



Ingeniería
Industrial
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA



Pronósticos

Patrones

Series de Tiempo



PLAN ESTRATÉGICO

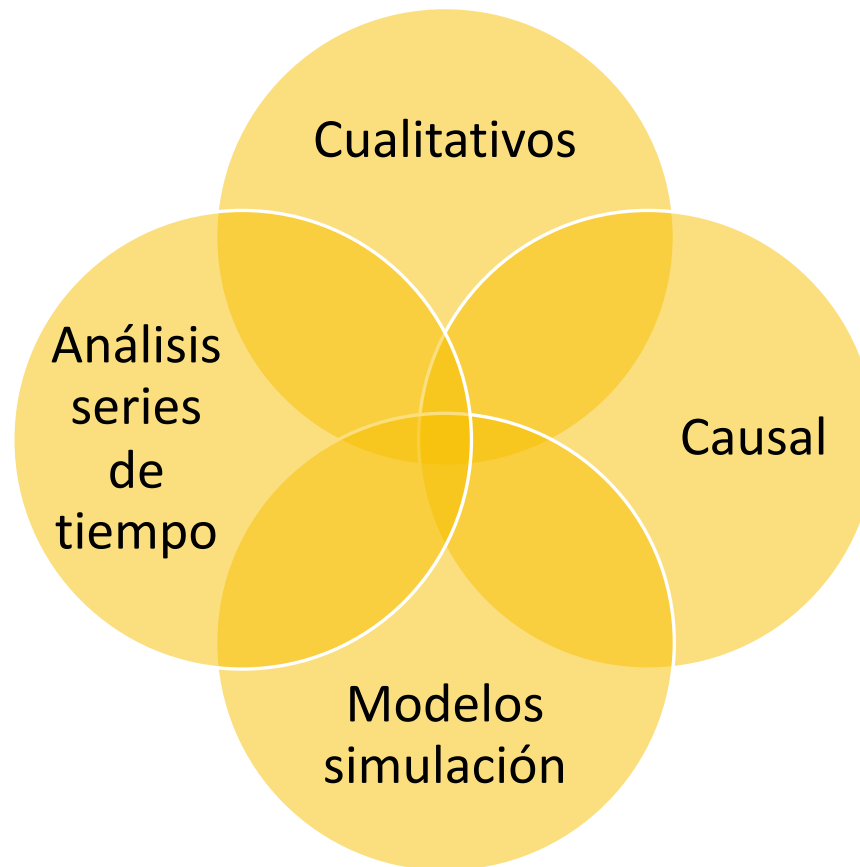


Pronósticos

Los juicios personales basados en la experiencia práctica y/o la investigación prolija deberán desempeñar siempre un papel importante en la preparación de cualquier pronóstico.



Tipos de Pronósticos



Técnicas Cualitativas



El Proceso de Pronóstico

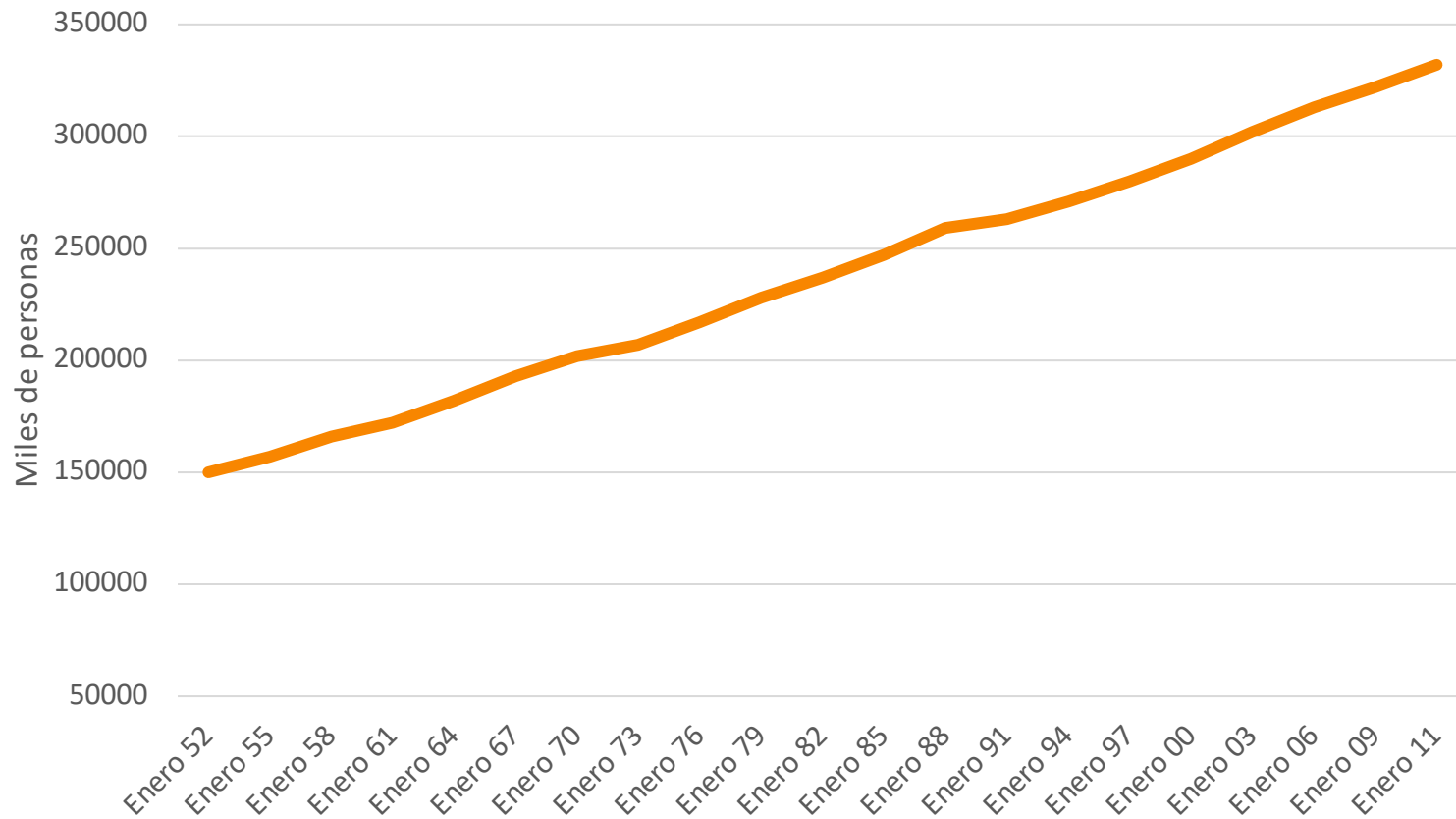


Patrones de Tendencia, Estacionales y Cíclicos de los Datos.

- ❑ La tendencia en una serie de tiempo es el cambio del nivel de los datos a largo plazo.
- ❑ Los datos se consideran estacionarios cuando no hay tendencia positiva ni negativa.
- ❑ Se presenta un patrón estacional en una serie de tiempo cuando existe una variación regular en el nivel de los datos en la misma época todos los años.
- ❑ Un patrón cíclico se representa mediante movimientos de los datos hacia arriba y hacia abajo, parecidos a una onda, alrededor de la tendencia a largo plazo.
- ❑ El componente irregular de una serie de tiempo contiene las fluctuaciones que no son parte de los componentes anteriores y se les denomina fluctuaciones aleatorias ya que ocurre puramente al azar.

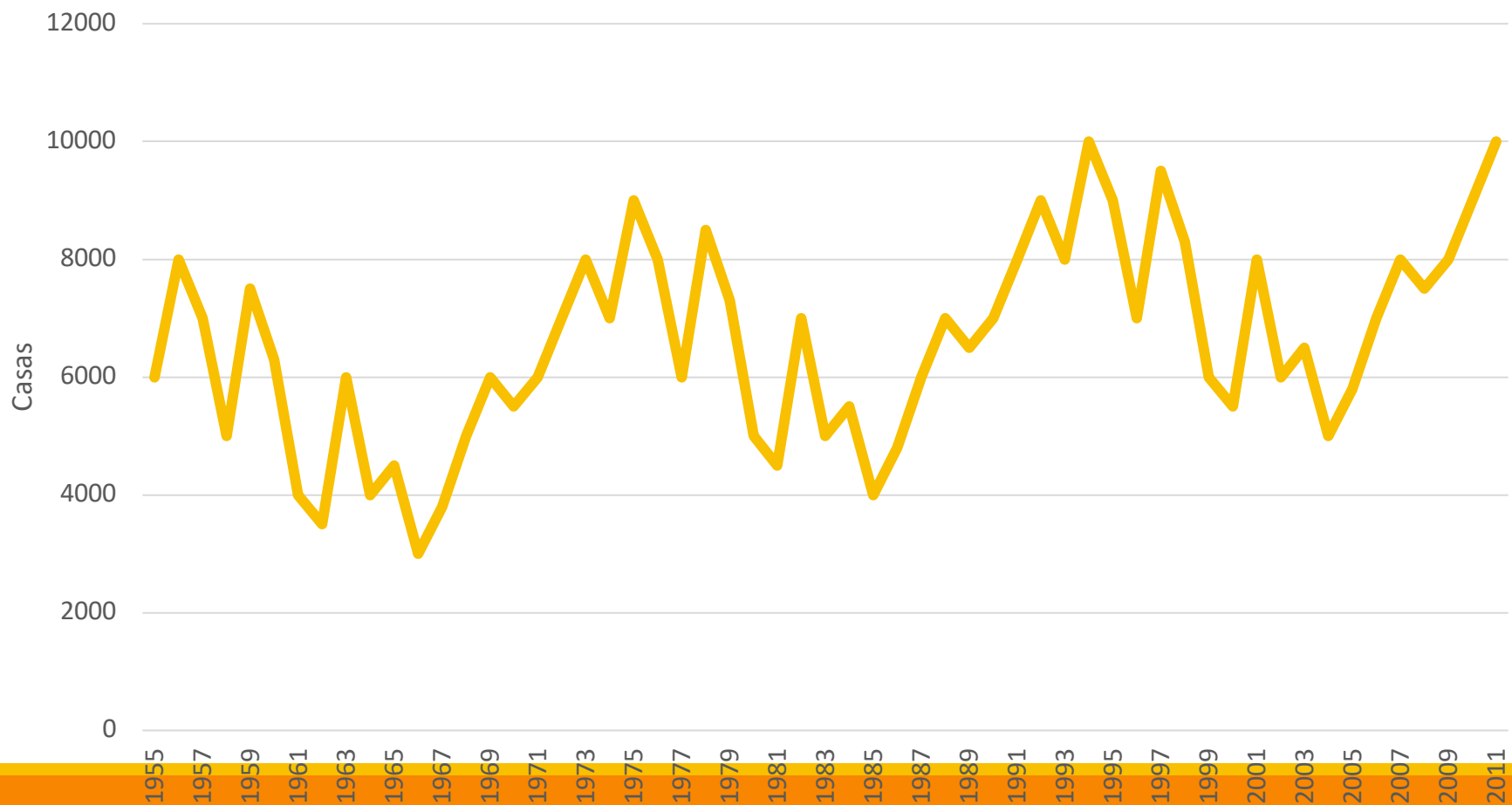
¿Qué Ocorre Aquí?

Población Total de los Estados Unidos en Miles



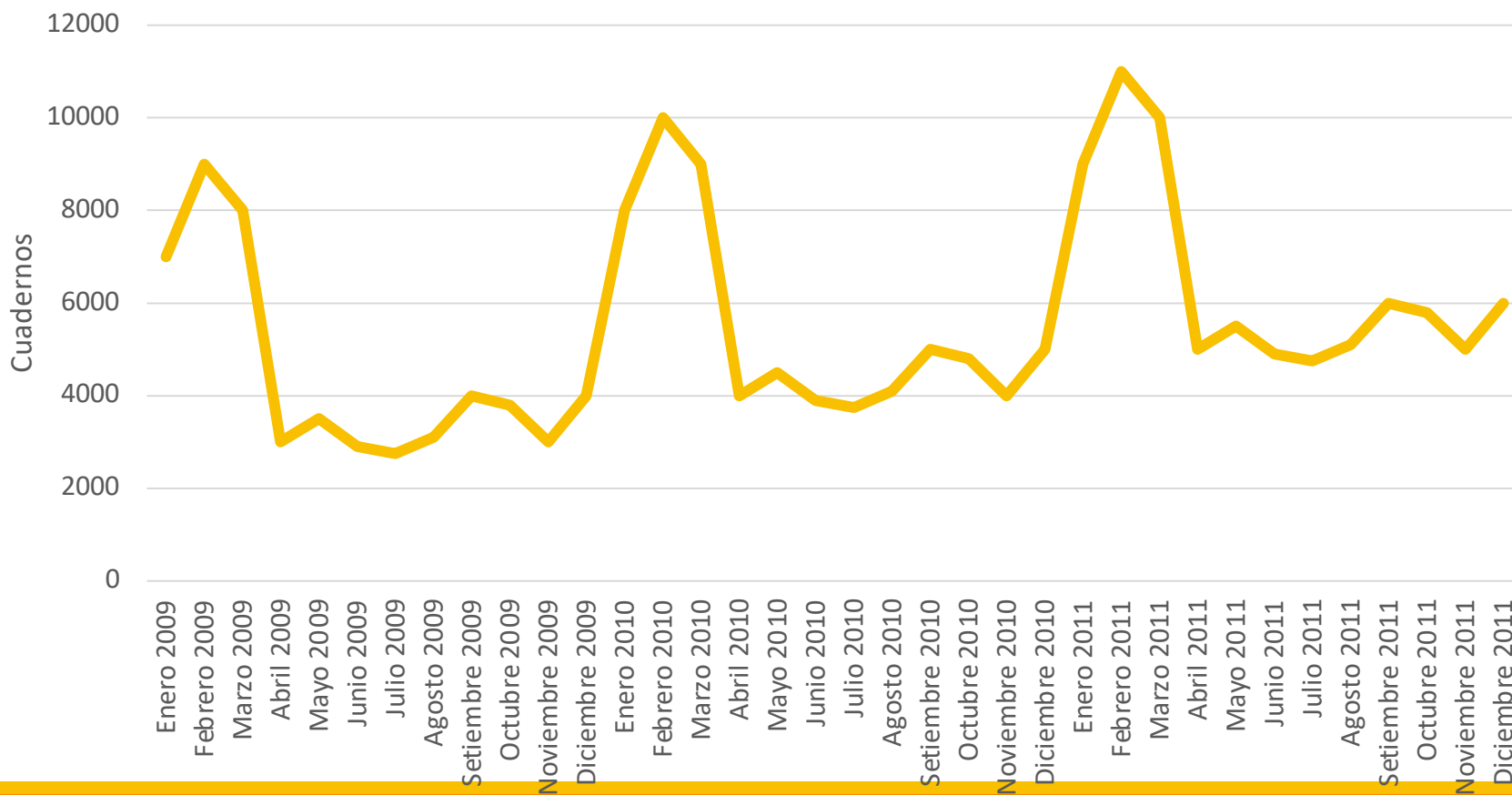
¿Qué Ocorre Aquí?

Industria de la Construcción



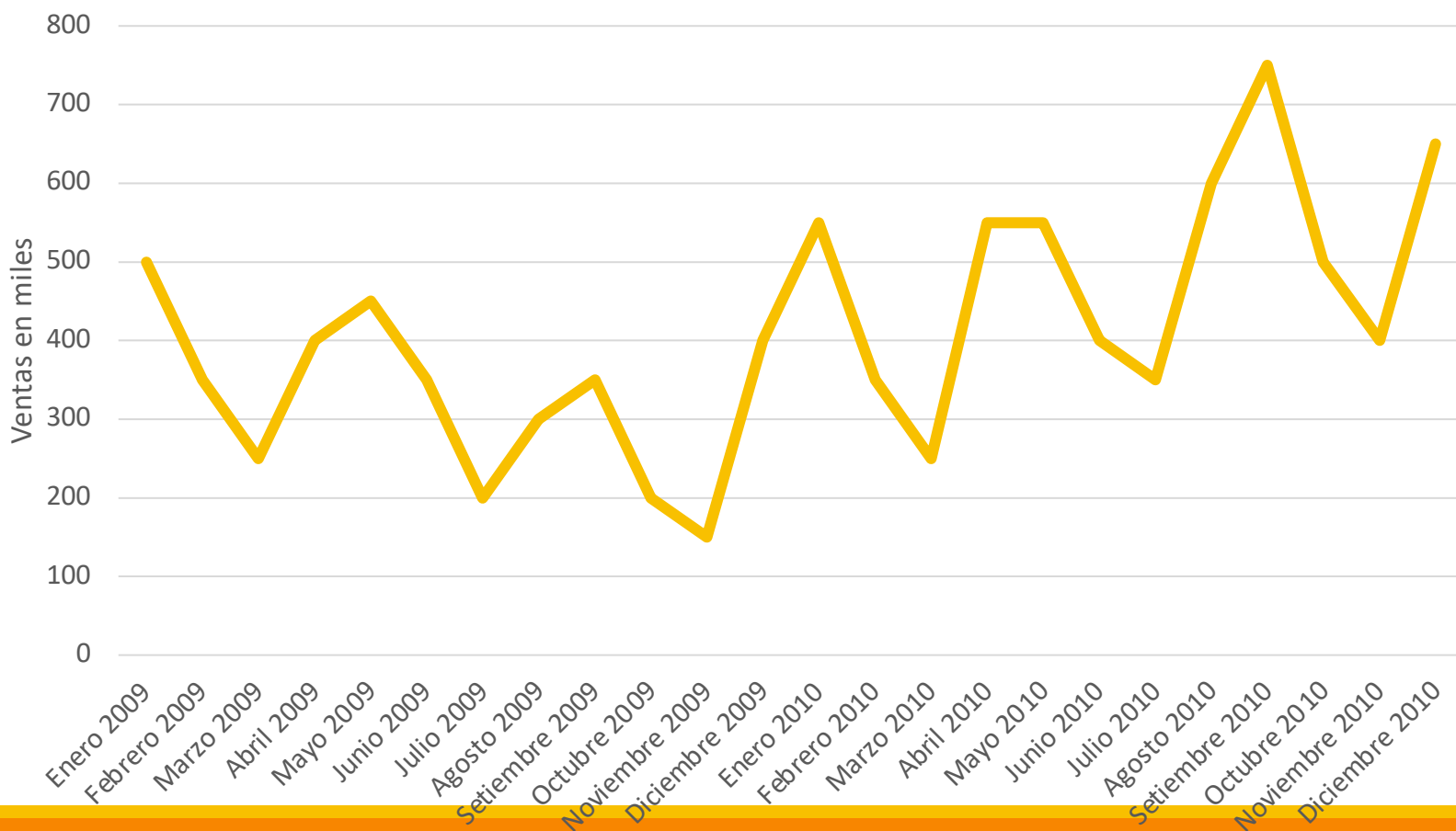
¿Qué Ocorre Aquí?

Ventas de Cuadernos Escolares



¿Qué Ocorre Aquí?

Ventas de Software del 2010 y 2009



Evaluación del Modelo de Pronóstico

ERROR MEDIO CUADRADO

$$EMC = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n}$$

En donde:

\hat{Y}_t es el valor de pronóstico para el periodo actual

Y_t es el valor real para el periodo actual

n es la longitud de la serie de datos

Evaluación del Modelo de Pronóstico

DESVIACIÓN MEDIA ABSOLUTA

$$\text{MAD} = \frac{\sum_{t=1}^n | Y_t - \widehat{Y}_t |}{n}$$

Señal de Rastreo

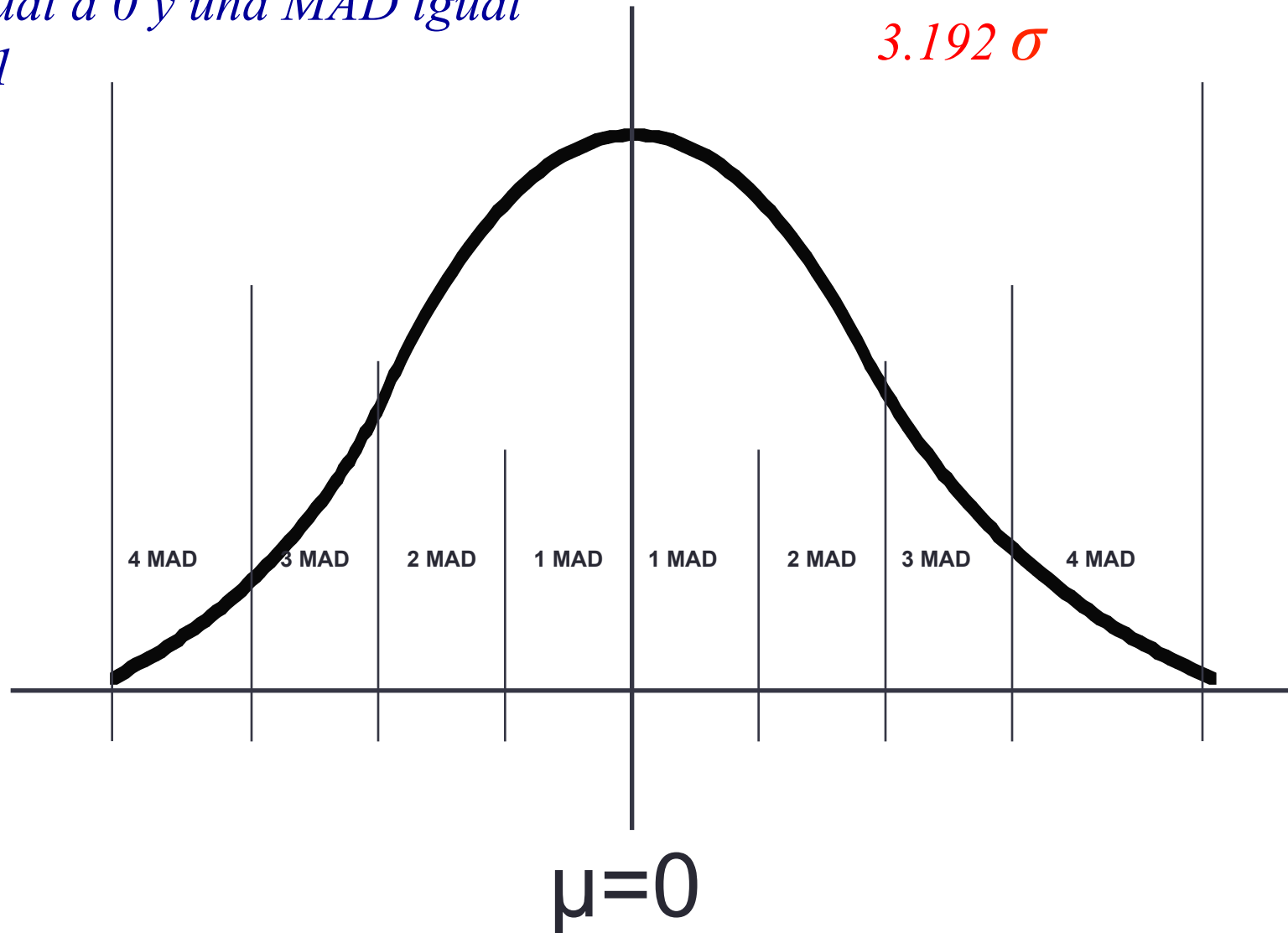
Es una medida que indica si el promedio de proyección está manteniendo el ritmo de los cambios reales de la demanda.

La señal de rastreo es el número de desviaciones medias absolutas en que el valor de la proyección se encuentra por encima o por debajo de la ocurrencia real.

$$TS = \frac{RSFE}{MAD} = \frac{\text{Suma Continua Errores Proyección}}{\text{Desviación Media Absoluta}}$$

Desviación normal con una μ igual a 0 y una MAD igual a 1

4 MAD equivalen a 3.192σ

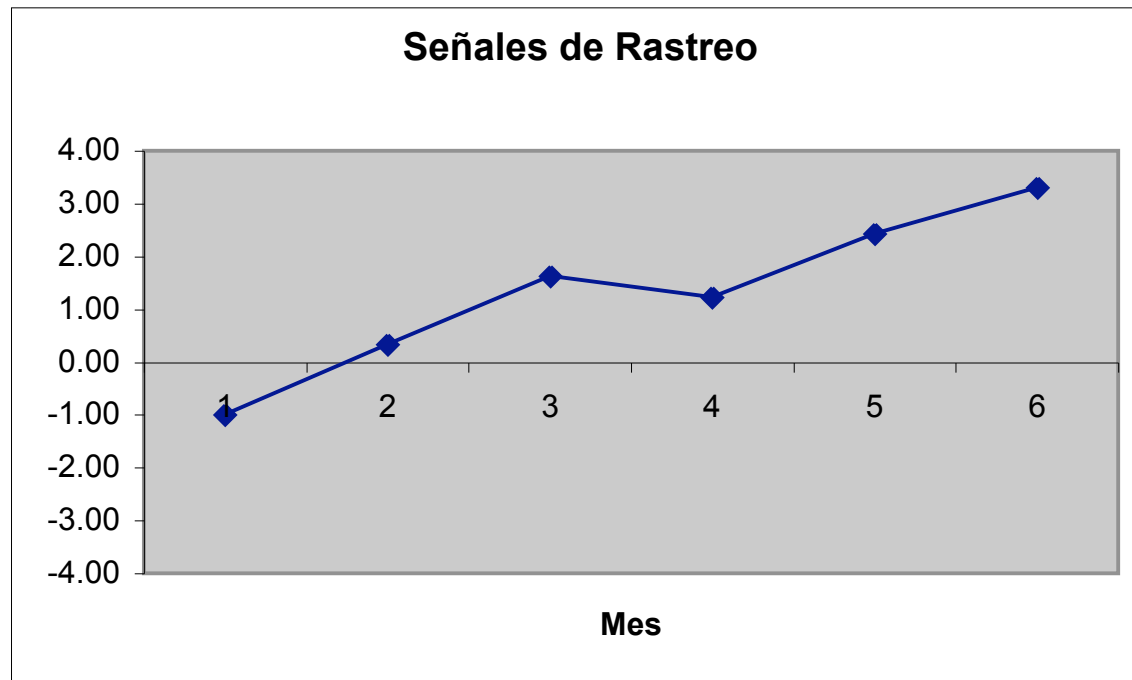


Ejercicio

En www.ucreanop.com,
en ejercicios de clase está
el archivo de Excel con el
nombre Clase #03
ejercicios de pronósticos



Mes	Pronóstico	Demand a Real	Desviación	RSFE	Desviación Absoluta	Σ	MAD	TS
1	1000	950	-50	-50	50	50	50.0	-1.00
2	1000	1070	70	20	70	120	60.0	0.33
3	1000	1100	100	120	100	220	73.3	1.64
4	1000	960	-40	80	40	260	65.0	1.23
5	1000	1090	90	170	90	350	70.0	2.43
6	1000	1050	50	220	50	400	66.7	3.30



Series de Tiempo

Los modelos de proyección de series de tiempo tratan de predecir el futuro con base en los datos pasados.

La selección de un modelo de proyección depende de:

El horizonte
de tiempo

Disponibilidad
de datos

Exactitud
requerida

Presupuesto

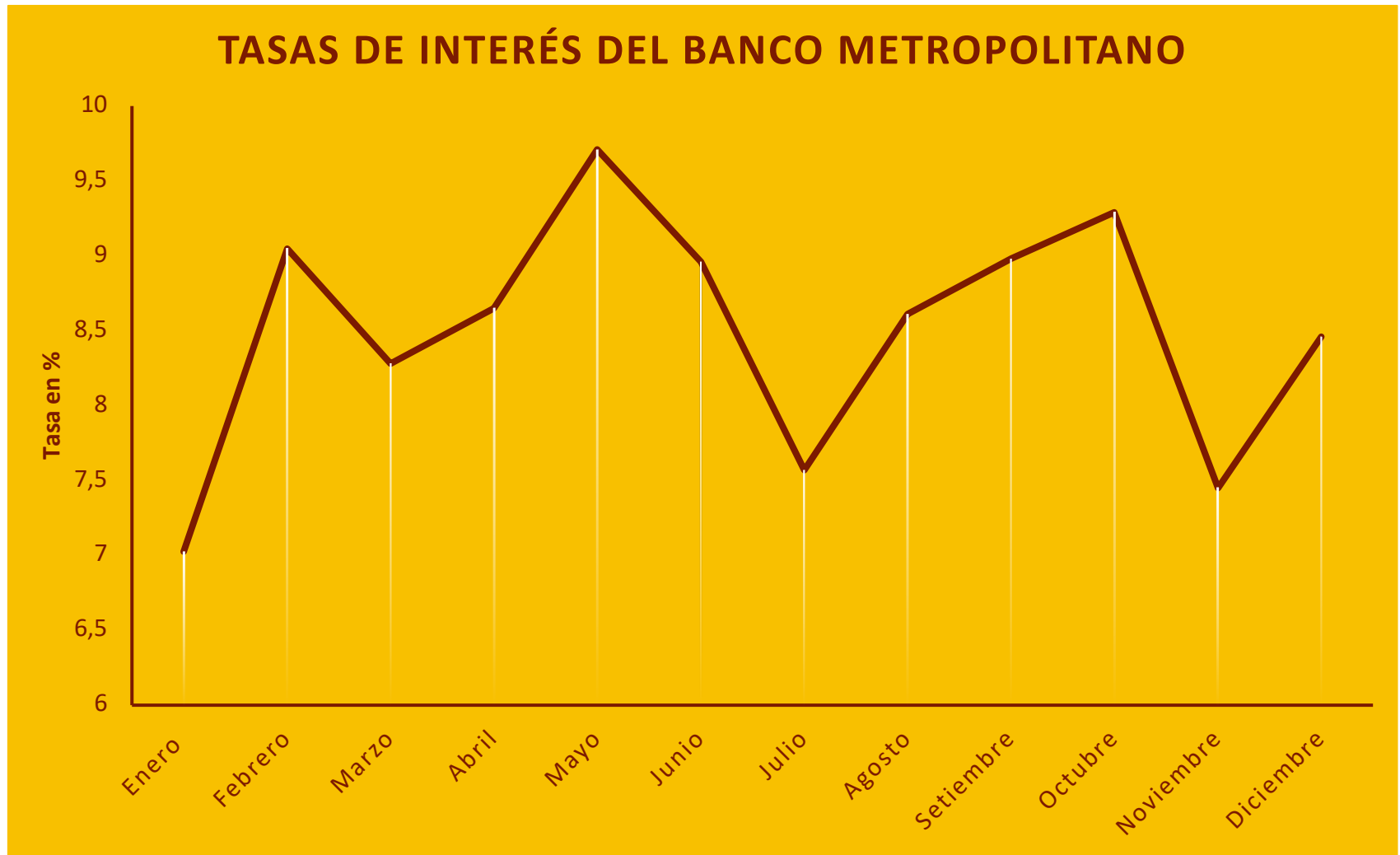
Disponibilidad
de personal
calificado

Ejercicio

Considere las siguientes tasas ofrecidas para los certificados de depósito en un banco metropolitano grande durante un año reciente. Pronostique la tasa para el mes próximo.

Mes	Tasa %	Mes	Tasa %
Enero	7.025	Julio	7.57
Febrero	9.047	Agosto	8.61
Marzo	8.28	Setiembre	8.98
Abril	8.65	Octubre	9.29
Mayo	9.71	Noviembre	7.45
Junio	8.96	Diciembre	8.46

¿QUÉ OCURRE AQUÍ?



Promedio Simple

$$\hat{Y}_{t+1} = \sum_{t=1}^n \frac{y_t}{n}$$

- En donde:
- Y_{t+1} es el valor de pronóstico para el siguiente periodo
- Y_t es el valor real para el periodo actual
- n es la longitud de la serie de datos

Promedio Móvil

$$\hat{Y}_{t+1} = \frac{Y_t + Y_{t-1} + Y_{t-2} + \dots + Y_{t-n+1}}{n}$$

- \hat{Y}_{t+1} = Pronóstico del próximo periodo
- n = Longitud de la serie de datos
- Y_t = Valor real en el periodo t

$\hat{Y}_{3+1} =$

$$7.03 + 9.05 + 8.28$$

$$3$$

	A	B	C	D	E	F	G
1					PRONÓSTICO	ERROR	
2					PROMEDIO MOVIL	MEDIO	
3		Mes	t	Tasa %	n = 3	CUADRÁTICO	
4		Enero	1	7.03			
5		Febrero	2	9.05			
6		Marzo	3	8.28			
7		Abril	4	8.65			
8		Mayo	5	9.71			
9		Junio	6	8.96			
10		Julio	7	7.57			
11		Agosto	8	8.61			
12		Setiembre	9	8.98			
13		Octubre	10	9.29			
14		Noviembre	11	7.45			
15		Diciembre	12	8.46			
16							
17							
18					Error cuadrático		
19							

Excel File Edit View Insert Format Tools Data Window Help

PRONOSTICOS .xls

Home Layout Tables Charts SmartArt Formulas Data Review Developer

Font: Arial, 10, Bold, Italic, Underline, Text Color, Background Color

Alignment: abc, Wrap Text, Merge

Number: General, Percentage, Decimals, Fractions

Conditional Formatting: Normal, Bad, Linked Cell, Note

AVERAGE | fx | =(D4+D5+D6)/3

	A	B	C	D	E	F
1					PRONÓSTICO	ERROR
2					PROMEDIO MOVIL	MEDIO
3		Mes	t	Tasa %	n = 3	CUADRATICO
4		Enero	1	7.025		
5		Febrero	2	9.047		
6		Marzo	3	8.28		
7		Abril	4	8.65	= (D4+D5+D6)/3	
8		Mayo	5	9.71		
9		Junio	6	8.96		
10		Julio	7	7.57		
11		Agosto	8	8.61		
12		Setiembre	9	8.98		
13		Octubre	10	9.29		
14		Noviembre	11	7.45		
15		Diciembre	12	8.46		
16						
17						
18					Error cuadrático	
19						

Excel ribbon interface showing Home, Layout, Tables, Charts, SmartArt, Formulas, Data, Review, and Developer tabs. The Font section is active, showing Arial font, size 10, and various formatting options like Bold, Italic, Underline, and text alignment. The Number section shows Accounting format. The Conditional Formatting section shows Normal, Bad, Linked Cell, and Note styles.

	A	B	C	D	E	F
1					PRONÓSTICO	ERROR
2					PROMEDIO MOVIL	MEDIO
3		Mes	t	Tasa %	n = 3	CUADRATICO
4		Enero	1	7.025		
5		Febrero	2	9.047		
6		Marzo	3	8.28		
7		Abril	4	8.65	8.12	
8		Mayo	5	9.71		
9		Junio	6	8.96		
10		Julio	7	7.57		
11		Agosto	8	8.61		
12		Setiembre	9	8.98		
13		Octubre	10	9.29		
14		Noviembre	11	7.45		
15		Diciembre	12	8.46		
16						
17						
18					Error cuadrático	
19						

Excel File Edit View Insert Format Tools Data Window Help

PRONOSTICOS .xlsx

Home Layout Tables Charts SmartArt Formulas Data Review Developer

Font: Arial, 10, Bold, Italic, Underline, Text Color, Background Color

Alignment: abc, Wrap Text, Merge

Number: Number, %, Increase/Decrease

Conditional Formatting: Normal, Bad, Good, Linked Cell, Note, Output

Formula Bar: E7, $= (D4 + D5 + D6) / 3$

	A	B	C	D	E	F	G
1					PRONÓSTICO	ERROR	
2					PROMEDIO MOVIL	MEDIO	
3		Mes	t	Tasa %	n = 3	CUADRATICO	
4		Enero	1	7.025			
5		Febrero	2	9.047			
6		Marzo	3	8.28			
7		Abril	4	8.65	8.12	0.28	
8		Mayo	5	9.71	8.66		
9		Junio	6	8.96	8.88		
10		Julio	7	7.57	9.11		
11		Agosto	8	8.61	8.75		
12		Setiembre	9	8.98	8.38		
13		Octubre	10	9.29	8.39		
14		Noviembre	11	7.45	8.96		
15		Diciembre	12	8.46	8.57		
16					8.40		
17							
18					Error cuadrático		
19							

Excel File Edit View Insert Format Tools Data Window Help

PRONOSTICOS .xlsx

Home Layout Tables Charts SmartArt Formulas Data Review Developer

Edit Font Alignment Number

Paste Fill Arial 10 Accounting Normal Bad Good

Clear B I U Merge % .00 .00

Conditional Formatting Linked Cell Note Output

F7 fx =POWER(D7-E7,2)

	A	B	C	D	E	F	G
1					PRONÓSTICO	ERROR	
2					PROMEDIO MOVIL	MEDIO	
3		Mes	t	Tasa %	n = 3	CUADRATICO	
4		Enero	1	7.025			
5		Febrero	2	9.047			
6		Marzo	3	8.28			
7		Abril	4	8.65	8.12	0.28	
8		Mayo	5	9.71	8.66	1.10	
9		Junio	6	8.96	8.88	0.01	
10		Julio	7	7.57	9.11	2.36	
11		Agosto	8	8.61	8.75	0.02	
12		Setiembre	9	8.98	8.38	0.36	
13		Octubre	10	9.29	8.39	0.82	
14		Noviembre	11	7.45	8.96	2.28	
15		Diciembre	12	8.46	8.57	0.01	
16					8.40		
17							
18					Error cuadrático		
19							

Excel File Edit View Insert Format Tools Data Window Help

PRONOSTICOS .xlsx

Home Layout Tables Charts SmartArt Formulas Data Review Developer

Font: Calibri (Body) 12

Alignment: General

Number: General

Conditional Formatting: Normal, Bad, Good, Linked Cell, Note, Output

	A	B	C	D	E	F	G
1					PRONÓSTICO	ERROR	
2					PROMEDIO MOVIL	MEDIO	
3		Mes	t	Tasa %	n = 3	CUADRATICO	
4		Enero	1	7.025			
5		Febrero	2	9.047			
6		Marzo	3	8.28			
7		Abril	4	8.65	8.12	0.28	
8		Mayo	5	9.71	8.66	1.10	
9		Junio	6	8.96	8.88	0.01	
10		Julio	7	7.57	9.11	2.36	
11		Agosto	8	8.61	8.75	0.02	
12		Setiembre	9	8.98	8.38	0.36	
13		Octubre	10	9.29	8.39	0.82	
14		Noviembre	11	7.45	8.96	2.28	
15		Diciembre	12	8.46	8.57	0.01	
16					8.40		
17							
18					Error cuadrático	0.80	
19							

Promedio Móvil Doble

$$M_t = \frac{Y_t + Y_{t-1} + Y_{t-2} + \dots + Y_{t-n+1}}{n}$$

$$M'_t = \frac{M_t + M_{t-1} + M_{t-2} + \dots + M_{t-n+1}}{n}$$

$$a_t = 2M_t - M'_t$$

$$b_t = \frac{2}{n-1} (M_t - M'_t)$$

$$\hat{Y}_{t+p} = a_t + b_t p$$

- En donde:
- M_t es el primer promedio móvil
- M'_t es el segundo promedio móvil
- a_t diferencia entre promedios móviles
- b_t pendiente de la curva de pronóstico
- p número de periodos a pronosticar en el futuro

$$M_3 = \frac{7.025 + 9.047 + 8.28}{3}$$

$$M'_3 = \frac{7.025 + 9.047 + 8.28}{3}$$

1									
2				PRONÓSTICO	PROMEDIO	n=3			
3		Ventas		PROMEDIO MOVIL	DOBLE MOVIL			Pronóstico	ERROR
4						Valor de a	Valor de b	a+b*p	MEDIO
5	Mes	t	Tasa %	Mt	Mt'	(2Mt-Mt')	(2/n-1)*(Mt-Mt')	(p=1)	CUADRATICO
6	Enero	1	7.025						
7	Febrero	2	9.047						
8	Marzo	3	8.28						
9	Abril	4	8.65						
10	Mayo	5	9.71						
11	Junio	6	8.96						
12	Julio	7	7.57						
13	Agosto	8	8.61						
14	Setiembre	9	8.98						
15	Octubre	10	9.29						
16	Noviembre	11	7.45						
17	Diciembre	12	8.46						
18									
19									
20									
21									
22									
23				Error cuadrático					

			PRONÓSTICO	PROMEDIO	n=3	
		Ventas	PROMEDIO MOVIL	DOBLE MOVIL		
					Valor de a	Valor
	Mes	t	Tasa %	Mt	(2Mt-Mt')	(2/n-1)*
5	Enero	1	7.025			
7	Febrero	2	9.047			
8	Marzo	3	8.28	= $(C6+C7+C8)/3$		
9	Abril	4	8.65			
0	Mayo	5	9.71			
1	Junio	6	8.96			
2	Julio	7	7.57			
3	Agosto	8	8.61			
4	Setiembre	9	8.98			
5	Octubre	10	9.29			
6	Noviembre	11	7.45			
7	Diciembre	12	8.46			
8						
9						
0						

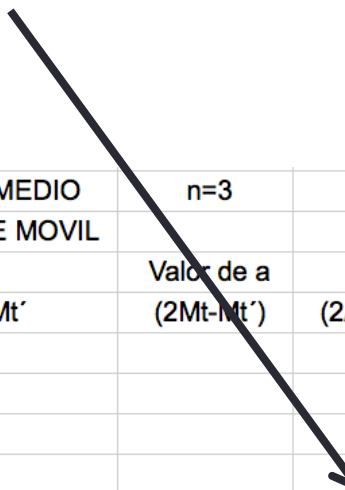
1							
2				PRONÓSTICO	PROMEDIO	n=3	
3			Ventas	PROMEDIO MOVIL	DOBLE MOVIL		
4						Valor de a	
5	Mes	t	Tasa %	Mt	Mt'	(2Mt-Mt')	(2
6	Enero	1	7.025				
7	Febrero	2	9.047				
8	Marzo	3	8.28	8.12			
9	Abril	4	8.65	8.66			
10	Mayo	5	9.71	8.88	$= (D8+D9+D10)/3$		
11	Junio	6	8.96	9.11			
12	Julio	7	7.57	8.75			
13	Agosto	8	8.61	8.38			
14	Setiembre	9	8.98	8.39			
15	Octubre	10	9.29	8.96			
16	Noviembre	11	7.45	8.57			
17	Diciembre	12	8.46	8.40			
18							
19							
20							

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2				PRONÓSTICO	PROMEDIO	n=3	
3			Ventas	PROMEDIO MOVIL	DOBLE MOVIL		
4						Valor de a	Valor
5	Mes	t	Tasa %	Mt	Mt'	(2Mt-Mt')	(2/n-1)*
6	Enero	1	7.025				
7	Febrero	2	9.047				
8	Marzo	3	8.28	8.12			
9	Abril	4	8.65	8.66			
10	Mayo	5	9.71	8.88	8.55	= $(2 * D10) - E10$	
11	Junio	6	8.96	9.11	8.88		
12	Julio	7	7.57	8.75	8.91		
13	Agosto	8	8.61	8.38	8.74		
14	Setiembre	9	8.98	8.39	8.50		
15	Octubre	10	9.29	8.96	8.58		
16	Noviembre	11	7.45	8.57	8.64		
17	Diciembre	12	8.46	8.40	8.64		
18							
19							

$$b_t = \frac{2}{n-1}(M_t - M'_t)$$

$$b_5 = \frac{2}{3-1}(M_5 - M'_5)$$

$$b_t = \frac{2}{3-1}(8.88 - 8.55)$$



		Ventas	PRONÓSTICO PROMEDIO MOVIL	PROMEDIO DOBLE MOVIL	n=3		Pronóstico	ERROR
					Valor de a (2Mt-Mt')	Valor de b (2/n-1)*(Mt-Mt')	a+b*p (p=1)	MEDIO CUADRATICO
Mes	t	Tasa %	Mt	Mt'				
Enero	1	7.025						
Febrero	2	9.047						
Marzo	3	8.28	8.12					
Abril	4	8.65	8.66					
Mayo	5	9.71	8.88	8.55	9.21			
Junio	6	8.96	9.11	8.88	9.33			
Julio	7	7.57	8.75	8.91	8.58			
Agosto	8	8.61	8.38	8.74	8.02			
Setiembre	9	8.98	8.39	8.50	8.27			
Octubre	10	9.29	8.96	8.58	9.34			
Noviembre	11	7.45	8.57	8.64	8.51			
Diciembre	12	8.46	8.40	8.64	8.16			

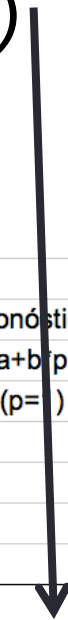
		PRONÓSTICO	PROMEDIO	n=3		
	Ventas	PROMEDIO MOVIL	DOBLE MOVIL			Pron
				Valor de a	Valor de b	a+
t	Tasa %	Mt	Mt'	(2Mt-Mt')	(2/n-1)*(Mt-Mt')	(p
1	7.025					
2	9.047					
3	8.28	8.12				
4	8.65	8.66				
5	9.71	8.88	8.55	9.21	$=((2/(3-1))*(D10-E10))$	
6	8.96	9.11	8.88	9.33		
7	7.57	8.75	8.91	8.58		
8	8.61	8.38	8.74	8.02		
9	8.98	8.39	8.50	8.27		
10	9.29	8.96	8.58	9.34		
11	7.45	8.57	8.64	8.51		
12	8.46	8.40	8.64	8.16		



$$\hat{Y}_{t+p} = a_t + b_{tp}$$

$$\hat{Y}_6 = 9.2 + (0.33 \times 1)$$

$$\hat{Y}_{5+1} = a_5 + (b_5 \times 1)$$



		Ventas	PRONÓSTICO PROMEDIO MOVIL	PROMEDIO DOBLE MOVIL	n=3			Pronóstico a+btp (p=)	ERROR MEDIO CUADRATICO
Mes	t	Tasa %	Mt	Mt'	Valor de a (2Mt-Mt')	Valor de b (2/n-1)*(Mt-Mt')			
Enero	1	7.025							
Febrero	2	9.047							
Marzo	3	8.28	8.12						
Abril	4	8.65	8.66						
Mayo	5	9.71	8.88	8.55	9.21	0.33			
Junio	6	8.96	9.11	8.88	9.33	0.22			
Julio	7	7.57	8.75	8.91	8.58	(0.16)			
Agosto	8	8.61	8.38	8.74	8.02	(0.36)			
Setiembre	9	8.98	8.39	8.50	8.27	(0.12)			
Octubre	10	9.29	8.96	8.58	9.34	0.38			
Noviembre	11	7.45	8.57	8.64	8.51	(0.07)			
Diciembre	12	8.46	8.40	8.64	8.16	(0.24)			

PRONÓSTICO	PROMEDIO	n=3			
PROMEDIO MOVIL	DOBLE MOVIL			Pronóstico	ERROR
		Valor de a	Valor de b	a+b*p	MEDIO
Mt	Mt'	(2Mt-Mt')	(2/n-1)*(Mt-Mt')	(p=1)	CUADRATICO
8.12					
8.66					
8.88	8.55	9.21	0.33		
9.11	8.88	9.33	=F10+(G10*1)		
8.75	8.91	8.58	(0.16)		
8.38	8.74	8.02	(0.36)		
8.39	8.50	8.27	(0.12)		
8.96	8.58	9.34	0.38		
8.57	8.64	8.51	(0.07)		
8.40	8.64	8.16	(0.24)		

		Ventas	PRONÓSTICO PROMEDIO MOVIL	PROMEDIO DOBLE MOVIL	n=3		Pronóstico	ERROR
Mes	t	Tasa %	Mt	Mt'	Valor de a (2Mt-Mt')	Valor de b (2/n-1)*(Mt-Mt')	a+b*p (p=1)	MEDIO CUADRATICO
Enero	1	7.025						
Febrero	2	9.047						
Marzo	3	8.28	8.12					
Abril	4	8.65	8.66					
Mayo	5	9.71	8.88	8.55	9.21	0.33		
Junio	6	8.96	9.11	8.88	9.33	0.22	9.54	0.33
Julio	7	7.57	8.75	8.91	8.58	(0.16)	9.56	3.95
Agosto	8	8.61	8.38	8.74	8.02	(0.36)	8.42	0.04
Setiembre	9	8.98	8.39	8.50	8.27	(0.12)	7.65	1.77
Octubre	10	9.29	8.96	8.58	9.34	0.38	8.15	1.30
Noviembre	11	7.45	8.57	8.64	8.51	(0.07)	9.73	5.19
Diciembre	12	8.46	8.40	8.64	8.16	(0.24)	8.44	0.00
							7.91	
			Error cuadrático					1.80

Suavización Exponencial Simple

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

α = Constante de atenuación

\widehat{Y}_{t+1} = Pronóstico del próximo periodo

Y_t = nuevo valor real de la serie en el periodo t

\widehat{Y}_t = valor pronosticado anterior de la serie atenuada al periodo t-1

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

$$\widehat{Y}_{1+1} = 0.1 \times 7.025 + (1-0.1) \times 7.025$$

		VALOR REAL Yt	Valor Atenuado 0.1	EMC	Valor Atenuado 0.6	EMC
Mes	t	Tasa %				
Enero	1	7.025	7.025		7.025	
Febrero	2	9.047				
Marzo	3	8.28				
Abril	4	8.65				
Mayo	5	9.71				
Junio	6	8.96				
Julio	7	7.57				
Agosto	8	8.61				
Setiembre	9	8.98				
Octubre	10	9.29				
Noviembre	11	7.45				
Diciembre	12	8.46				

		VALOR	Valor	EMC	Va
		REAL	Atenuado		Aten
	PERIODO	Yt	0.1		0
Mes	t	Tasa %			
Enero	1	7.025	7.025		7.0
Febrero	2	=(C6*\$D\$4)+((1-\$D\$4)*D6)			
Marzo	3	8.28			
Abril	4	8.65			
Mayo	5	9.71			
Junio	6	8.96			
Julio	7	7.57			
Agosto	8	8.61			
Setiembre	9	8.98			
Octubre	10	9.29			
Noviembre	11	7.45			
Diciembre	12	8.46			

		VALOR	Valor	EMC	Valor	EMC
		REAL	Atenuado		Atenuado	
	PERIODO	Yt	0.1		0.6	
Mes	t	Tasa %				
Enero	1	7.025	7.025	0.000	7.025	0.000
Febrero	2	9.047	7.025	4.088	7.025	4.088
Marzo	3	8.28	7.227	1.108	8.238	0.002
Abril	4	8.65	7.332	1.736	8.263	0.150
Mayo	5	9.71	7.464	5.043	8.495	1.475
Junio	6	8.96	7.689	1.616	9.224	0.070
Julio	7	7.57	7.816	0.060	9.066	2.237
Agosto	8	8.61	7.791	0.670	8.168	0.195
Setiembre	9	8.98	7.873	1.225	8.433	0.299
Octubre	10	9.29	7.984	1.706	8.761	0.280
Noviembre	11	7.45	8.114	0.442	9.079	2.652
Diciembre	12	8.46	8.048	0.170	8.101	0.129
			8.089		8.317	
			EMC	1.489		0.965

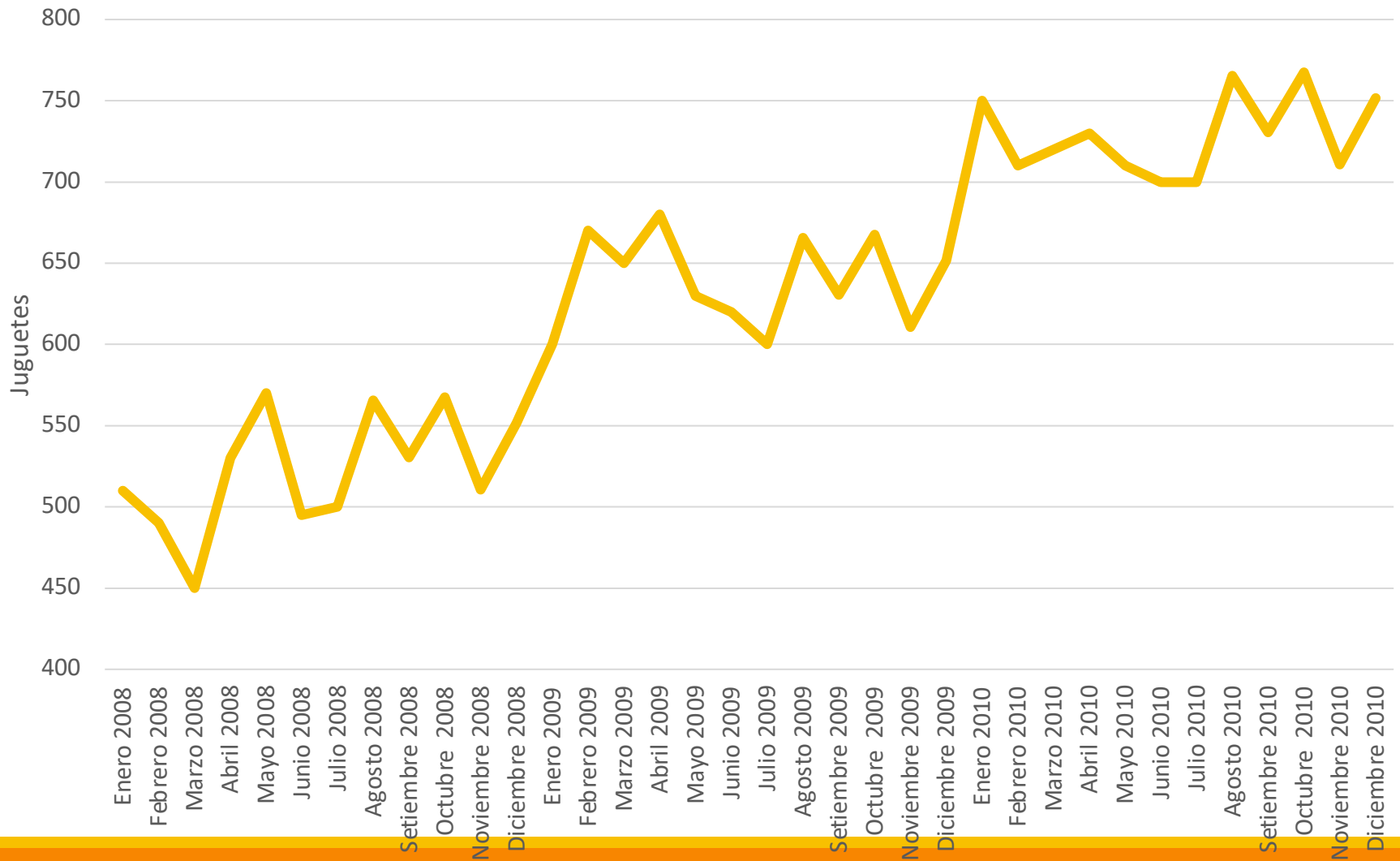
Ejercicio

La Juguetera S. A. vende juguetes para niños entre los 5 y 10 años. A continuación se presentan las ventas de los últimos 3 años del juguete de mayor venta de la compañía, pronostique las ventas del próximo mes.

	2008	2009	2010
Enero	510	600	750
Febrero	490	670	710
Marzo	450	650	720
Abril	530	680	730
Mayo	570	630	710
Junio	495	620	700
Julio	500	600	700
Agosto	566	666	766
Setiembre	530	630	730
Octubre	567	667	767
Noviembre	511	611	711
Diciembre	552	652	752

¿QUÉ OCURRE AQUÍ?

Ventas de Juguetes de La Juguetera S.A.



Suavización Exponencial de Holt

$$A_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta(A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

$$\widehat{Y}_{t+p} = A_t + pT_t$$

En donde:

A_t nuevo valor atenuado

α constante de atenuación

Y_t nueva observación o valor real de la serie, en el periodo t

β constante de atenuación de la estimación de la tendencia

T_t estimación de la tendencia

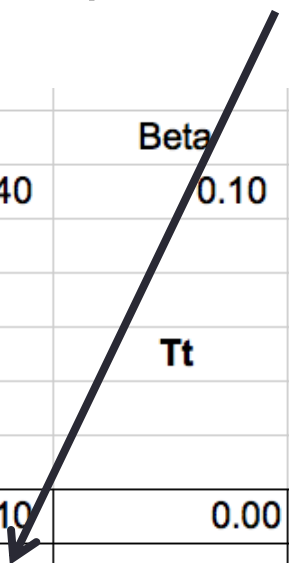
p periodos a pronosticar en el futuro

$$A_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1})$$

$$A_2 = \alpha Y_2 + (1 - \alpha)(A_{2-1} + T_{2-1})$$

$$A_2 = 0.4 \times 490 + (1 - 0.4) \times (510 + 0)$$

Holt			Alfa	Beta		
			0.40	0.10		
	t	Ventas Yt	At	Tt	^Y	EMC
Enero 2008	1	510	510	0.00	510	
Febrero 2008	2	490				
Marzo 2008	3	450				
Abril 2008	4	530				
Mayo 2008	5	570				
Junio 2008	6	495				



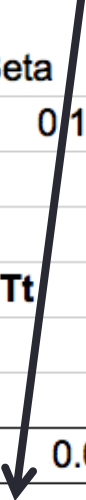
Holt			Alfa	Beta			
			0.40	0.10			
	t	Ventas Yt	At	Tt	\hat{Y}	EMC	
Enero 2008	1	510	510	0.00	510		
Febrero 2008	2	$=((\$E\$3*D10))+((1-\$E\$3)*(E9+F9))$					
Marzo 2008	3	450					
Abril 2008	4	530					
Mayo 2008	5	570					
Junio 2008	6	495					
Julio 2008	7	500					
Agosto 2008	8	566					

$$T_t = \beta(A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta) T_{t-1}$$

$$T_2 = \beta(A_2 - A_{2-1}) + (1 - \beta) T_{2-1}$$

$$T_2 = 0.1(502 - 510) + (1 - 0.1) \times 0$$

Holt			Alfa 0.40	Beta 0.10		
	t	Ventas Yt	At	Tt	^Y	EMC
Enero 2008	1	510	510	0.00	510	
Febrero 2008	2	490	502			
Marzo 2008	3	450	481			
Abril 2008	4	530	501			
Mayo 2008	5	570	528			
Junio 2008	6	495	515			
Julio 2008	7	500	509			



Holt			Alfa	Beta		
			0.40	0.10		
	t	Ventas Yt	At	Tt	\hat{Y}	EMC
Enero 2008	1	510	510	0.00	510	
Febrero 2008	2	490	502	$=(\$F\$3*(E10-E9))+((1-\$F\$3)*F9)$		
Marzo 2008	3	450	481			
Abril 2008	4	530	501			
Mayo 2008	5	570	528			
Junio 2008	6	495	515			
Julio 2008	7	500	509			
Agosto 2008	8	566	532			
Septiembre 2008	9	530	531			

$$\widehat{Y}_{t+p} = A_t + pT_t$$

$$\widehat{Y}_{1+1} = A_1 + 1 \times T_1$$

$$\widehat{Y}_2 = 510 + (1 \times 0)$$

Holt			Alfa	Beta		
			0.40	0.10		
	t	Ventas Yt	At	Tt	^Y	EMC
Enero 2008	1	510	510	0.00	510	
Febrero 2008	2	490	510	(0.80)		
Marzo 2008	3	450	481	(2.85)		
Abril 2008	4	530	499	(0.76)		
Mayo 2008	5	570	527	2.12		
Junio 2008	6	495	515	0.76		
Julio 2008	7	500	510	0.12		

Holt			Alfa	Beta		
			0.40	0.10		
	t	Ventas Yt	At	Tt	ΔY	EMC
Enero 2008	1	510	510	0.00	510	
Febrero 2008	2	490	502	(0.80)	=E9+(1*F9)	
Marzo 2008	3	450	481	(2.85)		
Abril 2008	4	530	499	(0.76)		
Mayo 2008	5	570	527	2.12		
Junio 2008	6	405	515	0.76		

Holt			Alfa	Beta		
			0.40	0.10		
	t	Ventas				
		Yt	At	Tt	^Y	EMC
Enero 2008	1	510	510	0.00	510	
Febrero 2008	2	490	502	(0.80)	510	
Marzo 2008	3	450	481	(2.85)	501	
Abril 2008	4	530	499	(0.76)	478	
Mayo 2008	5	570	527	2.12	498	
Junio 2008	6	495	515	0.76	529	
Julio 2008	7	500	510	0.12	516	
Agosto 2008	8	566	532	2.35	510	
Setiembre 2008	9	530	533	2.19	534	
Octubre 2008	10	567	548	3.49	535	
Noviembre 2008	11	511	535	1.86	552	
Diciembre 2008	12	552	543	2.44	537	
Enero 2009	13	600	567	4.63	545	
Febrero 2009	14	670	611	8.56	572	
Marzo 2009	15	650	632	9.77	620	
Abril 2009	16	680	657	11.31	642	
Mayo 2009	17	630	653	9.78	668	
Junio 2009	18	620	646	8.07	663	
Julio 2009	19	600	632	5.92	654	
Agosto 2009	20	666	649	7.02	638	
Setiembre 2009	21	630	646	5.99	656	
Octubre 2009	22	667	658	6.62	652	
Noviembre 2009	23	611	643	4.45	665	
Diciembre 2009	24	652	649	4.62	648	
Enero 2010	25	750	692	8.47	654	
Febrero 2010	26	710	704	8.84	701	
Marzo 2010	27	720	716	9.10	713	
Abril 2010	28	730	727	9.30	725	
Mayo 2010	29	710	726	8.25	736	
Junio 2010	30	700	720	6.88	734	
Julio 2010	31	700	716	5.79	727	
Agosto 2010	32	766	740	7.53	722	
Setiembre 2010	33	730	740	6.86	747	
Octubre 2010	34	767	755	7.67	747	
Noviembre 2010	35	711	742	5.58	763	
Diciembre 2010	36	752	749	5.74	748	
					755	

Holt			Alfa	Beta		
			0.40	0.10		
	t	Ventas				
		Yt	At	Tt	^Y	EMC
Enero 2008	1	510	510	0.00	510	--
Febrero 2008	2	490	502	(0.80)	510	400
Marzo 2008	3	450	481	(2.85)	501	2,621
Abril 2008	4	530	499	(0.76)	478	2,717
Mayo 2008	5	570	527	2.12	498	5,190
Junio 2008	6	495	515	0.76	529	1,149
Julio 2008	7	500	510	0.12	516	259
Agosto 2008	8	566	532	2.35	510	3,107
Setiembre 2008	9	530	533	2.19	534	16
Octubre 2008	10	567	548	3.49	535	1,054
Noviembre 2008	11	511	535	1.86	552	1,668
Diciembre 2008	12	552	543	2.44	537	214
Enero 2009	13	600	567	4.63	545	2,989
Febrero 2009	14	670	611	8.56	572	9,639
Marzo 2009	15	650	632	9.77	620	921
Abril 2009	16	680	657	11.31	642	1,478
Mayo 2009	17	630	653	9.78	668	1,462
Junio 2009	18	620	646	8.07	663	1,825
Julio 2009	19	600	632	5.92	654	2,884
Agosto 2009	20	666	649	7.02	638	749
Setiembre 2009	21	630	646	5.99	656	657
Octubre 2009	22	667	658	6.62	652	245
Noviembre 2009	23	611	643	4.45	665	2,921
Diciembre 2009	24	652	649	4.62	648	17
Enero 2010	25	750	692	8.47	654	9,251
Febrero 2010	26	710	704	8.84	701	85
Marzo 2010	27	720	716	9.10	713	45
Abril 2010	28	730	727	9.30	725	24
Mayo 2010	29	710	726	8.25	736	694
Junio 2010	30	700	720	6.88	734	1,160
Julio 2010	31	700	716	5.79	727	746
Agosto 2010	32	766	740	7.53	722	1,878
Setiembre 2010	33	730	740	6.86	747	274
Octubre 2010	34	767	755	7.67	747	409
Noviembre 2010	35	711	742	5.58	763	2,742
Diciembre 2010	36	752	749	5.74	748	16
					755	
						1,757

Ejercicio

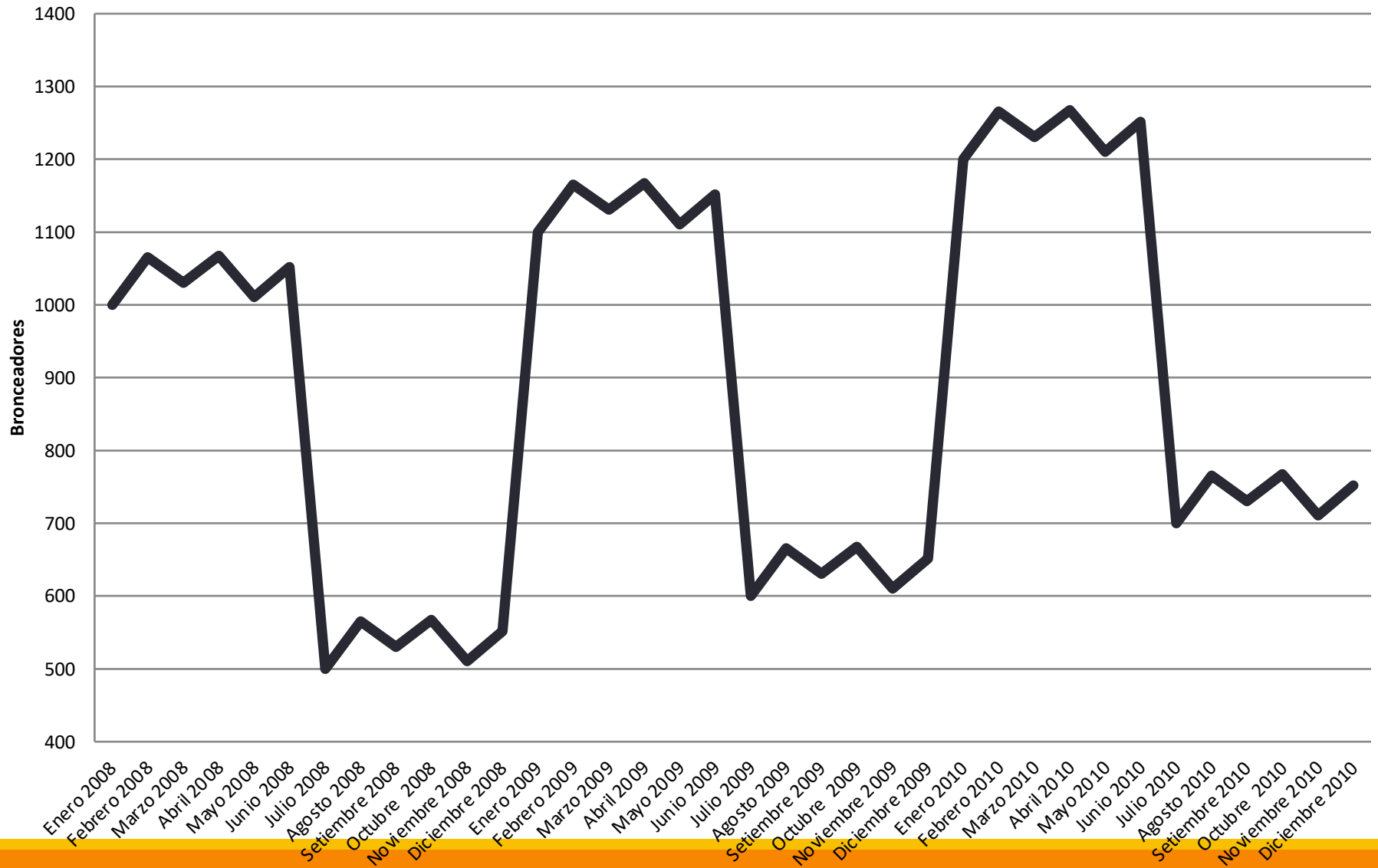
El Veraniego S.A., importa un bronceador muy popular entre personas con edades que rondan los 15 y 18 años, a continuación se adjuntan las ventas en unidades de los últimos tres años.

	2008	2009	2010
Enero	1000	1100	1200
Febrero	1066	1166	1266
Marzo	1030	1130	1230
Abril	1067	1167	1267
Mayo	1011	1111	1211
Junio	1052	1152	1252
Julio	500	600	700
Agosto	566	666	766
Setiembre	530	630	730
Octubre	567	667	767
Noviembre	511	611	711
Diciembre	552	652	752

- a) Agrupe los datos de acuerdo a su estacionalidad y pronostique la demanda para los años 2011, 2012 y 2013 con el método de pronóstico de la suavización exponencial de Holt y de Winter utilizando un alfa de 0.40, un beta de 0.10 y un gama de 0.30

¿Qué Ocorre Aquí?

Ventas de Bronceador El Veraniego S.A.



Suavización Exponencial de Winters

$$A_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-L}} + (1-\alpha)(A_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta(A_t - A_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1}$$

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{A_t} + (1-\gamma)S_{t-L}$$

$$\hat{Y}_{t+p} = (A_t + pT_t)S_{t-L+p}$$

En donde:

A_t nuevo valor atenuado

α constante de atenuación

Y_t nueva observación o valor real de la serie en el periodo t

β constante de atenuación de la estimación de la tendencia

T_t estimación de la tendencia

γ constante de atenuación de la estimación de la estacionalidad

S_t estimación de la estacionalidad

p periodos a estimar en el futuro

L longitud de la estacionalidad

Y_{t+p} pronóstico de p periodos en el futuro

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	WINTER			Alfa	Beta	Gama		
2				α 0.40	β 0.10	δ 0.30		
3								
4		t	Ventas					
5			Yt	At	Tt	St	^Y	EMC
6								
7	Enero 2008	1	1000					
8	Febrero 2008	2	1066					
9	Marzo 2008	3	1030					
10	Abril 2008	4	1067					
11	Mayo 2008	5	1011					
12	Junio 2008	6	1052					
13	Julio 2008	7	500					
14	Agosto 2008	8	566					
15	Setiembre 2008	9	530					
16	Octubre 2008	10	567					
17	Noviembre 2008	11	511					
18	Diciembre 2008	12	552					
19	Enero 2009	13	1100					
20	Febrero 2009	14	1166					
21	Marzo 2009	15	1130					
22	Abril 2009	16	1167					
23	Mayo 2009	17	1111					
24	Junio 2009	18	1152					
25	Julio 2009	19	600					
26	Agosto 2009	20	666					
27	Setiembre 2009	21	630					
28	Octubre 2009	22	667					
29	Noviembre 2009	23	611					
30	Diciembre 2009	24	652					
31	Enero 2010	25	1200					
32	Febrero 2010	26	1266					
33	Marzo 2010	27	1230					
34	Abril 2010	28	1267					
35	Mayo 2010	29	1211					
36	Junio 2010	30	1252					
37	Julio 2010	31	700					
38	Agosto 2010	32	766					
39	Setiembre 2010	33	730					
40	Octubre 2010	34	767					
41	Noviembre 2010	35	711					
42	Diciembre 2010	36	752					
43								

Se puede ver un efecto estacional semestral, por lo que es conveniente agrupar los valores de acuerdo con este comportamiento.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
	WINTER			Alfa	Beta	Gama											
				α 0.40	β 0.10	δ 0.30											
		t	Ventas														
			Yt	At	Tt	St	^Y	EMC		Año	Semestre	t	Ventas	At	Tt	St	^Y
													Yt				
7	Enero 2008	1	1000														
8	Febrero 2008	2	1066														
9	Marzo 2008	3	1030														
0	Abril 2008	4	1067							2008	1	1					
1	Mayo 2008	5	1011														
2	Junio 2008	6	1052							2009	1	3					
3	Julio 2008	7	500								2	4					
4	Agosto 2008	8	566							2010	1	5					
5	Setiembre 2008	9	530								2	6					
6	Octubre 2008	10	567							2011	1						
7	Noviembre 2008	11	511								2						
8	Diciembre 2008	12	552							2012	1						
9	Enero 2009	13	1100								2						
0	Febrero 2009	14	1166							2013	1						
1	Marzo 2009	15	1130								2						
2	Abril 2009	16	1167														
3	Mayo 2009	17	1111														
4	Junio 2009	18	1152														
5	Julio 2009	19	600														
6	Agosto 2009	20	666														
7	Setiembre 2009	21	630														
8	Octubre 2009	22	667														
9	Noviembre 2009	23	611														
0	Diciembre 2009	24	652														
1	Enero 2010	25	1200														
2	Febrero 2010	26	1266														
3	Marzo 2010	27	1230														
4	Abril 2010	28	1267														
5	Mayo 2010	29	1211														
6	Junio 2010	30	1252														
7	Julio 2010	31	700														
8	Agosto 2010	32	766														
9	Setiembre 2010	33	730														
0	Octubre 2010	34	767														
1	Noviembre 2010	35	711														
2	Diciembre 2010	36	752														

1.0000

Año	Semestre	t	Ventas					
			Yt	At	Tt	St	^Y	
						1.0000		
2008	1	1						
	2	2						
2009	1	3						
	2	4						
2010	1	5						
	2	6						
2011	1							
	2							
2012	1							
	2							
2013	1							
	2							

t	Ventas										
	Yt	At	Tt	St	^Y	EMC		Año	Semestre	t	Ventas
											Yt
1	1000										
2	1066										
3	1030							2008	1		=SUM(C7:C12)
4	1067								2	2	
5	1011							2009	1	3	
6	1052								2	4	
7	500							2010	1	5	
8	566								2	6	
9	530							2011	1		
10	567								2		
11	511							2012	1		

Año	Semestre	t	Ventas Yt	At	Tt	St	^Y
						1.0000	
2008	1	1	6226				
	2	2					
2009	1	3					
	2	4					
2010	1	5					
	2	6					
2011	1						
	2						
2012	1						
	2						
2013	1						
	2						

$$A_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-L}} + (1-\alpha)(A_{t-1} + T_{t-1})$$

$$A_2 = \alpha \frac{Y_2}{S_{2-2}} + (1-\alpha)(A_{2-1} + T_{2-1})$$

$$A_2 = 0.4 \frac{3226}{1} + (1-0.4)(6226 + 0)$$



Alfa	Beta	Gama								
0.40	0.10	0.30	Año	Semestre	t	Ventas Yt	At	Tt	St	^Y
									1.0000	
			2008	1	1	6226	6,226	0.00	1.00	--
				2	2	3226				
			2009	1	3	6826				
				2	4	3826				
			2010	1	5	7426				
				2	6	4426				
			2011	1	7					


Alfa	Beta	Gama					
0.40	0.10	0.30	Ventas	At	Tt	St	^Y
Año	Semestre	t	Yt				
						1.0000	
2008	1	1	6226	6,226	0.00	1.00	--
	2	2	=(\$J\$4*(M10/P8))+((1-\$J\$4)*(N9+O9))				
2009	1	3	6826				
	2	4	3826				
2010	1	5	7426				
	2	6	4426				
2011	1						
	2						
2012	1						
	2						
2013	1						
	2						

$$T_t = \beta(A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$


$$T_2 = \beta(A_2 - A_{2-1}) + (1 - \beta)T_{2-1}$$

$$T_2 = 0.1 \times (5026 - 6226) + (1 - 0.1) \times 0$$

Alfa	Beta	Gama					
0.40	0.10	0.30					
Año	Semestre	t	Ventas Yt	At	Tt	St	
						1.0000	
2008	1	1	6226	6,226	0.00	1.00	
	2	2	3226	5,026			
2009	1	3	6826	5,746			
	2	4	3826	#DIV/0!			
2010	1	5	7426	#DIV/0!			
	2	6	4426	#DIV/0!			
2011	1						



Alfa	Beta	Gama					
0.40	0.10	0.30					
Año	Semestre	t	Ventas Yt	At	Tt	St	^Y
						1.0000	
2008	1	1	6226	6,226	0.00	1.00	--
	2	2	3226	=(\$K\$4*(N10-N9))+((1-\$K\$4)*O9)			
2009	1	3	6826	5,746			
	2	4	3826	#DIV/0!			
2010	1	5	7426	#DIV/0!			
	2	6	4426	#DIV/0!			
2011	1						
	2						
2012	1						
	2						
2013	1						
	2						

Alfa	Beta	Gama					
0.40	0.10	0.30					
Año	Semestre	t	Ventas				
			Yt	At	Tt	St	^Y
						1.0000	
2008	1	1	6226	6,226	0.00	1.00	--
	2	2	3226	5,026	-120.01		
2009	1	3	6826	5,674	-43.21		
	2	4	3826	#DIV/0!	#DIV/0!		
2010	1	5	7426	#DIV/0!	#DIV/0!		
	2	6	4426	#DIV/0!	#DIV/0!		
2011	1						

Alfa	Beta	Gama					
0.40	0.10	0.30					
Año	Semestre	t	Ventas				
			Yt	At	Tt	St	^Y
						1.0000	
2008	1	1	6226	6,226	0.00	1.00	--
	2	2	3226	5,026	=(\$L\$4*(M10/N10))+((1-\$L\$4)*P8)		
2009	1	3	6826	5,674	-43.21		
	2	4	3826	#DIV/0!	#DIV/0!		
2010	1	5	7426	#DIV/0!	#DIV/0!		
	2	6	4426	#DIV/0!	#DIV/0!		
2011	1						
	2						

$$\hat{Y}_{t+p} = (A_t + pT_t)S_{t-L+p}$$

$$\hat{Y}_{1+1} = (A_1 + (1 \times T_1)) \times S_{1-2+1}$$

$$\hat{Y}_2 = (6226 + (1 \times 0)) \times 1$$

Alfa	Beta	Gama					
0.40	0.10	0.30					
Año	Semestre	t	Ventas Yt	At	Tt	St	^Y
						1.0000	
2008	1	1	6226	6,226	0.00	1.00	--
	2	2	3226	5,026	-120.01	0.89	
2009	1	3	6826	5,674	-43.21	1.06	
	2	4	3826	5,093	-96.98	0.85	
2010	1	5	7426	5,797	-16.84	1.13	
	2	6	4426	5,551	-39.82	0.83	

Alfa	Beta	Gama					
0.40	0.10	0.30					
Año	Semestre	t	Ventas	At	Tt	St	^Y
			Yt				
						1.0000	
2008	1	1	6226	6,226	0.00	1.00	--
	2	2	3226	5,026	-120.01		$= (N9 + (1 * O9)) * P8$
2009	1	3	6826	5,674	-43.21	1.06	
	2	4	3826	5,093	-96.98	0.85	
2010	1	5	7426	5,797	-16.84	1.13	
	2	6	4426	5,551	-39.82	0.83	
2011	1						
	2						
2012	1						
	2						
2013	1						
	2						

Alfa	Beta	Gama					
0.40	0.10	0.30					
Año	Semestre	t	Ventas				
			Yt	At	Tt	St	^Y
						1.0000	
2008	1	1	6226	6,226	0.00	1.00	--
	2	2	3226	5,026	-120.01	0.89	6,226
2009	1	3	6826	5,674	-43.21	1.06	4,906
	2	4	3826	5,093	-96.98	0.85	5,026
2010	1	5	7426	5,797	-16.84	1.13	5,300
	2	6	4426	5,551	-39.82	0.83	4,914
2011	1						
	2						
2012	1						
	2						
2013	1						
	2						

Alfa	Beta	Gama					
0.40	0.10	0.30					
Año	Semestre	t	Ventas	At	Tt	St	^Y
			Yt				
						1.0000	
2008	1	1	6226	6,226	0.00	1.00	--
	2	2	3226	5,026	-120.01	0.89	6,226
2009	1	3	6826	5,674	-43.21	1.06	4,906
	2	4	3826	5,093	-96.98	0.85	5,026
2010	1	5	7426	5,797	-16.84	1.13	5,300
	2	6	4426	5,551	-39.82	0.83	4,914
2011	1						6,210
	2						
2012	1						
	2						
2013	1						
	2						

Alfa	Beta	Gama					
0.40	0.10	0.30					
Año	Semestre	t	Ventas	At	Tt	St	^Y
			Yt				
						1.0000	
2008	1	1	6226	6,226	0.00	1.00	--
	2	2	3226	5,026	-120.01	0.89	6,226
2009	1	3	6826	5,674	-43.21	1.06	4,906
	2	4	3826	5,093	-96.98	0.85	5,026
2010	1	5	7426	5,797	-16.84	1.13	5,300
	2	6	4426	5,551	-39.82	0.83	4,914
2011	1						
	2						
2012	1						
	2						
2013	1						
	2						

$$=(N14+(1*O14))*P13$$

Alfa	Beta	Gama						
0.40	0.10	0.30						
Año	Semestre	t	Ventas					^Y
			Yt	At	Tt	St		
						1.0000		
2008	1	1	6226	6,226	0.00	1.00		--
	2	2	3226	5,026	-120.01	0.89		6,226
2009	1	3	6826	5,674	-43.21	1.06		4,906
	2	4	3826	5,093	-96.98	0.85		5,026
2010	1	5	7426	5,797	-16.84	1.13		5,300
	2	6	4426	5,551	-39.82	0.83		4,914
2011	1							$=(N13+(2*O13))*P13$
	2							
2012	1							
	2							
2013	1							
	2							

Alfa	Beta	Gama					
0.40	0.10	0.30					
Año	Semestre	t	Ventas Yt	At	Tt	St	^Y
						1.0000	
2008	1	1	6226	6,226	0.00	1.00	--
	2	2	3226	5,026	-120.01	0.89	6,226
2009	1	3	6826	5,674	-43.21	1.06	4,906
	2	4	3826	5,093	-96.98	0.85	5,026
2010	1	5	7426	5,797	-16.84	1.13	5,300
	2	6	4426	5,551	-39.82	0.83	4,914
2011	1						6,495
	2						4,565
2012	1						
	2						
2013	1						
	2						

Alfa	Beta	Gama					
0.40	0.10	0.30					
Año	Semestre	t	Ventas	At	Tt	St	^Y
			Yt				
						1.0000	
2008	1	1	6226	6,226	0.00	1.00	--
	2	2	3226	5,026	-120.01	0.89	6,226
2009	1	3	6826	5,674	-43.21	1.06	4,906
	2	4	3826	5,093	-96.98	0.85	5,026
2010	1	5	7426	5,797	-16.84	1.13	5,300
	2	6	4426	5,551	-39.82	0.83	4,914
2011	1						6,495
	2						4,565
2012	1						
	2						
2013	1						
	2						

$$=(\$N\$13+(4*\$O\$13))*\$P\$13$$

Alfa	Beta	Gama						
0.40	0.10	0.30						
Año	Semestre	t	Ventas	At	Tt	St	^Y	
			Yt					
						1.0000		
2008	1	1	6226	6,226	0.00	1.00	--	
	2	2	3226	5,026	-120.01	0.89	6,226	
2009	1	3	6826	5,674	-43.21	1.06	4,906	
	2	4	3826	5,093	-96.98	0.85	5,026	
2010	1	5	7426	5,797	-16.84	1.13	5,300	
	2	6	4426	5,551	-39.82	0.83	4,914	
2011	1						6,495	
	2						4,565	
2012	1						6,457	
	2							
2013	1							
	2							

$$= (\$N\$14 + (4 * \$O\$14)) * \$P\$14$$

Alfa	Beta	Gama					
0.40	0.10	0.30					
Año	Semestre	t	Ventas	At	Tt	St	^Y
			Yt				
						1.0000	
2008	1	1	6226	6,226	0.00	1.00	--
	2	2	3226	5,026	-120.01	0.89	6,226
2009	1	3	6826	5,674	-43.21	1.06	4,906
	2	4	3826	5,093	-96.98	0.85	5,026
2010	1	5	7426	5,797	-16.84	1.13	5,300
	2	6	4426	5,551	-39.82	0.83	4,914
2011	1						6,495
	2						4,565
2012	1						6,457
	2						4,498
2013	1						6,419
	2						4,432

Calcule la Señal de Rastreo

Si las ventas reales fueran las siguientes:

Año	Semestre	Ventas Reales
2011	1	6360
	2	3224
2012	1	7790
	2	3410
2013	1	8200
	2	4121

	Demanda Real	Desviación	RSFE	ABS	Σ	MAD	TS
1	6360	-135	-135	135	135	135	-1.00
2	3224	-1,341	-1,476	1341	1476	738	-2.00
3	7790	1,333	-143	1333	2808	936	-0.15
4	3410	-1,088	-1,231	1088	3897	974	-1.26
5	8200	1,781	550	1781	5677	1135	0.48
6	4121	-311	239	311	5988	998	0.24

TS

