Suavizado Exponencial Doble (Método de Holt)

El método de suavizado exponencial doble, o Método de Holt, es una técnica de pronóstico de series de tiempo que es particularmente adecuada cuando la demanda exhibe una tendencia clara (creciente o decreciente) a lo largo del tiempo. A diferencia del suavizado exponencial simple, que solo considera el nivel de la serie, el suavizado exponencial doble incorpora un segundo componente de suavizado para la tendencia. Esto permite que el pronóstico reaccione no solo a los cambios en el nivel de la demanda sino también a los cambios en la pendiente de esa tendencia.

Conceptualización: El suavizado exponencial doble opera con dos ecuaciones de suavizado y dos constantes de suavizado. Una ecuación suaviza el nivel de la serie (similar al suavizado exponencial simple), y la otra suaviza el componente de tendencia.

- Constante de suavización del nivel (α): Controla la velocidad a la que el pronóstico se ajusta a los cambios en el nivel de la demanda. Un α alto da más peso a las observaciones recientes del nivel.
- Constante de suavización de la tendencia (β): Controla la velocidad a la que el pronóstico se ajusta a los cambios en la pendiente de la tendencia. Un β alto da más peso a los cambios recientes en la tendencia.

El pronóstico final es la suma del nivel suavizado más el componente de tendencia suavizado, proyectado hacia adelante.

Fórmulas:

El método de Holt utiliza tres ecuaciones principales:

1. **Nivel suavizado (Lt):**

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

Donde:

L_t = Nivel suavizado en el periodo t

D_t = Demanda real en el periodo t

L_{t-1} = Nivel suavizado en el periodo anterior

T_{t-1} = Tendencia suavizada en el periodo anterior

α = Constante de suavización del nivel ($0 \leq \alpha \leq 1$)

2. **Tendencia suavizada (T_t):**

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1}$$

3. Donde:

   T_t = Tendencia suavizada en el periodo t

   β = Constante de suavización de la tendencia (0≤β≤1)

4. **Pronóstico (F_{t+k}):**

$$F_{t+k} = L_t + kT_t$$

   Donde:

   F_{t+k} = Pronóstico para k periodos futuros desde el periodo t

   k = Número de periodos a pronosticar hacia adelante (por ejemplo, k=1 para el siguiente periodo)

Inicialización: Para iniciar el proceso, se requieren valores iniciales para L_1 y T_1.

- Un enfoque común para L_1 es usar la demanda del primer periodo: $L_1=D_1$.
- Para T1, se puede estimar la tendencia promedio de los primeros periodos. Por ejemplo, $T_1=(D_N-D_1)/(N-1)$ para los primeros N periodos, o simplemente $T_1=D_2-D_1$.

Proceso Metodológico y Ejemplo:

Consideremos una empresa de material de oficina cuya demanda de impresoras ha mostrado una tendencia creciente en los últimos meses debido al aumento del teletrabajo.

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Demanda	100	110	125	130	145	150

Paso 1: Asignar constantes de suavización e inicializar valores. Asumiremos:

- α=0.2
- β=0.1
-

Para la inicialización:

$$L_1 = D_1 = 100$$

$$T_1 = D_2 - D_1 = 110 - 100$$

Paso 2: Calcular el Nivel (L_t) y la Tendencia (T_t) suavizados para cada periodo.

Periodo Febrero (t=2):

$$L_2 = \alpha D_2 + (1-\alpha)(L_1 + T_1) = 0.2(110) + (1-0.2)(100+10) = 110$$
$$T_2 = \beta(L_2 - L_1) + (1-\beta)T_1 = 0.1(110-100) + (1-0.1)10 = 10$$

Periodo Marzo (t=3):

$$L_3 = \alpha D_3 + (1-\alpha)(L_2 + T_2) = 0.2(125) + (1-0.2)(110+10) = 121$$
$$T_3 = \beta(L_3 - L_2) + (1-\beta)T_2 = 0.1(121-110) + (1-0.1)10 = 10.1$$

Periodo Abril (t=4):

$$L_4 = \alpha D_4 + (1-\alpha)(L_3 + T_3) = 0.2(130) + (1-0.2)(121+10.1) = 130.88$$
$$T_4 = \beta(L_4 - L_3) + (1-\beta)T_3 = 0.1(130.88-121) + (1-0.1)10.1 = 10.078$$

Periodo Mayo (t=5):

$$L_5 = \alpha D_5 + (1-\alpha)(L_4 + T_4) = 0.2(145) + (1-0.2)(130.88+10.07) = 141.76$$
$$T_5 = \beta(L_5 - L_4) + (1-\beta)T_4 = 0.1(141.76-130.88) + (1-0.1)10.078 = 10.15$$

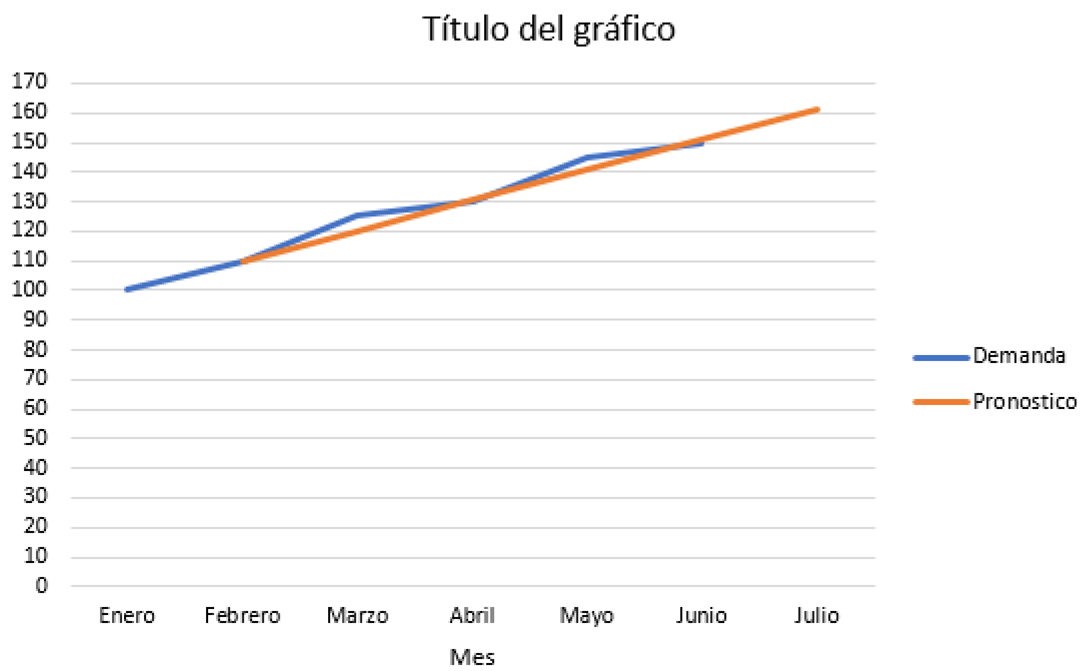
Periodo Junio (t=6):

$$L_6 = \alpha D_6 + (1-\alpha)(L_5 + T_5) = 0.2(150) + (1-0.2)(141.76+10.15) = 151.54$$
$$T_6 = \beta(L_6 - L_5) + (1-\beta)T_5 = 0.1(151.54-141.76) + (1-0.1)10.15 = 10.12$$

Paso 3: Calcular el pronóstico para el siguiente periodo (Julio, k=1).

Para pronosticar la demanda de Julio, utilizaremos el último nivel (L6) y la última tendencia (T6) suavizados:

FJulio=L_6+1T_6 FJulio=151.54+10.12 FJulio=161.66≈162 unidades



Análisis: El pronóstico para julio de 162 unidades refleja la tendencia creciente en la demanda de impresoras. Este método es más robusto para series con tendencia que el suavizado exponencial simple o los promedios móviles, ya que ajusta el pronóstico en función de la inclinación de la serie. La selección de los valores de α y β es, nuevamente, crucial y a menudo se realiza buscando minimizar el error de pronóstico, a través de software o mediante la experiencia.

Limitaciones: Aunque el suavizado exponencial doble es excelente para las tendencias, no es adecuado para series con estacionalidad. Para manejar tanto la tendencia como la estacionalidad, se necesitaría un método más avanzado como el Suavizado Exponencial Triple (Método de Winters).

Este método ofrece una herramienta valiosa para pronosticar demandas en entornos donde la evolución no es meramente aleatoria, sino que sigue una dirección definida.