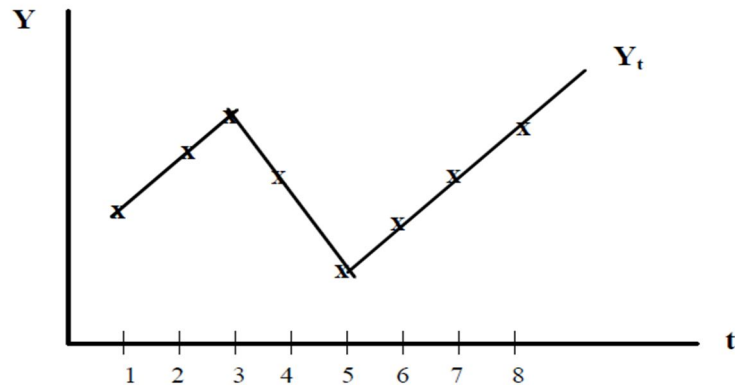


## TEMA 1: INTRODUCCIÓN

### 1.1 PREDICCIÓN Y DECISIONES ECONÓMICAS

**Serie temporal:** el conjunto de observaciones referidas a una variable determinada, observada para diferentes momentos del tiempo y siempre para intervalos regulares de tiempo.



Estudiaremos una serie temporal para usar la historia pasada de dicha variable con el objetivo de obtener predicciones para periodos futuros de dicha variable.

#### Tipos de series:

- **Deterministas:** aquellas que tengan un patrón de comportamiento fijo o estable a lo largo del tiempo. Ejemplo: x: hora de salida del sol. Intentamos predecir la hora a la que saldrá el sol mañana. Lo que haremos es mirar a qué hora sale el sol durante todo el año para así intentar predecir a qué hora sale el sol. En este caso sí que funcionará porque la salida del sol sigue una ley física. Por tanto, la predicción será de total exactitud.
- **Aleatorias:** series en las que no es posible detectar ningún patrón de comportamiento claro a lo largo del tiempo. Ejemplo: x: número premiado de lotería, miro los últimos números premiados de lotería, pero no me servirá de nada. Por tanto esta variable es totalmente aleatoria, no tiene ningún comportamiento estable.

Las variables económicas se pueden predecir pero no con exactitud. Cualquier variable tendrá dos componentes:

- Componente determinista: justifica que nos enseñe métodos de predicción.
- Componente aleatoria: causa los errores de predicción.

$$Y_t = \text{determinista } t + \text{aleatoria } t$$



## 1.2 CLASIFICACIÓN DE MÉTODOS DE PREDICCIÓN

Hay dos grandes grupos de métodos:

- **CUALITATIVOS O SUBJETIVOS:** los usamos cuando el estudio de la historia pasada no sea útil para poder obtener predicciones y por tanto hemos de recurrir a la opinión subjetiva de expertos. Ejemplo: se saca un nuevo producto al mercado y queremos prever el nivel de facturación futuro, como no tengo historia pasada, tendré que recurrir a expertos, a comerciales que hubieran vendido un producto similar...
  - **CUANTITATIVOS U OBJETIVOS:** la historia si que nos sirve. Dentro de los cuantitativos hay otra clasificación.
- **Análisis causal:** para obtener predicciones debemos usar también información de otras variable económicas con las que esté relacionada la variable que queremos predecir.

$$Ct = Bo + B1 \cdot PiBt + Vt \quad \text{Modelos de regresión econométricas}$$

- **Análisis univariante de series temporales:** obtendremos predicciones pero estudiando solo la historia pasada de dicha variable. Comprende otros dos grupos:
- **Métodos no paramétricos o análisis clásico:** parten de la idea de que cualquier variable económica puede ser dividida en 4 componentes diferentes: tendencia ( $Yt$ ), ciclo ( $Ct$ ), estación ( $St$ ) e irregular ( $It$ ).

Pasos del método:

1. Redactar las componentes.
2. Predecir cada componente.
3. Sumar o agregar todas las predicciones par ofrecer la predicción de la variable original.

- **Métodos paramétricos o metodología BOX-JENKINS:** parten de la idea de que cualquier serie temporal ha sido generada por un modelo teórico.

Pasos del método:

1. Identificar el modelo teórico.
2. Estimarlo.
3. Validarlo.
4. Predecir la serie temporal.

$$Yt = \delta + \phi_1 \cdot Yt-1 + ut$$



### 1.3 PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PREDICTIVA

Ejemplo: suponemos que tenemos información de las ventas desde el año 1990 hasta el 2001. Deseo predecir las ventas del año 2002 y 2003. Los factores que debo tener en cuenta para llevar a cabo la predicción y evaluación son:

- **Periodo muestral:** todas aquellas observaciones temporales que utilizaremos para obtener las predicciones.
- **Periodo extramuestral:** aquel conjunto de observaciones que nos reservamos para evaluar la capacidad predictiva de cada método de predicción, sería lo que predigo, ventas 2000 y 2001, en cambio las ventas del 1990 hasta 1999 sería un período muestral.
- Evaluar la capacidad predictiva del método: Para ello debemos calcular inicialmente el error de predicción, para posteriormente poder determinar los estadísticos del error que nos permitan escoger entre un método u otro.

**Error de predicción = valor observado – valor predictivo.**

$$e_T(m) = Y_{T+m} - \hat{Y}_T(m) \quad m=1, \dots, H$$

- Estadísticos de la capacidad predictiva:

➤ **Error absoluto medio:**

Primero calcular el error de predicción

$Y_{t+n}$  : valor observado

$Y_T(n)$  : para la predicción

$T+1$  :  $Y_{t+1} - Y_T(1) = e_t(1)$

$T+2$  :  $Y_{t+2} - Y_T(2) = e_t(2)$

$T+H$  :  $Y_{t+H} - Y_T(H) = e_t(H)$

Segundo: Calcular el error absoluto medio:

$$EAM(H) = \frac{1}{H} \sum_{m=1}^H |e_T(m)|$$

➤ **Error cuadrático medio:**

$$EQM(H) = \frac{1}{H} \sum_{m=1}^H e_T^2(m)$$

Usaremos el método que tenga  $< EQM$  y  $< EAM$

$EAM(H)_1 < EAM(H)_2$  (Elegimos el método 1)

$EQM(H)_1 < EQM(H)_2$

Pero si tenemos que los errores no coinciden:

$EAM(H)_1 < EAM(H)_2$

$EQM(H)_1 > EQM(H)_2$  (Elegimos el método 2)

Entonces daremos prioridad a la conclusión que se extraiga del EQM.



El EAM y el EQM no son adimensionales, dependen de las unidades de medida de la variable objeto de estudio, de manera que nos permiten comparar métodos entre si pero no evaluar la capacidad predictiva de un método.

Para poder medir la capacidad predictiva necesitamos un indicador que sea adimensional, y, en este sentido, tenemos el EPAM.

➤ **Error porcentual absoluto medio:**

$$EPAM(H) = \frac{100}{H} \sum_{m=1}^H \frac{|e_T(m)|}{Y_{T+m}}$$

EPAM (H) < 1%	método predice muy bien
1% < EPAM (H) < 3%	buenas predicciones
3% < EPAM (H) < 5%	predicciones regulares
EPAM (H) > 5%	malas predicciones

NOVA



## TEMA 2: MODELOS DETERMINISTAS (I)

### 2.1 DEFINICIÓN DE SERIE TEMPORAL Y SUS COMPONENTES

Cualquier serie temporal  $Y_t$  puede tener 4 componentes:

- **Componente tendencial (Tt):** recoge el comportamiento a l/p de la serie, esta tendencia puede ser creciente o decreciente.
- **Componente ciclo (Ct):** recoge las oscilaciones por encima o por debajo de la tendencia y son debidos a cambios en la actividad económica.

La duración del ciclo es el tiempo que va de pico a pico o de valle a valle. La duración no es estable pero siempre es superior al año.

Como es difícil distinguir entre componente tendencial y componente ciclo, hablaremos de componente tendencia-ciclo.

- **Componente estacional (St):** oscilaciones que se producen año tras año, con una duración menor a 1 año y que se encuentran explicadas por razones de tipo físico-natural o institucionales. Por ejemplo: venta helados, cierre en verano por vacaciones de una empresa.
- **Componente irregular (It):** recoge las oscilaciones de la serie que no se vean explicadas ni por la tendencia, ni por el ciclo, ni por el componente estacional. Este a su vez se divide en dos componentes:
  - **Errática:** refleja oscilaciones imprevisibles, pero que a posteriori pueden saberse las causas que la explican.
  - **Aleatoria:** oscilaciones imprevisibles e inexplicables.

Una serie observada es el resultado de unir estas componentes.

$$Y_t = f(T_t, C_t, S_t, I_t)$$

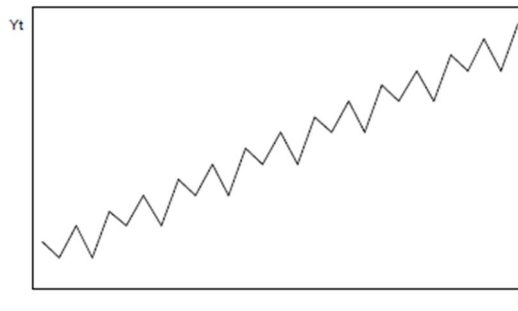
Preguntar por su forma es preguntar el esquema de integración de serie:

- **Aditivo:** suma de todos los componentes:  $Y_t = T_t + C_t + S_t + I_t$
- **Multiplicativo:**  $Y_t = T_t \cdot C_t \cdot S_t \cdot I_t$
- **Mixto:**  $Y_t = T_t \cdot C_t \cdot S_t + I_t$ , etc

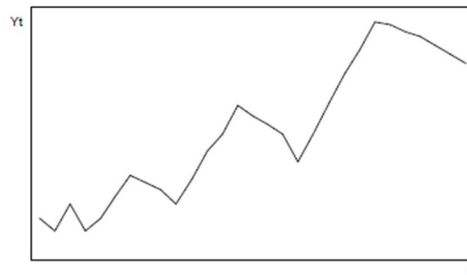


• **La representación gráfica de la serie:**

- Si las oscilaciones son constantes a lo largo del tiempo será **aditivo**.

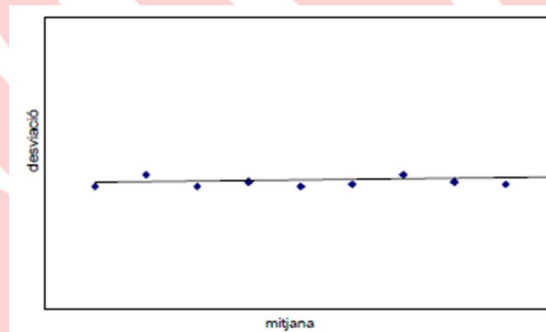


- Si las oscilaciones son cada vez mayores, es ejemplo de esquema **multiplicativo**.

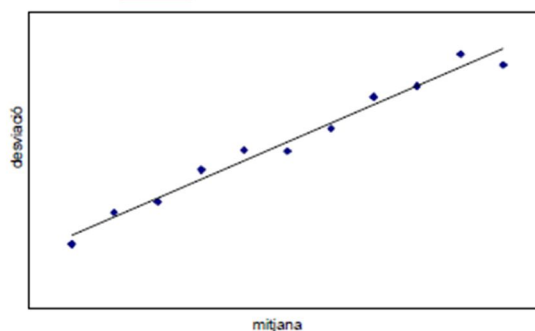


• **Gráfico de media-desviación típica:** tendremos que dividir cada período temporal fijo, calcularemos la media y la desviación típica y la representaremos.

- Si aunque la media aumente, la desviación se mantiene constante = **aditivo**.



- Si al aumentar la media, también aumenta la desviación = **multiplicativo**.



## 2.2 CLASIFICACIÓN DE SERIES TEMPORALES

Tipos de series:

- **Tipo I:** series que no tienen tendencia ni componente estacional.
- **Tipo II:** series que no tienen tendencia pero sí componente estacional.
- **Tipo III:** series que sí tienen tendencia pero no componente estacional.
- **Tipo IV:** series que sí tienen tendencia y componente estacional.

Para saber qué tipo de serie es utilizaremos dos instrumentos básicos:

◆ **Representación gráfica de la serie:**

◆ **Estadísticos:**

**a) Contraste de Daniel:** La  $H_0$  es que la serie no tiene tendencia y la  $H_a$  que si la tiene.

Pasos:

- 1) Añadir variable tendencia
- 2) Calcular el rango  $Y_t$ , posición que ocupa cada observación ordenada de mayor a menor.
- 3) Calcular la distancia entre rangos,  $d(t) = \text{rango}(Y_t) - t$
- 4) Calcular el contraste

$$\tau_s = 1 - \frac{6 \sum_{t=1}^T d_t^2}{T(T^2 - 1)} \sim N(0, (T-1)^{-1})$$

- 5) Calcular el contraste de Daniel

$$Z = \sqrt{T-1} \tau_s \sim N(0, 1)$$

Resultado:

Si  $|Z| > N(0, 1)$

Rechazo  $H_0$ , si hay  $T_t$

Si  $|Z| < N(0, 1)$

No rechazo  $H_0$ , no hay  $T_t$

**b) Contraste de Kruskal-Wallis:** su  $H_0$  es que no tiene componente estacional y su  $H_a$  que si tiene.

$$H = \frac{12}{T(T+1)} \left[ \sum_{i=1}^s \frac{R_i^2}{T_i} \right] - 3(T+1) \sim \chi_{s-1; \alpha}^2$$

$T$ = número de observaciones totales de la muestra

$S$ = número de periodos estaciones dentro de un año

$T_i$ = número de observaciones disponibles para cada período de año.

$R_i$ = suma de rangos en una ordenación de menor a mayor de cada mismo período de año.

Resultado:

Si  $H > \chi_{(s-1)}^2$

Rechazo  $H_0$ , si hay  $S_t$

Si  $H < \chi_{(s-1)}^2$

No rechazo  $H_0$ , no hay  $S_t$



Con el contraste de Daniel, conocemos si tiene  $T_t$ , con el contraste de Kruskal-Wallis, conocemos si tiene  $S_t$ . De esta manera podemos averiguar qué tipo de serie es. Una vez hecho esto, podemos pasar a predecir la serie.

Además de por el tipo de serie para la cual son adecuados, los diferentes métodos de previsión existentes también se pueden clasificar en:

- **Métodos de estructura fija:** Son aquellos que usan todas las observaciones del periodo muestral a la vez.
- **Métodos de estructura variable:** Son aquellos que usan de forma sucesiva las observaciones del periodo muestral.

## 2.3 MÉTODOS DE PREDICCIÓN

### • PREDICCIÓN SERIE TIPO I

**1. MÉTODO INGENUO:** consiste en tomar como predicción para el periodo  $t + 1$ , al valor observado en el periodo anterior.

Para el periodo muestral:  $\hat{Y}_t(1) = Y_t$

Para el periodo extramuestral:  $\hat{Y}_T(m) = Y_T$

Este método es de estructura variable.

### 2. MÉTODO MEDIA SIMPLE

Para el periodo muestral:

$$\hat{Y}_t(1) = \bar{Y} = \frac{\sum_{t=1}^T Y_t}{T}$$

Para el periodo extramuestral:

$$\hat{Y}_T(m) = \bar{Y} = \frac{\sum_{t=1}^T Y_t}{T}$$

El inconveniente de este método es que damos la misma estimación, es decir, la misma importancia a observaciones cercanas y alejadas. Es un método de estructura fija.

### 3. MÉTODO MEDIAS MÓVILES

Para solventar el problema del método anterior, utilizamos este método que consiste en utilizar sólo las observaciones más cercanas al periodo que queremos predecir, haciendo el promedio de éstas. Al número de observaciones que utilizemos para hacer la media, se le denomina longitud de la media móvil,  $k$ .

Para el periodo muestral:  $\hat{Y}_t(1) = \hat{Y}_{t-1}(1) + \frac{1}{k} (Y_t - Y_{t-k})$

Para el periodo extramuestral:  $\hat{Y}_T(m) = \hat{Y}_{T-1}(1) + \frac{1}{k} (Y_T - Y_{T-k})$



Podemos analizar el tipo de predicción en función de la k:

- Si k grande:
  - Media móvil más larga.
  - Serie más suavizada.
  - Menor ajuste.
  - Menor sensibilidad predicción periodo anterior.
- Si k pequeña:
  - Media móvil más corta.
  - Serie menos suavizada.
  - Mayor ajuste.
  - Mayor sensibilidad predicción periodo anterior.

Es un método de estructura variable.

#### 4. MÉTODO ALISADO EXPONENCIAL SIMPLE (AES)

Consiste en realizar una media de todas las observaciones, como en el método de la media simple, pero con la diferencia de que aquí se ponderan las observaciones. Realmente este método no es más que realizar una media móvil de orden infinito, porque intervienen todas las observaciones, pero ponderando de manera que los valores más cercanos serán más importantes.

$$Y_t(1) = \alpha Y_t + \alpha(1-\alpha)^1 Y_{t-1} + \alpha(1-\alpha)^2 Y_{t-2} + \dots + \alpha(1-\alpha)^n Y_{t-n}$$

Siendo  $\alpha$  = la constante de alisado

$$\alpha + \alpha(1-\alpha) + \alpha(1-\alpha)^2 + \dots + \alpha(1-\alpha)^n = \alpha/\alpha = 1$$

Para el periodo muestral:

$$\hat{Y}_t(1) = \alpha Y_t + (1-\alpha) \hat{Y}_{t-1}(1)$$

Para el periodo extramuestral:

$$\hat{Y}_T(m) = \alpha Y_T + (1-\alpha) \hat{Y}_{T-1}(1)$$

Ecuación de actualización:  $Y_t(1) = \alpha Y_t + (1-\alpha) Y_{t-1}(1)$

$$\hat{Y}_t(1) = \alpha Y_t + (1-\alpha) \hat{Y}_{t-1}(1)$$

Mecanismo de corrección del error:

$$\hat{Y}_t(1) = \hat{Y}_{t-1}(1) + \alpha e_{t-1}(1)$$



Podemos analizar el tipo de predicción en función de la  $\alpha$ :

- Si  $\alpha$  grande:
  - Mayor importancia al error cometido periodo anterior.
  - Mayor importancia valor predicción anterior y, por lo tanto, la serie menos suavizada.
  - Mayor ajuste.
- Si  $\alpha$  pequeña:
  - Menor importancia al error cometido periodo anterior.
  - Menor importancia valor predicción anterior y, por lo tanto, la serie más suavizada.
  - Menor ajuste.

Es un método de estructura variable.

## • PREDICCIÓN SERIE TIPO III

### 1. MÉTODO DE TENDENCIA LINEAL:

$$Y_t = T_t + u_t \quad \text{on, } T_t = \beta_0 + \beta_1 t.$$

Debemos estimar cuánto vale  $\beta_0$  y  $\beta_1$ . Para ello debemos seguir estos pasos:

1) Aplicar estimación mínimos cuadrados ordinarios

$$\hat{\beta}_1 = \frac{\sum_{t=1}^T t Y_t - \bar{Y} \sum_{t=1}^T t}{\sum_{t=1}^T t^2 - \bar{t} \sum_{t=1}^T t} \quad \hat{\beta}_0 = \bar{Y} - \hat{\beta}_1 \bar{t}$$

2) Calculamos la predicción:

Periodo muestral:  $\hat{Y}_t(1) = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 (t + 1)$

Periodo extramuestral:  $\hat{Y}_T(m) = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 (T + m)$

Este método, que es de estructura fija, tiene el inconveniente de que sinó sabemos si la tendencia es lineal, no se puede aplicar.

### 2. MÉTODO DOBLES MEDIAS MÓVILES

Consiste en hacer una media móvil ( $MM_t$ ) de longitud  $k$ , luego realizar una media móvil de ésta con la misma longitud de media ( $MM'_t$ ), y posteriormente estimar la tendencia y la pendiente para realizar la predicción. También es un método de estructura variable.

Para el periodo muestral:  $\hat{Y}_t(1) = \hat{T}_t + \hat{\beta}_1(t)$

Para el periodo extramuestral:  $\hat{Y}_T(m) = \hat{T}_T + \hat{\beta}_1(T) * m$



$$\begin{aligned} \text{Estimación de la tendencia} \quad & \hat{T}_t = 2MM_t - MM_t' \\ \text{Estimación de la pendiente} \quad & \hat{\beta}_1(t) = \frac{2}{k-1} (MM_t - MM_t') \end{aligned}$$

### 3. MÉTODO ALISADO EXPONENCIAL DE HOLT (AEH)

Consiste en hacer dos alisados exponenciales simples. Uno para la tendencia y el otro para la pendiente.

$$\text{Para el periodo muestral:} \quad \hat{Y}_t(1) = \hat{T}_t + \hat{\beta}_1(t)$$

$$\text{Para el periodo extramuestral:} \quad \hat{Y}_T(m) = \hat{T}_T + \hat{\beta}_1(T) * m$$

Estimación de la tendencia

Siendo  $\alpha$  = constante alisado de la tendencia

$$\hat{T}_t = \alpha Y_t + (1-\alpha) \hat{Y}_{t-1}(1)$$

Siendo  $\gamma$  = constante alisado de la pendiente

$$\hat{\beta}_1(t) = \gamma (\hat{T}_t - \hat{T}_{t-1}) + (1-\gamma) \hat{\beta}_1(t-1)$$

Es un método de estructura variable.



## TEMA 3: MODELOS DETERMINISTAS (II)

### 3.1 ANÁLISIS DEL COMPONENTE ESTACIONAL, $S_t$

La componente estacional capta las oscilaciones por encima y por debajo de la tendencia, con duración menor al año, y debido a razones de tipo físico-natural y factores institucionales.

Por otro lado, llamamos estacionalidad de la serie ( $s$ ) al número de periodos estacionales en los que está dividido un año. Por ejemplo, si los datos son trimestrales la  $s$  sería 4.

- **PREDICCIÓN SERIE TIPO II**

#### 1. MÉTODO INGENUO ESTACIONAL:

$$\begin{aligned} \text{Periodo muestral:} \quad & \hat{Y}_t(1) = Y_{t-s+1} \\ \text{Periodo extramuestral:} \quad & \hat{Y}_T(m) = Y_{T-s+m} \end{aligned}$$

Funciona igual que el método ingenuo par series Tipo 1, pero con la diferencia de que cada año está dividido en periodos más cortos, ya sean trimestres, semestres,... y por lo tanto, que la predicción para el primer trimestre, por ejemplo, del año 2010, debe corresponderse con el valor para el primer trimestre del año anterior.

En el periodo extramuestral siempre cogemos como predicción los valores del último año del periodo muestral.

Método de estructura variable.

#### 2. MÉTODO MEDIA SIMPLE ESTACIONAL

$$\text{Para el periodo muestral:} \quad \hat{Y}_t(1) = \frac{\sum_{t \in T_i} Y_t}{T_i}$$

$$\text{Para el periodo extramuestral:} \quad \hat{Y}_T(m) = \frac{\sum_{t \in T_i} Y_t}{T_i}$$

siendo  $i = 1, 2, \dots, s$

siendo  $s$  = número de estaciones

siendo  $T_i$  = número total de observaciones referidas a una misma estación

Método de estructura fija.



- **PREDICCIÓN SERIE TIPO IV**

$$Y_t = T_t + S_t + I_t$$

Para este tipo de series, utilicemos el método que utilicemos, hay tres pasos previos comunes a todos ellos:

- 1) Aislar  $T_t$  y  $S_t$
- 2) Predecir cada componente por separado,  $T_t$  y  $S_t$
- 3) Predecir  $Y_t$ , agregando la predicción de la  $T_t$  y del componente estacional  $S_t$ .

## 1. MÉTODO DE DESCOMPOSICIÓN

Pasos:

- 1) Obtendremos una primera estimación de la  $T_t^{(1)}$ , para hacerlo debemos aplicar medias móviles a la serie original. Este proceso se diferencia del método medias móviles que habíamos visto anteriormente, por el lugar donde adjudicaremos el promedio. Ya que en este caso ubicaremos el valor en la observación central de la media móvil y no en la última como hacíamos en las series tipo I.

El problema lo tenemos cuando la  $k$ = número par, porque entonces no existe un periodo central. Para solventarlo hacemos una nueva media móvil, de las medias móviles con  $k=2$  siempre.

- 2) Aislamos la componente estacional. Con la estimación primera de la tendencia  $T_t$ , lo que obtenemos es el aislamiento de esta componente y su identificación.

$$S_t + U_t = Y_t - T_t^{(1)}$$

- 3) Para poder identificar correctamente la componente estacional, en la mayoría de los casos es necesario calcular los IVEN, que son los índices de variación estacional netos.

En primer lugar, debemos calcular el promedio de la  $S_t$  para cada estación.

$$\bar{S}_i^* = \frac{\sum_{t \in T_i} (S_t + U_t)}{T_i}$$

Ejemplo: Si fuera por trimestres, deberíamos calcular:  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  y  $S_4$

Si  $S_1 = 4$  :  $S_1$  nos capta la subida de todos los primeros trimestres.

Si  $S_2 = -4$  :  $S_2$  nos capta la bajada de todos los segundos trimestres.

Para que el modelo se cumpla correctamente, en principio, la suma de todos los componentes estacionales ( $S_i$ ) tiene que dar cero. Porque unos con otros se acaban compensando. Pero normalmente, el modelo no se cumple de forma perfecta y no da cero. Es entonces cuando interviene los IVEN para corregirlo.



Así tenemos que:

$$\boxed{IVEN = S_i = S_i - S} \quad IVEN = 0$$

Todo esto funciona para modelos aditivos.

En modelos multiplicativos, los  $S_i$  deben sumar 12 o 4, en función de si trabajamos respectivamente con datos mensuales o trimestrales, es decir, deben sumar  $s$ . En el caso de que esto no se cumpla, interviene el IVEN para corregir-lo:

$$\boxed{IVEN = 1 = S_i / S}$$

Recordar que para saber si estamos ante un modelo aditivo o multiplicativo, deberíamos realizar el esquema gráfico.

- 4) Ahora debemos calcular la serie desestacionalizada, que nos sirve para predecir la tendencia y ver si ésta es creciente o decreciente.

$$\hat{T}_t^{(2)} = Y_t - \hat{S}_i$$

- 5) Ahora predecimos la tendencia de la serie desestacionalizada. Para ello aplicamos el método de la tendencia lineal (mínimos cuadrados ordinarios) ya visto anteriormente. Y con ello obtendremos el valor de la  $B_0$  y la  $B_1$ .

$$\hat{T}_t = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1(t)$$

- 6) Ahora ya podemos predecir la serie totalmente.

Periodo muestral:  $\hat{Y}_t(1) = \hat{T}_{t+1} + \hat{S}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1(t+1) + \hat{S}_i$

Periodo extramuestral:  $\hat{Y}_T(m) = \hat{T}_{T+m} + \hat{S}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1(T+m) + \hat{S}_i$

Es un método de estructura fija.

## 2. MÉTODO ALISADO EXPONENCIAL DE HOLT-WINTERS (AE H-W)

Es un método de estructura variable. Consistiría en añadir un nuevo alisado al método de Holt, para la nueva componente que se añade, que es la componente estacional.

Periodo muestral:  $\hat{Y}_{t-1}(1) = \hat{T}_{t-1} + \hat{\beta}_1(t-1) + \hat{S}_i(t-s)$

Periodo extramuestral:  $\hat{Y}_T(m) = \hat{T}_T + \hat{\beta}_1(T) * m + \hat{S}_i(T+m-s)$



De manera que ahora debemos calcular:

La tendencia:

$$\hat{T}_t = \alpha [Y_t - \hat{S}_i(t-s)] + (1-\alpha)[\hat{T}_{t-1} + \hat{\beta}_1(t-1)]$$

La pendiente:

$$\hat{\beta}_1(t) = \gamma [\hat{T}_t - \hat{T}_{t-1}] + (1-\gamma)\hat{\beta}_1(t-1)$$

La componente estacional:

$$\hat{S}_i(t) = \delta [Y_t - \hat{T}_t] + (1-\delta)\hat{S}_i(t-s)$$

