



# Pronósticos

Humberto R. Álvarez A., Ph. D.



# 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.



# Clasificación de enfoques

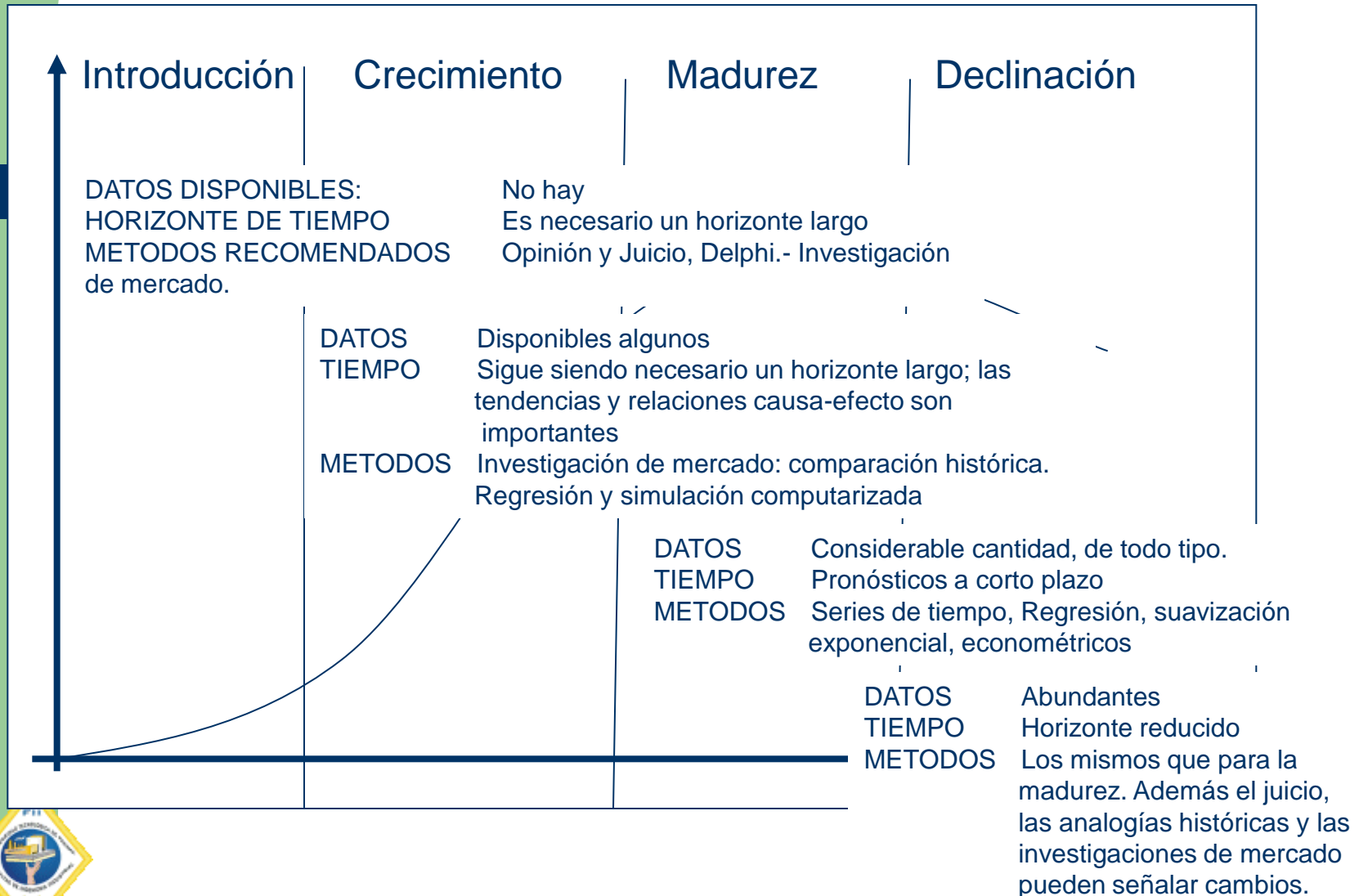
<ul style="list-style-type: none"><li>● <b>Intuitivo:</b> estimación de un evento futuro para una fecha posible. Implica hacer conjeturas, corazonadas y juicios subjetivos</li></ul>	Método Delphi, tormenta de ideas, grupo nominal, tanque de ideas, etc.
<ul style="list-style-type: none"><li>● <b>Formales:</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</b>			
<b>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</b>			
<b>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:

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

$$F_t = \alpha D_{t-1} + (1 - \alpha) F_{t-1}$$

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



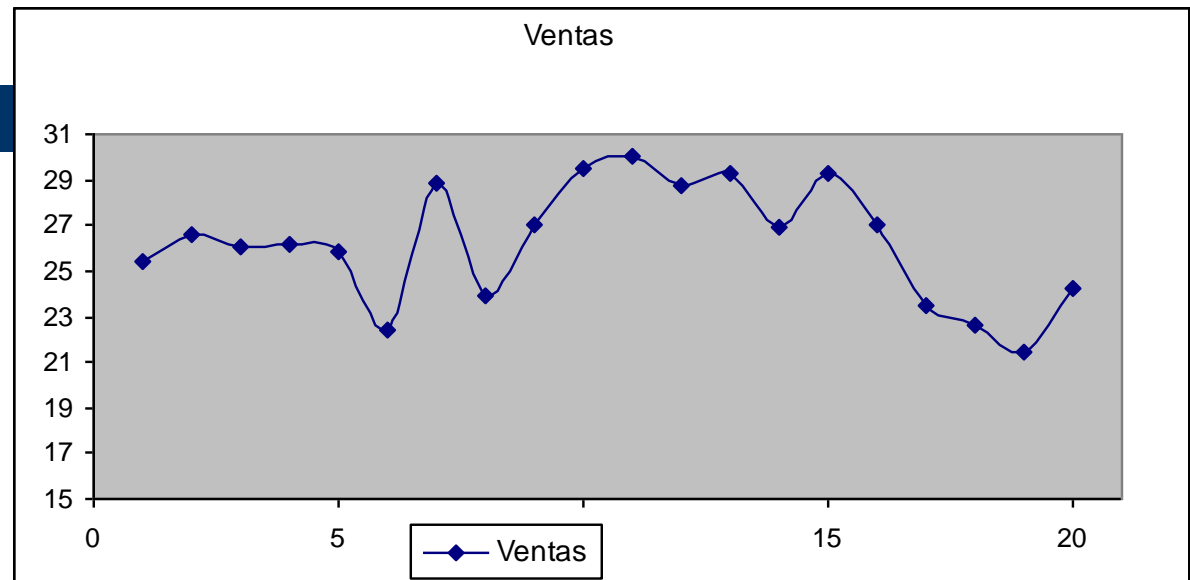
# Selección de $\alpha$

- 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.



# Ejemplo

Periodo	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



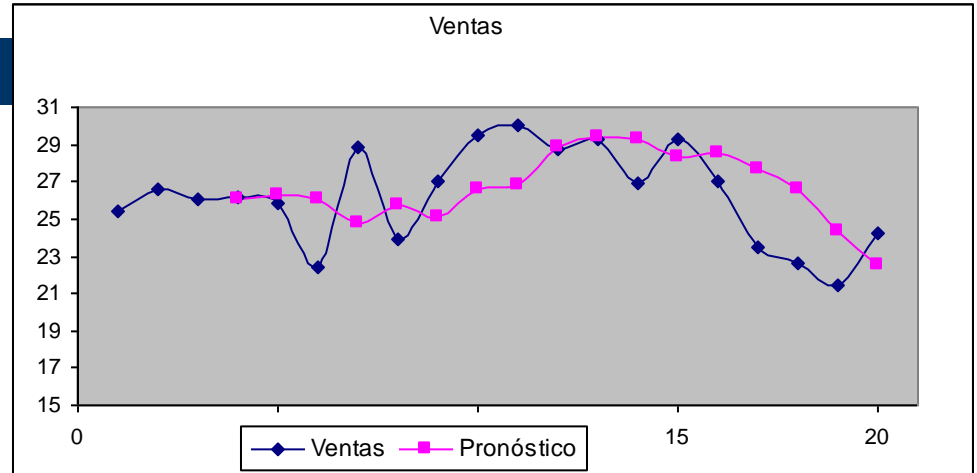
Pronóstico para el período 21

Promedio simple: 26.2 unidades

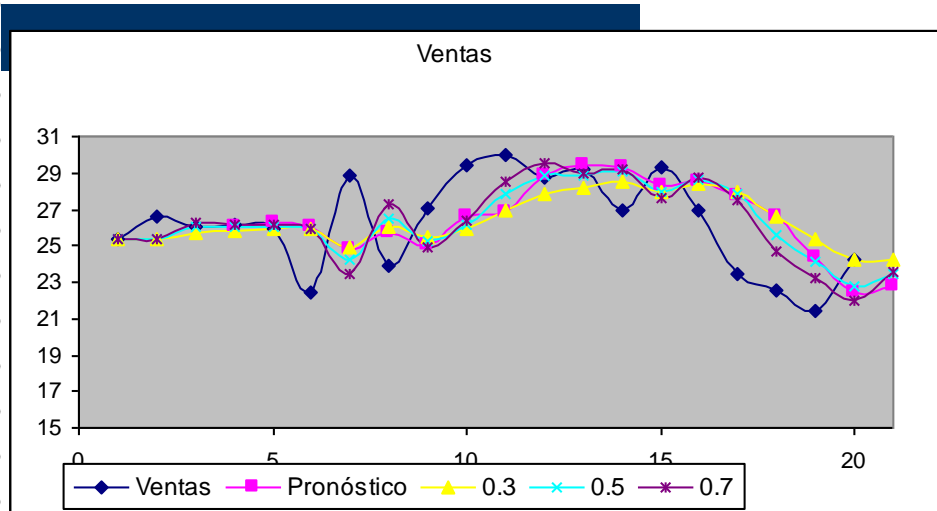
Promedio móvil con 3 períodos: 22.7 unidades



Periodo	Ventas	Pronóstico
1	25	
2	27	
3	26	
4	26	26.0
5	26	26.3
6	22	26.0
7	29	24.8
8	24	25.7
9	27	25.1
10	29	26.6
11	30	26.8
12	29	28.8
13	29	29.4
14	27	29.3
15	29	28.3
16	27	28.5
17	23	27.7
18	23	26.6
19	21	24.3
20	24	22.5
21		22.7



	Valor de $\alpha$		
	0.3	0.5	0.7
1	25	25	25
2	25.4	25.4	25.4
3	25.8	26.0	26.3
4	25.8	26.0	26.1
5	25.9	26.1	26.1
6	25.9	26.0	26.0
7	24.9	24.2	23.5
8	26.1	26.5	27.2
9	25.4	25.2	24.9
10	25.9	26.1	26.4
11	27.0	27.8	28.5
12	27.9	28.9	29.5
13	28.1	28.8	29.0
14	28.5	29.0	29.2
15	28.0	28.0	27.6
16	28.4	28.6	28.8
17	28.0	27.8	27.5
18	26.6	25.6	24.7
19	25.4	24.1	23.2
20	24.2	22.8	22.0
21	24.2	23.5	23.5



# Regresión simple

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

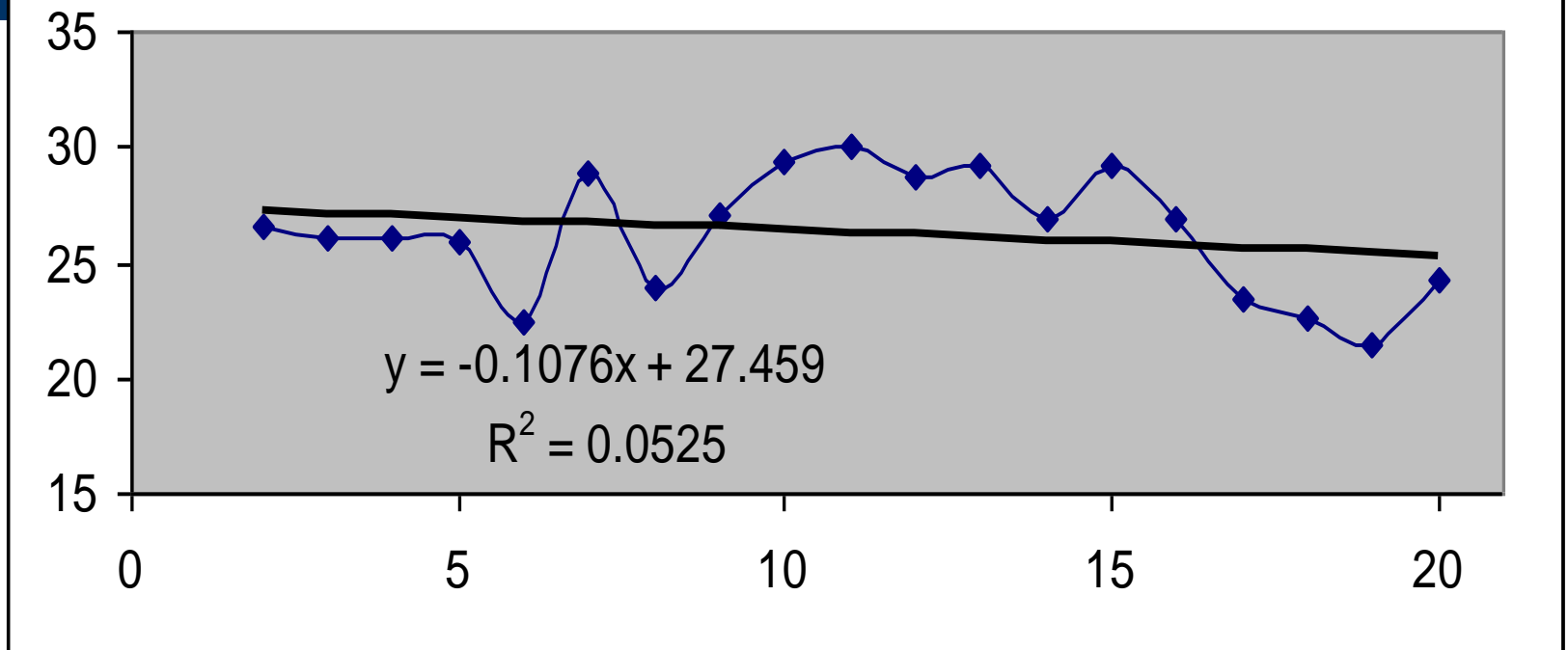
$$b = \frac{n(\sum_i x_i y_i) - (\sum_i x_i)(\sum_i y_i)}{n(\sum_i x_i^2) - (\sum_i x_i)^2}$$

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





## Curva de regresión ajustada

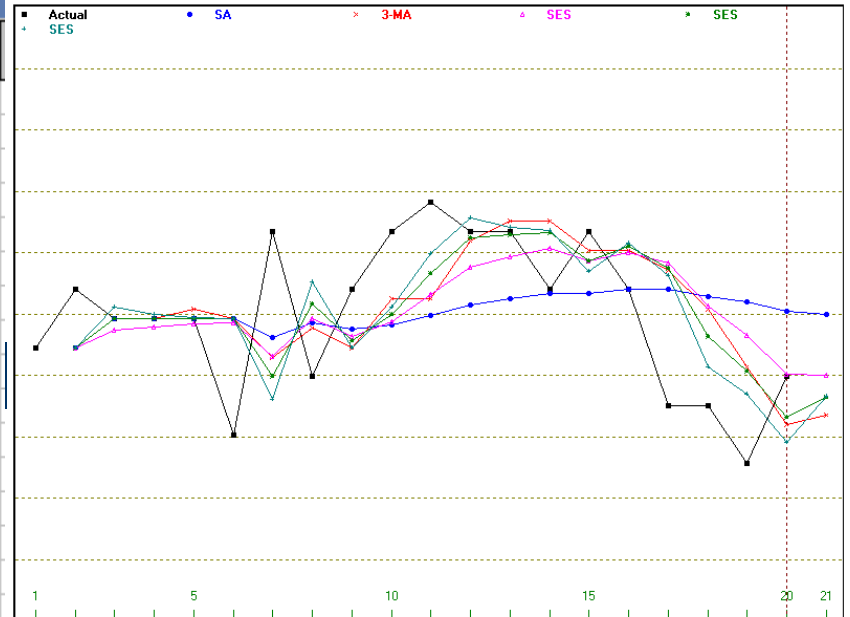


# Resumen de valores obtenidos

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



Forecast Result for Ejemplo						
3-07-2009	Actual	Forecast by	Forecast by	Forecast by	Forecast by	Forecast by
Periodos	Data	SA	3-MA	SES	SES	SES
1	25					
2	27	25		25	25	25
3	26	26		25.6	26	26.4
4	26	26	26	25.72	26	26.12
5	26	26	26.33333	25.804	26	26.036
6	22	26	26	25.8628	26	26.0108
7	29	25.33333	24.66667	24.70396	24	23.20324
8	24	25.85714	25.66667	25.99277	26.5	27.26097
9	27	25.625	25	25.39494	25.25	24.97829
10	29	25.77778	26.66667	25.87646	26.125	26.39349
11	30	26.1	26.66667	26.81352	27.5625	28.21805
12	29	26.45455	28.66667	27.76947	28.78125	29.46541
13	29	26.66667	29.33333	28.13863	28.89063	29.13962
14	27	26.84615	29.33333	28.39704	28.94531	29.04189
15	29	26.85714	28.33333	27.97793	27.97266	27.61257
16	27	27	28.33333	28.28455	28.48633	28.58377
17	23	27	27.66667	27.89918	27.74316	27.47513
18	23	26.76471	26.33333	26.42943	25.37158	24.34254
19	21	26.55556	24.33333	25.4006	24.18579	23.40276
20	24	26.26316	22.33333	24.08042	22.5929	21.72083
21		26.15	22.66667	24.05629	23.29645	23.31625
CFE		-0.1011848	-6.666668	-3.145695	-3.407104	-2.405363
MAD		2.251576	2.117647	2.081467	1.950382	2.008023
MSE		7.740797	6.640524	6.639411	6.098916	6.325839
MAPE		8.926395	8.452552	8.261073	7.743074	7.91053
rk.Signal		-4.493956E-02	-3.148149	-1.511287	-1.746891	-1.197876
r-square		4.456114E-02	0.4624788	0.2460335	0.4510994	0.6498051
			m=3	Alpha=0.3	Alpha=0.5	Alpha=0.7
				F(0)=25	F(0)=25	F(0)=25

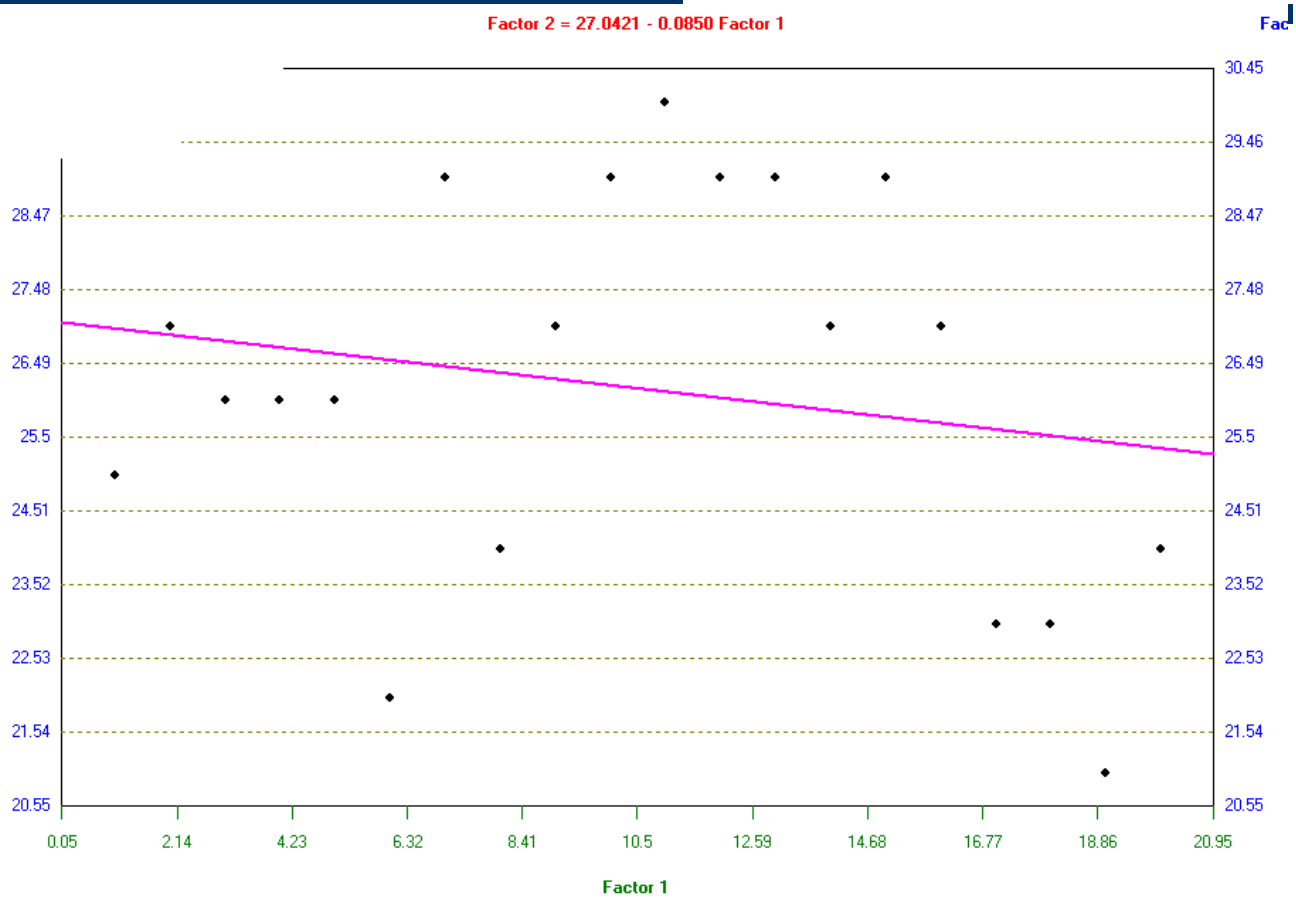


Resultados utilizando WinQSB



03-07-2009 16:53:59	Dependent Variable	Independent Variable
Equation:	Factor 2 =	27.0421 - 8.496241E-02 Factor 1

03-07-2009	Variable/Item	Prediction and Values
1	Prediction for Factor 2	25.25789
2	Standard Deviation of Prediction	1.237538
3	Prediction Interval	[19.08318, 31.43261]
4	Confidence Interval of Prediction Mean	[22.65652, 27.85927]
5	Significance Level (alpha)	5%
6	Degree of Freedom	18
7	t Critical Value	2.102055
8	Factor 1	21



# ¿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.

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

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



# Métodos causales

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

