UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y SOCIALES
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y CONTADURIA PÚBLICA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS
CÁTEDRA DE PRODUCCIÓN Y ANÁLISIS DE LA INVERSIÓN

LA PLANIFICACIÓN Y LA TOMA DE DECISIONES POR MEDIO DE LA UTILIZACIÓN DE PRONÓSTICOS

Prof. Francisco Antonio García

Mérida, Febrero de 2008

LA PLANIFICACIÓN Y LA TOMA DE DECISIONES POR MEDIO DE LA UTILIZACIÓN DE PRONÓSTICOS

==========

==========

La administración de la producción es una disciplina como área específica de la administración de las empresas, donde la planificación de las operaciones juega un papel preponderante. Dentro de este marco de ideas se presenta la planificación como una de las cinco funciones básicas de cualquier administrador, y como tal debe ser tomada en cuenta para apoyar cualquier decisión que se tome, independientemente del nivel que esté analizando.

Es por esta razón que han surgido a través de la historia de la administración, técnicas ya sean de tipo cualitativo como cuantitativo que permiten desarrollar eficientemente el proceso de planificación. Una de las técnicas más utilizadas para la planificación de las operaciones son los pronósticos ya que permiten hacer previsiones de las actividades para un futuro inmediato, cercano o para el largo plazo. Entre las actividades más importantes con que cuenta cualquier organización y en donde los pronósticos juegan un rol fundamental se encuentran:

a) Estimación de las operaciones del departamento de compras: Para que este departamento determine con tiempo los trámites correspondientes con el proceso de abastecimiento.

b) Estimación de la demanda de productos terminados: Con los pronósticos se pueden estimar los niveles máximos y mínimos de inventarios; información útil para determinar la capacidad de almacenamiento.

c) Planificación de las actividades de mercadeo: Pronosticando la demanda de productos terminados se puede determinar cuanto puede gastar la empresa en promocionar y mercadear sus artículos para un periodo de tiempo determinado.

d) Programación y asignación de las tareas de producción: El proceso productivo al contar con los niveles de inventarios adecuados puede lanzar los trabajos correspondientes para el logro satisfactorio de los compromisos adquiridos con los clientes.

e) Programación de disponibilidad de recursos financieros: Con los pronósticos las empresas pueden prever las necesidades de financiamiento y de solventar fluctuaciones negativas de liquidez monetaria para un periodo de tiempo determinado.

Estas son algunas de las actividades que pueden desenvolverse bien con la ayuda de los pronósticos, sin embargo es importante hacer notar para nuestro caso en particular, que las actividades de estimación de la demanda representan el eje vital para realizar las operaciones pertinentes al proceso productivo.

Al igual que las personas, todas las empresas no son iguales ya que en su conformación poseen operaciones muy propias que las diferencian las unas de las otras. Este mismo caso pasa con los pronósticos, no todos son utilizables en la misma empresa y habría que analizar la estructura interna de cada organización para buscar el tipo de pronóstico que se adapte a las operaciones que se han estudiado.

Otro elemento interesante de analizar es el de la aplicabilidad de pronósticos para la concepción de proyectos totalmente nuevos. En la Escuela de Administración y Contaduría Pública de la Universidad de los Andes, como en la mayoría de las universidades venezolanas se contempla en la estructura curricular la formulación y evaluación de proyectos totalmente nuevos; es decir proyectos que nada tienen que ver con proyectos de expansión ni proyectos de reemplazo. En el caso de estimación de la demanda para proyectos nuevos, se podrían aplicar técnicas econométricas o bien se podría estudiar el comportamiento histórico de la demanda de empresas similares y adaptarlas al proyecto que se está elaborando.

Es importante también señalar a la hora de pronosticar, que toda previsión por más segura que se considere, siempre tendrá un margen de error que se traducen en desviaciones. La idea es que con el tiempo se pueda determinar con cierta seguridad el motivo de la aparición de estas desviaciones y a fin de atacarlas oportunamente.

La estabilidad de la economía de un país, también es un factor preponderante para la certeza de los pronósticos. No es lo mismo estimar el comportamiento de la operaciones de las empresas en periodos de inflación o de economía inestable, que estimar el comportamiento de estas operaciones en condiciones de estabilidad económica, y aunque algunos tipos de pronósticos como las series de tiempo introduzcan variables que tratan de alguna manera de solventar esta problemática, no todos los pronósticos las poseen. Venezuela por ejemplo, presenta varios síntomas anormales en su economía y esta apreciación se puede hacer sentir a la hora de efectuar pronósticos confiables.

1.- TIPOS DE PRONOSTICOS

Siempre que el hombre piense en el futuro, habrá una amplia posibilidad en que lo haga meditando en la forma en que lo va a enfrentar, preparándose o simulando situaciones en las cuales pueda sacarle el mejor provecho a los eventos que se les han de presentar en ese futuro analizado. En un breve sondeo llevado a cabo por los estudiantes de algunos cursos de la asignatura de Administración de la Producción se pudo indagar, que por ejemplo el empresario merideño siempre respalda sus decisiones en base a previsiones hechas del futuro. Claro, indudablemente que este empresario en la mayoría de los casos no se apoya en métodos complejos pero así sea de la manera más rudimentaria en que este lleve a cabo sus previsiones, en esa misma manera estará pronosticando el desenvolvimiento de sus operaciones futuras. Es por eso a lo largo del tiempo han aparecido métodos de pronósticos creados por el hombre que

le ayudan a reforzar sus decisiones con respecto al futuro, estos métodos se podrían clasificar en dos tipos: Métodos Cualitativos y Métodos Cuantitativos.

1.1.- Métodos cualitativos de pronósticos.

Como su nombre lo indica los pronósticos cualitativos se afianzan en elementos derivados de la experiencia, de las circunstancias del medio y del olfato que para los negocios poseen las personas que tienen a su cargo la tarea de planificar. En ningún momento se recurren a operaciones matemáticas ni estadísticas y en casos extremos se recurrirá a la tabulación de datos para facilitar un pronóstico final. En muchos casos expertos en planificación opinan que estos tipos de pronósticos son más confiables que los cuantitativos ya que contienen un toque de subjetividad por parte del pronosticador lo que representa un toque de flexibilidad, característica que los diferencia de los pronósticos cuantitativos y que pueden contener elementos actualizados que son imposibles de reflejar en los modelos numéricos. A continuación se presentan algunos casos de pronósticos más usuales:

1.1.1.- Predicción en base a datos históricos.

Este tipo de pronóstico consiste simplemente en que el analista lleva a cabo un recuento histórico del comportamiento de las operaciones para un periodo de tiempo prudencial, el cual considera más que suficiente para extraer sus propias conclusiones y preparar el pronóstico acorde a sus necesidades. En este caso especifico, revisará todos los departamentos de su empresa que le puedan otorgar la información necesaria para efectuar un buen pronóstico. Por ejemplo, si se necesita predecir las ventas para un periodo de tiempo específico, se verificará la tendencia de estas, de por lo menos los cinco últimos años anteriores y dicha información será extraída del departamento que a su cargo le corresponda el registro de dichas ventas.

1.1.2.- Método Delfos.

Este es un instrumento muy generalizado para la toma de decisiones importantes e inclusive bastante utilizado en aquellas organizaciones jerárquicas que están regidas en forma de

consejos, caso muy particular presente en la mayoría de las universidades autónomas venezolanas. El término delfos se deriva de la antigua ciudad griega de Delfos, en donde se encontraba un famoso templo en honor al dios Apolo del cual hoy en día solo se encuentran ruinas. En la antigüedad este templo gozaba de una reputación bastante respetada ya que en su interior existían sacerdotisas que bajo la influencia de ciertos brebajes emitían los más certeros pronósticos relacionados con el futuro de la ciudad. En nuestros días el método delfos tiene una acepción diferente ya que existe toda una metodología en la cual se convocan a expertos ubicados en áreas de la organización relacionadas con el tema del cual se necesita el pronóstico. De manera general el método delfos se desarrolla para su ejecución en los siguientes pasos:

a) Se convoca a un panel de expertos conocedores de tema objeto del pronóstico, estos se sentaran y no se les permitirá intercambio de información entre ellos.
b) Un coordinador (comúnmente la persona que necesita el pronóstico), edita el tema objeto del pronóstico y se los hace llegar individualmente a cada uno de los expertos.
c) Los expertos emitirán su opinión relacionado con el tema objeto del pronóstico en cuestión, y se lo harán saber por escrito al coordinador.
d) El coordinador presenta en un rotafolio las respuestas recibidas de los expertos, extrae la mediana de dicha información y reedita el tema objeto del pronóstico si considera que hay elementos que no están claros en las respuestas recibidas.
e) Posteriormente se interroga a los participantes en voz alta acerca del pronóstico, y si existen discrepancias por parte de estos, se les vuelve a interrogar acerca del porque de sus desacuerdos hasta extraer un pronostico por consenso derivado de la opinión de todos los expertos.

1.1.3.- Técnica del Grupo Nominal.

Este método es muy utilizado en enfoques administrativos como el de la Calidad Total ya que ha dado muy buenos resultados para la identificación de problemas presentes en las diferentes organizaciones, jerarquizarlos y posteriormente atacarlos. Para la planificación, se ha demostrado ser una técnica fundamental a la hora de realizar pronósticos confiables ya que para

su ejecución es necesario cumplir con una serie de etapas organizadas de tal forma que puedan derivarse resultados convincentes.

a) Se nombra un coordinar el cual hace pasar a una un grupo de personas comprendidas entre 7 y 10 individuos a una sala en la cual no se esta permitido cruzar palabras entre los participantes.

b) El coordinar edita el tema que necesita el pronóstico en un pizarrón o en un rotafolio.

c) Los participantes efectúan una lista de ideas individuales relacionadas con el tema del pronóstico.

d) Los participantes exponen por turno una o varias ideas del total de cada la lista y justifican la razón de ella, un ayudante las traspasa ordenadamente en un rotafolio de tal forma que sea visualizadas por el resto de los participantes. El ayudante con sugerencias de coordinador elimina aquellas ideas que se consideren repetidas o de carácter generalista.

e) Se promueve en esta etapa del proceso, la discusión y el debate entre los participantes para proseguir posteriormente con la votación. La idea ganadora representará el pronóstico por consenso.

Estos son algunos ejemplos de pronósticos cualitativos, ampliamente utilizados en las diferentes empresas tanto por las gerencias de producción como las gerencias de mercadeo. Pero es importante señalar que el analista puede indagar no solo con la información proveniente de los altos ejecutivos de las organizaciones, sino también con encuestas y entrevistas efectuadas a los suplidores, consumidores y personal que esta directamente involucrado con las actividades que requieren el pronóstico, acerca del comportamiento que ellos creen que se presentaran en las operaciones en el futuro.

1.2.- Métodos cuantitativos de pronósticos.

Expertos en producción opinan que estos tipos de pronósticos son bastantes confiables debido a la objetividad que se desprende de su carácter numérico. Otros los critican ampliamente ya que estos no incluyen atributos presentes en el medio que pueden afectar la certeza del pronóstico en cuestión. De todas formas se han creado modelos avanzados que

pretenden de alguna forma incorporar atributos del medio en forma de variables numéricas. Estos atributos pueden ser por ejemplo la tendencia histórica de los datos, movimientos cíclicos que pueden afectar la economía de un país en particular para un periodo de tiempo determinado, así como variaciones regulares y aleatorias importantes a la hora de efectuar una interpretación idónea del pronóstico que este considerando.

En el presente trabajo se desarrollaran una serie de ejemplos que tratarán de mostrar los principales casos de pronósticos cuantitativos utilizados en la mayoría de las empresas. Además se recomienda la utilización de paquetes tecnológicos que simplificarán significativamente el desarrollo de los cálculos. En los cursos de Administración de la Producción se suele utilizar el Windows Quantitative Systems for Business Plus (WinQSB+) de la Prentice Hall, este paquete tecnológico es muy utilizado para la resolución de problemas cuantitativos estadísticos, de investigación de operaciones y de producción. También se abordaran problemas extraídos de las prácticas comerciales e industriales de algunas empresas ubicadas en la región andina.

1.2.1.- Promedio Simple.

Este tipo de pronóstico representa uno de los métodos más sencillos para el cálculo de predicciones, ya que como su nombre lo indica es una relación que viene expresado por el promedio de los diferentes elementos que se están considerando entre el número de esos elementos. Este pronóstico tiene la característica particular en que todos los elementos considerados tienen el mismo peso y se es conveniente abordar en la mayoría de los casos la mayor cantidad de elementos posibles para darle confiabilidad al pronóstico. La relación matemática vendría expresada de la forma siguiente:

$$\mathbf{P.\ S.} = \frac{\mathbf{D_1 + D_2 + \ldots + D_n}}{\mathbf{n}}$$

Siendo $D_i = (D_1, D_2, D_3, \ldots, D_n)$; los valores de los elementos considerados, por ejemplo unidades producidas, ventas, etc.
n = número de elementos considerados
i = 1, 2, 3, …, n-1, n

Problema: La Truchicultura La Trucha Azul, ubicada en el páramo de Chachopo, Edo. Mérida, alcanzó una producción de truchas de 200.000, 220.000 y 198.000, en kilos para los años 2004, 2005 y 2006. Si para el 2007 se obtuvieron al año 6 cosechas de 3 truchas en promedio por kilo, con una producción de 105.000 truchas cada dos meses. Calcular la producción de truchas en kilos para el año 2007 y el pronóstico en kilos para el año 2008 por el método del promedio simple.

<u>Solución:</u>

Producción de truchas para 2007

Con una simple regla de tres: 1 kilo ———— 3 truchas

? ———— 105.000 truchas por cosecha

? = (1 kilo x 105.000 truchas por cosecha)/3 truchas

? = 35.000 kilos de truchas por cosecha

Si se obtuvieron 6 cosechas de truchas al año entonces la producción de truchas para el año 2007 fue de 210.000 kilos de truchas (35.000 kilos de truchas por cosecha x 6 cosechas al año).

Pronóstico de truchas para el año 2004:

$$P.S.=\frac{\text{Sumatoria de las producciones anuales}}{\text{Número de producciones considerados}} \qquad P.S.=\frac{200.000+220.000+198.000+210.000}{4}$$

P. S.= 207.000 kilos de truchas para el año 2008.

Utilizando el WinQSB^{+}, tenemos:

Forecast Result for La Trucha Azul

02-21-2008 Year	Actual Data	Forecast by SA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	200000								
2	220000	200000	20000	20000	20000	4E+08	9,090909	1	1
3	198000	210000	-12000	8000	16000	2,72E+08	7,575758	0,5	0,338843
4	210000	206000	4000	12000	12000	1,866667E+08	5,685425	1	0,4065929
5		207000							

CFE	12000
MAD	12000
MSE	1,866667E+08
MAPE	5,685425
Trk.Signal	1
R-sqaure	0,4065929

Interpretación: Por el método del Promedio Simple se le pronostica a la Truchicultura La Trucha Azul, que la producción para el año 2008 será de 207.000 kilos de truchas. Este método ha sido muy criticado debido a la simplicidad y a lo poco científico que pueda parecer para predecir operaciones futuras en las empresas, pero no hay que olvidar que las herramientas para efectuar pronósticos no se llevaron a cabo de la noche a la mañana sino que son el producto

Problema: En una pasantía llevada a cabo por un grupo de estudiantes de administración en la empresa Metalúrgica de Oriente (Metalor), se obtuvo la siguiente información relacionada con la demanda nacional y de exportación de los últimos seis años de las líneas de producción de planchones, denominados productos planos en sus tres diferentes presentaciones.

DEMANDA NACIONAL Y DE EXPORTACION DE PRODUCTOS PLANOS

CONSUMO NACIONAL

Producto/año	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Caliente	655	705	761	822	846	819
Frío	614	661	715	773	795	768
Hojalata	188	202	218	236	243	235
Total	1457	1568	1694	1831	1884	1822

EXPORTACIONES INDIRECTAS

Producto/año	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Caliente	204	217	235	255	261	264
Frío	137	148	159	171	177	182
Hojalata	7	8	8	9	9	9
Total	348	374	402	435	447	455

Estimar la demanda nacional de planchones en frío por el método del Promedio Móvil Simple para los años 2007 y 2008, tomando en consideración una móvil fija de cuatro años.

<u>Solución:</u>

$$P.\ M.\ S._{(2007)} = \frac{661 + 715 + 773 + 795}{4}$$

$P.\ M.\ S._{(2007)}$= 736 planchones en frío

$$P.\ M.\ S._{(2008)} = \frac{715 + 773 + 795 + 768}{4}$$

$P.\ M.\ S._{(2008)}$= 763 planchones en frío

Utilizando el WinQSB^{+}, tenemos:

Forecast Result for METALOR

02-21-2008 Year	Actual Data	Forecast by 4-MA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	614								
2	661								
3	715								
4	773								
5	795	690,75	104,25	104,25	104,25	10868,06	13,11321	1	1
6	768	736	32	136,25	68,125	5946,031	8,639937	2	1
7		762,75							

CFE	136,25
MAD	68,125
MSE	5946,031
MAPE	8,639937
Trk.Signal	2
R-sqaure	1
	m=4

Interpretación: Se pronostica que la demanda nacional para la Metalúrgica de Oriente de planchones en frío para los años 2007 y 2008 es de 736 y 763 unidades respectivamente. Cabe destacar que los paquetes tecnológicos pueden arrojar información adicional (como por ejemplo margen de error del pronóstico) que pueden reforzar nuestra decisión al compararlos con otros tipos de predicciones. El margen de error esta dado por la desviación estándar que se presenta entre un tipo de pronóstico con respecto a otro y se será útil al analista para reforzar su decisión. Sigue en pie las críticas en cuanto a la seriedad de la confiabilidad de este tipo de pronóstico, pero sin dudas su aplicación presenta mayores ventajas en comparación con el Promedio Móvil Simple ya que toma en consideración el comportamiento de los últimos datos considerados.

1.2.3.- Promedio Móvil Ponderado.

Es un tipo de pronóstico interesante, que resulta de la combinación de los dos tipos de pronósticos estudiados anteriormente, pues representa un promedio de elementos que se mueve por la mayoría de los datos históricos observados. Posee la característica que lo diferencia de los anteriores, en que da pesos diferentes a cada uno de los elementos que se estén considerando, y los pesos que se le ponderen a cada elemento en ningún momento pueden ser mayores a la unidad. En otras palabras la sumatoria de los pesos asignados a cada elemento tienen que ser iguales a la unidad, de esta manera el analista tendrá la oportunidad de darle un toque de

subjetividad al pronóstico de acuerdo al comportamiento histórico observado en la demanda. Matemáticamente la relación de este pronóstico vendría dado de la siguiente manera:

$$\mathbf{P.M.P. = P_1 x\ D_1 + P_2 x D_2 + P_3 x D_3 + ... + P_n x D_n}$$

$$\mathbf{0 \leq P_1 + P_2 + P_3 + \ \ + P_n \leq 1}$$

Siendo $P_1 + P_2 + P_3 +, ..., + P_n$, las ponderaciones asignadas a cada elemento.
P_1: ponderación de la demanda más antigua.
P_n: ponderación de la demanda más reciente.
i = 1, 2, 3, …, n-1, n

Problema: Con la información obtenida de la Metalúrgica de Oriente, calcular el pronóstico de la exportación del el año 2008 para los planchones de productos planos en su variedad caliente para exportación Asigne pesos relativos de cuatro años del 15, 20, 30 y 35% y así asegurar mayor carga a la demanda más reciente. Además, con fines de comparación calcule el pronóstico de la demanda nacional de planchones de productos planos en su variedad frío dándole los mismos pesos anteriores por el método del Promedio Móvil Ponderado.

Solución:

Utilizando el WinQSB$^+$, tenemos:

Forecast Result for Metalor Caliente

02-21-2008 Year	Actual Data	Forecast by 4-WMA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	204								
2	217								
3	235								
4	255								
5	261	238,6182	22,38182	22,38182	22,38182	500,9459	8,57541	1	1
6	264	247,7273	16,27272	38,65454	19,32727	382,8737	7,369659	2	1
7		255,6							

CFE	38,65454
MAD	19,32727
MSE	382,8737
MAPE	7,369659
Trk.Signal	2
R-sqaure	1

m=4
W(1)=15
W(2)=2
W(3)=3
W(4)=35

a) P. M. P. (2008, variedad caliente) = 0,15x235 + 0,20x255 + 0,30x261 + 0,35x264

P. M. P. (2008, variedad caliente) = 257 planchones en caliente.

b) P. M. P. (2008, variedad frío) = 0.15x715 + 0.20x773 + 0.30x795 + 0.35x768

P. M. P.(2008, variedad frío) = 769 planchones en frío.

Utilizando el WinQSB^{+}, tenemos:

Forecast Result for Metalor Frío

02-21-2008 Year	Actual Data	Forecast by 4-WMA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	615								
2	661								
3	715								
4	773								
5	795	709,5	85,5	85,5	85,5	7310,25	10,75472	1	1
6	768	752,3	15,70001	101,2	50,60001	3778,37	6,399495	2	1
7		769,15							

CFE	101,2
MAD	50,60001
MSE	3778,37
MAPE	6,399495
Trk.Signal	2
R-sqaure	1
	m=4
	W(1)=15
	W(2)=20
	W(3)=30
	W(4)=35

Interpretación: Como se pudo visualizar en el desarrollo del problema, la demanda estimada para el mercado de exportación de planchones en su variedad en caliente, es de 257 unidades calculados sobre la base del método del Promedio Móvil Ponderado y asignando los pesos sugeridos. Cabe destacar la comparación de la segunda parte de este problema con el resultado del problema anterior, pues permite visualizar claramente la disminución del margen de error (utilizando el paquete tecnológico), y en donde el analista puede llegar a tener diversas alternativas de resolución de un problema que lo obligarán a inclinarse por aquel método que contribuya con la menor desviación.

1.2.4.- Suavizado Exponencial

En la medida en que se van avanzando en el desarrollo de modelos de pronósticos, en esa misma medida se incrementará el grado de complejidad del modelo. Este es el caso del suavizado exponencial, el cual se presenta en diferentes versiones desde el suavizado exponencial simple hasta modelos de suavizado exponencial adactativos y dobles. Para fines didácticos, solo se desarrollará en este trabajo el modelo de suavizado exponencial simple que es el método básico. Para mayor explicación de los modelos no incorporados, se sugiere al lector la revisión de la bibliografía consultada al final y su ejercitación en el paquete tecnológico recomendado.

Suavizado Exponencial Simple: El modelo de suavizado exponencial simple, al igual que el modelo de promedio móvil ponderado da pesos relativos a los diferentes elementos que se están considerando, pero con la diferencia en que el analista tiene el trabajo de estimar los parámetros α y β, los cuales se trasladarán por la columna de todos los datos históricos que se están analizando dando mayor peso a las demandas más recientes y disminuyendo su efecto en las más antiguas en forma exponencial. Esta característica hace que el resultado del pronóstico final sea una combinación del aporte de cada uno de los elementos presentes en el cálculo. La estimación de los parámetros α y β lo establecerá el analista de acuerdo a su experiencia en el acierto de pronósticos e intenciones particulares para cada caso. El modelo vendría dado de la manera siguiente:

$$\begin{matrix}\text{Pronóstico} \\ \text{del elemento} \\ \text{futuro}\end{matrix} = \alpha \begin{pmatrix}\text{Elemento} \\ \text{más} \\ \text{reciente}\end{pmatrix} + \beta \begin{pmatrix}\text{Pronóstico} \\ \text{más} \\ \text{reciente}\end{pmatrix}$$

$$F_t = \alpha E_{t-1} + \beta F_{t-1}$$

En donde t es el periodo y $\alpha + \beta = 1$

Problema: La microempresa Chimó Peña ubicada en San Juan de Lagunillas, Edo. Mérida, emplea para la elaboración de su producto estrella diferentes insumos como salitre, harina de

trigo, tabaco y melaza entre otros. Si la producción de chimó fue de 3.480 kgs. para el mes de enero, 3.550 kgs. para el mes de febrero, 3.490 kgs. para el mes de marzo y 3.800 kgs. para el mes de abril y se considera conveniente establecer un α del 80%, calcúlese el pronóstico para el mes de mayo. Tómese como pronóstico del mes de enero, el promedio simple de la producción del año pasado que fue de 3.260 kgs.

Solución:

F febrero = 0,80 x 3.480 + 0,20 x 3260	F febrero = 3.436
F marzo = 0,80 x 3.550 + 0,20 x 3436	F marzo = 3.527,20
F abril = 0,80 x 3.490 + 0,20 x 3.527,20	F abril = 3.497,.44
F mayo = 0,80 x 3.800 + 0,20 x 3497,44	F mayo = 3.739,49

El pronóstico del mes de mayo es de 3.739 kilogramos de chimó.

Utilizando el WinQSB^{+}, tenemos:

02-21-2008 Months	Actual	Forecast Data	Forecast by SES	CFE Error	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	3260								
2	3480	3260	220	220	220	48400	6,321839	1	1
3	3550	3436	114	334	167	30698	4,766553	2	1
4	3490	3527,2	-37,19995	296,8	123,7333	20926,61	3,533003	2,398708	1
5	3800	3497,44	302,5601	599,3601	168,44	38580,61	4,640279	3,5583	1
6		3739,488							

CFE	599,3601
MAD	168,44
MSE	38580,61
MAPE	4,640279
Trk.Signal	3,5583
R-sqaure	1
	Alpha=0,8
	F(0)=3260

Interpretación: Con un pronóstico de la demanda para el mes de enero de 3.260 kilogramos de chimó y una ponderación de un α igual al 80%, se estima por el método del suavizado exponencial simple que la demanda llegará a alcanzar los 3.739 kilogramos de chimó para el mes de mayo.

1.2.5.- Análisis de Regresión.

Método muy empleado en una extensa cantidad de actividades desarrolladas por las diferentes gerencias que forman parte de las organizaciones. La diversidad de textos de estadística, investigación de operaciones, producción y mercadeo abordan el tema del análisis de regresión como factor primordial para la estimación de la demanda, ya que su utilización ha demostrado ser de gran efectividad en la solución de los diferentes problemas que se van presentando en la mayoría de las empresas.

Haciendo un recuento histórico tenemos que el término regresión se originó en Inglaterra, por Sir Francis Galton, quien llevó a cabo investigaciones sobre la herencia de padres a hijos y llegó a establecer una ley en la cual expresaba que los hijos de padres altos tendían a ser bajos de estatura en promedio, y los hijos de padres bajos tendían en promedio a ser altos en estatura. Desde entonces el término regresión ha sido incorporado a la estadística para designar la relación existente entre una variable independiente con respecto a otra que esta sujeta a las cambios presentados por esta, denominada variable dependiente.

No se darán demostraciones de las fórmulas originadas del modelo ya que estudiante a este nivel de la carrera posee los conocimientos básicos tomados de cursos preliminares de estadística. De todas formas, se considera que la premisa fundamental del análisis de regresión es que la relación de los datos pueden presentar comportamientos como por ejemplo de tipo lineal, exponencial y logarítmico. En nuestro caso en particular, el modelo se centrará en el análisis de regresión lineal o simple, donde la tendencia de los datos se ajusta a un comportamiento lineal de tal manera que la recta que se escoja sea aquella que proporcione las mínimas sumas del cuadrado de las desviaciones, en comparación a que si se hubiera utilizado otro tipo de recta. Esto quiere decir que del conjunto de elementos analizados se buscarán la combinación de la variable dependiente que se ajuste de la mejor forma a los cambios sufridos en el comportamiento de la variable independiente. Además, el modelo exige la relación de una variable independiente con respecto a otra dependiente. Cuando entran en el modelo de

regresión una variable dependiente en confrontación con dos o más variable independientes, se dice que el modelo de regresión es de carácter múltiple.

Matemáticamente, la recta que proporciona la mínima suma del cuadrado de las desviaciones en el modelo de análisis de regresión lineal, tiene la siguiente nomenclatura:

$$y = a + b\,x$$

Donde x representa la variable independiente.
a y *b*, son parámetros de regresión.
y, proyección de la variable dependiente.

Para la construcción de la recta de regresión es necesario estimar los parámetros a y b, utilizando los datos históricos de los elementos que se consideren convenientes para la estimación del pronóstico.

$$b = \frac{N(\sum X_i Y_i) - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{N(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2} \qquad a = \frac{\sum Y_i - b \sum X_i}{N}$$

N : número de elementos tomados en cuenta para la elaboración del pronóstico
i : Los diferentes valores que tomaran cada elemento, es decir i = 1, 2, 3, ..., N-1, N.

Es frecuente que el analista se pregunte a la hora de calcular un pronóstico por el método de regresión lineal, que tan buena es la relación de los datos históricos de la variable independiente con respecto al comportamiento de la variable dependiente; si la alta tasa de nacimientos de este año influye en el incremento en la demanda de pañales desechables, si la subida de los precios de los automóviles influye en la adquisición de los mismos, por ejemplo. En estos casos se suele solucionar la incógnita mediante la elaboración del coeficiente de correlación, que no es más que un cálculo que le permite mostrar al analista que tan buena o mala es la relación entre las variables. En todo caso su resultado tiene que estar comprendido entre la unidad positiva y la unidad negativa. Si el resultado se acerca a la unidad, quiere decir que hay una amplia relación directa de los datos, en otras palabras que una gran parte del

comportamiento de la variable dependiente son explicados por el comportamiento de la variable independiente, el incremento de los nacimientos sin duda hará aumentar la demanda de pañales. Si el resultado se acerca a la unidad negativa no podemos decir que no existe relación, ya que lo que se presenta es una relación inversa; un incremento de los precios de los automóviles sin mejorar el poder adquisitivo, sin duda repercutirá hacia la baja en la demanda de automóviles. Si el coeficiente de correlación se acerca a cero por ambos lados, podemos concluir que el análisis tiende a no tener relación.

Coeficiente de correlación:

$$\mathbf{r = \frac{N(\sum X_i Y_i) - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{\sqrt{N(\sum X_i^2) - (\sum X_i)}\ \sqrt{N(\sum Y_i^2) - (\sum Y_i)}}}$$

Donde: $\mathbf{-1 \leq r \leq 1}$

Otro coeficiente importante de indicar es el coeficiente de determinación (r^2), el cual indica cuan están dispersos los elementos de la recta de regresión. Si el resultado se acerca a ± 1, esto quiere decir que la dispersión no es muy grande y si el resultado se acerca por ambos lados a 0, esto quiere decir que no existe correlación basada en la recta de regresión. El comportamiento de los datos obedece a cualquier otro tipo de curva, menos a una línea recta y en casos extremos ni siquiera presenta una actuación regular.

Problema: La empresa Destilería el Andinito, ubicada en la ciudad del El Vigía, Edo Mérida; es una organización exitosa debido a la colocación en el mercado de su producto Miche los Duendes. A continuación se presenta la información de las ventas para el año 2004:

Meses:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ventas (miles de Bs.)	4.500	4.900	5.341	5.600	6.002	6.520	6.950	7.301	7.150	8.541	8.900	9.441

Como se observa, existe una amplia tendencia de incrementarse las ventas a medida que transcurre el tiempo. Si se decide tomar el tiempo como variable independiente; estímese el

pronóstico de las ventas para el mes de enero de 2004 por el método del análisis de regresión simple. Calcúlese e interprétese los coeficientes de correlación y determinación.

Solución:

Xi (meses)	Yi (ventas)	XiYi	Xi^2	Yi^2
1	4.500	4.500	1	20.250.000
2	4.900	9.800	4	24.010.000
3	5.341	16.023	9	28.526.281
4	5.600	22.400	16	31.360.000
5	6.002	30.010	25	36.240.004
6	6.520	39.120	36	42.510.400
7	6.950	48.650	49	48.302.500
8	7.301	58.408	64	53.304.601
9	7.150	64.350	81	51.122.500
10	8.541	85.410	100	72.948.681
11	8.900	97.900	121	79.210.000
12	9.441	113.292	144	89.132.481
$\sum Xi=78$	$\sum Yi=81.146$	$\sum XiYi=589.863$	$\sum Xi^2=650$	$\sum Yi^2=576.917.448$

$$b = \frac{N(\sum XiYi) - (\sum Xi)(\sum Yi)}{N(\sum Xi^2) - (\sum Xi)^2} \qquad b = \frac{12\,(589.863) - (78)\,(81.146)}{12\,(650) - (78)^2}$$

$$b = \frac{7.078.356 - 6.329.388}{7.800 - 6.084} \qquad b = 436{,}46$$

$$a = \frac{\sum Yi - b \sum Xi}{N} \qquad a = \frac{81.146 - 436{,}46 \times 78}{12} \qquad a = 3.925{,}17$$

De tal manera que la recta de regresión estaría construida de la siguiente manera:

$$Yi = 3.925{,}17 + 436{,}46 \times Xi$$

El pronóstico de las ventas del mes de enero del año 2004 será:

$Y_{enero} = 3.925{,}17 + 436{,}46 \times 13$ $\qquad$ $Y_{enero} = 9.599{,}15$ en miles de bolívares.

Utilizando el WinQSB+, tenemos:

Linear regression for El Andinito						
Period.	Demand.	F (t)	T (t)/w(t)	I (t)	Forescast	Error
1	+4.500					
2	+4.900	+4.100	+400.000			
3	+5.341	+4.073	+420.500		+5.300	-41.0000
4	+5.600	+4.150	+374.100		+5.755	+154.668
5	+6.002	+4.157	+370.399		+6.021	+18.5000
6	+6.520	+4.111	+390.428		+6.380	-140.199
7	+6.950	+4.080	+401.821		+6.844	-106.332
8	+7.301	+4.079	+402.334		+7.295	-6.14063
9	+7.150	+4.201	+365.684		+7.700	+549.750
10	+8.541	+4.064	+402.952		+7.858	-683.250
11	+8.900	+3.991	+421.282		+8.497	-403.266
12	+9.441	+3.925	+436.461		+9.046	-394.676
13					+9.599	
MAD = 249.778 MSE = 114439 Bias = -105.195 A = 3.925 B = 436.461						

Cálculo de los coeficientes de correlación y determinación:

$$r = \frac{N(\sum XiYi) - (\sum Xi)(\sum Yi)}{(N(\sum Xi^2) - (\sum Xi)^2)^{1/2} \quad (N(\sum Yi^2) - (\sum Yi)^2)^{1/2}} \qquad r = \frac{12\,(589.863) - (78)\,(81.146)}{(12\,(650) - (78)^2)^{1/2} \quad (12\,(576.917.448) - (81.146)^2)^{1/2}}$$

$$r = \frac{7.078.356 - 6.329.388}{(7.800 - 6.084)^{1/2} \quad (6.922.997.3768 - 6.584.673.316)^{1/2}} \qquad r = 0{,}9829 \Rightarrow \qquad \mathbf{r = 98{,}29\ \%}$$

$$r^2 = 0{,}9662 \Rightarrow \qquad \mathbf{r^2 = 96{,}62\ \%}$$

Interpretación: De acuerdo a los cálculos realizados, y tomando el tiempo como variable independiente, se construyó una recta de regresión con los datos propuestos que arroja un pronostico de ventas para la Destilería El Andinito de 9.599.155 bolívares de su producto Miche los Andes para el mes Nº 13, es decir para el mes de enero de 2004. Por otra parte existe una amplia relación de los datos históricos presentados, con respecto al transcurrir el tiempo mostrándose una relación directa entre ambas variables. El 98,29% del resultado del coeficiente de correlación nos hace llegar a esta conclusión y el 96,62% del coeficiente de determinación la refuerza al haber una amplia gama de elementos que se adaptan a la línea de regresión.

1.2.6.- Análisis de series cronológicas.

En el tipo de pronóstico analizado anteriormente, se desarrolló de manera explícita como la observación de las diferentes relaciones de las actividades de la vida cotidiana, pueden ofrecer un pronóstico confiable a la hora de proyectar operaciones en el futuro. En el análisis de series cronológicas las relaciones entre las variables también juegan un papel fundamental, con la diferencia que en este tipo de pronóstico la variable independiente siempre va ser el tiempo. El análisis de series cronológicas es un caso especial del análisis de regresión, con la salvedad en que el modelo de este tipo de pronósticos introduce conceptos claves derivados del comportamiento de la economía de un país, tendencia de los datos a través del tiempo, y fenómenos aleatorios que pueden afectar de cierta forma al pronóstico si estos conceptos no se introdujesen. El análisis de series cronológicas es un excelente instrumento para pronosticar elementos que tienen un comportamiento irregular dentro de un periodo de tiempo determinado. En otras palabras lo que se pretende aclarar es que algunos elemento poseen un comportamiento estacional para ciertos segmentos del periodo considerado y que este fenómeno se repite para la mayoría de los periodos observados. Por ejemplo, la demanda de juguetes puede presentar un comportamiento estacional para los últimos meses de cada años, en contraposición su comportamiento puede ser bajo para los primeros meses de los periodos considerados , pero de manera general la demanda con el transcurrir de los años puede tener una tendencia hacia la alza. Para aclarar significativamente lo desarrollado anteriormente, se enuncian los siguientes conceptos:

Tendencia en el largo plazo. Cuando se visualiza el comportamiento de una serie de datos a través del tiempo se puede constar que los mismos presentan una tendencia que en la mayoría de los casos obedece a una curva en particular, casi siempre la de una recta. La tendencia de los datos en el largo plazo trata de definir cual es el tipo de curva que más se adapte al caso analizado, teniendo presente que los mismos datos pueden tener altibajos para periodos muy cortos pero que en el largo plazo efectivamente la tendencia presenta la característica anteriormente señalada. Para definir claramente la tendencia es necesario que el

horizonte del tiempo que se este analizando abarque periodos mayores de un año, de esta manera con el transcurrir del tiempo podemos interpretar con seguridad hacia donde se inclinan los datos estudiados. Para concretar se puede decir que la tendencia en el largo plazo es simplemente la inclinación de los datos ya sean a la baja, a la alza o a la estabilización a través del tiempo.

La estimación de la tendencia viene dada por el cálculo de la sumatoria de los mínimos cuadrado de los datos observados. Para ello es necesario construir una recta de regresión, que sea representativa de la tendencia analizada:

$$T_i = a + b\, x_i$$

T= tendencia de los datos en el largo plazo.

Cambios estacionales. La tendencia es la curva que representa la inclinación de los datos en el largo plazo. Pero dentro de este largo plazo existen segmentos de periodos, generalmente expresados en años los cuales presentan variaciones que obedecen a fenómenos particulares de cada estación en que este comprendido el segmento del periodo estudiado. Estos fenómenos pueden ser repetitivos para cada segmento de tiempo, como por ejemplo los gustos y hábitos del consumidor con respecto a la utilización de un determinado alimento, costumbres sociales y culturales, así como el ingreso familiar de un mes con respecto al otro. Todas estas características hacen que los datos puedan presentar altibajos dentro del segmento en cuestión y que estas mismas características se repitan de un segmento a otro obedeciendo a una determinada tendencia. La idea es que se calculen números índices que sean representativos de cada estación que a su vez pertenezcan a cada segmento estudiado y que posteriormente estos índices sean incorporados al pronóstico para darle representatividad al resultado obtenido. De esta manera en el momento del cálculo del pronóstico se introducirá el promedio de las estaciones similares de cada segmento de tiempo, ya que los mismos representaran condiciones similares a que si se comparasen con otras estaciones. La relación de los números índices seria:

$$C_i = \frac{Y_i}{T_i}$$

Donde, C representa el índice de los cambios en cada estación.
Yi_i, elementos históricos considerados (i = 1, 2, , n.)
Ti, tendencia de los datos históricos (i = 1, 2, , n.)

Cambios estacionales: $$C = \frac{\sum C_i}{n^*}$$

n*= Número de estaciones similares consideradas.

Cambios irregulares. Este enunciado tiene que ver con fenómenos aleatorios difíciles de medir que pueden afectar considerablemente el comportamiento futuro de los datos. Estos fenómenos pueden ser guerras, terremotos o cualquier otro suceso cuya ocurrencia al azar, cambie dramáticamente el resultado de la previsión. Cuando el analista posea cierta certeza de su ocurrencia puede incorporar esta variable al modelo, en forma de un porcentaje que se crea conveniente y que sea el representativo de la posible baja o subida que se pueda presentar en los datos como consecuencia del evento aleatorio. Su simbología seria:

I = Cambios irregulares.

Fluctuaciones cíclicas. Del mismo modo como se desarrolló en los cambios estacionales, las fluctuaciones cíclicas se pueden incorporar al cálculo del pronóstico por medio de la introducción de números índices que reflejen su comportamiento a través del tiempo. Otros analistas prefieren incorporar esta variable por medio de porcentajes que reflejen la estimación del movimiento cíclico para un segmento de tiempo específico, caso que será estudiado en nuestro modelo. De tal manera que una fluctuación cíclica no es más que los altibajos de la curva de la tendencia para segmentos de tiempo mayores de un año, es decir la versión de los cambios estacionales aplicados al segmento de tiempo sugerido por el analista.

F = Fluctuaciones cíclicas.

De tal manera que el análisis de series cronológicas puede estar relacionado con el siguiente modelo multiplicativo:

$$\mathbf{Y_i = T_i \times C \times I \times F}$$

***Problema*:** La información que se presenta en la siguiente tabla, representa las ventas por trimestres en miles de bolívares de una empresa representativa en la producción de juguetes en los últimos cuatro años:

Año	Trimestre	Ventas
1	I	259
	II	350
	III	220
	IV	400
2	I	283
	II	373
	III	242
	IV	435
3	I	300
	II	389
	III	264
	IV	462
4	I	321
	II	415
	III	281
	IV	484

Estímese las ventas para cada trimestre del año número 5, por el método del análisis de series cronológicas, si el analista considera que próximo ciclo económico hará aumentar las ventas en un 1% y no presiente cambios irregulares en la economía.

Solución:

a) Elaboración de la información pertinente para construir la recta de la tendencia y los cambios estacionales:

Año	Trimestre	Ventas (yi)	Tiempo(xi)	xi yi	xi²	Ti	Ci
1	I	259	1	259	1	288,04	0.8992
	II	350	2	700	4	295,29	1,1853
	III	220	3	660	9	302,53	0,7272
	IV	400	4	1.600	16	309,78	1,2912
2	I	283	5	1.415	25	317,02	0,8927
	II	373	6	2.238	36	324,26	1,1503
	III	242	7	1.694	49	331,51	0,7300
	IV	435	8	3.480	64	338,75	1,2841

3	I	300	9	2.700	81	346,00	0,8671
	II	389	10	3.890	100	353,24	1,1012
	III	264	11	2.904	121	360,48	0,7324
	IV	462	12	5.544	144	367,73	1,2564
4	I	321	13	4.173	169	374,97	0,8561
	II	415	14	5.810	196	382,22	1,0858
	III	281	15	4.215	225	389,46	0,7215
	IV	484	16	7.714	256	396,70	1,2201
		∑ = 5.478	∑ = 136	∑=49.026	∑ = 1.496		

$$\mathbf{T_i = a + b\, x_i} \qquad b = \frac{N(\sum XiYi) - (\sum Xi)(\sum Yi)}{N(\sum Xi^2) - (\sum Xi)^2} \qquad a = \frac{\sum Yi - b \sum Xi}{N}$$

$$b = \frac{784.416 - 745.008}{23.936 - 18.496} \qquad b = 7{,}244 \qquad a = \frac{5478 - 985{,}18}{16} \qquad a = 280{,}80$$

Recta de regresión de la tendencia: ⇒ $T_i = 280{,}80 + 7{,}244\, x_i$

T1 = 280,80 + 7,244 x 1	T1 = 288,04	T9 = 280,80 + 7,244 x 9	T9 = 346,24
T2 = 280,80 + 7,244 x 2	T2 = 295,29	T10 = 280,80 + 7,244 x 10	T10 = 353,24
T3 = 280,80 + 7,244 x 3	T3 = 302,53	T11 = 280,80 + 7,244 x 11	T11 = 360,48
T4 = 280,80 + 7,244 x 4	T4 = 309,78	T12 = 280,80 + 7,244 x 12	T12 = 367,73
T5 = 280,80 + 7,244 x 5	T5 = 317,02	T13 = 280,80 + 7,244 x 13	T13 = 374,97
T6 = 280,80 + 7,244 x 6	T6 = 324,26	T14 = 280,80 + 7,244 x 14	T14 = 382,22
T7 = 280,80 + 7,244 x 7	T7 = 331,51	T15 = 280,80 + 7,244 x 15	T15 = 389,46
T8 = 280,80 + 7,244 x 8	T8 = 338,75	T16 = 280,80 + 7,244 x 16	T16 = 396,70

b) Cálculo de los cambios estacionales: $C = \frac{\sum Ci}{n^*.}$

Para los primeros trimestres de cada segmento de periodo:

$$C = \frac{0{,}8992 + 0{,}8927 + 0{,}8671 + 0{,}8561}{4} \qquad C = 0{,}8788$$

Para los segundos trimestres de cada segmento de periodo:

$$C = \frac{1{,}18553 + 1{,}1503 + 1{,}1012 + 1{,}0858}{4} \qquad C = 1{,}1307$$

Para los terceros trimestres de cada segmento de periodo:

$$C = \frac{0{,}7272 + 0{,}7300 + 0{,}7324 + 0{,}7215}{4} \qquad C = 0{,}7278$$

Para los cuartos trimestres de cada segmento de periodo:

$$C = \frac{1{,}2912 + 1{,}2841 + 1{,}2564 + 1{,}2201}{4} \qquad C = 1{,}2630$$

c) Cálculo del pronóstico de las ventas para cada trimestre del año número 5:

$$\mathbf{Y = T \times C \times I \times F}$$

Y1 = (280,80 + 7,244 x 17) x 0,8788 x 1 x 1,01	Y1 = 359,54
Y2 = (280,80 + 7,244 x 18) x 1,1307 x 1 x 1,01	Y2 = 470,58
Y3 = (280,80 + 7,244 x 19) x 0,7278 x 1 x 1,01	Y3 = 307,58
Y4 = (280,80 + 7,244 x 20) x 1,2630 x 1 x 1,01	Y4 = 543,01

Interpretación: De acuerdo al comportamiento de los datos proyectados en la aplicación del análisis de series cronológicas, se considera lógico estimar las ventas de cada trimestre por este método, ya que el resultado se adapta muy bien a la tendencia histórica de los datos por estaciones. Es importante señalar que solo el analista tendrá el poder de decisión de ajustar aquel método de pronóstico que más se ajuste a sus necesidades.

2.- EJERCICIOS

1- Una empresa ensambladora de calentadores a gas, produce este artículo para satisfacer la demanda interna de la ciudad de San Cristóbal. Mensualmente controla la venta por medio de la ejecución de previsiones. Los siguientes datos de las ventas, son en el caso de un calentador representativo en miles de bolívares: junio, 7.283; julio, 7325; agosto, 7.390; septiembre, 7.418;

octubre, 7.435 . Usando a 7.158 como el pronóstico de junio según un suavizado exponencial de un α de 0.85, obtener el pronóstico de las ventas para el mes de noviembre.

2- El dueño de la Panadería la Merideña, ubicada en Mérida, Edo. Mérida; está interesado en saber que cantidad de levadura deberá utilizarse para la producción mensual de panes del próximo mes. Representando a la variable independiente como los kilos de harina y a los gramos de levadura como la variable dependiente, y si los kilos de harina utilizados como insumos fueron los siguientes en cada mes:

Mes:	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
X=	70	75	64	67	71	70	68	76	68	69	70
Y=	175	198	156	180	178	182	160	204	167	169	162

Se pide:

a) Construir la tabla correspondiente.

b) Encontrar a y b, trazar la línea de regresión.

c) ¿El uso del modelo de regresión lineal aumenta la habilidad para predecir Y en función de X?

d) Si se piensa utilizar 80 kilogramos para la producción del mes número 12, determinar cuales serán las necesidades de levaduras para este periodo.

e) ¿Cuál es el grado de relación y el coeficiente de deter006 TciaelacieY e2(tre41n lvaria)-4(b e2(cua?)-4(, explique

4- Una empresa dispone de los siguientes datos de sus ventas cada cuatro meses transcurridos y desea usar las series de tiempos para pronosticarlas:

Año	91			92			93			94		
Cuatrimestre	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Ventas(miles de Bs.)	4.552	5550	6800	4720	5900	6815	4980	6350	6828	5112	6701	6852

Determinar las posibles ventas para cada periodo del año 95, si se espera que el ciclo económico haga disminuir las ventas en un 7%. Es razonable el resultado, comente.

BIBLIOGRAFIA

BORJAS, Francisco: Plantas Industriales y Manejo de Materiales I, Valencia, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo. 1989.

BUFFA, Elwood y Rakesh Sarin: Administración de la Producción y de las Operaciones, México, Editorial Limusa, 1992, 932 págs.

DAVID A. Aaker: Investigación de Mercados, Naucalpan de Juárez, Edo. de México, Mc Graw-Hill/Interamericana de México, 1989, 715 págs.

EVERET E. Adam y Ronal Ebert: Administración de la producción y de las operaciones, México, Editorial Prentice Hall internacional, Cuarta Edición, 1992, 739 págs.

GONZALES, Nijad Hamdam: Métodos Estadíticos en Educación, Caracas, Publicaciones Bourgeón C. A., 3ra. Edición, 1986, 319 págs.

LINCOLN L., Chao: Estadística para las Ciencias Administrativas, Naucalpan de Juárez, Edo. de México, Mc Graw-Hill/Interamericana de México, 1975, 472 págs.

RUNYON, Richard: Estadística para las Ciencias Sociales, Addison-Wesley Iberoamericana, 1986, 467 págs.

TAWFIK, L. y A. M. Chauvel: Administración de la Producción ,México, Editorial Mc Graw Hill, 1994, 404 págs.