

# **TEMA 7: SERIES TEMPORALES**

- 7.1.- Introducción a las series temporales. Conceptos.
- 7.2.- Representación gráfica.
- 7.3.- Componentes de una serie temporal.
- 7.4.- Formas de combinar las componentes.
- 7.5.- Análisis de la tendencia.
- 7.6.- Análisis de la componente estacional.
- 7.7.- Componente irregular.

## **7.1.- Introducción a las series temporales.** **Conceptos.**

La comprensión de gran parte de fenómenos de interés en economía se verá notablemente facilitada si disponemos de información histórica sobre los mismos.

Denominamos serie temporal o cronológica a una sucesión de observaciones cuantitativas de una variable tomadas en el transcurso del tiempo, de modo que los valores que toma dicha variable aparecen ordenados en el tiempo. Ejemplos de series temporales son la producción total anual de acero en un cierto número de años, el precio diario de cierre de una acción en la Bolsa, el total mensual de ventas habidas en un departamento de unos grandes almacenes, las temperaturas horarias anunciadas por el observatorio meteorológico de una ciudad, etc ...

En definitiva, una serie temporal no es más que un caso particular de variable estadística bidimensional  $(X,Y)$ , donde la variable independiente  $X$  es el tiempo y la dependiente es la variable cuya evolución temporal se estudia, y a la que vamos a seguir denotando por  $Y$ .  $Y = f(t)$

El análisis de las series temporales permite describir la evolución pasada de una variable y formular predicciones sobre un futuro más o menos cercano, es decir, el objetivo que se persigue con el estudio de las series de tiempo es analizar la evolución de una variable a lo largo del tiempo para poder efectuar predicciones sobre el comportamiento de dicha variable en un futuro próximo, bajo el supuesto de que persista la forma estructural en que se desarrolla en fenómeno que se estudia.

Es importante comprobar que los datos de la serie permiten comparar distintas observaciones de una serie temporal (están medidos de manera homogénea).

## **7.2.- Representación gráfica.**

Todo análisis de series de tiempo debe iniciarse con una representación gráfica de la misma, para ello se procede de la siguiente forma: sobre un sistema de ejes cartesianos se toman los tiempos  $t$  en el eje de abscisas y los valores de  $y$  en el eje de ordenadas, obteniéndose una serie de puntos  $(t, Y_t)$  tales que, uniendo cada dos

puntos consecutivos mediante segmentos rectilíneos, se obtiene una línea quebrada de la evolución seguida en el tiempo por el fenómeno que se está estudiando.

Esto nos permite detectar las características más importantes de la variable tales como el movimiento a largo plazo, amplitud de las oscilaciones, la posible existencia de ciclos, rupturas, valores anómalos, etc.

Por lo tanto, la representación es uno de los pasos más importantes, pues va a condicionar todo el análisis posterior.

### 7.3.- Componentes de una serie temporal

El comportamiento de una serie cronológica viene determinada por la acción de factores de muy diversa índole que actúan conjuntamente sobre el fenómeno en cuestión y cuyos efectos van apareciendo en el transcurso del tiempo, de modo que podemos decir que cada uno de los valores que toma la variable  $Y$  es el resultado de la actuación simultánea de numerosos factores, a los que podemos agrupar en 4 grandes componentes:

**Tendencia  $T_{ik}$ :** es un componente difícil de definir: movimiento general a largo plazo de la serie en cuestión. Consiste en un movimiento persistente del fenómeno, de larga duración, y en un sentido determinado, e indica la marcha general del fenómeno, suponiéndolo aislado de cualquier otro tipo de oscilación y durante un período de tiempo suficientemente amplio. El largo plazo, evidentemente, está en relación con el tipo de variable

que se esté considerando. Así, por ej, en el caso de la serie diaria de las temperaturas anotadas cada hora en una determinada zona, el largo plazo es distinto del correspondiente a la serie de las ventas anuales de una fábrica de automóviles.

La tendencia puede ser un movimiento estacionario, ascendente o descendente, y suele representarse gráficamente por una línea recta o por una curva suave.

**Variaciones estacionales:**  $e_{ik}$  son fluctuaciones, oscilaciones que se repiten en intervalos cortos e iguales de tiempo con un periodo igual o inferior al año, y que se reproducen de manera reconocible en los diferentes años de una forma casi constante.

**Variaciones cíclicas**  $c_{ik}$ : son movimiento oscilatorios, ascendentes y descendentes, alrededor de la tendencia, que se repiten casi en forma periódica, pero no son tan regulares como las variaciones estacionales. El período de repetición suele ser superior al año.

En general, son de naturaleza económica y se corresponden con los periodos sucesivos de prosperidad y depresión por los que atraviesa la economía. Normalmente en una serie económica se superpone distintos ciclos de esta clase, lo que hace que en la práctica ésta sea la componente más difícil de determinar. Como es natural, para que estas variaciones puedan reconocerse es necesario que la serie incluya un número elevado de años.

**Variaciones residuales**  $r_{ik}$ : también llamadas residuos, variaciones irregulares, accidentales o variaciones erráticas, son movimientos bruscos y pasajeros que aparecen en la trayectoria de la serie temporal y están provocados por factores eventuales y esporádicos, tales como guerras, huelgas, catástrofes naturales, etc, factores todos ellos imprevisibles. Son movimientos que no muestran un carácter periódico reconocible, y como tales se les considera originados por fenómenos singulares que afectan a la variable en estudio de manera más o menos casual y no permanente. De su definición se deduce que se podrían ver dos tipos de variaciones: las aleatorias (pequeños efectos de carácter accidental y por tanto no identificables), y las erráticas, que se producen como consecuencia de hechos no siempre previsibles pero que pueden ser identificados a posterior (huelgas, cambios institucionales, catástrofes naturales, etc..)

#### 7.4.- Formas de combinar las componentes.

En el estudio de las series temporales es de gran importancia el poder separar las 4 componentes antes citadas, pero para poder efectuar esta descomposición hay que conocer de qué forma se combinan, lo cual no es tarea fácil, es decir, resulta prácticamente imposible el averiguar con exactitud la forma en la que se relacionan las 4 componentes, y es por lo que nos conformamos con

aceptar alguno de los esquemas generalmente más admitidos, que son:

- a) **Esquema aditivo:** supone que el valor observado de la serie se obtiene sumando las 4 componentes

$$Y_{ik} = T_{ik} + C_{ik} + e_{ik} + r_{ik}$$

- b) **Esquema multiplicativo:** supone que las 4 componentes actúan entre sí de forma multiplicativa, es decir, el valor observado de Y se obtiene mediante el producto de las 4 componentes.

$$Y_{ik} = T_{ik} * C_{ik} * e_{ik} * r_{ik}$$

Si admitimos que las desviaciones de la tendencia no se ven afectadas por la magnitud de ésta (hipótesis de independencia entre la tendencia y las fluctuaciones que la afectan), esquema aditivo. Sin embargo es más realista, al menos en el campo económico considerar que existe dependencia de las fluctuaciones.

Examinaremos 2 procedimientos para determinar el tipo de esquema al que responde una serie.

- 1) **Representación gráfica de la serie.** Este primer procedimiento consiste en representar gráficamente la serie. Si se observa que las

fluctuaciones son más o menos regulares a lo largo de la serie, sin verse afectadas por la tendencia, se puede emplear el esquema aditivo. Si, por el contrario, se observa que la magnitud de las fluctuaciones varía con la tendencia, siendo más altas cuando ésta es creciente y más bajas cuando es decreciente, se debe adoptar entonces un esquema multiplicativo. Conviene tener en cuenta que, para que el empleo de este u otro procedimiento resulte eficaz, es necesario que la serie presente una tendencia marcada. Si, por el contrario, la serie es aproximadamente estacionaria en la tendencia, es difícil discriminar entre ambos esquemas.

- 2) **Análisis del gráfico media-desviación típica.** Si la desviación típica claramente crece al crecer la media, es razonable creer que la componente residual aparece multiplicando a las demás.

## **7.5.- Análisis de la tendencia.**

Existen muchos métodos para aislar el movimiento a largo plazo de una serie, teniendo en cuenta que la determinación de la tendencia solo debe hacerse cuando se disponga de una larga serie de observaciones, ya que en otro caso se podrían obtener conclusiones erróneas. Los métodos más utilizados son:

## Método de las Medias Móviles.

Es un método mecánico con el que se consigue sustituir la serie original por una serie "suavizada", que se toma como línea de tendencia. Se trata de promediar de forma móvil los datos, con la intención de que en los datos considerados para promediar se consideren todos los que pertenecen a un "periodo". Con esta operación se pretende suavizar las oscilaciones, y alisar el comportamiento de las series.

Generalmente se suelen calcular medias móviles de periodo  $k = n^\circ$  de subperiodos en que se divide el año. Ej:  $k = 4$  trimestres,  $k = 3$  cuatrimestres, etc..

El procedimiento para calcular las medias móviles:

- Se toman las  $k$  primeras observaciones, se calcula la media y se asigna a un valor central. (El problema es que si  $k$  es par, ese valor central no coincide con ninguno de los periodos para los que se dispone de datos y habrá que centrarla posteriormente. Para ello, calcularemos una nueva media móvil de orden 2, que al centrarla ya si se asigna un periodo de la serie).
- Se deja la primera observación, se calcula la media de las  $k$  siguientes, y se asigna a un valor central, y así sucesivamente.

La línea que resulta de unir las medias móviles de orden  $k$  resulta ser la tendencia.

El principal inconveniente que presenta este método es que no permite efectuar predicciones, ya que no proporciona la expresión de una función matemática mediante la cual podamos obtener el valor de la tendencia para un instante futuro. Además, al aplicar el método, quedan sin determinar algunos valores al principio y al final de la nueva serie, y cuanto mayor sea  $k$ , mayor será la información que se pierda en la línea de tendencia.

### **Método de la regresión o del ajuste analítico**

Consiste en ajustar una función que relacione la variable en función del tiempo. El supuesto más habitual es el de tendencia lineal, si bien para ciertas magnitudes económicas por su propio carácter o representación gráfica aconseja ajustes a otro tipo de funciones: parabólico, etc...

Como resultado de la regresión lineal se obtiene

$$Y_t = a + bt$$

Este método tiene la ventaja de que permite efectuar predicciones de los valores de la serie.

### **7.6.- Análisis de la componente estacional.**

Como ya dijimos anteriormente, las variaciones estacionales son movimientos periódicos que se repiten

en intervalos cortos de tiempo, y de duración constante o casi constante. Lo normal es referirse a variaciones estacionales de período anual y con datos mensuales, trimestrales o cuatrimestrales, aunque, en realidad, el período puede ser inferior al año. Se podrían considerar series con variaciones estacionales cuyo período sea el mes, la semana o, incluso, el día, siendo, evidentemente, en estos casos los intervalos de observación cada vez más cortos.

La determinación de las variaciones estacionales puede hacerse con dos fines:

- para conocerlas, determinando los índices de variación estacional (IVE)
- para eliminarlas y poder observar mejor la marcha general del fenómeno, considerándolo aislado de posibles influencias estacionales. Este proceso recibe el nombre de desestacionalización de la serie.

Dado que la mayoría de las series que se presentan en la práctica suelen adaptarse mejor al esquema multiplicativo que al aditivo, supondremos como se analiza la componente estacional bajo el esquema multiplicativo.

Los pasos a seguir son los siguientes:

1.- Suponemos que tenemos determinada la tendencia de la serie temporal, ya sea por cualquiera de los dos métodos vistos anteriormente. Vamos a explicarlo bajo el supuesto de que hemos determinado la tendencia por el método de las medias móviles.

2.- Se eliminan la tendencia y la componente cíclica, dividiendo para ello cada dato de la serie original por la correspondiente media móvil. La justificación de porque se hace esto es debido a que realmente al aplicar el método de las medias móviles lo que se obtiene, en el caso de esquema multiplicativo, es una aproximación de  $T \cdot C$ , ya que el período que se considera (un año) es suficientemente pequeño, y se puede suponer que en este caso la componente cíclica está incluida en la tendencia de la serie, puesto que en un período tan corto no da lugar a que se manifiesten plenamente las variaciones cíclicas.

Así, del resultado de dividir los valores de la serie original por la tendencia, obtenemos:

$$Y_t = T_t * E_t * I_t$$

$Y_t$  serie original

$T_t$  tendencia (medias móviles)

$E_t$  componente estacional

$I_t$  componente irregular

$$Y_t / T_t = E_t * I_t = X_t$$

La serie  $X_t$  es la serie destendenciada, que tomará valores mayores que uno si  $Y_t > T_t$ . En definitiva, al efectuar esta operación nos quedamos ya solamente con la componente estacional y con la componente accidental.

3.- Con los datos obtenidos en la fase anterior se calculan los promedios (por meses, trimestres o cuatrimestres, según el caso). De esta forma se elimina la componente accidental, ya que al promediar se está repartiendo la influencia de dicha componente.

4.- Se suman dichas medias, y su suma ha de ser igual a  $k$ . Si existe alguna diferencia, se reparte el exceso/defecto proporcionalmente entre todas las medias, es decir, se calcula la media aritmética de los valores obtenidos en la fase anterior, y se expresa cada uno de ellos como porcentaje con respecto a dicha media, obteniéndose así los llamados "índices de variación estacional". Habrá tantos índices como momentos de observación anual, esto es, si las observaciones son mensuales se tendrán doce índices; si son trimestrales cuatro, y si son cuatrimestrales, tres.

Los índices de variación estacional miden la fuerza con la que actúa la componente estacional, considerándola aislada de las otras tres componentes; es decir, nos indican el porcentaje de aumento o de disminución con respecto a la tendencia que se produce en los valores de la variable observada por el hecho de estar en una determinada estación (un determinado mes, trimestre o cuatrimestre, según el caso).

Como ya hemos comentado anteriormente, en algunos casos puede interesarnos el observar el comportamiento general de una serie sin tener en cuenta las circunstancias estacionales; para ello es preciso eliminar la componente estacional, y a este proceso se le conoce con el nombre de desestacionalización.

Si el esquema es multiplicativo, la desestacionalización se consigue simplemente dividiendo cada observación de la serie original por el correspondiente índice de variación estacional y multiplicando luego por 100, o, lo que es lo mismo, dividiendo por el índice de variación estacional expresado en tanto por uno.

$$Z_t = Y_t / E_t = T_t * I_t$$

## **7.7.- Componente irregular**

Si se divide la serie desestacionalizada entre la tendencia, se obtiene la componente irregular.

$$Z_t / T_t = (T_t * I_t) / T_t = I_t$$

Generalmente se suele calcular una banda inferior y superior para la componente irregular que permite detectar observaciones anómalas o especialmente atípicas, definidas por : (Media  $\pm 3$  veces la desviación típica) de la componente irregular para el periodo analizado.