18)]/6 = 15.33$ |

Tabla 5.4

Suministros de Wallace Garden

Selección del módulo de pronósticos en Excel QM



Suministros de Wallace Garden

Ventana de inicio para el promedio móvil ponderado

The image shows a 'Spreadsheet Initialization' dialog box with the following fields and options:

- Title:** Wallace Garden Supply
- Number of (past) periods of data:** 12
- Name for period:** Period
- Number of periods to average:** 3
- Options:**
 - ☐ Tracking Signal
 - ☒ Graph

Annotations in Spanish:

- 'Ingrese el título.' points to the Title field.
- 'Ingrese el número de observaciones pasadas.' points to the Number of (past) periods of data field.
- 'Ingrese el número de periodos para el promedio.' points to the Number of periods to average field.
- 'Puede elegir ver una gráfica de los datos.' points to the Graph checkbox.
- 'Haga clic en OK.' points to the OK button.

Buttons: Help, Cancel, OK, Use Default Settings.

Programa 5.1B

Suministros Wallace Garden

Promedio móvil ponderado en Excel QM para Wallace Garden.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|----|---------------|------------|---------|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Wallace Garde | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | |
| 3 | Forecasting | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| 8 | Period | Demand | Weights | | | | | | |
| 9 | January | 10 | 1 | | | | | | |
| 10 | February | 12 | 2 | | | | | | |
| 11 | March | 13 | 3 | | | | | | |
| 12 | April | 16 | | | | | | | |
| 13 | May | 19 | | | | | | | |
| 14 | June | | | | | | | | |
| 15 | July | | | | | | | | |
| 16 | August | | | | | | | | |
| 17 | September | | | | | | | | |
| 18 | October | 18 | | | | | | | |
| 19 | November | 16 | | | | | | | |
| 20 | December | 14 | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | |
| 25 | Next period | 15.3333333 | | | | | | | |

| Weighted moving averages - 3 period moving average | | | | |
|--|----------|----------|----------|-------------|
| Forecasts and Error Analysis | | | | |
| Forecast | Error | Absolute | Squared | Abs Pct Err |
| 12.1667 | 3.8333 | 3.8333 | 14.6944 | 23.96% |
| 14.3333 | 4.6667 | 4.6667 | 21.7778 | 24.56% |
| 17.0000 | 6.0000 | 6.0000 | 36.0000 | 26.09% |
| 15.5000 | 5.5000 | 5.5000 | 30.2500 | 21.15% |
| 13.3333 | 6.1667 | 6.1667 | 38.0278 | 20.56% |
| 15.0000 | 0.5000 | 0.5000 | 0.2500 | 01.79% |
| 28.3333 | -10.3333 | 10.3333 | 106.7778 | 57.41% |
| 23.3333 | -7.3333 | 7.3333 | 53.7778 | 45.83% |
| 18.6667 | -4.6667 | 4.6667 | 21.7778 | 33.33% |
| Total | 4.3333 | 49.0000 | 323.3333 | 254.68% |
| Average | 0.4815 | 5.4444 | 35.9259 | 28.30% |
| | Bias | MAD | MSE | MAPE |
| | | SE | 6.79636 | |

Programa 5.1C

Suavizamiento exponencial

- El ***suavizamiento exponencial*** es un tipo de promedio móvil de uso sencillo y que necesita llevar algún registro de datos pasados.

**Nuevo pronóstico = pronóstico del último periodo
+ α (demanda real del último periodo
– pronóstico del último periodo)**

donde α es un peso (o *constante de suavizamiento***) donde $0 \leq \alpha \leq 1$.**

Suavizamiento exponencial

Matemáticamente:

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

donde:

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

F_t = pronóstico previo (para el periodo t)

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

Y_t = demanda real para el periodo anterior

El concepto no es complejo: la última estimación es igual a la estimación previa más una fracción del error del último periodo.

Ejemplo de suavizamiento exponencial

- En enero, un distribuidor predijo una demanda de 142 automóviles de cierto modelo para febrero.
- La demanda real en febrero fue de 153 autos.
- Utilizando una constante de suavizamiento $\alpha = 0.20$, podemos pronosticar la demanda para marzo.

**Pronóstico nuevo (para demanda de marzo) = $142 + 0.2(153 - 142)$
= 144.2 o 144 autos**

- Si la demanda real en marzo fue de 136 autos, el pronóstico para abril sería el siguiente:

**Pronóstico nuevo (para demanda de abril) = $144.2 + 0.2(136 - 144.2)$
= 142.6 o 143 autos**

Selección de la constante de suavizamiento

- **Seleccionar el valor adecuado para α es clave para obtener un buen pronóstico.**
- **El propósito es obtener el pronóstico más exacto.**
- **El enfoque general consiste en desarrollar pronósticos de prueba con diferentes valores de α y seleccionar la que resulta en la menor DMA.**

Suavizamiento exponencial

Pronósticos para el puerto de Baltimore con suavizamiento exponencial para $\alpha = 0.1$ y $\alpha = 0.5$.

| TRIMESTRE | TONELADAS DESCARGADAS REALES | PRONÓSTICO CON $\alpha = 0.10$ | PRONOSTICO CON $\alpha = 0.50$ |
|-----------|------------------------------------|--|-----------------------------------|
| 1 | 180 | 175 | 175 |
| 2 | 168 | $175.5 = 175.00 + 0.10(180 - 175)$ | 177.5 |
| 3 | 159 | $174.75 = 175.50 + 0.10(168 - 175.50)$ | 172.75 |
| 4 | 175 | $173.18 = 174.75 + 0.10(159 - 174.75)$ | 165.88 |
| 5 | 190 | $173.36 = 173.18 + 0.10(175 - 173.18)$ | 170.44 |
| 6 | 205 | $175.02 = 173.36 + 0.10(190 - 173.36)$ | 180.22 |
| 7 | 180 | $178.02 = 175.02 + 0.10(205 - 175.02)$ | 192.61 |
| 8 | 182 | $178.22 = 178.02 + 0.10(180 - 178.02)$ | 186.30 |
| 9 | ? | $178.60 = 178.22 + 0.10(182 - 178.22)$ | 184.15 |

Suavizamiento exponencial

Desviaciones absolutas y DMA para el ejemplo del puerto de Baltimore

| TRI-MESTRE | TONELADAS DESCARGADAS REALES | PRONÓSTICO CON $\alpha = 0.10$ | DESVIACIONES ABSOLUTAS PARA $\alpha = 0.10$ | PRONÓSTICO CON $\alpha = 0.50$ | DESVIACIONES ABSOLUTAS PARA $\alpha = 0.50$ |
|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---|-----------------------------------|---|
| 1 | 180 | 175 | 5 | 175 | 5 |
| 2 | 168 | 175.5 | 7.5 | 177.5 | 9.5 |
| 3 | 159 | 174.75 | 15.75 | 172.75 | 13.75 |
| 4 | 175 | 173.18 | 1.82 | 165.88 | 9.12 |
| 5 | 190 | 173.36 | 16.64 | 170.44 | 19.56 |
| 6 | 205 | 175.02 | 29.98 | 180.22 | 24.78 |
| 7 | 180 | 178.02 | 1.98 | 192.61 | 12.61 |
| 8 | 182 | 178.22 | 3.78 | 186.30 | 4.3 |
| Suma de las desviaciones absolutas | | | 82.45 | | 98.63 |

$$\text{DMA} = \frac{\sum |\text{desviación}|}{n} = 10.31$$

$$\text{DMA} = 12.33$$

Tabla 5.6

La mejor elección

Ejemplo de suavizamiento exponencial del puerto de Baltimore en Excel QM

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|----|---|---------------------------|---|--------|---------|---------|---------|---|
| 1 | Port of Baltimore | | Si el pronóstico inicial está dado, ingréselo aquí. Si no quiere incluir el error para este pronóstico inicial, celdas E10:H10. | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |
| 3 | Forecasting | | Exponential smoothing | | | | | |
| 4 | Enter alpha (between 0 and 1), enter the past demands in the shaded column then enter a starting forecast. If the starting forecast is not in the first period then delete the error analysis for all rows above the starting forecast. | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | |
| 7 | Alpha | Ingrese los datos y alfa. | | | | | | |
| 8 | Data | | Forecasts and Error Analysis | | | | | |
| 9 | Period | Demand | Forecast | Error | Absolut | Squared | Abs Pct | E |
| 10 | Quarter 1 | 180 | 175 | 5 | 5 | 25 | 02.78% | |
| 11 | Quarter 2 | 168 | 175.5 | -7.5 | 7.5 | 56.25 | 04.46% | |
| 12 | Quarter 3 | 159 | 174.75 | -15.75 | 15.75 | 248.06 | 09.91% | |
| 13 | Quarter 4 | 175 | 173.175 | 1.825 | 1.825 | 3.3306 | 01.04% | |
| 14 | Quarter 5 | 190 | 173.358 | 16.643 | 16.643 | 276.97 | 08.76% | |
| 15 | Quarter 6 | 205 | 175.022 | 29.978 | 29.978 | 898.7 | 14.62% | |
| 16 | Quarter 7 | 180 | 178.02 | 1.9804 | 1.9804 | 3.9221 | 01.10% | |
| 17 | Quarter 8 | 182 | 178.218 | 3.7824 | 3.7824 | 14.306 | 0.02078 | |
| 18 | | | Total | 35.959 | 82.459 | 1526.5 | 44.75% | |
| 19 | | | Average | 4.4948 | 10.307 | 190.82 | 05.59% | |
| 20 | | | | Bias | MAD | MSE | MAPE | |
| 21 | | | | | SE | 15.951 | | |
| 22 | Next period | 178.596 | | | | | | |

Este es el pronóstico para el trimestre 9.

Suavizamiento exponencial con ajuste de tendencia

- Como todas las técnicas de promedio, el suavización exponencial no responde a las tendencias.
- Un modelo más complejo puede utilizarse para el ajuste de las tendencias.
- El enfoque básico es desarrollar un pronóstico de suavización exponencial y, luego, ajustarlo a la tendencia.

**Pronóstico con tendencia (FIT_{t+1}) = pronóstico suavizamiento(F_{t+1})
+ tendencia suavizada (T_{t+1})**

Suavizamiento exponencial con ajuste de tendencia

- La ecuación para la tendencia de corrección utiliza una nueva constante de suavizamiento β .
- T_t debe estimarse. T_{t+1} se calcula con la ecuación:

$$T_{t+1} = (1 - \beta)T_t + \beta(F_{t+1} - FIT_t)$$

donde

T_t = tendencia suavizada para el periodo t

F_t = pronóstico suavizamiento para el periodo t

FIT_t = pronóstico incluyendo tendencia para el periodo t

α = constante de suavizamiento para el pronóstico

β = constante de suavizamiento para la tendencia

Selección de una constante de suavizamiento

- **Al igual que con el suavizamiento exponencial, un valor grande de β hace que el pronóstico sea más susceptible ante los cambios en la tendencia.**
- **Un valor pequeño de β da menos peso a la tendencia reciente y suele alisar la tendencia.**
- **A menudo, los valores se eligen usando un enfoque de ensayo y error con base en el valor de la *DMA* para distintos valores de β .**

Midwestern Manufacturing

- En el periodo 2004-2010, la demanda de generadores eléctricos para esa empresa fue como se indica en la siguiente tabla.
- Para predecir la demanda, Midwest supone:
 - F_1 es perfecto
 - $T_1 = 0$
 - $\alpha = 0.3$
 - $\beta = 0.4$

| AÑO | GENERADORES ELECTRICOS VENDIDOS |
|------|------------------------------------|
| 2004 | 74 |
| 2005 | 79 |
| 2006 | 80 |
| 2007 | 90 |
| 2008 | 105 |
| 2009 | 142 |
| 2010 | 122 |

Tabla 5.7

Midwestern Manufacturing

- De acuerdo con los supuestos,

$$FIT_1 = F_1 + T_1 = 74 + 0 = 74$$

- **Paso 1:** Calcular F_{t+1} con la ecuación:

$$\begin{aligned} FIT_{t+1} &= F_t + \alpha(Y_t - FIT_t) \\ &= 74 + 0.3(74 - 74) = 74 \end{aligned}$$

- **Paso 2:** Actualizar la tendencia con:

$$\begin{aligned} T_{t+1} &= T_t + \beta(F_{t+1} - FIT_t) \\ T_2 &= T_1 + .4(F_2 - FIT_1) \\ &= 0 + .4(74 - 74) = 0 \end{aligned}$$

Midwestern Manufacturing

- **Paso 3:** Calcular el pronóstico de suavizamiento exponencial de ajuste de tendencia (F_{t+1}) usando la ecuación :

$$\begin{aligned} FIT_2 &= F_2 + T_2 \\ &= 74 + 0 = 74 \end{aligned}$$

Midwestern Manufacturing

- Para 2006 (periodo 3) tenemos:
- **Paso 1:**
$$\begin{aligned} F_3 &= FIT_2 + 0.3(Y_2 - FIT_2) \\ &= 74 + .3(79 - 74) \\ &= 75.5 \end{aligned}$$
- **Paso 2:**
$$\begin{aligned} T_3 &= T_2 + 0.4(F_3 - FIT_2) \\ &= 0 + 0.4(75.5 - 74) \\ &= 0.6 \end{aligned}$$
- **Paso 3:**
$$\begin{aligned} FIT_3 &= F_3 + T_3 \\ &= 75.5 + 0.6 \\ &= 76.1 \end{aligned}$$

Pronósticos con suavizamiento exponencial con tendencia para Midwestern Manufacturing

| Tiempo (t) | Demanda (Y _t) | $FIT_{t+1} = F_t + 0.3(Y_t - FIT_t)$ | $T_{t+1} = T_t + 0.4(F_{t+1} - FIT_t)$ | $FIT_{t+1} = F_{t+1} + T_{t+1}$ |
|---------------|------------------------------|--|--|---------------------------------|
| 1 | 74 | 74 | 0 | 74 |
| 2 | 79 | $74 = 74 + 0.3(74 - 74)$ | $0 = 0 + 0.4(74 - 74)$ | $74 = 74 + 0$ |
| 3 | 80 | $75.5 = 74 + 0.3(79 - 74)$ | $0.6 = 0 + 0.4(75.5 - 74)$ | $76.1 = 75.5 + 0.6$ |
| 4 | 90 | $77.270 = 76.1 + 0.3(80 - 76.1)$ | $1.068 = 0.6 + 0.4(77.27 - 76.1)$ | $78.338 = 77.270 + 1.068$ |
| 5 | 105 | $81.837 = 78.338 + 0.3(90 - 78.338)$ | $2.468 = 1.068 + 0.4(81.837 - 78.338)$ | $84.305 = 81.837 + 2.468$ |
| 6 | 142 | $90.514 = 84.305 + 0.3(105 - 84.305)$ | $4.952 = 2.468 + 0.4(90.514 - 84.305)$ | $95.466 = 90.514 + 4.952$ |
| 7 | 122 | $109.426 = 95.466 + 0.3(142 - 95.466)$ | $10.536 = 4.952 + 0.4(109.426 - 95.466)$ | $119.962 = 109.426 + 10.536$ |
| 8 | | $120.573 = 119.962 + 0.3(122 - 119.962)$ | $10.780 = 10.536 + 0.4(120.573 - 119.962)$ | $131.353 = 120.573 + 10.780$ |

Suavizamiento exponencial con ajuste de tendencia para Midwestern Manufacturing con Excel QM

Program 5.3

Proyecciones de tendencia

- La proyección de tendencia ajusta una recta de tendencia a una serie de datos históricos.
- Proyecta la línea al futuro para obtener pronósticos a mediano y largo plazos.
- Existen varias ecuaciones de tendencia que se pueden desarrollar con los modelos exponencial y cuadrático.
- La más sencilla es un modelo lineal desarrollado mediante análisis de regresión.

Proyecciones de tendencia

La forma matemática es

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

Donde

\hat{Y} = valor predicho

b_0 = intersección

b_1 = pendiente de la recta

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

Midwestern Manufacturing

Ventana de entrada de Excel para la recta de tendencia de Midwestern Manufacturing

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|----|--------------------------|------------|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Midwestern Manufacturing | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | |
| 3 | Time (X) | Demand (Y) | | | | | | | |
| 4 | 1 | 74 | | | | | | | |
| 5 | 2 | 79 | | | | | | | |
| 6 | 3 | 80 | | | | | | | |
| 7 | 4 | 90 | | | | | | | |
| 8 | 5 | 105 | | | | | | | |
| 9 | 6 | 142 | | | | | | | |
| 10 | 7 | 122 | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | |

Regression

Input

Input Y Range:

Input X Range:

☒ Labels ☐ Constant is Zero

☐ Confidence Level: %

Output options

☒ Output Range:

☐ New Worksheet Ply:

☐ New Workbook

Residuals

☐ Residuals ☐ Residual Plots

☐ Standardized Residuals ☐ Line Fit Plots

Normal Probability

☐ Normal Probability Plots

OK Cancel Help

Programa 5.4A

Midwestern Manufacturing

Salida de Excel para la recta de tendencia de Midwestern Manufacturing

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|----|--------------------------|--------------|----------------|-----------|---------|----------------|-----------|-------------|-------------|
| 1 | Midwestern Manufacturing | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | |
| 3 | Time (X) | Demand (Y) | | | | | | | |
| 4 | 1 | 74 | | | | | | | |
| 5 | 2 | 79 | | | | | | | |
| 6 | 3 | 80 | | | | | | | |
| 7 | 4 | 90 | | | | | | | |
| 8 | 5 | 105 | | | | | | | |
| 9 | 6 | 142 | | | | | | | |
| 10 | 7 | 122 | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | |
| 12 | SUMMARY OUTPUT | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | |
| 14 | Regression Statistics | | | | | | | | |
| 15 | Multiple R | 0.89491 | | | | | | | |
| 16 | R Square | 0.80086 | | | | | | | |
| 17 | Adjusted R Square | 0.76104 | | | | | | | |
| 18 | Standard Error | 12.43239 | | | | | | | |
| 19 | Observations | 7 | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | |
| 21 | ANOVA | | | | | | | | |
| 22 | | df | SS | MS | F | Significance F | | | |
| 23 | Regression | 1 | 3108.0357 | 3108.0357 | 20.1084 | 0.0065 | | | |
| 24 | Residual | 5 | 772.8214 | 154.5643 | | | | | |
| 25 | Total | 6 | 3880.8571 | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | |
| 27 | | Coefficients | Standard Error | t Stat | P-value | Lower 95% | Upper 95% | Lower 95.0% | Upper 95.0% |
| 28 | Intercept | 56.71429 | 10.50729 | 5.39762 | 0.00295 | 29.70449 | 83.72408 | 29.70449 | 83.72408 |
| 29 | Time (X) | 10.53571 | 2.34950 | 4.48424 | 0.00649 | 4.49614 | 16.57529 | 4.49614 | 16.57529 |

El siguiente año será el periodo 8.

La pendiente de la recta de tendencia es de 10.54.

Programa 5.4B

Ejemplo de la compañía Midwestern Manufacturing

- La ecuación de pronóstico es

$$\hat{Y} = 56.71 + 10.54X$$

- Para proyectar la demanda de 2011, se utiliza el sistema de codificación para definir $X = 8$

$$\begin{aligned}(\text{venta en 2011}) &= 56.71 + 10.54(8) \\ &= 141.03, \text{ o } 141 \text{ generadores}\end{aligned}$$

- Del mismo modo para $X = 9$

$$\begin{aligned}(\text{venta en 2012}) &= 56.71 + 10.54(9) \\ &= 151.57, \text{ o } 152 \text{ generadores}\end{aligned}$$

Midwestern Manufacturing

Los generadores eléctricos y la recta de tendencia calculada

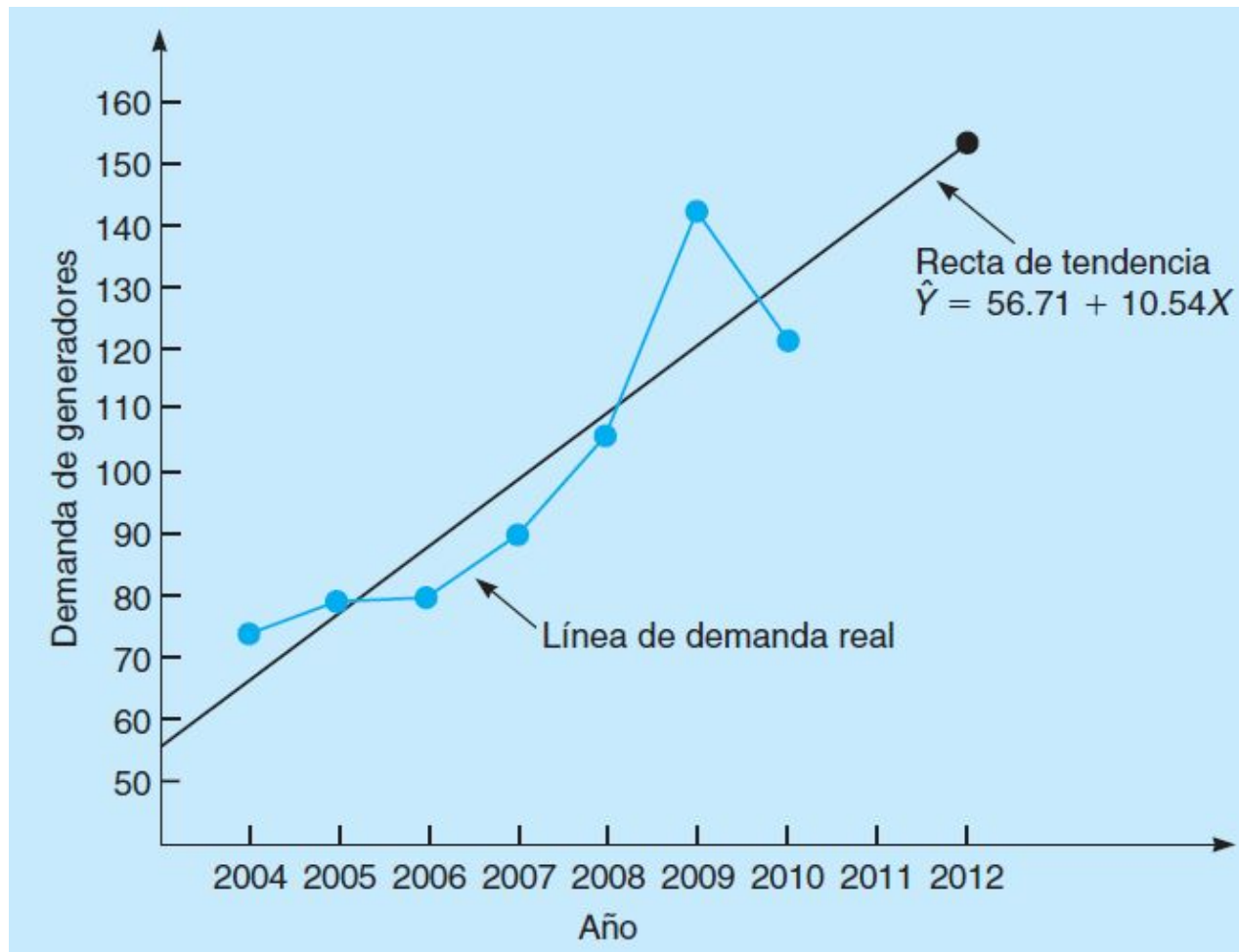


Figura 5.4

Midwestern Manufacturing

Modelo de proyección de tendencia en Excel QM

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | |
|----|---|------------|---------------------------|---|------------------------------|--------------|------------|----------|-------------|--|
| 1 | Midwestern Manufacturing | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | |
| 3 | Forecasting | | Regression/Trend analysis | | | | | | | |
| 4 | Enter the historical demands in the demand column. If this is the first time you use the model, enter a new value of x at the | | | | | | | | | |
| 5 | Ingrese los datos pasados y sus periodos. | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | |
| 8 | Data | | | | Forecasts and Error Analysis | | | | | |
| 9 | Period | Demand (y) | Period(x) | | Forecast | Error | Absolute | Squared | Abs Pct Err | |
| 10 | Year 1 | 74 | 1 | | 67.25 | 6.75 | 6.75 | 45.5625 | 09.12% | |
| 11 | Year 2 | 79 | 2 | | 77.7857 | 1.2143 | 1.2143 | 1.4745 | 01.54% | |
| 12 | Year 3 | 80 | 3 | | 88.3214 | -8.3214 | 8.3214 | 69.2462 | 10.40% | |
| 13 | Year 4 | 90 | 4 | | 98.8571 | -8.8571 | 8.8571 | 78.4490 | 09.84% | |
| 14 | Year 5 | 105 | 5 | | 109.3929 | -4.3929 | 4.3929 | 19.2972 | 04.18% | |
| 15 | Year 6 | 142 | 6 | | 119.9286 | 22.0714 | 22.0714 | 487.1480 | 15.54% | |
| 16 | Year 7 | | | | | -8.4643 | 8.4643 | 71.6441 | 06.94% | |
| 17 | | | | | | 326E-14 | 60.0714 | 772.8214 | 57.57% | |
| 18 | Intercept | 56.71429 | | | Average | -6.09037E-15 | 8.5816 | 110.4031 | 08.22% | |
| 19 | Slope | 10.53571 | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | |
| 21 | Next period | 141 | 8 | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | Correlatio | 0.89491 | | |

Los pronósticos pasados y los errores se presentan aquí.

Ingrese los datos pasados y sus periodos.

Estas son la intersección (b_0) y la pendiente (b_1).

Para obtener un pronóstico para un periodo futuro, ingrese el periodo aquí.

Programa 5.5

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.**
- **Un índice estacional indica la comparación de una estación dada 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.**

Eichler Supplies

- **Supplies Eichler vende contestadores telefónicos.**
- **Los datos de ventas de los últimos dos años se han recabado usando un modelo en particular.**
- **La empresa quiere crear una previsión que incluye la estacionalidad.**

Ventas de contestadores e índices estacionales de Eichler Supplies

| MES | DEMANDA DE VENTAS | | DEMANDA PROMEDIO DE 2 AÑOS | DEMANDA MENSUAL ^a | ÍNDICE ESTACIONAL PROMEDIO ^b |
|------------|-------------------|-------|----------------------------|------------------------------|---|
| | AÑO 1 | AÑO 2 | | | |
| Enero | 80 | 100 | 90 | 94 | 0.957 |
| Febrero | 85 | 75 | 80 | 94 | 0.851 |
| Marzo | 80 | 90 | 85 | 94 | 0.904 |
| Abril | 110 | 90 | 100 | 94 | 1.064 |
| Mayo | 115 | 131 | 123 | 94 | 1.309 |
| Junio | 120 | 110 | 115 | 94 | 1.223 |
| Julio | 100 | 110 | 105 | 94 | 1.117 |
| Agosto | 110 | 90 | 100 | 94 | 1.064 |
| Septiembre | 85 | 95 | 90 | 94 | 0.957 |
| Octubre | 75 | 85 | 80 | 94 | 0.851 |
| Noviembre | 85 | 75 | 80 | 94 | 0.851 |
| Diciembre | 80 | 80 | 80 | 94 | 0.851 |

Demanda promedio total = 1,128

$$^a\text{Demanda promedio mensual} = \frac{1,128}{12 \text{ meses}} = 94$$

$$^b\text{Índice estacional} = \frac{\text{demanda promedio de 2 años}}{\text{demanda promedio mensual}}$$

Tabla 5.9

Variaciones estacionales

- Los cálculos de los índices estacionales son

$$\text{Enero } \frac{1,200}{12} \times 0.957 = 96$$

$$\text{Julio } \frac{1,200}{12} \times 1.117 = 112$$

$$\text{Febrero } \frac{1,200}{12} \times 0.851 = 85$$

$$\text{Agosto } \frac{1,200}{12} \times 1.064 = 106$$

$$\text{Marzo } \frac{1,200}{12} \times 0.904 = 90$$

$$\text{Septiembre } \frac{1,200}{12} \times 0.957 = 96$$

$$\text{Abril } \frac{1,200}{12} \times 1.064 = 106$$

$$\text{Octubre } \frac{1,200}{12} \times 0.851 = 85$$

$$\text{Mayo } \frac{1,200}{12} \times 1.309 = 131$$

$$\text{Noviembre } \frac{1,200}{12} \times 0.851 = 85$$

$$\text{Junio } \frac{1,200}{12} \times 1.223 = 122$$

$$\text{Diciembre } \frac{1,200}{12} \times 0.851 = 85$$

Variaciones estacionales con tendencia

- Cuando los dos componentes de tendencia y estacionales están presentes, la tarea de predicción es más compleja.
- Los índices estacionales deberían calcularse utilizando un enfoque de **promedio móvil centrado** (PMC).
- Pasos para determinar los índices estacionales basados en los PMC:
 1. Calcular el PMC para cada observación (cuando sea posible).
 2. Calcular la razón estacional = observación/PMC para esa observación.
 3. Promediar las razones estacionales para obtener los índices estacionales.
 4. Si los índices estacionales no suman el número de estaciones, multiplicar cada índice por (número de estaciones)/(suma de índices).

Turner Industries

- La siguiente tabla muestra las cifras de ventas trimestrales de Turner Industries durante los últimos tres años, en millones de dólares:

| TRIMESTRE | AÑO 1 | AÑO 2 | AÑO 3 | PROMEDIO |
|-----------|-------|-------|-------|----------|
| 1 | 108 | 116 | 123 | 115.67 |
| 2 | 125 | 134 | 142 | 133.67 |
| 3 | 150 | 159 | 168 | 159.00 |
| 4 | 141 | 152 | 165 | 152.67 |
| PROMEDIO | 131.0 | 140.2 | 149.5 | 140.25 |

Tabla 5.10

Tendencia definida

Patrón
estacional

Turner Industries

- Para el cálculo de la PMC para el trimestre 3 del año 1, se comparan las ventas reales con un trimestre medio centrado en ese periodo de tiempo.
- Necesitamos 1.5 trimestre antes del trimestre 3, y 1.5 trimestres después. Para obtener el PMC, tomamos los trimestres 2, 3 y 4 del año 1, más la mitad del trimestre 1 del año 1 y la mitad del trimestre 1 del año 2.

$$\text{PMC}(\text{trimestre 3 del año 1}) = \frac{0.5(108) + 125 + 150 + 141 + 0.5(116)}{4} = 132.00$$

Turner Industries

Comparamos las ventas reales en este trimestre con el PMC y tenemos la siguiente razón estacional:

$$\text{Razón estacional} = \frac{\text{ventas del trimestre 3}}{\text{PMC}} = \frac{150}{132.00} = 1.136$$

Turner Industries

| AÑO | TRIMESTRE | VENTAS | PMC | RAZÓN ESTACIONAL |
|-----|-----------|--------|---------|------------------|
| 1 | 1 | 108 | | |
| | 2 | 125 | | |
| | 3 | 150 | 132.000 | 1.136 |
| | 4 | 141 | 134.125 | 1.051 |
| 2 | 1 | 116 | 136.375 | 0.851 |
| | 2 | 134 | 138.875 | 0.965 |
| | 3 | 159 | 141.125 | 1.127 |
| | 4 | 152 | 143.000 | 1.063 |
| 3 | 1 | 123 | 145.125 | 0.848 |
| | 2 | 142 | 147.875 | 0.960 |
| | 3 | 168 | | |
| | 4 | 165 | | |

Table 5.11

Turner Industries

Como hay dos razones estacionales para cada trimestre, las promediamos para obtener el índice estacional:

$$\text{Índice trimestral 1} = I_1 = (0.851 + 0.848)/2 = 0.85$$

$$\text{Índice trimestral 2} = I_2 = (0.965 + 0.960)/2 = 0.96$$

$$\text{Índice trimestral 3} = I_3 = (1.136 + 1.127)/2 = 1.13$$

$$\text{Índice trimestral 4} = I_4 = (1.051 + 1.063)/2 = 1.06$$

Turner Industries

Diagrama de dispersión de las ventas de Turner Industries y el promedio móvil centrado

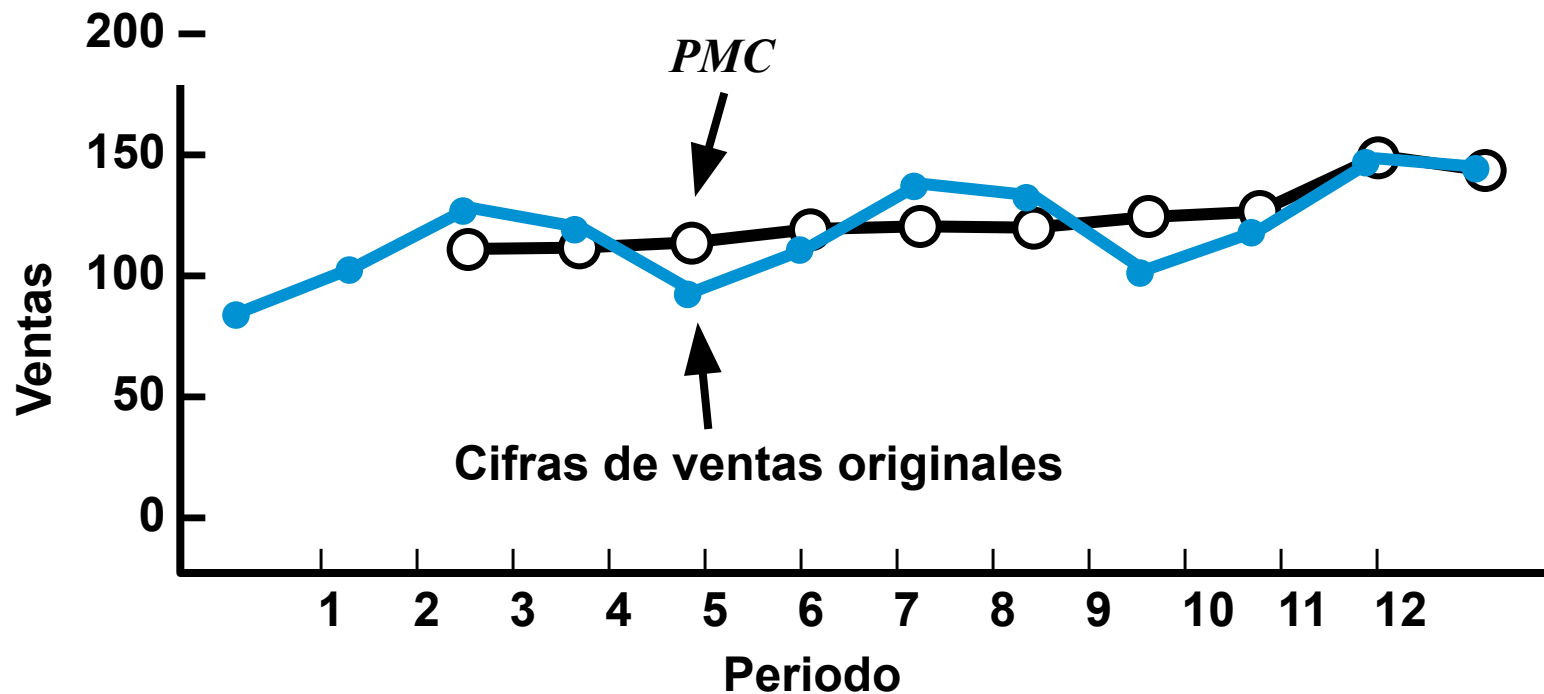


Figura 5.5

Método de descomposición del pronóstico con componentes de tendencia y estacional

- ***Descomposición*** es el proceso de aislar los factores de tendencia lineal y estacional para desarrollar pronósticos más exactos.
- Hay cinco pasos para desarrollar un pronóstico con el método de descomposición:
 1. Calcular los índices estacionales usando los PMC.
 2. Eliminar la estacionalidad de los datos dividiendo cada número entre su índice estacional.
 3. Encontrar la ecuación de la recta de tendencia empleando los datos sin estacionalidad.
 4. Pronosticar para periodos futuros con la recta de tendencia.
 5. Multiplicar el pronóstico de la recta de tendencia por el índice estacional adecuado.

Datos sin estacionalidad para Turner Industries

- Encuentre una recta de tendencia usando los datos sin estacionalidad:

$$b_1 = 2.34 \quad b_0 = 124.78$$

- Desarrolle un pronóstico utilizando esta tendencia y multiplique el pronóstico por el índice de estacionalidad adecuada.

$$\begin{aligned}\hat{Y} &= 124.78 + 2.34X \\ &= 124.78 + 2.34(13) \\ &= 155.2 \quad (\text{pronóstico antes del ajuste} \\ &\quad \text{por estacionalidad})\end{aligned}$$

$$\hat{Y} \times I_1 = 155.2 \times 0.85 = 131.92$$

Datos sin estacionalidad para Turner Industries

| VENTAS (millones) | ÍNDICE ESTACIONAL | VENTAS SIN ESTACIONALIDAD (millones) |
|------------------------------|------------------------------|---|
| 108 | 0.85 | 127.059 |
| 125 | 0.96 | 130.208 |
| 150 | 1.13 | 132.743 |
| 141 | 1.06 | 133.019 |
| 116 | 0.85 | 136.471 |
| 134 | 0.96 | 139.583 |
| 159 | 1.13 | 140.708 |
| 152 | 1.06 | 143.396 |
| 123 | 0.85 | 144.706 |
| 142 | 0.96 | 147.917 |
| 168 | 1.13 | 148.673 |
| 165 | 1.06 | 155.660 |

Tabla 5.12

Hospital San Diego

Utilizó 66 meses de días de pacientes adultos para desarrollar los siguientes índices de estacionalidad.

| MES | ÍNDICE DE ESTACIONALIDAD | MES | ÍNDICE DE ESTACIONALIDAD |
|----------------|---------------------------------|-------------------|---------------------------------|
| Enero | 1.0436 | Julio | 1.0302 |
| Febrero | 0.9669 | Agosto | 1.0405 |
| Marzo | 1.0203 | Septiembre | 0.9653 |
| Abril | 1.0087 | Octubre | 1.0048 |
| Mayo | 0.9935 | Noviembre | 0.9598 |
| Junio | 0.9906 | Diciembre | 0.9805 |

Tabla 5.13

Hospital San Diego

Con estos datos se desarrolló la siguiente ecuación:

$$\hat{Y} = 8,091 + 21.5X$$

Donde

**\hat{Y} = pronóstico de
días-paciente**

X = tiempo en meses

Con base en este modelo, el hospital pronostica los días-paciente para el siguiente mes (periodo 67) como :

$$\text{Días-paciente} = 8,091 + (21.5)(67) = 9,532 \text{ (solo tendencia)}$$

$$\begin{aligned} \text{Días-paciente} &= (9,532)(1.0436) \\ &= 9,948 \text{ (tendencia y estacionalidad)} \end{aligned}$$

Hospital San Diego

Ventana de inicio para el método de descomposición en Excel QM

Spreadsheet Initialization

Title:

Sheet name:

Number of (past) periods of data:

Name for period:
(Use A for A, B, C ... or a for a, b, c ...)

Number of seasons:

Options:

- ☒ Centered moving average
- ☐ Average ALL data

Use Default Settings

Help Cancel OK

Ingrese un título, el número de periodos pasados y el número de estaciones.

Especifique que debería usarse un promedio móvil centrado.

Haga clic en OK.

Programa 5.6A

Hospital San Diego

Pronósticos de Turner Industries usando el método de descomposición en Excel QM

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-------------------|------------|----------|----------|----------|---------|----------|-----------|------------|----------|----------|---------|---------|-------------|--------|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | |
| 1 | Turner Industries | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Forecasting | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 4 seasons | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Data | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Period | Demand (y) | Time (x) | | Average | Ratio | Seasonal | Smoothed | Unadjusted | Adjusted | Error | Error | Error^2 | Abs Pct Err | |
| 10 | Period 1 | 108 | 1 | | | | 0.8491 | 127.1979 | 127.1187 | 107.9327 | 0.0673 | 0.0673 | 0.0045 | 00.06% | |
| 11 | Period 2 | 125 | 2 | | | | 0.9626 | 129.8589 | 129.4621 | 124.6181 | 0.3819 | 0.3819 | 0.1458 | 00.31% | |
| 12 | Period 3 | 150 | 3 | | 131 | 132.000 | 1.136 | 1.1315 | 132.5660 | 131.8056 | 149.1396 | 0.8604 | 0.8604 | 0.7403 | 00.57% |
| 13 | Period 4 | 141 | 4 | | 133 | 134.125 | 1.051 | 1.0571 | 133.3841 | 134.1490 | 141.8086 | -0.8086 | 0.8086 | 0.6538 | 00.57% |
| 14 | Period 5 | 116 | 5 | | 135.25 | 136.375 | 0.851 | 0.8491 | 136.6200 | 136.4924 | 115.8917 | 0.1083 | 0.1083 | 0.0117 | 00.09% |
| 15 | Period 6 | 134 | 6 | | 137.5 | 138.875 | 0.965 | 0.9626 | 139.2087 | 138.8359 | 133.6411 | 0.3589 | 0.3589 | 0.1288 | 00.27% |
| 16 | Period 7 | 159 | 7 | | 140.25 | 141.125 | 1.127 | 1.1315 | 140.5199 | 141.1793 | 159.7461 | -0.7461 | 0.7461 | 0.5567 | 00.47% |
| 17 | Period 8 | 152 | 8 | | 142 | 143.000 | 1.063 | 1.0571 | 143.7899 | 143.5227 | 151.7175 | 0.2825 | 0.2825 | 0.0798 | 00.19% |
| 18 | Period 9 | 123 | 9 | | 144 | 145.125 | 0.848 | 0.8491 | 144.8643 | 145.8662 | 123.8507 | -0.8507 | 0.8507 | 0.7236 | 00.69% |
| 19 | Period 10 | 142 | 10 | | 146.25 | 147.875 | 0.960 | 0.9626 | 147.5197 | 148.2096 | 142.6641 | -0.6641 | 0.6641 | 0.4410 | 00.47% |
| 20 | Period 11 | 168 | 11 | | 149.5 | | 1.1315 | 148.4739 | 150.5530 | 170.3526 | -2.3526 | 2.3526 | 5.5346 | 01.40% | |
| 21 | Period 12 | 165 | 12 | | | | 1.0571 | 156.0878 | 152.8965 | 161.6265 | 3.3735 | 3.3735 | 11.3807 | 02.04% | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | Average | | Intercept | 124.7753 | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | Slope | 2.3434 | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | Ratios | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | | Season 1 | Season 2 | Season 3 | Season 4 | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | 1.1364 | 1.0513 | | | | | | | | | | |
| 29 | | 0.8506 | 0.9649 | 1.1267 | 1.0629 | | | | | | | | | | |
| 30 | | 0.8475 | 0.9603 | | | | | | | | | | | | |
| 31 | Average | 0.8491 | 0.9626 | 1.1315 | 1.0571 | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 33 | Forecasts | | | | | | | | | | | | | | |
| 34 | Period | Unadjusted | Seasonal | Adjusted | | | | | | | | | | | |
| 35 | 13 | 155.240 | 0.849 | 131.810 | | | | | | | | | | | |
| 36 | 14 | 157.583 | 0.963 | 151.687 | | | | | | | | | | | |
| 37 | 15 | 159.927 | 1.132 | 180.959 | | | | | | | | | | | |
| 38 | 16 | 162.270 | 1.057 | 171.535 | | | | | | | | | | | |

Ingrese la demanda pasada.

Estos son los PMC.

Los índices estacionales se basan en los PMC.

Aquí se encuentran la intersección y la pendiente.

Ingrese la demanda pasada.

Estos son los PMC.

Los índices estacionales se basan en los PMC.

Aquí se encuentran la intersección y la pendiente.

Uso de regresión con componentes de tendencia y estacional

- 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.
 - Otras variables independientes son variables artificiales para indicar la estación.
- El modelo básico es un modelo de descomposición aditivo y se expresa como:

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

Donde

- X_1 = periodo de tiempo
- X_2 = 1 si es el trimestre 2, 0 o de otra manera
- X_3 = 1 si es el trimestre 3, 0 o de otra manera
- X_4 = 1 si es el trimestre 4, 0 o de otra manera

Regresión con componentes de tendencia y estacionales

Entrada de Excel para el ejemplo de Turner Industries usando regresión múltiple

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N |
|----|------|---------|-------|-----------|----------|----------|----------|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Year | Quarter | Sales | Time Peri | X2 Qtr 2 | X3 Qtr 3 | X4 Qtr 4 | | | | | | | |
| 2 | 1 | 1 | 108 | 1 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | |
| 3 | | 2 | 125 | 2 | 1 | 0 | 0 | | | | | | | |
| 4 | | 3 | 150 | 3 | 0 | 1 | 0 | | | | | | | |
| 5 | | 4 | 141 | 4 | 0 | 0 | 1 | | | | | | | |
| 6 | 2 | 1 | 116 | 5 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | |
| 7 | | 2 | 134 | 6 | 1 | 0 | 0 | | | | | | | |
| 8 | | 3 | 159 | 7 | 0 | 1 | 0 | | | | | | | |
| 9 | | 4 | 152 | 8 | 0 | 0 | 1 | | | | | | | |
| 10 | 3 | 1 | 123 | 9 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | |
| 11 | | 2 | 142 | 10 | 1 | 0 | 0 | | | | | | | |
| 12 | | 3 | 168 | 11 | 0 | 1 | 0 | | | | | | | |
| 13 | | 4 | 165 | 12 | 0 | 0 | 1 | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | |

Regression

Input

Input Y Range:

Input X Range:

☒ Labels ☐ Constant is Zero

☐ Confidence Level: %

Output options

☒ Output Range:

☐ New Worksheet Ply:

☐ New Workbook

Residuals

☐ Residuals ☐ Residual Plots

☐ Standardized Residuals ☐ Line Fit Plots

Normal Probability

☐ Normal Probability Plots

OK Cancel Help

Programa 5.7A

Uso de regresión con componentes de tendencia y estacional

Salida de Excel para el ejemplo de Turner Industries usando regresión múltiple

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|----|-----------------------|-------------|----------------|----------------|------------|----------------|-----------|-------------|-------------|
| 1 | Year | Quarter | Sales | X1 Time Period | X2 Qtr 2 | X3 Qtr 3 | X4 Qtr4 | | |
| 2 | 1 | 1 | 108 | 1 | 0 | 0 | 0 | | |
| 3 | | 2 | 125 | 2 | 1 | 0 | 0 | | |
| 4 | | 3 | 150 | 3 | 0 | 1 | 0 | | |
| 5 | | 4 | 141 | 4 | 0 | 0 | 1 | | |
| 6 | 2 | 1 | 116 | 5 | 0 | 0 | 0 | | |
| 7 | | 2 | 134 | 6 | 1 | 0 | 0 | | |
| 8 | | 3 | 159 | 7 | 0 | 1 | 0 | | |
| 9 | | 4 | 152 | 8 | 0 | 0 | 1 | | |
| 10 | 3 | 1 | 123 | 9 | 0 | 0 | 0 | | |
| 11 | | 2 | 142 | 10 | 1 | 0 | 0 | | |
| 12 | | 3 | 168 | 11 | 0 | 1 | 0 | | |
| 13 | | 4 | 165 | 12 | 0 | 0 | 1 | | |
| 14 | | | | | | | | | |
| 15 | SUMMARY OUTPUT | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | |
| 17 | Regression Statistics | | | | | | | | |
| 18 | Multiple R | 0.99718 | | | | | | | |
| 19 | R Square | 0.99436 | | | | | | | |
| 20 | Adjusted R | 0.99114 | | | | | | | |
| 21 | Standard E | 1.83225 | | | | | | | |
| 22 | Observation | 12 | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | |
| 24 | ANOVA | | | | | | | | |
| 25 | | df | SS | MS | F | Significance F | | | |
| 26 | Regression | 4 | 4144.75 | 1.0362E+03 | 3.0865E+02 | 6.0284E-08 | | | |
| 27 | Residual | 7 | 23.5 | 3.3571E+00 | | | | | |
| 28 | Total | 11 | 4168.25 | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | |
| 30 | | Coefficient | Standard Error | t Stat | p-value | Lower 95% | Upper 95% | Lower 95.0% | Upper 95.0% |
| 31 | Intercept | 104.1042 | 1.3322 | 78.1449 | 0.0000 | 100.9540 | 107.2543 | 100.9540 | 107.2543 |
| 32 | X1 Time Pe | 2.3125 | 0.1619 | 14.2791 | 0.0000 | 1.9296 | 2.6954 | 1.9296 | 2.6954 |
| 33 | X2 Qtr 2 | 15.6875 | 1.5048 | 10.4252 | 0.0000 | 12.1293 | 19.2457 | 12.1293 | 19.2457 |
| 34 | X3 Qtr 3 | 38.7083 | 1.5307 | 25.2882 | 0.0000 | 35.0888 | 42.3278 | 35.0888 | 42.3278 |
| 35 | X4 Qtr4 | 30.0625 | 1.5729 | 19.1123 | 0.0000 | 26.3431 | 33.7819 | 26.3431 | 33.7819 |

El trimestre 1 se indica con $X_2 = X_3 = X_4 = 0$.

Programa 5.7B

Uso de regresión con componentes de tendencia y estacional

- El resultado de la ecuación de regresión es:

$$\hat{Y} = 104.1 + 2.3X_1 + 15.7X_2 + 38.7X_3 + 30.1X_4$$

- Si se usa esta ecuación para pronosticar las ventas de los dos primeros trimestres del siguiente año, obtenemos:

$$\hat{Y} = 104.1 + 2.3(13) + 15.7(0) + 38.7(0) + 30.1(0) = 134$$

$$\hat{Y} = 104.1 + 2.3(14) + 15.7(1) + 38.7(0) + 30.1(0) = 152$$

- Observe que no son los mismos valores que los obtenidos usando el método de descomposición multiplicativa.
- Podemos comparar la DMA o el ECM que se obtiene con cada método y elegir aquel que sea mejor.

Monitoreo y control de los pronósticos

- La **señal de rastreo** se pueden utilizar para supervisar el rendimiento de un pronóstico.
- La señal de rastreo se calcula como la **suma corriente de los errores de pronóstico** (SCEP) dividida entre la desviación media absoluta:

$$\text{Señal de rastreo} = \frac{\text{SCEP}}{\text{DMA}}$$

Donde

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

Monitoreo y control de los pronósticos

Gráfica de las señales de rastreo

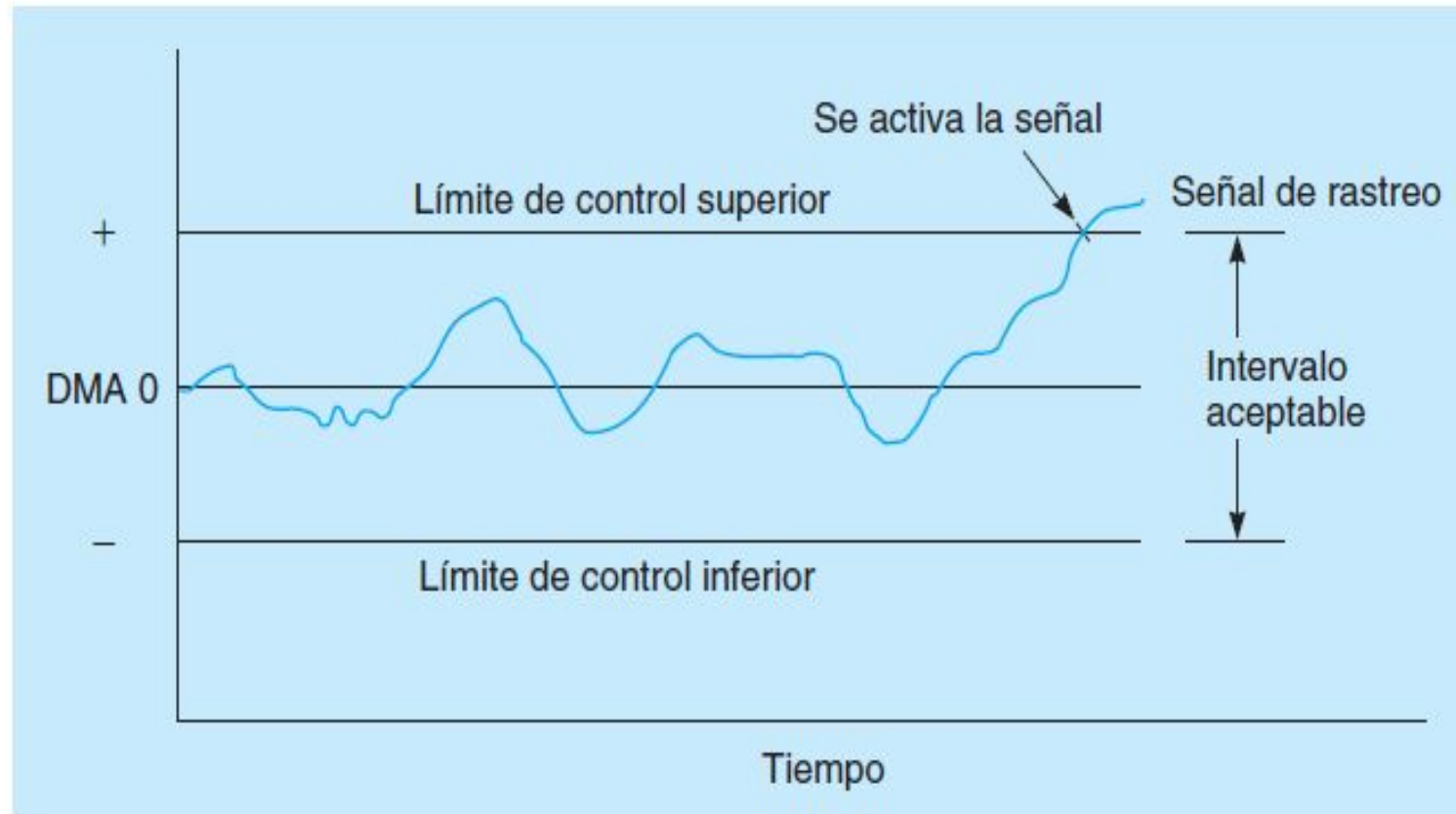


Figure 5.6

Monitoreo y control de los pronósticos

- **Las señales de rastreo positivas indican que la demanda es mayor que el pronóstico.**
- **Las señales negativas significan que la demanda es menor que el pronóstico.**
- **Una buena señal de rastreo tiene tantos errores positivos como negativos.**
- **Los problemas surgen cuando la señal llega más arriba o más abajo que los límites prestablecidos.**
- **Esto indica que ha habido una cantidad inaceptable de variación.**
- **Los límites deberían ser razonables y pueden variar de un artículo a otro.**

Kimball's Bakery

Las ventas trimestrales de *croissants* (en miles):

| PERIO- DO | PRONÓSTICO DE DEMANDA | DEMANDA REAL | ERROR | SCEP | ERROR DEL PRONÓSTICO | ERROR ACUMULADO | DMA | SEÑAL DE RASTREO |
|--------------|--------------------------|-----------------|-------|------|-------------------------|--------------------|------|---------------------|
| 1 | 100 | 90 | -10 | -10 | 10 | 10 | 10.0 | -1 |
| 2 | 100 | 95 | -5 | -15 | 5 | 15 | 7.5 | -2 |
| 3 | 100 | 115 | +15 | 0 | 15 | 30 | 10.0 | 0 |
| 4 | 110 | 100 | -10 | -10 | 10 | 40 | 10.0 | -1 |
| 5 | 110 | 125 | +15 | +5 | 15 | 55 | 11.0 | +0.5 |
| 6 | 110 | 140 | +30 | +35 | 30 | 85 | 14.2 | +2.5 |

$$\text{DMA} = \frac{\sum |\text{error de pronóstico}|}{n} = \frac{85}{6}$$

$$= 14.2$$

$$\text{Señal de rastreo} = \frac{\text{SCEP}}{\text{DMA}} = \frac{35}{14.2}$$

$$= 2.5 \text{ DMA}$$

Suavizamiento adaptable

- El ***suavizamiento adaptable*** es la supervisión por computadora de las señales de rastreo y auto-ajuste, cuando el límite se dispara.
- En el suavizamiento exponencial, los coeficientes α y β se ajustan cuando la computadora detecta una señal de rastreo errante.