

# Pronósticos



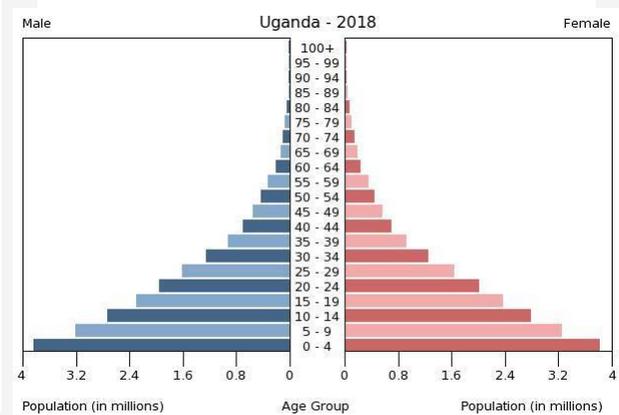
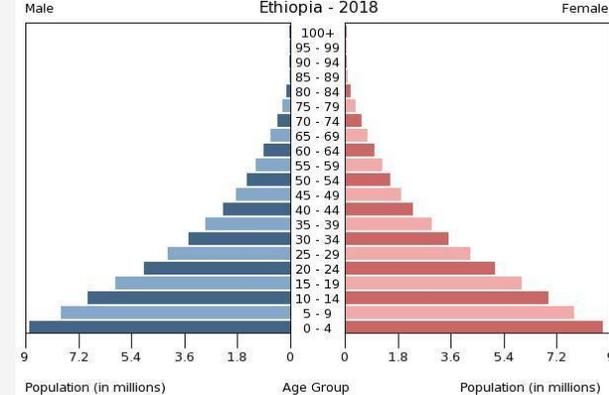
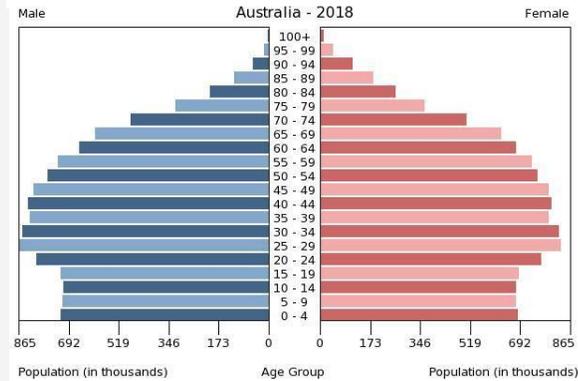
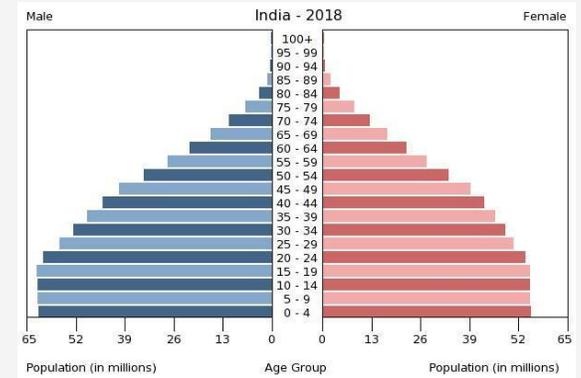
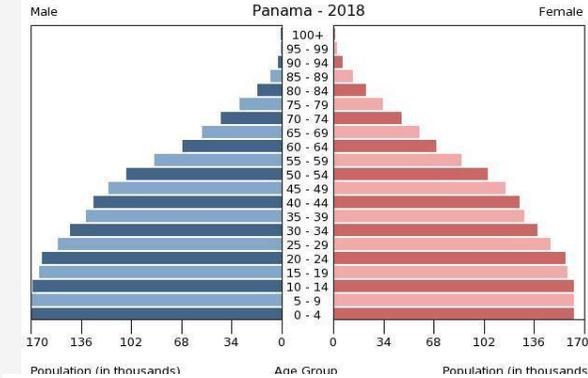
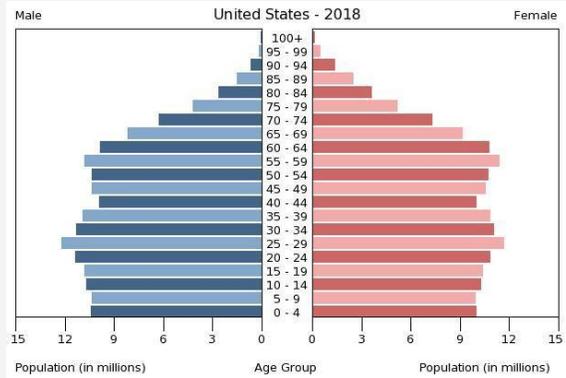
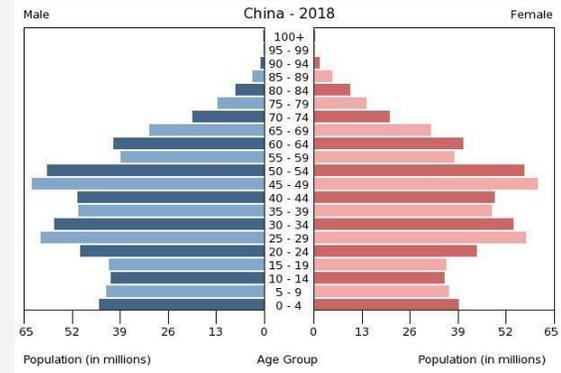
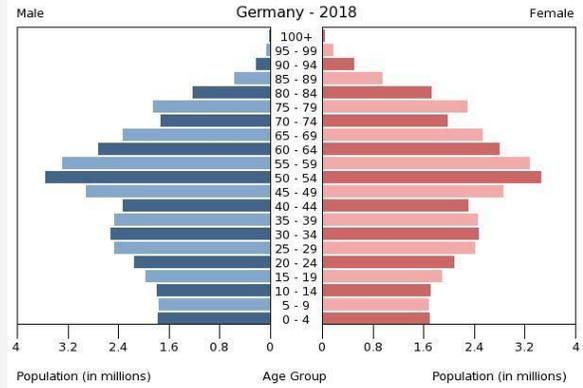
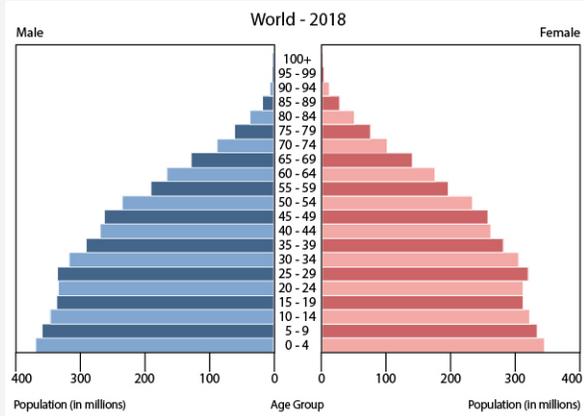
# Predicción, Pronóstico y Prospectiva

- **Predicción:** estimación de un acontecimiento futuro que se basa en consideraciones subjetivas, en la habilidad, experiencia y buen juicio de las personas.
- **Pronóstico:** estimación de un acontecimiento futuro que se obtiene proyectando datos del pasado que se combinan sistemáticamente, aplicando técnicas estadísticas y de la ciencia administrativa.
- **Prospectiva:** conjunto de “tentativas sistemáticas para observar a largo plazo el futuro de la ciencia, la tecnología, la economía y la sociedad con el propósito de identificar las tecnologías emergentes que probablemente produzcan los mayores beneficios económicos y/o sociales”. Es la ciencia que estudia el futuro para comprenderlo y poder influir en él

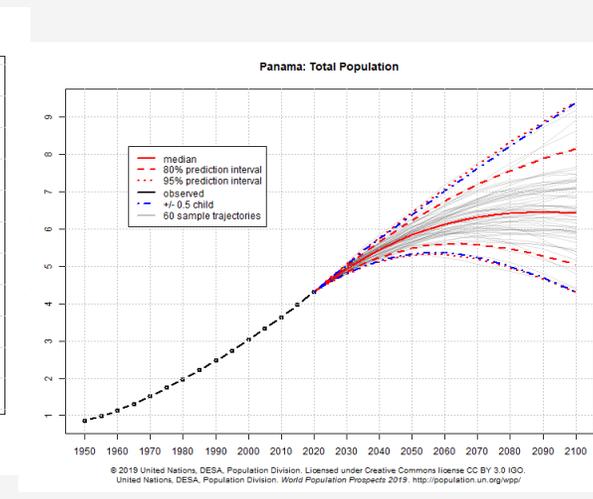
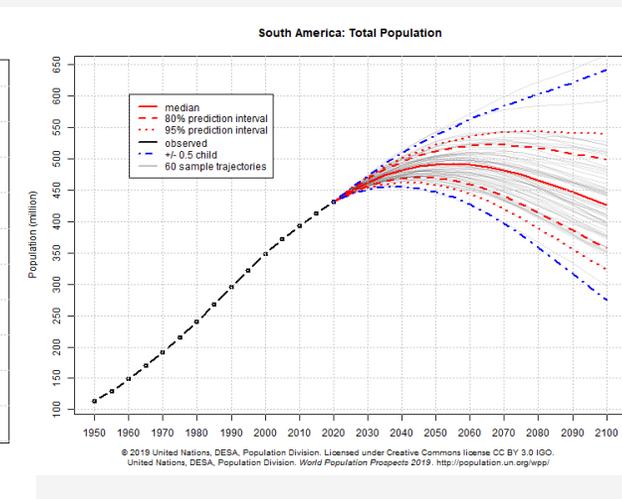
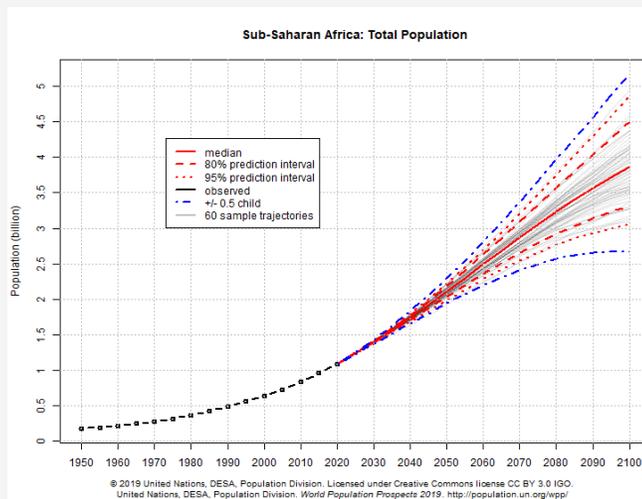
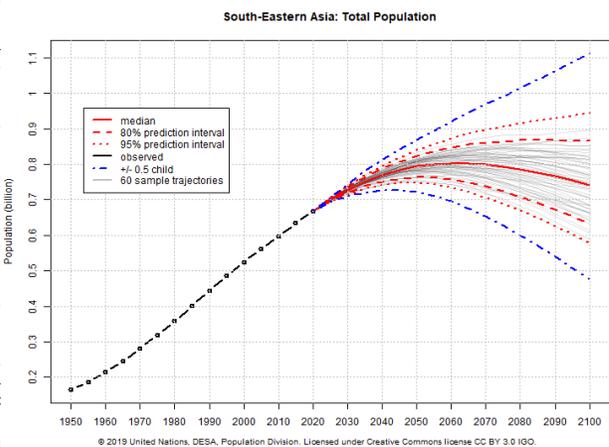
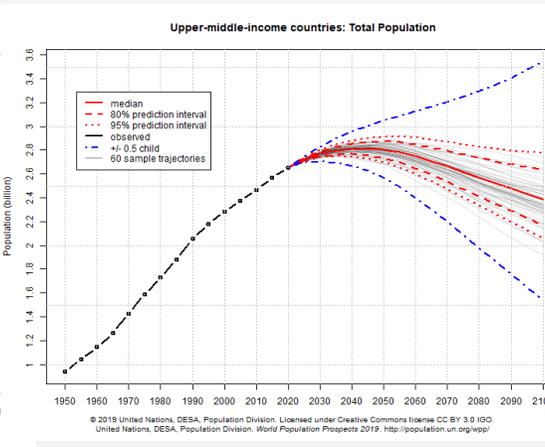
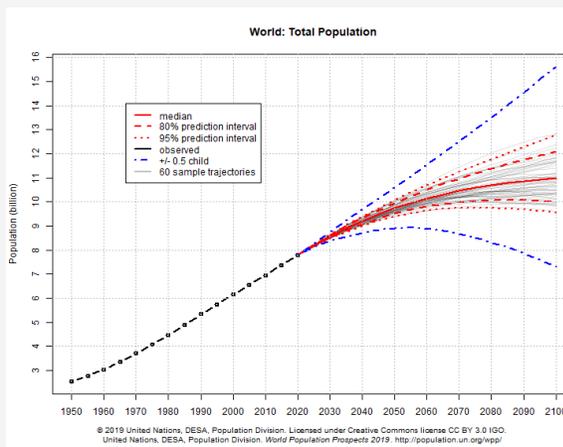
# Uso de pronósticos

- Su éxito está basado en su aplicación efectiva en la planificación y toma de decisiones
- Los pronósticos son importantes para diferentes aspectos de la planeación, incluyendo aspectos tales como diseño del producto, diseño del proceso, inversión y reemplazo de equipo y planificación de la capacidad.
- Es además una herramienta para el control porque permite definir estándares para comparar.

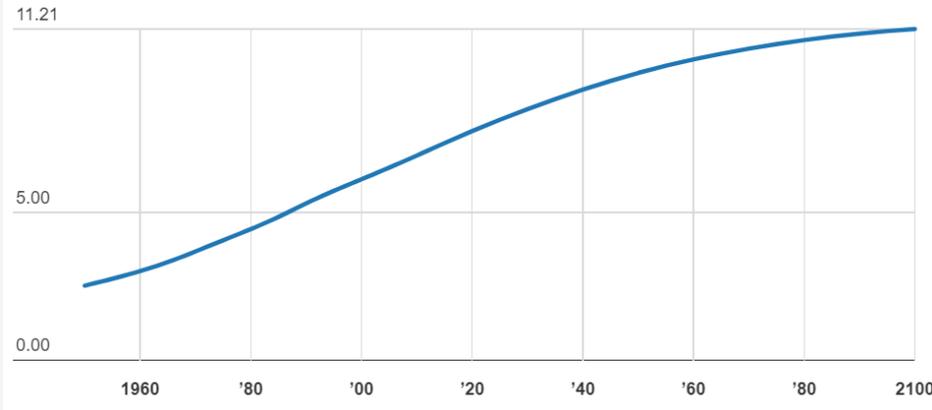
# Pirámide poblacional



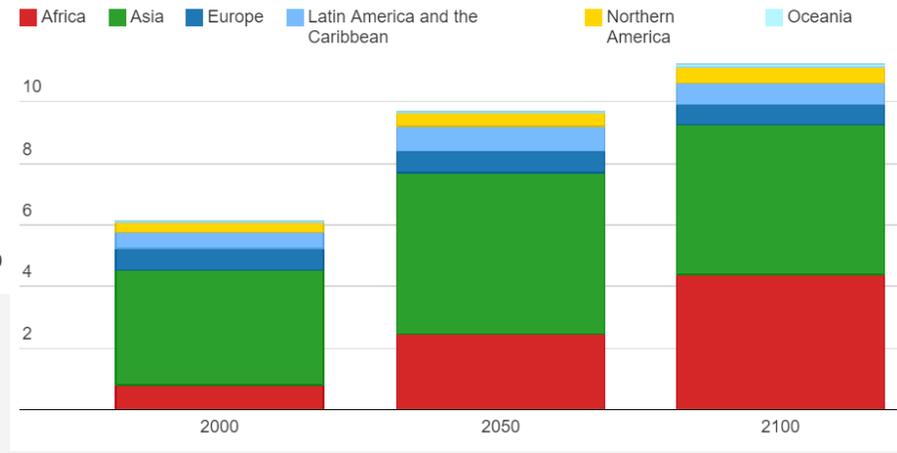
# Pronóstico de crecimiento de población



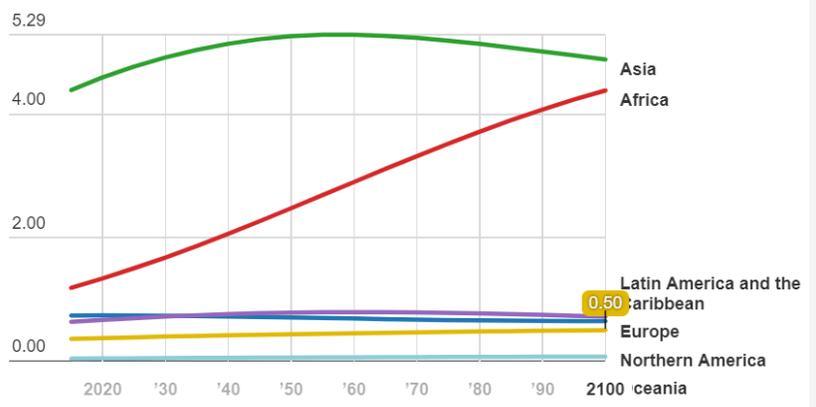
### World Population and Projection to 2100 (Billions)



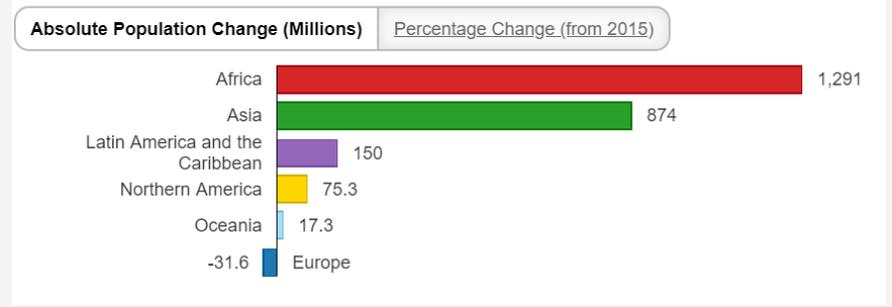
### UN Regional Population Projections (Billions, 2000 - 2100)



### UN Regional Population Projections (Billions, 2015 - 2100)



### Regional Population Change (2015 - 2050)

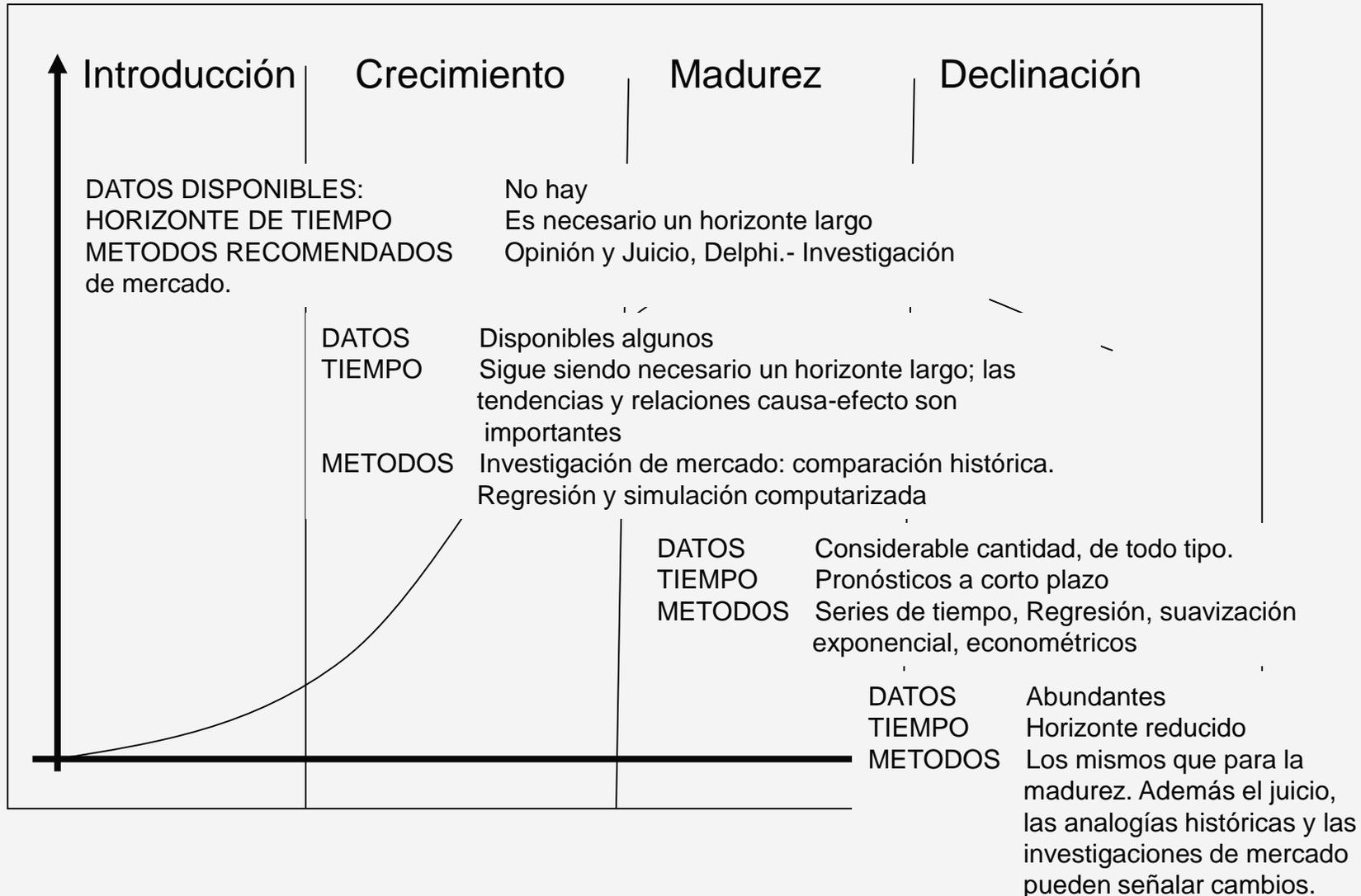


# Clasificación de enfoques

<ul style="list-style-type: none"><li>● <b>Intuitivo:</b> estimación de un evento futuro para una fecha posible.</li><li>● Implica hacer conjeturas, corazonadas y juicios subjetivos</li></ul>	Método Delphi, tormenta de ideas, grupo nominal, tanque de ideas, etc.
<ul style="list-style-type: none"><li>● <b>Formales:</b> estimación de cantidades basadas en técnicas estadísticas y datos anteriores.</li></ul>	Series de tiempo, métodos causales, simulación.

METODO	DESCRIPCION	HORIZONTE	COSTO
	<b>Métodos Cualitativos</b>		
Fuerza de ventas	Estimación del área de ventas como un todo	Corto y Mediano	Bajo, Medio
Opinión Ejecutiva	Gerentes de mercadotecnia, finanzas y producción preparan un pronóstico	Corto y Largo	Bajo, Medio
Venas y Gerentes	Los cálculos independientes de los vendedores son canalizados con proyecciones de los gerentes	Medio	Medio
Analogía histórica	Pronóstico proveniente de la comparación con un producto similar previamente introducido	Corto, Largo	Bajo, Medio
<u>Delphi</u>	Los expertos responden (anónimamente) una serie de preguntas, reciben retroalimentación y revisan sus cálculos.	Largo	Medio, Alto
Investigaciones de Mercado	Se usan cuestionarios y paneles para obtener datos que anticipen el comportamiento del consumidor.	Largo, Mediano y Corto	Medio, Alto
	<b>Métodos Cuantitativos Series de Tiempo</b>		
Promedio Simple	Se usa una regla simple que pronostica igual al último valor o igual más o menos algún porcentaje.	Corto	Bajo
Promedios móviles	El pronóstico es simplemente un promedio de los n más recientes	Corto	Bajo
Proyección de la tendencia	El pronóstico es una proyección lineal, exponencial u otra de la tendencia pasada.	Mediano, Largo	Bajo
Descomposición Estacional	Las series de tiempos se dividen en sus componentes de tendencia: estacional	Corto, Largo	Bajo
Suavización exponencial	Los pronósticos son promedios móviles ponderados exponencialmente, donde los últimos valores tienen mayor pesos	Corto	Bajo
	<b>Métodos Cuantitativos Causales</b>		
Regresión y correlación	Se usan una o más variables asociadas para pronosticar por medio de la ecuación de mínimos cuadrados (regresión) o de una asociación (correlación) con una variable explicativa	Corto, Mediano	Medio, Alto
Econométricos	Se usa una solución por ecuaciones simultáneas de regresión múltiple para una actividad económica	Corto, Largo	Alto

# Los pronósticos en el ciclo de vida



# Métodos formales

- Series de tiempo: es simplemente una lista cronológica de datos históricos, para la que la suposición esencial es que la historia predice el futuro de manera razonable
  - Promedio simple
  - Promedio móvil
  - Suavización exponencial
  - Regresión simple

# Patrones de datos

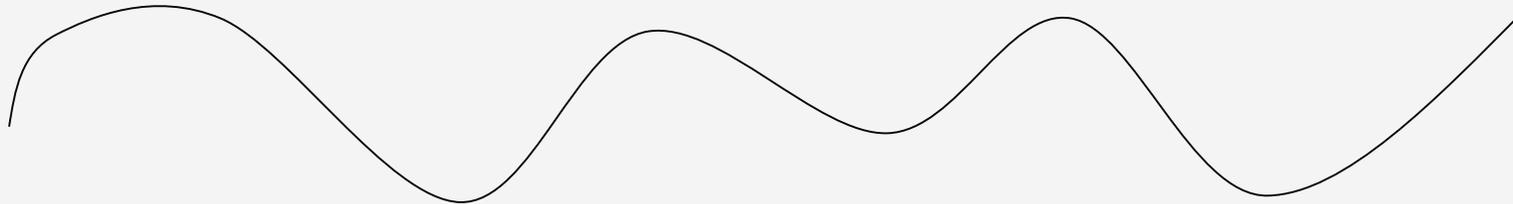
- Patrones cíclicos



- Tendencias



- Estacionalidad



- Aleatoriedad



# Promedio simple

- Todos los datos de los períodos anteriores tienen el mismo peso relativo. El promedio hace que los datos de mayor valor tiendan a ser equilibradas por los valores menores de otros períodos, reduciendo las posibilidades de error que se podrían cometer al dejarse llevar por fluctuaciones aleatorias que pueden ocurrir en un período.
- Se calcula en base a la expresión:

$$P = \frac{\sum_{i=1}^k d_i}{k}$$

- En donde,
  - $d_i, i = 1, \dots, k$ , es la demanda de **todos** los períodos anteriores
  - $k$  = número de períodos

# Promedio móvil simple

- Combina los datos de demanda de la mayor parte de los períodos recientes, siendo su promedio el pronóstico para el período siguiente.
- El promedio se “mueve” en el tiempo, en el sentido de que, al transcurrir un período, la demanda del período más antiguo se descarta y se agrega, en su reemplazo, la demanda para el período más reciente, superando así la principal limitación del modelo del promedio simple.

- Se calcula como sigue:

$$\text{MMS} = \frac{\sum_{i=k-n+1}^n d_i}{n}$$

- Donde:

- $d_i$  es la demanda de cada uno de los  $n$  períodos anteriores. En este caso  $i$  va desde 1 hasta “ $n$ ” períodos.
- Si  $n = k$ , se tendrá el promedio simple.

# Suavización exponencial de primer orden

- Se distingue porque da pesos de manera exponencial a cada una de las demandas anteriores a efectos de calcular el promedio.
- La demanda de los períodos más recientes recibe un peso mayor; los pesos de los períodos sucesivamente anteriores decaen de una manera no lineal (exponencial).
- El cálculo correspondiente requiere de 2 datos: el primero es la demanda real del período más reciente y el segundo es el pronóstico más reciente obtenido por cualquier otro método.
- A medida que termina cada período se realiza un nuevo pronóstico. Entonces:

$$\begin{array}{l} \text{Pronóstico de} \\ \text{la demanda del} \\ \text{período siguiente} \end{array} = \alpha \left[ \begin{array}{l} \text{demanda} \\ \text{más} \\ \text{reciente} \end{array} \right] + (1 - \alpha) \left[ \begin{array}{l} \text{pronóstico} \\ \text{más} \\ \text{reciente} \end{array} \right]$$
$$F_t = \alpha D_{t-1} + (1 - \alpha) F_{t-1}$$

- Donde  $\alpha$  es el coeficiente de suavización tal que  $0 \leq \alpha \leq 1$

# Selección de $\alpha$

- Un elevado  $\alpha$  sería más adecuado para los nuevos productos o para casos para los que la demanda subyacente está en proceso de cambio (esta es dinámica, o bien inestable). Un valor de  $\alpha$  de 0.7, 0.8 o 0.9 puede resultar el más apropiado para estas condiciones, aun cuando el uso del suavizado exponencial es cuestionable si no se sabe si existen o no condiciones de inestabilidad.
- Si los datos son estables y se piensa que pueden ser representativos del futuro, el pronosticador podrá optar por un valor bajo de  $\alpha$  para disminuir cualquier ruido que hubiera podido presentarse en forma súbita. Entonces, el procedimiento de pronóstico no reacciona de una manera drástica a las demandas más recientes. En estas condiciones de estabilidad, el coeficiente de suavización podría ser de 0.1, 0.2, o 0.3.
- Cuando la demanda es ligeramente inestable, coeficientes de suavización de 0.4, 0.5 o 0.6, pueden proporcionar los pronósticos más precisos.

# Pronósticos ajustados por temporadas

- Cuando el comportamiento histórico de la demanda de un producto tiene un marcado comportamiento estacional.
- En el caso cuando el comportamiento de la demanda claramente influido por la época del se hace necesario extrapolar dichos patrones a futuro.
- Se utilizan los índices estacionales (también conocido como factores estacionales o variación estacional).

- A continuación un ejemplo que permite observar la utilización de los índices estacionales:
- Cierta empresa tiene disponibles los datos de ventas de notebooks de los últimos 2 años, divididos en 8 trimestres.
- Si la demanda esperada para el próximo año es de 2.000 notebooks, estime la demanda para los próximos 4 trimestres llevando en cuenta el factor estacionalidad.

Trimestre	Demanda	Trimestre	Demanda
1	300	5	416
2	540	6	760
3	885	7	1191
4	580	8	760



- En primer lugar hay que calcular el promedio de la demanda trimestral.
- Por ejemplo, el Trimestre 1 y 5 corresponden al primer trimestre del año 1 y 2,
- El índice estacional se determina dividiendo el Promedio Trimestral de cada trimestre por el promedio trimestral total, tal que:

$$\text{Índice estacional} = \frac{p_i}{P}$$

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n p_i}{n}$$

Donde  $p_i$  : es el promedio de la demanda del trimestre i

$n$  : número de trimestres

Trimestre	Demanda	Trimestre	Demanda	Promedio trimestral $p_i$	Índice Estacional
1	300	5	416	358	0.527
2	540	6	760	650	0.957
3	885	7	1191	1038	1.529
4	580	8	760	670	0.987
			Total	2716	
			Promedio P	679	

- Considerando que para el año 3 se estimó una demanda de 2,000 unidades, se puede suponer inicialmente una demanda uniforme de 500 unidades cada trimestre.
- La demanda ajustada será calculada como la multiplicación de la demanda de cada trimestre por el índice estacional, tal y como se muestra:

Donde:

$D_i$ : demanda pronosticada trimestral del trimestre  $i$

$d_i$ : demanda pronosticada trimestral ajustada del trimestre  $i$

$d_i = (\text{Índice estacional}) * D_i$

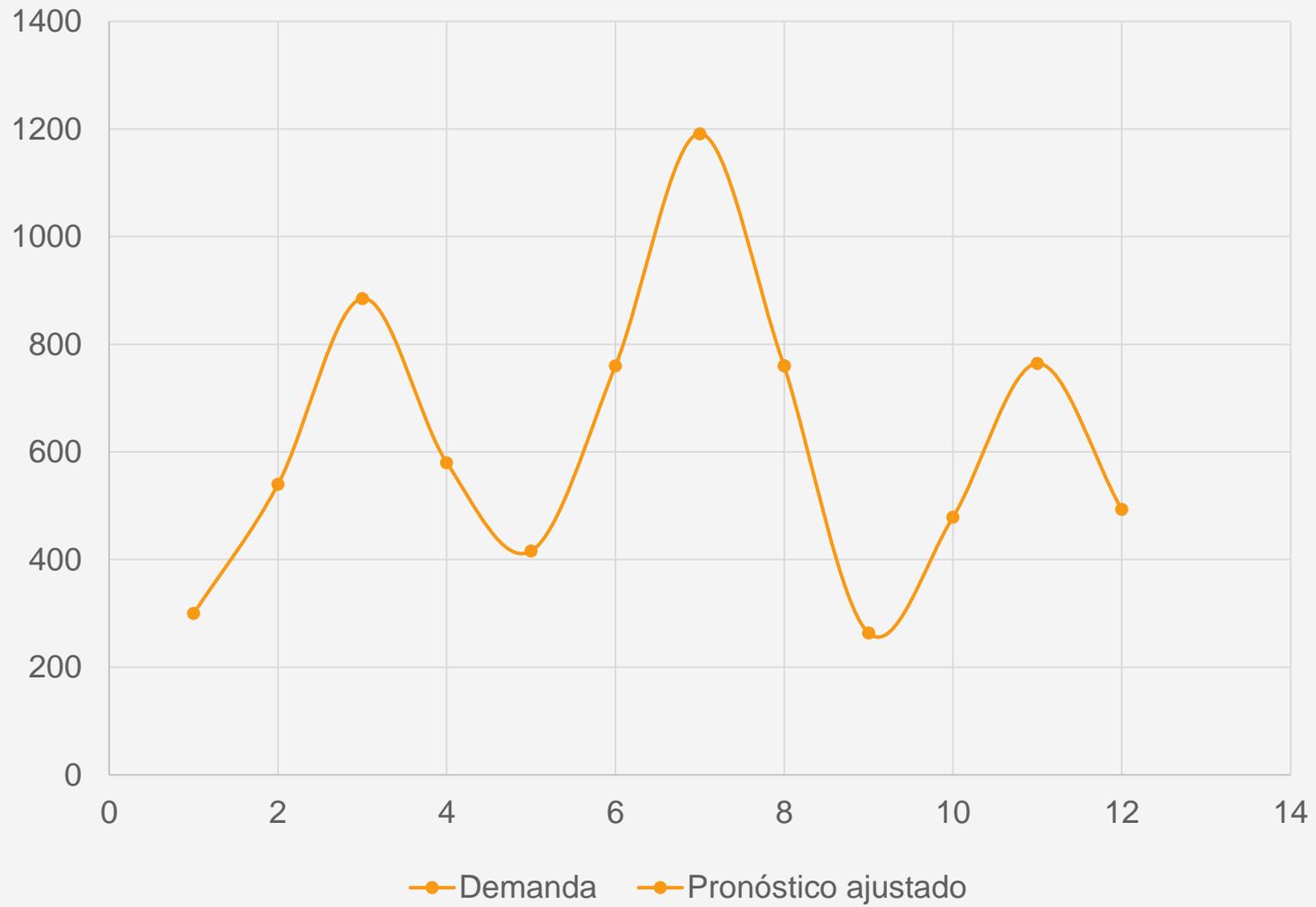
Demanda pronosticada		Índice Estacional	Demanda ajustada
Trimestre	Demanda		
1	500	0.527	264
2	500	0.957	479
3	500	1.529	764
4	500	0.987	493
			2000

Trimestre	Demanda	Trimestre	Demanda	Promedio trimestral $\rho_i$	Índice Estacional
1	300	5	416	358	0.527
2	540	6	760	650	0.957
3	885	7	1191	1038	1.529
4	580	8	760	670	0.987
			Total	2716	
			Promedio P	679	

Demanda pronosticada		Índice Estacional	Demanda ajustada
Trimestre	Demanda		
1	500	0.527	264
2	500	0.957	479
3	500	1.529	764
4	500	0.987	493
			2000

Demanda pronosticada		Índice Estacional	Demanda ajustada
Trimestre	Demanda		
1	500	0.527	264
2	500	0.957	479
3	500	1.529	764
4	500	0.987	493
			2000

Data	Year1	Year2		
Season 1	300	416		
Season 2	540	760		
Season 3	885	1191		
Season 4	580	760		
Annual Total	2305	3127		
Annual Average	576.25	781.75		
Seasonal ratios	Year 1	Year 2	Index	Forecast
Season 1	.442	.613	.527	263.623
Season 2	.795	1.119	.957	478.645
Season 3	1.303	1.754	1.529	764.359
Season 4	.854	1.119	.987	493.373
Demand forecast	2000	User-su...		

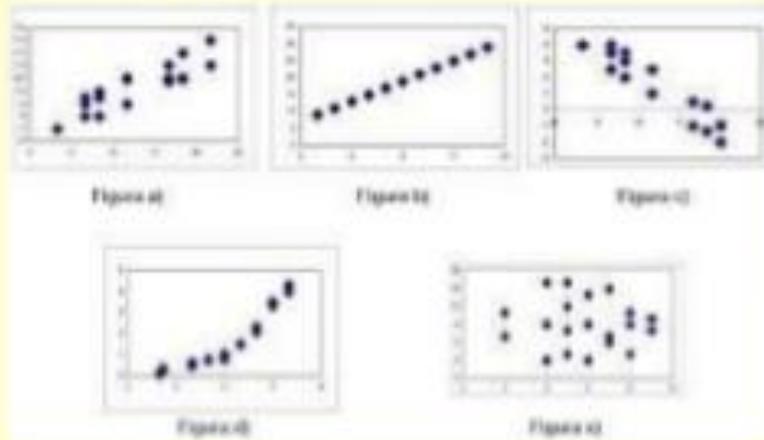


# Métodos causales

- Muestran relación causa efecto
  - Regresión simple
  - Regresión múltiple
  - Box-Jenkins (ARIMA)

# Métodos Causales

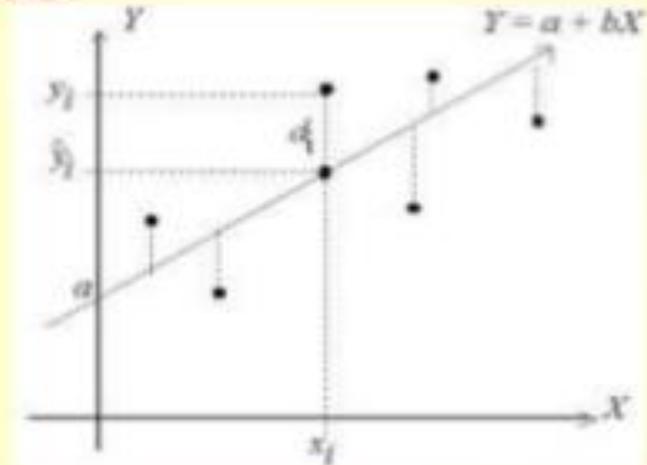
Los métodos causales se emplean cuando se dispone de datos históricos y se pueden identificar la relación entre el factor que se intenta pronosticar y otros factores externos o internos.



# Regresión Lineal

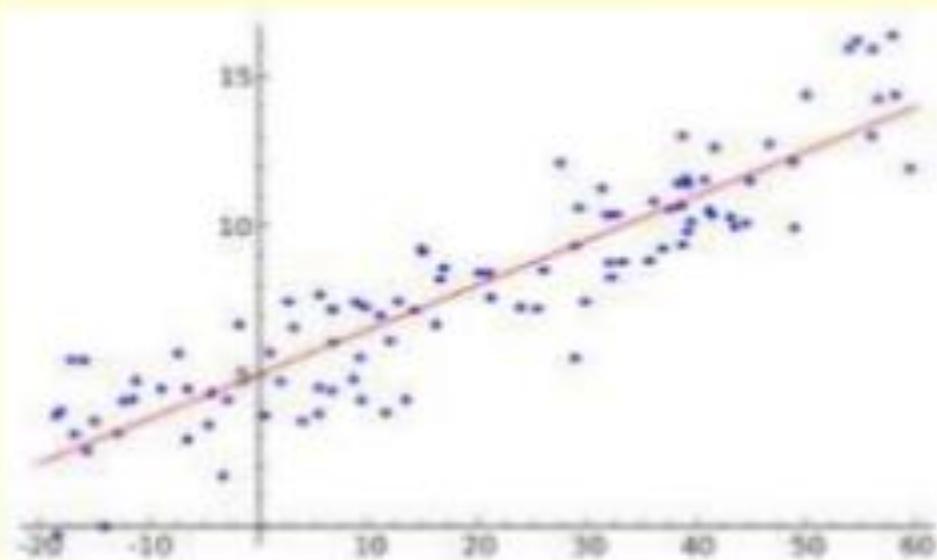
Una variable conocida como variable dependiente esta relacionada con una o mas variables independientes por medio de una ecuación lineal.

La variable dependiente es la que el gerente desea pronosticar. Se supone que las variables independiente influyen en la variable dependiente y, por ende, son la causa de los resultados observados en el pasado.



En términos técnicos, la línea de regresión minimiza las desviaciones cuadráticas con respecto a los datos reales.

En los modelos de regresión lineal más sencillos, la variable dependiente es función de una sola variable independiente, por lo tanto la relación teórica es una línea recta.



# Gráfica

$$y = a + bX$$

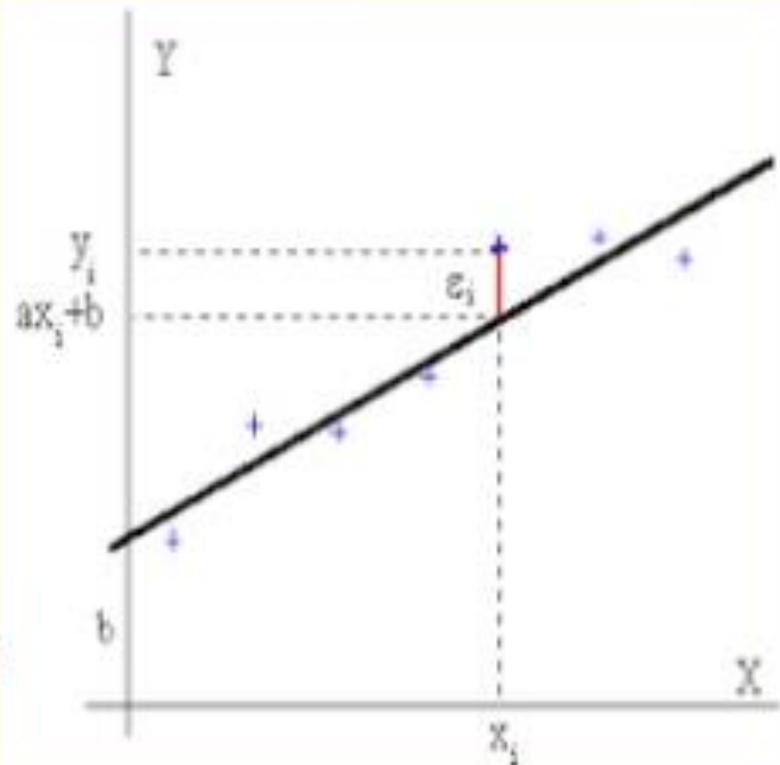
Donde:

Y=Variable independiente

X= Variable dependiente

A: Intersección de la recta con el eje

B= Pendiente de la recta



## Objetivo del Análisis

Encontrar los valores de a y b que minimicen la suma de las desviaciones cuadráticas de los puntos de datos reales que se representen en el gráfico.

# Regresión simple

- De la forma  $y = ax + b$ , donde  $x$  es función del período solamente.

$$b = \frac{n\left(\sum_i x_i y_i\right) - \left(\sum_i x_i\right)\left(\sum_i y_i\right)}{n\left(\sum_i x_i^2\right) - \left(\sum_i x_i\right)^2}$$

$$a = \frac{\sum_i y_i - b \sum_i x_i}{n}$$

# El Coeficiente de Correlación

El coeficiente de correlación de la muestra  $r$  mide la dirección y la fuerza de la relación entre la variable dependiente y la independiente de los valores  $r$  pueden fluctuar entre  $-1.00$  y  $+1.00$ . Un coeficiente de correlación de  $+1.00$  implica que los cambios registrados de uno a otro periodo en la dirección (incrementos o decrementos) de la variable independiente, siempre van acompañados por cambios de la variable dependiente en la misma dirección.

# El Coeficiente de Determinación

El coeficiente de determinación de la muestra mide la cantidad de variación que presenta la variable dependiente con respecto a su valor medio, que se explica por la línea de regresión. El coeficiente de determinación es igual al cuadrado del coeficiente de correlación, o  $r^2$ . El valor de  $r^2$  oscila entre  $0.00$  y  $1.00$ . Las ecuaciones de regresión, cuyo valor de  $r^2$  se aproxima a  $1.00$ , son deseables porque eso significa que las variaciones de la variable dependiente y del pronóstico generado por la ecuación de regresión están estrechamente relacionados.

# ¿Cuál es el mejor método?

- El mejor indicador de un pronóstico es la precisión del método.
- Medidas de error
  - Error promedio
  - Error medio absoluto (MAD: mean absolute deviation)
  - Promedio del error cuadrado (MSD: mean square deviation)
  - Error absoluto medio porcentual (MAPE: mean absolute percentage error)

# Error promedio

- Se calcula como la diferencia entre los datos observados y el pronóstico. Debido al teorema del límite central, debe dar siempre un valor cercano a cero.

# Desviación media absoluta

- A fin de evitar el problema del error promedio, se utiliza el promedio de la desviación media absoluta:

$$\frac{\sum |x_i - F_i|}{n}$$

# Promedio de error cuadrado

- Penaliza más las desviaciones grandes

$$\frac{\sum |x_i - F_i|^2}{n}$$

# Error absoluto medio porcentual

- También elimina el problema del signo. Otra ventaja es que permite comparación por ser un valor relativo, no absoluto.

$$PF_i = \frac{x_i - F_i}{x_i} \times 100$$

$$\frac{\sum |PF|}{n}$$

Ejemplo

Determinar el período 21 utilizando

Promedio simple

Promedio móvil 3 períodos

Suavización exponencial para

$\alpha = 0.3, 0.5, 0.7$

Regresión simple

Período	Ventas
1	25
2	27
3	26
4	26
5	26
6	22
7	29
8	24
9	27
10	29
11	30
12	29
13	29
14	27
15	29
16	27
17	23
18	23
19	21
20	24

Promedio simple

(untitled) Solution	
Measure	Value
<b>Error Measures</b>	
Bias (Mean Error)	-2.263
MAD (Mean Absolute Deviation)	2.263
MSE (Mean Squared Error)	5.122
Standard Error (denom=n-2=-2)	NA
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	9.43%
<b>Forecast</b>	
next period	26.15

Promedio móvil 3 períodos

(untitled) Solution	
Measure	Value
<b>Error Measures</b>	
Bias (Mean Error)	-.392
MAD (Mean Absolute Deviation)	2.118
MSE (Mean Squared Error)	6.641
Standard Error (denom=n-2=15)	2.743
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	8.453%
<b>Forecast</b>	
next period	22.667

$\alpha = 0.3$

0.5

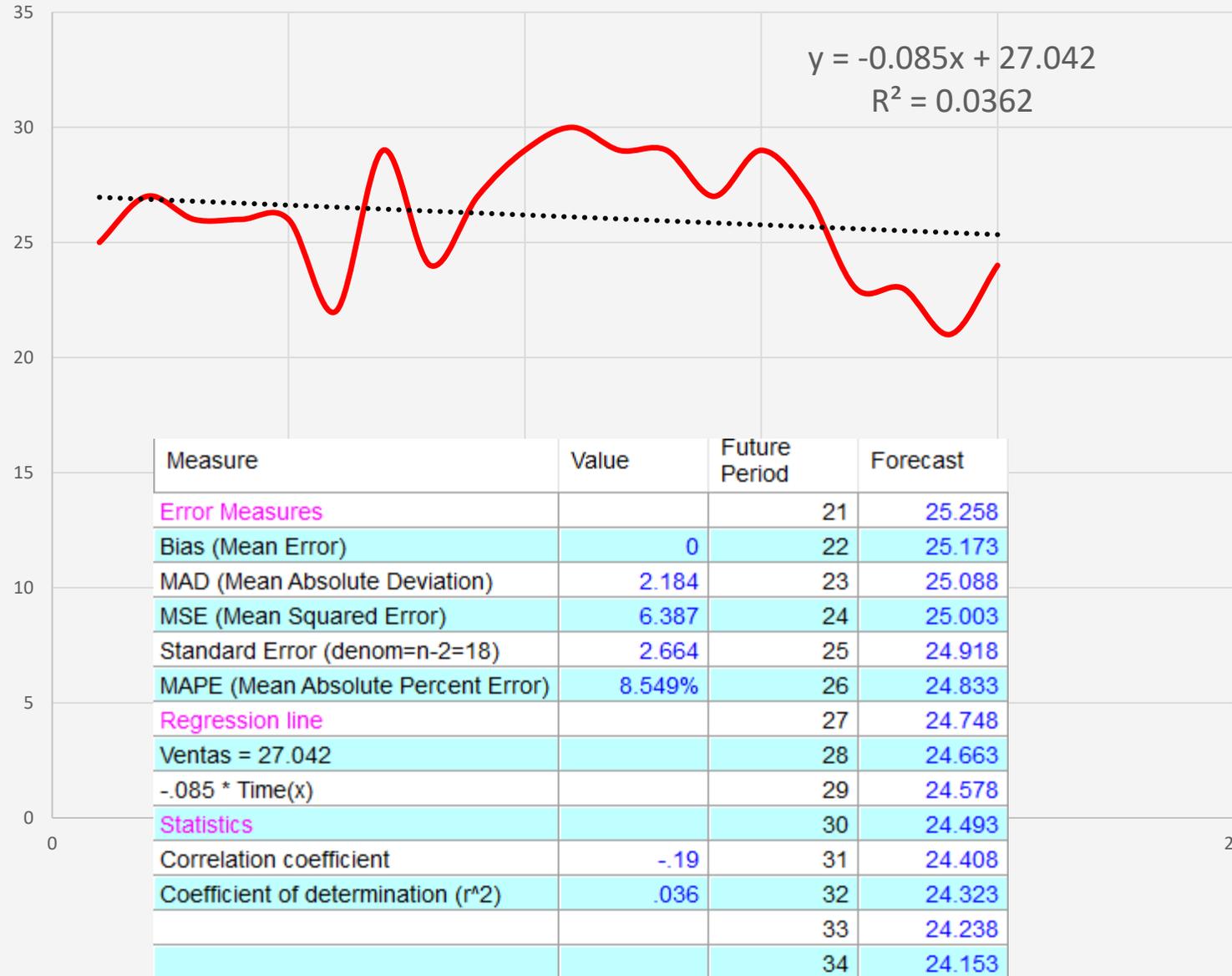
0.7

Measure	Value
<b>Error Measures</b>	
Bias (Mean Error)	- .166
MAD (Mean Absolute Deviation)	2.081
MSE (Mean Squared Error)	6.639
Standard Error (denom=n-2=17)	2.724
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	8.261%
<b>Forecast</b>	
next period	24.056

Measure	Value
<b>Error Measures</b>	
Bias (Mean Error)	- .179
MAD (Mean Absolute Deviation)	1.95
MSE (Mean Squared Error)	6.099
Standard Error (denom=n-2=17)	2.611
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	7.743%
<b>Forecast</b>	
next period	23.296

Measure	Value
<b>Error Measures</b>	
Bias (Mean Error)	- .127
MAD (Mean Absolute Deviation)	2.008
MSE (Mean Squared Error)	6.326
Standard Error (denom=n-2=17)	2.659
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	7.911%
<b>Forecast</b>	
next period	23.316

## Ventas



# Resumen de valores obtenidos

Método	Pronóstico, período 21
Promedio simple	26.2
Promedio móvil 3 períodos	22.7
Suavización exponencial $\alpha = 0.3$	24.2
Suavización exponencial $\alpha = 0.5$	23.5
Suavización exponencial $\alpha = 0.7$	23.5
Regresión simple	25.2