

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS BÁSICAS Y

APLICADAS

INGENERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

MANUAL

ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO

Autores:

Dra. Rosario Yaqueliny Lluce Santamaria

Dra. Marcela Yvone Saldaña Miranda

Mg. Mario Félix Olivera Aldana

JAÉN – PERÚ, FEBRERO 2025

ÍNDICE

1. Introducción	3
2. Objetivos	3
3. Desarrollo	4
3.1. Tendencia (T).....	4
3.1.1. Aplicaciones	4
3.1.2. Proceso	5
3.2. Suavización Exponencial	6
3.2.1. Proceso	7
3.2.2. Aplicación.....	9
3.3. Medias Móviles.....	9
3.3.1. Proceso	9
3.3.2. Parámetro de la media Móvil	10
3.3.3. Tipos de las medias móvil	12
3.3.4. Aplicación.....	12
3.4. La Variación Estacional.....	12
3.4.1. Características de la Estacionalidad	13
3.4.2. Métodos para Identificar y Analizar la Estacionalidad	13
3.4.3. Modelo Aditivo	13
3.4.4. Modelo Multiplicativo.....	14
3.4.5. Pasos para descomposición Clásica.....	14
3.5. Componente Aleatoria	14
3.6. Ejemplos Aplicativos	15
3.7. Ciclicidad en Series de tiempo.....	17
3.7.1. Características de Ciclicidad	17
4. Conclusión.....	20
5. Bibliografía.....	21

1. Introducción

El análisis de series de tiempo es una disciplina fundamental en estadística y probabilidad, utilizada para comprender y prever el comportamiento de datos recopilados en intervalos de tiempo sucesivos. Las series de tiempo son omnipresentes en diversos campos como la economía, la meteorología, la ingeniería, y la ciencia, donde se necesita analizar y predecir datos temporales para tomar decisiones informadas.

Una serie de tiempo se puede descomponer en varios componentes básicos que ayudan a desentrañar la estructura subyacente y los patrones recurrentes en los datos. Estos componentes incluyen la tendencia, la estacionalidad, el ciclo y la componente aleatoria o error. Cada uno de estos componentes desempeña un papel crucial en la explicación de las variaciones observadas en la serie de tiempo y su identificación precisa es esencial para un análisis eficaz y una predicción precisa.

La correcta identificación y separación de estos componentes permiten una mejor comprensión de los datos históricos y mejoran la capacidad de realizar predicciones futuras. A través de la descomposición de una serie de tiempo en sus componentes fundamentales, se puede desarrollar modelos más precisos y útiles para diversas aplicaciones prácticas, desde la planificación económica hasta la gestión de inventarios y la predicción del clima.

Este informe explorará en detalle cada uno de estos componentes, los métodos utilizados para su identificación y análisis, y cómo su descomposición puede mejorar nuestra comprensión y capacidad de predicción de las series de tiempo.

2. Objetivos

- Identificar y definir claramente los componentes básicos de una serie de tiempo: tendencia, estacionalidad, ciclo y componente aleatoria.
- Describir cómo cada componente influye en la estructura y variabilidad de una serie de tiempo

3. Desarrollo

3.1. Tendencia (T)

En el análisis de series de tiempo, la tendencia es el patrón subyacente a largo plazo que representa el crecimiento o disminución en la serie a lo largo del tiempo. No necesariamente es lineal, y puede mostrar una evolución ascendente o descendente (Estadística, 2024).

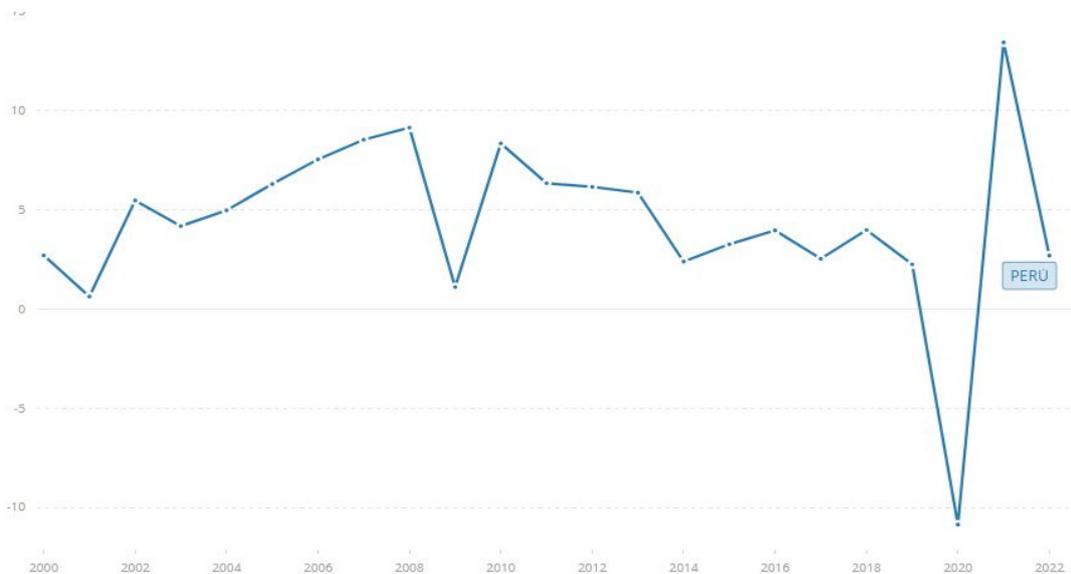
3.1.1. Aplicaciones

Crecimiento Económico de un País:

- Aumento continuo del Producto Interno Bruto (PIB) debido a factores como la inversión, la innovación tecnológica, y el aumento de la productividad laboral.

Gráfico 1:

Crecimiento del PBI (% anual) en Perú, 2000-2022



Nota: Datos de cuentas nacionales del Banco Mundial y archivos de datos de Cuentas Nacionales de la OCDE (*World Bank Open Data*, s. f.)

Aumento de la Población en una ciudad

Incremento sostenido de la población de una ciudad como resultado de la migración, el crecimiento natural (nacimientos menos muertes), y la expansión urbana

Incremento de Ventas de una Empresa:

Crecimiento sostenido en las ventas de una empresa debido a la expansión de mercado, la mejora de productos, y el aumento de la demanda.

Métodos de Identificación:

Regresión Lineal:

Descripción: La regresión lineal es un método estadístico utilizado para ajustar una línea recta a los datos de una serie de tiempo. Este método modela la relación entre una variable dependiente (el valor de la serie en un momento dado) y una variable independiente (el tiempo).

3.1.2. Proceso

1. **Modelado de la Relación o proyección de tendencia:** Se establece una relación lineal entre el tiempo t y el valor de la serie Y_t mediante la ecuación de la línea de regresión:

$$Y_t = a + bt$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{t}$$

$$b = \frac{\sum tY - n\bar{t}\bar{Y}}{\sum t^2 - n\bar{t}^2}$$

Donde:

- a es la intersección o el valor de Y cuando $t = 0$
- b es la pendiente de la línea, que indica la tasa de cambio de Y por unidad de tiempo
- t es periodo

Ejemplo 1

Consumo de eléctrico en la ciudad de lima

Contexto: Considere la serie de tiempo formada por el consumo de electricidad emitida por electro norte sobre los últimos 12 años

Datos: La cual se muestra en tabla:

Tabla 1

Registro de consumo eléctrico

AÑO	Periodo (t)	Consumo (KWh) (y)	(ty)	x^2
2013	1	1045	1045	1
2014	2	1123	2246	4
2015	3	1287	3861	9
2016	4	1234	4936	16
2017	5	1098	5490	25
2018	6	1256	7536	36
2019	7	1013	7091	49
2020	8	1145	9160	64
2021	9	1300	11700	81
2022	10	1244	12460	100
2023	11	1272	13684	121

2024	12	1182	14184	144
Total	$\bar{x} = 6.5$	$\bar{y} = 1183.25$	$\Sigma = 93393$	$\Sigma = 650$

Calculamos b

Reemplazamos en la fórmula:

$$b = \frac{\Sigma xy - n\bar{x}\bar{y}}{\Sigma x^2 - n\bar{x}^2}$$

$$b = \frac{93393 - (12) * (6.5) * (1183.25)}{650 - (12) * (6.5)^2}$$

$$b = 7.7$$

Reemplazamos para "a"

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

$$a = 1183.25 - (7.7) * (6.5)$$

$$a = 1133.2$$

Reemplazamos para \bar{y}

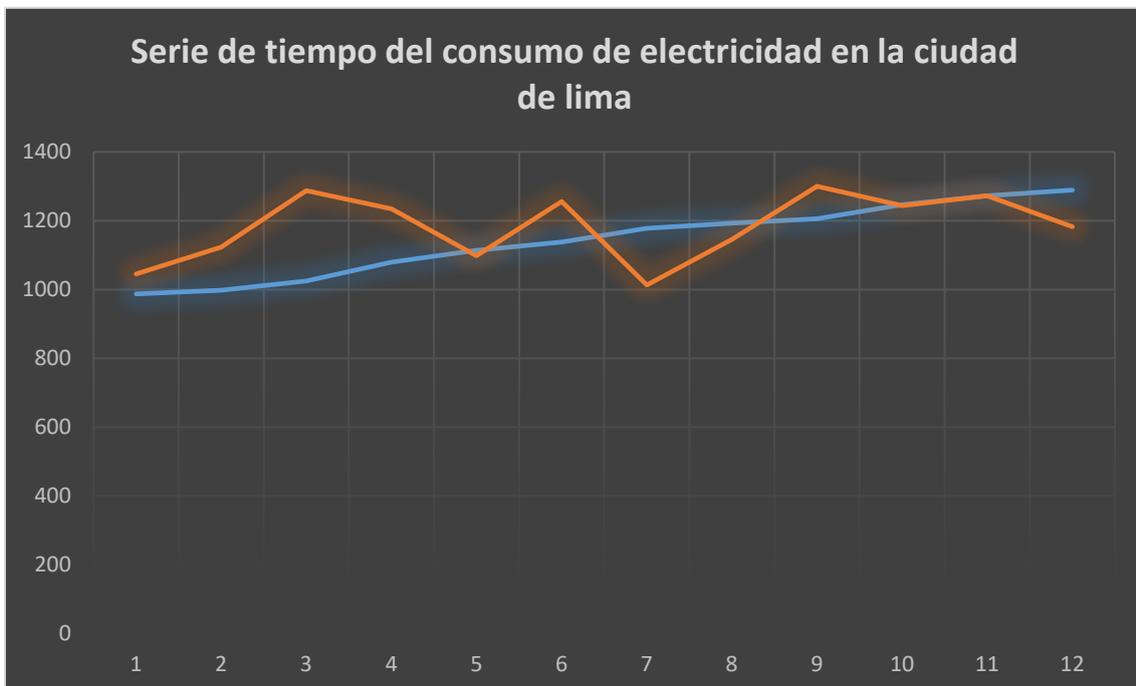
$$\bar{y} = a + bx$$

$$\bar{y} = 1133.2 + (7.7) * (13)$$

$$\bar{y} = 1233.$$

Resultado:

Para el 2025 o el periodo 13 se consumirán 1233.3 KWh en la ciudad de lima



Fuentes: Elaboración propia

3.2. Suavización Exponencial

Descripción: El suavizado exponencial es un método que asigna más peso a los

datos más recientes, lo que permite capturar tendencias y patrones más recientes en la serie de tiempo.

3.2.1. Proceso

1. **Cálculo del Valor Suavizado:** El valor suavizado en el tiempo t se calcula utilizando la fórmula.

$$S_t = S_{t-1} + \alpha(Y_{t-1} - S_{t-1})$$

Donde:

- S_t es el valor suavizado en el tiempo t .
 - Y_i es el valor observado en el tiempo t
 - α es el parámetro de suavizado ($0 < \alpha < 1$), que determina el peso asignado a los datos más recientes
2. **Elección del Parámetro α :** Se selecciona un valor de α que balancee la respuesta rápida a los cambios recientes y la estabilidad general del suavizado. Un α alto responde más rápidamente a los cambios, mientras que un α bajo proporciona un suavizado más estable.

Ejemplo 2

Predicción del Tráfico Vehicular

Se dispone de datos históricos de la cantidad de vehículos que pasan por una calle en un horario específico durante los últimos 10 días. Traza la tendencia de la tabla y predice el día 11.

Datos: Los datos de tráfico vehicular (en número de vehículos) son los siguientes:

Tabla 2:

Datos de tráfico vehicular en la calle Cajamarca

Día	Vehículos
1	200
2	210
3	195
4	205
5	220
6	230
7	240
8	235
9	225
10	215

11	S₁₁
-----------	-----------------------

Fuente: elaboración propia

Se utiliza la formula usando de manera arbitraria $\alpha = 0.3$:

$$S_t = S_{t-1} + \alpha (Y_{t-1} - S_{t-1})$$

$$\text{Día 2} = 200 + 0.3(200 - 200) = 200$$

Se obtiene la siguiente tabla repitiendo hasta el día 10:

Tabla 3:

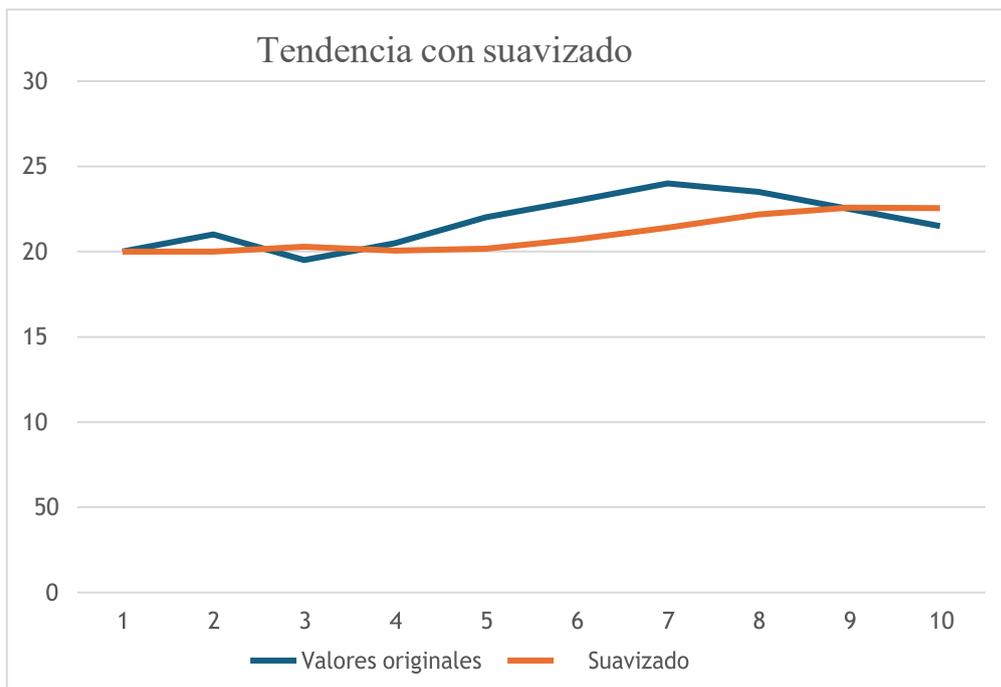
Valores de S_t según el día.

Día	S_t
1	200
2	200
3	203
4	200.6
5	201.92
6	207.34
7	214.14
8	221.89
9	225.82
10	225.58
11	S₁₁

Fuentes: Elaboración propia

Con los datos obtenidos de las tablas se hace una comparación de la tabla 1 y la tendencia encontrada con gráficas usando EXCEL

Gráfica 3:



Fuentes: *Elaboración propia*

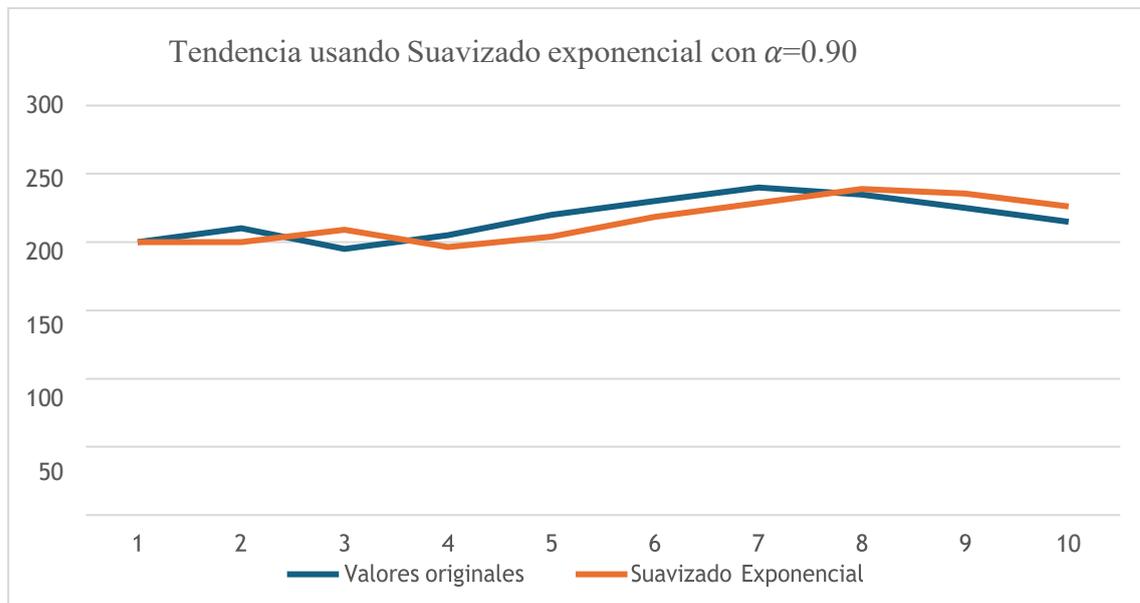
Calculando el día 11:

$$S_{11} = S_{10} + \alpha(Y_{10} - S_{10})$$
$$S_{11} = 225.58 + 0.3(215 - 225.58) = 222.41$$

Interpretación: Aproximadamente 222.41 vehículos pasarán por la carretera en el día 11.

Ahora se observará como la gráfica cambia usando un valor mayor a alfa, $\alpha = 0.90$

Gráfico 4:



Fuentes: *Elaboración propia*

3.2.2. Aplicación

Útil para Series con Tendencia No Lineal y Fluctuaciones Menores: Este método es eficaz para capturar tendencias en series de tiempo que no siguen un patrón lineal claro y tienen fluctuaciones menores.

Ejemplo 3: Suavizado de datos de ventas mensuales para identificar la tendencia subyacente. El suavizado exponencial puede ayudar a destacar la tendencia general en las ventas, minimizando las fluctuaciones menores.

3.3. Medias Móviles

Descripción: Las medias móviles son un método que calcula la media de los valores de una serie de tiempo dentro de una ventana móvil. Este método ayuda a suavizar las fluctuaciones a corto plazo y resaltar la tendencia subyacente.

3.3.1. Proceso

Cálculo de la Media Móvil: La media móvil en el tiempo t se calcula como:

$$MA_t = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_{t-i}$$

donde:

- MA_t es la media móvil en el tiempo t .
- n es el tamaño de la ventana.
- Y_{t-i} son los valores observados en los tiempos $t - 1, \dots, t - (n - 1)$

Ejemplo 4

Análisis del Uso de cables eléctricos en una Obra de Construcción

Contexto: Disponemos de datos históricos del uso diario de cables eléctricos (en metros) en una obra de construcción durante los últimos 10 días. Queremos utilizar las medias móviles para suavizar las fluctuaciones diarias y entender la tendencia subyacente en el uso de los cables, así como para predecir el uso para el día 11.

Datos: La cantidad de cables eléctricos utilizada en los últimos 10 días es la siguiente:

Tabla 4:

Cantidad de concreto utilizado en los últimos 10 días.	
Día	Uso de cables eléctricos (m)
1	20
2	22
3	18
4	21
5	23
6	24
7	25
8	27
9	26
10	28
11	MA_{11}

Fuentes: Elaboración propia

3.3.2. Parámetro de la media Móvil

Vamos a elegir un tamaño de ventana, n . Supongamos que elegimos $n = 2$ días.

Proceso de Cálculo:

1. **Inicialización:** Para calcular la media móvil, tomamos la media de los

valores de la ventana seleccionada.

2. **Cálculo de medias móviles:** Utilizamos la fórmula de la media móvil para calcular las medias móviles para los días desde el día 3 hasta el día 10

$$MA_t = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_{t-i}$$

$$\text{Día 3: } MA_3 = \frac{1}{2} (Y_2 + Y_1) = \frac{1}{2} (22 + 20) = 21$$

Siguiendo el patrón para cada día desde el día 3 hasta el día 10 se obtiene:

Tabla 5:

Cálculo de medias móviles según el día	
Día	MA_t
1	
2	
3	21
4	20
5	19.5
6	22
7	23.5
8	24.5
9	26
10	26.5
11	

Fuentes: Elaboración propia

Para calcular el pronóstico en el día 11 se usa:

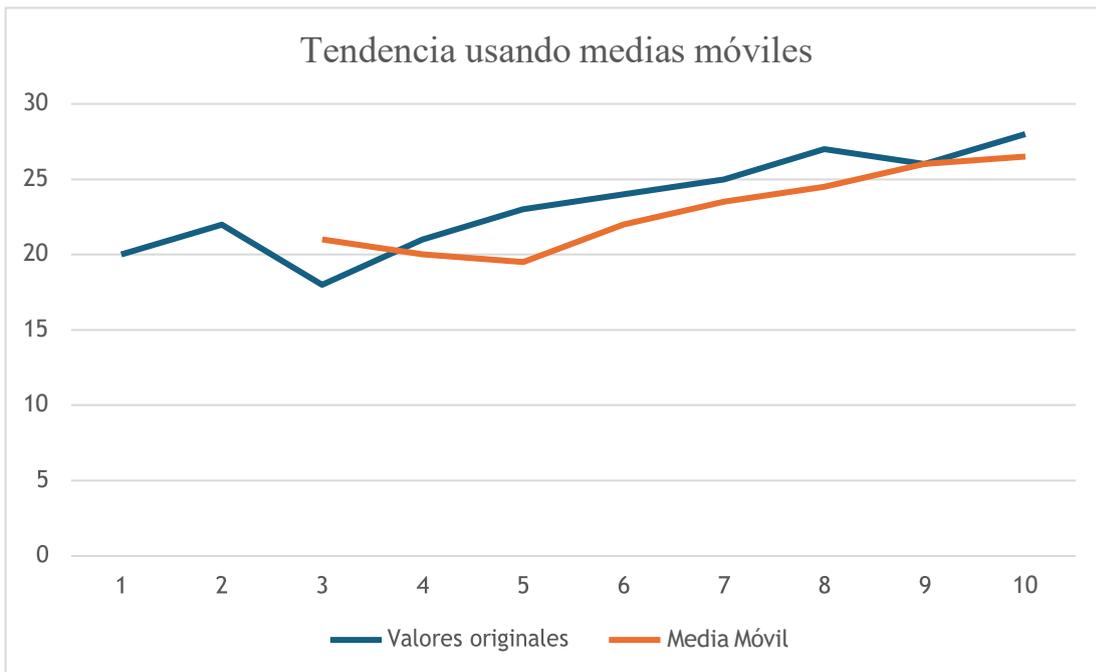
$$MA_{11} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^2 Y_{t-i}$$

$$MA_{11} = \frac{28 + 26}{2} = 27$$

Interpretación: Se pronostica que el día 11 se usaran 27 m de cables eléctricos

Usando EXCEL, relacionamos los valores originales con la tendencia usando medias móviles

Gráfico 5:



3.3.3. Tipos de las medias móvil

- **Media Móvil Simple (SMA):** Calcula la media aritmética de los valores en la ventana.
- **Media Móvil Ponderada (WMA):** Asigna diferentes pesos a los valores en la ventana, dando más importancia a los datos más recientes.

3.3.4. Aplicación

- **Adecuada para Datos con Fluctuaciones Periódicas o Aleatorias:** Las medias móviles son útiles para suavizar series de tiempo con fluctuaciones periódicas o aleatorias, ayudando a identificar la tendencia subyacente.
- **Ejemplo 5:** Análisis de tendencias en datos de tráfico web diario utilizando una ventana de 7 días para calcular la media móvil semanal. La media móvil ayuda a suavizar las variaciones diarias y resaltar la tendencia semanal

3.4. La Variación Estacional

La estacionalidad es un concepto fundamental. Se refiere a las fluctuaciones periódicas y predecibles que ocurren durante una serie de tiempo debido a factores estacionales. Las estaciones del año, las festividades, los días de la

semana y otros eventos repetidos afectan estas variaciones estacionales.

3.4.1. Características de la Estacionalidad

1. **Periodicidad:** Las fluctuaciones se repiten en intervalos regulares y conocidos, como mensuales, trimestrales, o anuales.
2. **Patrón Recurrente:** Los cambios en los datos siguen un patrón que se repite en ciclos fijos.
3. **Causa Subyacente:** La estacionalidad es impulsada por factores externos y predecibles, como el clima, eventos culturales, vacaciones, etc.
4. **Constancia en el Tiempo:** Aunque la magnitud puede variar, el patrón estacional generalmente permanece constante a lo largo del tiempo.

3.4.2. Métodos para Identificar y Analizar la Estacionalidad

Descomposición de Series Temporales:

- **Descomposición Clásica:** Divide una serie temporal en componentes de tendencia (T), estacionalidad (S), y ruido (R). Utiliza métodos aditivos o multiplicativos.

3.4.3. Modelo Aditivo

$$Y_t = T_t + S_t + R_t$$

Donde:

- Y_t = Es el valor observado de la serie temporal en el tiempo.
- T_t = Es el componente de tendencia en el tiempo.
- S_t = Es el componente estacional en el tiempo.
- R_t = Es el componente de ruido o aleatorio en el tiempo.

3.4.4. Modelo Multiplicativo

$$Y_t = T_t \times S_t \times C_t \times E_t$$

- Y_t = Es el valor observado en el tiempo.
- T_t = Es la tendencia en el tiempo.
- S_t = Es la estacional en el tiempo.
- C_t = Es el ciclo en el tiempo
- E_t = Es el componente de error en el tiempo.

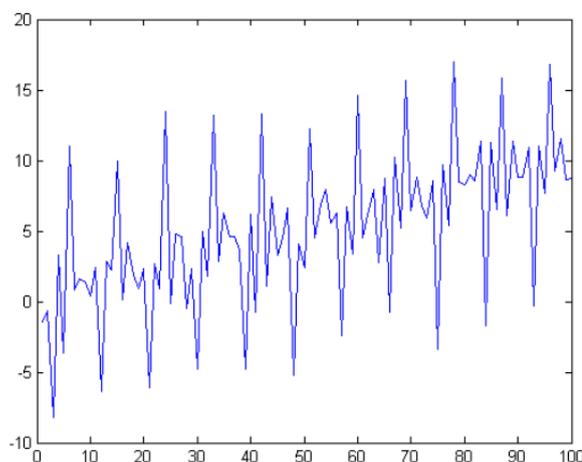
3.4.5. Pasos para descomposición Clásica

1. **Calcular la Tendencia:** Usualmente se realiza mediante el promedio móvil.
2. **Estimar la Estacionalidad:** Se obtiene el promedio de los valores estacionales después de remover la tendencia.
3. **Calcular los Residuos:** Restar (para el modelo aditivo) o dividir (para el modelomultiplicativo) la tendencia y la estacionalidad del valor original

3.5. Componente Aleatoria

Son movimientos erráticos que no siguen un patrón específico y que obedecen a causas diversas. Este comportamiento representa todos los tipos de movimientos de una serie detiempo que no son tendencia, variaciones estacionales ni fluctuaciones cíclicas. Este componente es prácticamente impredecible. (Gonzalo, Rios , 2008)

Figura 1 *Componente aleatoria*



Nota. Correlograma de una serie no estacionaria. Tomado de (Gonzalo,Rios , 2008).

Este componente explica la variabilidad aleatoria de la serie, es impredecible, es decir,

nose puede esperar predecir su impacto sobre la serie de tiempo, esto se debe a factores a corto plazo, imprevisibles y no recurrentes que afectan a la serie de tiempo.

La mayoría de las componentes irregulares se conforman de variabilidad aleatoria. Sin embargo, ciertos sucesos a veces impredecibles como huelgas, cambio de clima, elecciones, conflictos armados, factores económicos, etc. pueden causar irregularidad en una variable. Un claro ejemplo es el efecto del shock de precios de agosto de 1990 sobre el comportamiento de la inflación. (Sanabria, 2012).

3.6. Ejemplos Aplicativos

Ejemplo 6

Supongamos que una empresa de motos está evaluando la demanda de motores a lo largo de un año y ha registrado la siguiente demanda mensual (por unidad):

a) Pronosticar del mes 4 hasta el 13 usando un promedio móvil de 3 periodos.

Tabla 6:

Mes	DEMANDA(Unidad)	PRONOSTICO	E	l E l
1	977			
2	918			
3	896			
4	923	930.3	-7.3	7.3
5	959	912.3	46.7	46.7
6	926	926.0	0.0	0.0
7	921	936.0	-15.0	15.0
8	871	935.3	-64.3	64.3
9	840	906.0	-66.0	66.0
10	881	877.3	3.7	3.7
11	920	864.0	56.0	56.0
12	880	880.3	-0.3	0.3
13		893.7		

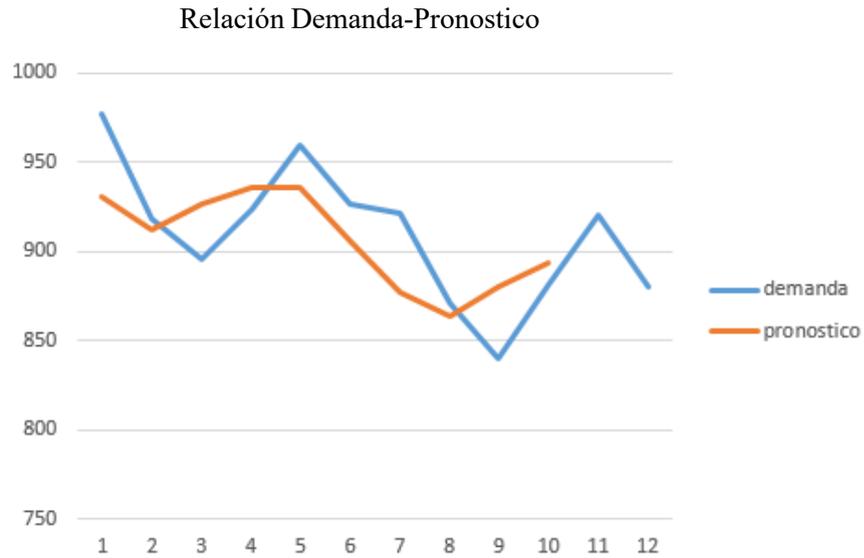
Fuentes: Elaboración propia

Medidas de desempeño	PROMEDIO MOVIL	
Error medio(ME)	-5	CONVIENE
Error Medio Absoluto(MAE)	29	

a) ¿Cuál será la demanda pronosticada para el mes 13?

La demanda pronostica para el mes 13 es de 893.7 o 894 motores

Gráfico 7



Fuentes: Elaboración propia

Ejemplo 7

Supongamos que una empresa constructora está evaluando la demanda de concreto a lo largo de un año y ha registrado la siguiente demanda mensual (en toneladas):

- a) Pronosticar del mes 4 hasta el 13 usando un promedio móvil de 2 periodos.

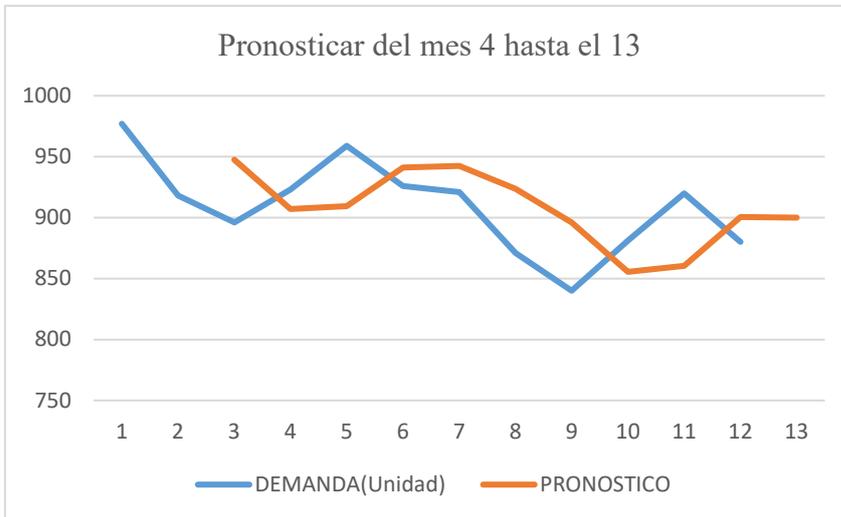
Tabla

Mes	Demanda(Unidad)	Pronóstico	E	E
1	977			
2	918			
3	896	947.5	-51.5	51.5
4	923	907	16	16
5	959	909.5	49.5	49.5
6	926	941	-15	15
7	921	942.5	-21.5	21.5
8	871	923.5	-52.5	52.5
9	840	896	-56	56
10	881	855.5	25.5	25.5
11	920	860.5	59.5	59.5
12	880	900.5	-20.5	20.5
13		900		

Resumen :

Medidas de desempeño	Promedio Móvil
Error medio(ME)	-7
Error Medio Absoluto(MAE)	37

Gráfico 8



Fuentes: Elaboración propia

3.7.Ciclicidad en Series de tiempo

Definición: es una serie de tiempo se refiere a las fluctuaciones que ocurren a intervalos no fijos y que tienen una duración mayor que las variaciones estacionales. Estas fluctuaciones están relacionadas con fenómenos que se repiten a lo largo del tiempo, pero no de manera regular o predecible. Los ciclos son influenciados por factores económicos, políticos, sociales, y naturales, y pueden abarcar varios años.

3.7.1. Características de Ciclicidad

1. **Duración Variable:** A diferencia de las variaciones estacionales, que ocurren en intervalos fijos y predecibles, los ciclos tienen duraciones que pueden variar significativamente.
2. **Magnitud Variable:** La amplitud de los ciclos también puede variar. Algunos ciclos pueden tener efectos profundos en la serie de tiempo, mientras que otros

pueden ser menos pronunciados

3. **No Regularidad:** Los ciclos no ocurren a intervalos regulares. Pueden ser influenciados por una variedad de factores que no son constantes en el tiempo.
4. **Relación con el Entorno Económico:** Los ciclos a menudo están asociados con fases de expansión y contracción en la economía, conocidas como ciclos económicos. Estas fases incluyen períodos de crecimiento económico seguidos por recesiones.

Ejemplo 8 :Ciclicidad

1. Ciclos Económicos:

- ✓ Ciclo de Negocios: La economía tiende a experimentar ciclos de expansión y contracción. Un ciclo económico típico incluye una fase de expansión, un pico, una recesión y un valle. Por ejemplo, la Gran Depresión de los años 1930 y la crisis financiera global de 2008 son ejemplos de recesiones significativas en el ciclo económico.
- ✓ Ciclos Kondratiev: Estos son ciclos económicos de largo plazo de aproximadamente 50 a 60 años. Según la teoría de Kondratiev, las economías pasan por períodos de innovación tecnológica y crecimiento seguidos de estancamiento y recesión.

2. Ciclos naturales:

- ✓ Ciclos Climáticos: Fenómenos como El Niño y La Niña afectan el clima global y ocurren en ciclos irregulares de varios años. Estos ciclos pueden tener un impacto significativo en sectores como la agricultura y la pesca.

3. Ciclos en Mercados Financieros

- ✓ Ciclos Bursátiles: Los mercados financieros a menudo experimentan ciclos de "bull" (mercados alcistas) y "bear" (mercados bajistas). Estos ciclos reflejan el optimismo y pesimismo de los inversores y pueden durar varios años

4. Análisis de Calidad

Para analizar la ciclicidad en series de tiempo, los métodos más comunes incluyen:

1. **Descomposición de Series de Tiempo:** Separar la serie de tiempo en sus componentes básicos: tendencia, estacionalidad, ciclicidad e irregularidad. Esto permite un análisis más claro de cada componente.
2. **Modelos Econométricos:** Modelos como ARIMA (Autoregressive

Integrated Moving Average) pueden ser utilizados para capturar la ciclicidad en datos deseries de tiempo. El componente auto regresivo y de media móvil ayuda a modelar la correlación temporal.

3. **Análisis de Fourier:** Una técnica matemática que descompone una serie detiempo en componentes sinusoidales de diferentes frecuencias, lo que puedeayudar a identificar ciclos de diferentes duraciones.
4. **Filtros:** Filtros como el filtro Hodrick-Prescott se utilizan para extraer lacomponente cíclica de una serie de tiempo económica.

Ejemplo 9:

Ciclo de Vida de Cojinetes en Motores (Ingeniería Mecánica)

Un motor utiliza cojinetes que muestran un patrón de fallas cada cierto tiempo debido al uso continuo. Las fallas ocurren en el siguiente orden (en horas de operación):

Horas de Operación	Falla Acumulada
100	1
200	2
300	3
400	4
500	5

Objetivo:

Determinar cuántas fallas ocurrirán a las 10000 horas de operación si el patrón continúa

Solución:

1. Tendencia:

Las fallas aumentan en forma lineal, con un promedio de una falla adicional cada 100 horas.

2. Proyección a 10000 horas

3. Siguiendo este patrón, se espera que las fallas acumuladas a las 10000 horas sean:

$$\text{Fallas acumuladas} = \frac{10000}{100} = 100$$

Conclusión:

Se espera que ocurran 100 fallas en total después de 10000 horas de operación, por lo que se deben proveer repuestos suficientes para esa cantidad de fallas

4. Conclusión

El análisis de series de tiempo en el contexto de probabilidad es una herramienta fundamental en estadística y análisis de datos, que permite descomponer y entender el comportamiento de datos temporales complejos. Asimismo, identificando los componentes clave de una serie de tiempo, es esencial para realizar predicciones precisas y tomar decisiones informadas.

Los principales componentes de una serie de tiempo incluyen la tendencia, la estacionalidad, los ciclos y componentes aleatorios.

Estos componentes proporcionan una visión clara y estructurada de los datos, facilitando una interpretación más precisa y una mejor toma de decisiones. La capacidad de descomponer una serie de tiempo en sus componentes fundamentales permite a los analistas identificar tendencias, ajustar por estacionalidad, entender ciclos y minimizar el impacto del ruido, mejorando así la eficacia y precisión de las predicciones.

El estudio de los componentes de una serie de tiempo en probabilidad es indispensable para cualquier análisis riguroso de datos temporales. Esta metodología no solo proporciona una comprensión más profunda de los datos, sino que también habilita la implementación de modelos predictivos más robustos y estrategias operativas más eficaces, conduciendo a decisiones más informadas y a una mejor planificación a futuro.

5. Bibliografía

- Estadística, P. Y. (2024). *Series de tiempo*. Probabilidad y Estadística.
https://www.probabilidadyestadistica.net/series-de-tiempo/#google_vignette
- World Bank Open Data*. (s. f.). World Bank Open Data.
- Peña, D. (2005). *Análisis de series temporales*. Alianza Editorial.
- Hernández, R. (2008). "Ciclos económicos y series de tiempo: una revisión crítica."
Revista de Economía Institucional, 10(18), 215-240
- Sanabria, E. M. (2012, 29 octubre). *Componentes de una serie de tiempo*.
- Bowerman, B. L., & O'Connell, R. T. (1993). *Pronósticos, series de tiempo y regresión: Un enfoque aplicado*. Editorial Reverté
- Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2014). *Análisis de series de tiempo y pronósticos*. Editorial Springer
- Montgomery, D. C., Jennings, C. L., & Kulahci, M. (2015). *Análisis y pronóstico de series de tiempo*. Editorial Wiley.
- De Livera, A. M., Hyndman, R. J., & Snyder, R. D. (2011). *Análisis de series de tiempo con estacionalidad y tendencia*. *Journal of Statistical Software*, 41(1), 1-18.
- Brockwell(2007) ,*Introducción a las series temporales y la previsión*