

ADMINISTRACION DE OPERACIONES

Sesión4: Métodos cuantitativos

Objetivo específico 1: El alumno conocerá y aplicara adecuadamente los métodos de pronóstico de la demanda para planear la actividad futura de la empresa.

Conceptos a desarrollar en la unidad: Los métodos cuantitativos, las series de tiempo, los promedios móviles simples, promedios móviles ponderados, las relaciones causales, la regresión simple, la regresión múltiple, el monitoreo de los pronósticos y el pronostico por computador.

Introducción

En este tema estudiaremos como se utilizan los diferentes métodos cuantitativos en la administración de operaciones, revisaremos el uso de las series de tiempo su aplicación, como son las relaciones causales y su uso, el monitoreo y control de los pronósticos por medios de medios electrónicos como los programas de computo mas usuales.

4.1 Métodos cuantitativos.

Estos por el contrario de los pronósticos cualitativos, si necesitan datos históricos para su análisis.

4.1.1 Series de tiempo.

Todos los pronósticos de serie de tiempo parten, básicamente, de un supuesto común: que la demanda pasada sigue cierto patrón, y que si este patrón puede ser analizado podrá utilizarse para desarrollar proyecciones para la demanda futura, suponiendo que el patrón continúa aproximadamente de la misma forma.

Casi todos los modelos de pronósticos de serie de tiempo intentan capturar de manera matemática los patrones subyacentes de la demanda pasada.

Promedios móviles simples.

Como su nombre lo indica, nada más que el promedio matemático de los últimos periodos recientes de la demanda real. La ecuación general para obtenerlos tiene la siguiente forma:

$$F_t = \frac{A_{t-n} + A_{t-(n+1)} + \dots + A_{t-1}}{n}$$

Donde:

F es el pronóstico.

t es el periodo de tiempo actual, lo que significa que

Ft es el pronóstico para el periodo de tiempo actual.

At es la demanda real en el periodo t, y

n es el numero de periodos que se utiliza

Ejemplo:

Periodo	Demanda	Pronóstico Móvil de 4 periodos
1	24	
2	26	
3	22	
4	25	
5		?

$$F5 = \frac{25 + 22 + 26 + 24}{4} = 24.25$$

Los promedios móviles simples por lo general no deben utilizarse para pronosticar la demanda, cuando la información claramente sigue algún tipo de tendencia o patrón cíclico regular.

El término móvil indica que conforme se tiene disponible una nueva observación de la serie de tiempo, se reemplaza la observación más antigua de la ecuación y se calcula un nuevo promedio. Como resultado, el promedio cambiará; es decir, se moverá, al ir quedando disponibles nuevas observaciones.

Un promedio móvil simple resultará siempre menor que los datos en aumento y mayor que los datos en disminución.

Por lo tanto, si aparecen amplias elevaciones o caídas, los promedios móviles simples no se desempeñarán bien.

Se ajustan mejor a datos con pequeños variaciones, dando alguna estabilidad frente a perturbaciones aleatorias.

Ejemplo: Considere los datos de una empresa de traslado de mercancías a través de tráileres, cada uno de estos representa un envío. Los datos históricos se muestran en el siguiente cuadro:

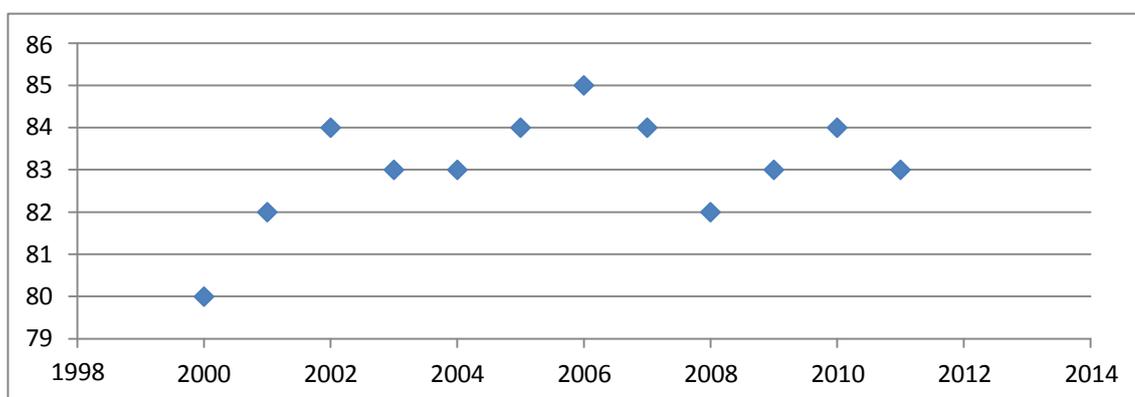
ENVIOS	
2000	80
2001	82

2002	84
2003	83
2004	83
2005	84
2006	85
2007	84
2008	82
2009	83
2010	84
2011	83
2012	

La empresa quiere saber cuál será su presupuesto de operaciones del próximo año (2012), y para ello es necesario pronosticar los envíos del año 2012.

Pasos para resolver.

1. Realizar un diagrama de dispersión, para observar que no existan grandes tendencias.



2. Realice cálculos para el pronóstico de por lo menos dos móviles (n=2, n=3 n=4, etc.).

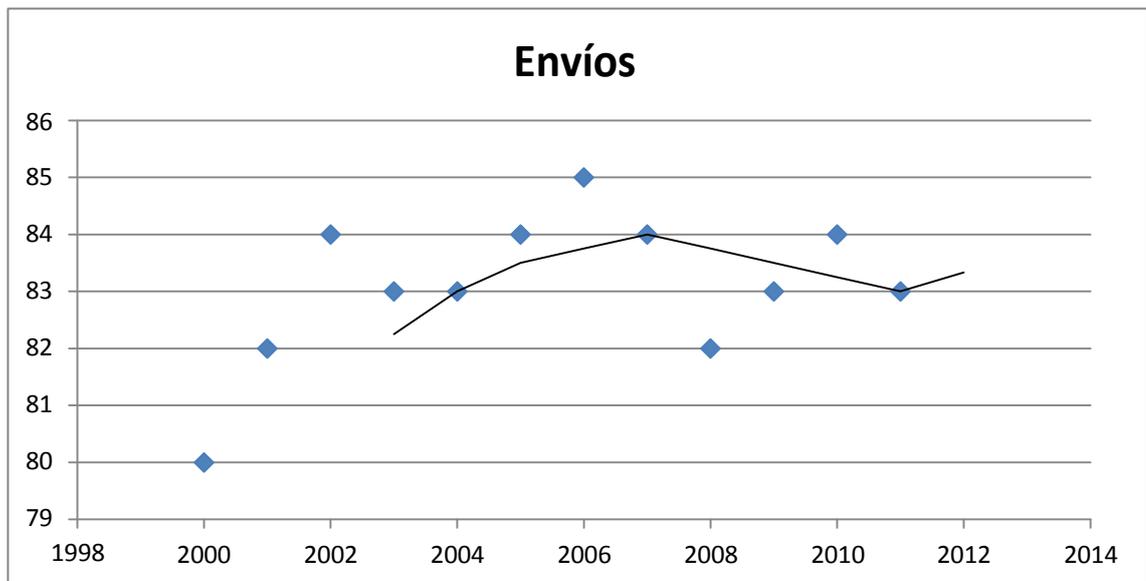
Ej. Para calcular la media móvil centrada en tres observaciones se requiere, primero, sumar los tres primeros datos (80; 82 y 84); la suma aparece como el primer dato de la columna total móvil de tres años (246). }

Este total se divide entre tres (número de observaciones) obteniendo como resultado 82.0, que es el primer número en la columna media móvil de tres años.

Este número suavizado (82.0), es la previsión para el periodo 2003., realice esta secuencia hasta llegar al año a pronosticar (en este caso el valor final de la columna media móvil de tres años (83.3) es la proyección para el año 2012).

Envíos	móvil de 2 años			móvil de 3 años			móvil de 4 años			móvil de 5 años			
	suma	pronóstico	error cuadrático	suma	pronóstico	error cuadrático	suma	pronóstico	error cuadrático	suma	pronóstico	error cuadrático	
2000	80												
2001	82	162											
2002	84	166	81.00	9.00	246								
2003	83	167	83.00	0.00	249	82.00	1.00	329					
2004	83	166	83.50	0.25	250	83.00	0.00	332	82.25	1.02	412		
2005	84	167	83.00	1.00	250	83.33	0.45	334	83	1.02	412	82.4	2.55
2006	85	169	83.50	2.25	252	83.33	2.79	335	83.5	1.04	416	82.4	6.75
2007	84	169	84.50	0.25	253	84.00	0.00	336	83.75	1.01	419	83.2	0.63
2008	82	166	84.50	6.25	251	84.33	5.43	335	84	0.95	419	83.8	3.23
2009	83	165	83.00	0.00	249	83.66	0.44	334	83.75	0.98	418	83.8	0.63
2010	84	167	82.50	2.25	249	83.00	1.00	333	83.5	1.01	418	83.6	0.16
2011	83	167	83.50	0.25	250	83.00	0.00	332	83.25	0.99	418	83.6	0.35
2012			83.50			83.33			83			83.6	
		Σ EC		21.50		Σ EC	11.11		Σ EC	8.02		Σ EC	14.3
		ECM		2.15		ECM	1.23		ECM	1		ECM	2.04
		RECM		1.46		RECM	1.1		RECM	1		RECM	1.42

- Determine los errores cuadráticos. A la demanda real réstele el pronóstico que corresponda al mismo año y, el resultado elévelo al cuadrado.
- Realice una suma de los errores cuadráticos (ΣEC) correspondientes a cada móvil.
- Calcule el error cuadrático medio (ECM). Es la suma de los errores cuadráticos divididos entre el total de los errores cuadráticos.
- Determine la raíz del error cuadrático medio (RECM). Es la raíz del ECM.
- Elija el pronóstico que tenga la RECM más pequeña; dado a que es la menor variación que se presenta en los pronósticos. Para nuestro ejemplo: la RECM más pequeña es uno; por lo que el pronóstico más adecuado es el del móvil 4, es decir el pronóstico es de 83 envíos.
- Grafique nuevamente, ahora incluyendo la línea de tendencia (media móvil).



Promedios móviles ponderados.

Son básicamente lo mismo que los promedios móviles simples, aunque con una excepción importante. Con los promedios móviles ponderados el peso asignado a cada punto de demanda pasado que se utilice en el cálculo puede variar.

De esta forma es posible asignar mayor influencia a ciertos puntos de información, por lo general al punto de demanda más reciente. Por lo que el criterio que supone que los datos más recientes contienen mayor información y por lo tanto, son más importantes que los datos más antiguos, puede ponerse en práctica con un promedio móvil ponderado.

La ecuación básica para calcular promedios móviles ponderados es el siguiente (la w viene de weight, peso):

$$\hat{D}_t = w_1 D_{t-1} + w_2 D_{t-2} + \dots + w_n D_{t-n}$$

$$w_1 + w_2 + \dots + w_n = 1$$

Ejemplo:

Considere los datos del ejemplo anterior:

ENVIOS	
2000	80
2001	82
2002	84
2003	83
2004	83
2005	84
2006	85
2007	84
2008	82
2009	83
2010	84
2011	83
2012	

Pasos para resolver.

1. Realizar un diagrama de dispersión.
2. Determine las ponderaciones.

Ej. Para un móvil de tres años. Según nuestros datos, para el año 2003, los datos más recientes contienen mayor información.

ENVIOS	
2000	80
2001	82
2002	84
2003	

Es decir, el 84 tendría mayor información por ser más reciente por lo que a este se le asignaría el 3 (dato asignado por el móvil de 3 años), al 82 se le asigna el número 2 y al 80 se le asigna el número uno.

Se le asigna el peso según el criterio de la mejor información dada. Recuerde que las ponderaciones deben sumar uno, por lo que nosotros tendremos que dividir este número asignado entre el total de la suma de estos ($3+2+1=6$).

Por lo que:

3 2 1

$$\frac{1}{6} + \frac{1}{6} + \dots + \frac{1}{6} = \frac{1}{6} + \frac{1}{6} + \frac{1}{6} = 1$$

3.

4. Realice cálculos para el pronóstico de por lo menos dos móviles (n=2, n=3 n=4, etc.).

Ej. Para calcular la media móvil ponderada de tres observaciones se requiere, hacer uso de la ecuación y utilizar las ponderaciones asignadas, como se muestra a continuación:

$$\frac{3}{6} \cdot 84 + \frac{2}{6} \cdot 82 + \frac{1}{6} \cdot 80 = 82,670$$

$$\frac{1}{6} + \frac{1}{6} + \dots + \frac{1}{6} =$$

Este es el primer número en la columna media móvil de tres años. Este número suavizado (82,670), es la previsión para el periodo 2003.

Realice esta secuencia hasta llegar al año a pronosticar (en este caso el valor final de la columna media móvil ponderado de tres años (83,330) es la proyección para el año 2012).

	Móvil 3 años			Móvil 4 años	
	ENVIOS	PRONOSTICO	ERROR CUADRATICO	PRONOSTICO	ERROR CUADRATICO
2000	80				
2001	82				
2002	84				
2003	83	82,670	0,109		
2004	83	83,170	0,029	82,800	0,040
2005	84	83,170	0,689	83,100	0,810
2006	85	83,500	2,250	83,500	2,250
2007	84	84,330	0,109	84,100	0,010
2008	82	84,330	5,429	84,200	4,840
2009	83	83,170	0,029	83,400	0,160
2010	84	82,830	1,369	83,100	0,810
2011	83	83,330	0,109	83,300	0,090
2012		83,330		83,200	
		Σ EC	10,121		9,010
		ECM	1,125		1,126
		RECM	1,060		1,061

5. Determine los errores cuadráticos. A la demanda real réstele el pronóstico que corresponda al mismo año y, el resultado elévelo al cuadrado.
6. Realice una suma de los errores cuadráticos (ΣEC) correspondientes a cada móvil.
7. Calcule el error cuadrático medio (ECM). Es la suma de los errores cuadráticos divididos entre el total de los errores cuadráticos.
8. Determine la raíz del error cuadrático medio (RECM). Es la raíz del ECM.
9. Elija el pronóstico que tenga la RECM más pequeña; dado a que es la menor variación que se presenta en los pronósticos. Para nuestro ejemplo: la RECM más pequeña es 1,060; por lo que el pronóstico más adecuado es el del móvil 3, es decir el pronóstico es de 83,330 envíos.
10. Grafique nuevamente, ahora incluyendo la línea de tendencia ponderada (media móvil).

AÑO	ENVIOS	0.2		0.5		0.8	
		pronóstico	error cuadrático	pronóstico	error cuadrático	pronóstico	error cuadrático
2000	80						
2001	82						
2002	84						
2003	83	82.000	1.000	82.000	1.000	82.000	1.000
2004	83	82.200	0.640	82.500	0.250	82.800	0.040
2005	84	82.360	2.690	82.750	1.563	82.960	1.082
2006	85	82.688	5.345	83.375	2.641	83.792	1.459
2007	84	83.150	0.722	84.188	0.035	84.758	0.575
2008	82	83.320	1.742	84.094	4.385	84.152	4.631
2009	83	83.056	0.003	83.047	0.002	82.430	0.325
2010	84	83.045	0.912	83.024	0.953	82.886	1.241
2011	83	83.236	0.056	83.512	0.262	83.777	0.604
2012		83.189		83.256		83.155	
		ECM	1.457	ECM	1.232	ECM	1.217
		RECM	1.207	RECM	1.11	RECM	1.103
						pronosticar con 0.8	
						el pronóstico es:	83.155

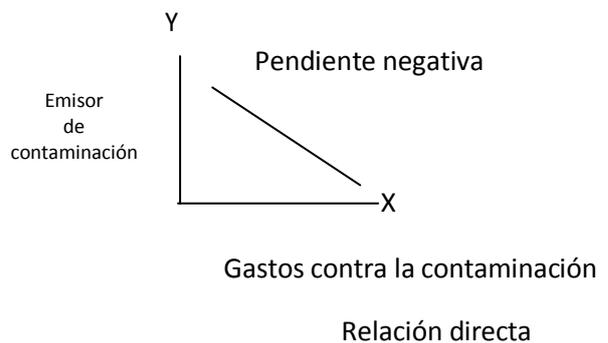
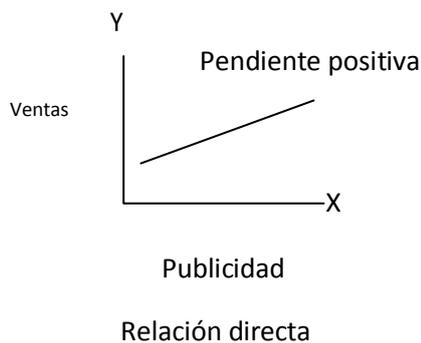
4.1.2 Relaciones Causales.

Las relaciones causales son los análisis de regresión y correlación que permiten determinar tanto la naturaleza como la fuerza de una relación entre dos variables.

En el análisis de regresión se desarrollará una ecuación de estimación, a través de una fórmula matemática que relaciona las variables conocidas con la variable desconocida.

La variable conocida.- variable independiente X

La variable que tratamos de predecir se llama variable dependiente Y

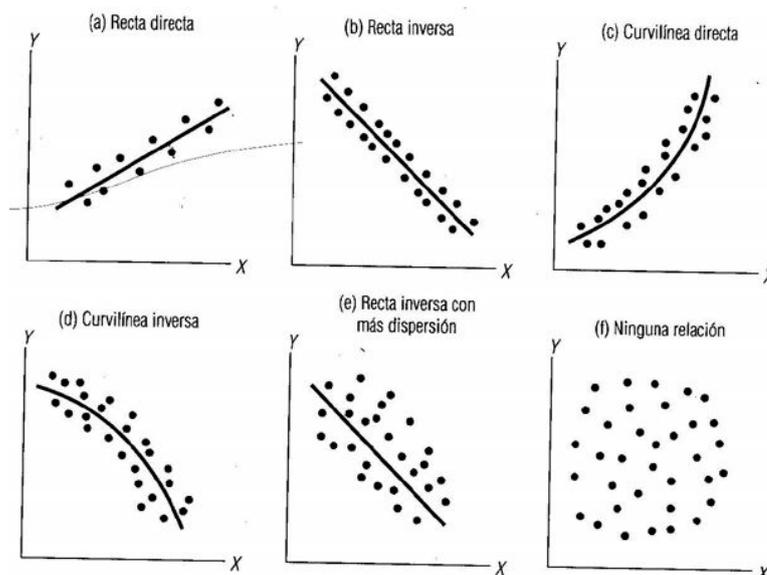


Regresión simple.

La regresión, conocida en ocasiones como “línea de mejor ajuste”, es una técnica estadística para intentar ajustar una línea a partir de un conjunto de puntos mediante el uso del mínimo error cuadrado total entre los puntos reales y los puntos sobre la línea. Una de las bondades de la regresión es que permite determinar ecuaciones de línea de tendencia.

El primer paso para determinar si existe una relación entre dos variables es examinar la gráfica de datos observados. A esta gráfica se le llama diagrama de dispersión.

Un diagrama de dispersión se puede identificar visualmente patrones que indique si las variables están relacionadas.



Aquí será de gran utilidad la ecuación de la recta

$$y = a + bx$$

Donde:

y	=	valor a pronosticar (variable dependiente).
a	=	valor que toma la variable dependiente (y), cuando la variable independiente vale cero.
b	=	pendiente de la recta
x	=	variable independiente

Para calcular la pendiente:

$$b = \frac{\sum XY - n \overline{X} \overline{Y}}{\sum X^2 - n \overline{X}^2}$$

Donde:

B	=	pendiente de la línea de estimación de mejor ajuste
X	=	valores de la variable independiente
\overline{Y}	=	variable valores de la variable dependiente
\overline{X}	=	media de los valores de la variable independiente
\overline{Y}	=	media de los valores de la variable dependiente
N	=	número de puntos

Para poder realizar nuestro pronóstico nos falta calcular:

Donde:

$$a = \overline{Y} - b \overline{X}$$

a= ordenada Y

b= pendiente de la ecuación

\overline{X} = media de los valores de la variable independiente

\overline{Y} = media de los valores de la variable dependiente

A menudo quienes hacen la contabilidad de costos estiman los gastos generales con base en el nivel de producción. Se ha reunido información acerca de los gastos generales y las unidades producidas en diferentes plantas, y ahora desean estimar una ecuación de regresión para predecir los gastos generales futuros.

Gastos generales	191	170	272	155	280	173	234	116	153	178
Unidades producidas	40	42	53	35	56	39	48	30	37	40

- Determine la variable dependiente e independiente
- Pronostique los gastos generales cuando se producen 50 unidades

Respuestas:

- Variable dependiente = gastos generales (y)
Variable independiente = unidades producidas (x)
- Se procede a realizar los cálculos necesarios de la ecuación de regresión simple (línea recta).

	X	Y	XY	X²
	40	191	7640	1600
	42	170	7140	1764
	53	272	14416	2809
	35	155	5425	1225
	56	280	15680	3136
	39	173	6747	1521
	48	234	11232	2304
	30	116	3480	900
	37	153	5661	1369
	<u>40</u>	<u>178</u>	<u>7120</u>	<u>1600</u>
ΣX=	420	ΣY=	1922	ΣXY=
			84541	ΣX²=
				18228

$$b = \frac{\sum XY - n \bar{X} \bar{Y}}{\sum X^2 - n \bar{X}^2} = \frac{84541 - 10(42)(192.2)}{18228 - 10(42)^2} = 6.4915$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{X} = 192.2 - 6.4915 (42) = -80.4430$$

Sustituyendo:

$$Y = a + bx = -80.4430 + 6.4915 (50) = 244.1320$$

Por lo que el pronóstico de producir 50 unidades nos generaría gastos de 244.132

Regresión múltiple.

La principal ventaja de la regresión múltiple es que nos permite utilizar más información disponible para estimar la variable dependiente. En algunas ocasiones la correlación entre dos variables puede resultar insuficiente para determinar una ecuación de estimación confiable; sin embargo, si agregamos los datos de más variables independientes, podemos determinar una ecuación de estimación que describa la relación con mayor precisión.

4.2 Monitoreo de los pronósticos.

Como lo indica el proceso administrativo, esta sería la cuarta etapa, donde tendremos que verificar nuestros pedidos reales (ventas) versus nuestros pronósticos. Si estos difieren demasiado, nos indicara que no aplicamos el mejor método; si esto ocurre frecuentemente entonces tendremos que empezar de nuevo y poner especialmente énfasis en nuestro diagrama de dispersión para observar las posibles tendencias y elegir el mejor método de pronóstico.

4.3 Pronósticos con computadora.

Una ayuda para la realización de pronósticos, es el uso de la computadora; como por ejemplo el uso del software Office (Excel). Como se ha venido explicando a través de los puntos marcados con anterioridad.