ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES

La administración de operaciones es la actividad mediante la cual los recursos, fluyendo dentro de un sistema definido, son combinados y transformados en una forma controlada para agregarles valor en concordancia con los objetivos de la organización. Básicamente tiene que ver con la producción de bienes y Servicios.

Otras definiciones:

o Es el estudio de la toma de decisiones en la función de operaciones y los sistemas de transformación que se utilizan (sistemas de producción de bienes y servicios).
o Es el proceso de obtención y utilización de recursos para generar bienes y servicios útiles, satisfaciendo asimismo los objetivos de la organización generadora.
o Es la Administración de los sistemas de transformación que convierten insumos en bienes y servicios.

1.1 Entre las responsabilidades de la Administración de Operaciones figura conseguir todos los insumos necesarios y trazar un plan de producción que utilice efectivamente los materiales, la capacidad y los conocimientos disponibles en las instalaciones de la empresa productora. Dada una demanda en el sistema, el trabajo es programado y controlado para producir los bienes y servicios requeridos. Mientras tanto se debe ejercer control sobre los inventarios, la calidad y los costos. Por tanto, las instalaciones deben mantenerse así mismas.

Los objetivos:

- Maximización de utilidades.
- Proveer el mejor servicio posible
- La subsistencia.

La definición de Administración de operaciones contiene los conceptos clave de:

- Recursos.
- Sistemas.
- Transformación y actividades de valor agregado

Los recursos son las personas, los materiales y el capital

Los recursos humanos (tanto físicos e intelectuales) son con frecuencia los activos clave.

Los materiales incluyen planta, equipo, inventarios y algunos bienes tales como energía.

El capital, en la forma de acciones deudas, impuestos y contribuciones, es una fuente de valores que regula el flujo de los otros recursos.

Los sistemas son arreglos de componentes diseñados para lograr los objetivos fijados en los planes.

Nuestro medio social y económico contiene muchos niveles de sistemas y subsistemas, los cuales a su vez son componentes de sistemas mayores. Tenemos un sistema

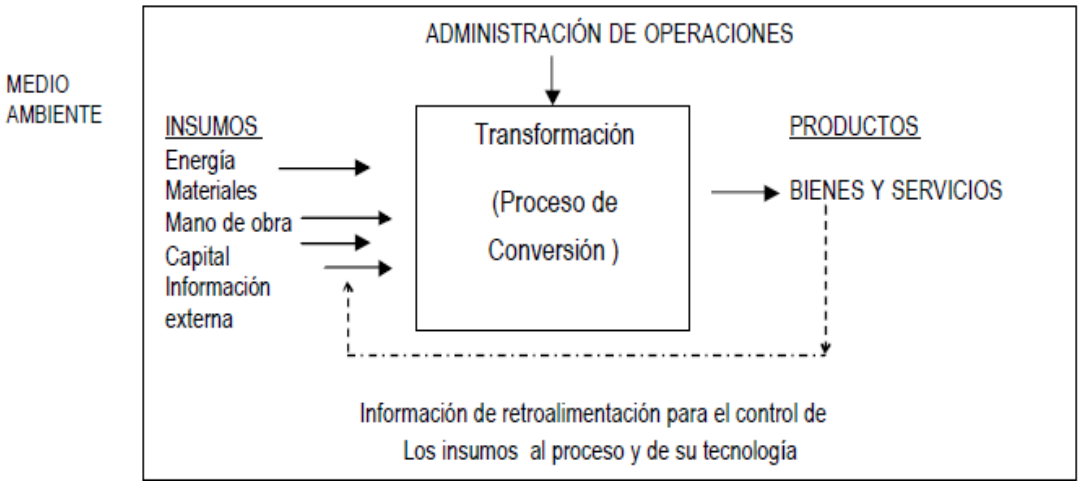
económico de libre empresa. Las empresas, que son los elementos componentes de ese sistema, contienen funciones de Administración de personal, ingeniería, finanzas, operaciones y mercadotecnia, y todas ellas son subsistemas de las empresas.

La capacidad de un sistema para lograr sus objetivos depende de su diseño y su control. El diseño de sistemas es un arreglo predeterminado de sus componentes. Cuanto más estructurado sea el diseño, la toma de decisiones está menos implicada en su operación. El control de sistemas es el apego de las actividades a los planes o las metas.

Las actividades de transformación y valor agregado combinan y transforman los recursos usando alguna forma de tecnología (mecánica, química, médica, electrónica, etc.). Esta transformación crea nuevos bienes y servicios con un mayor valor para los consumidores que los gastos de adquisición y procesado que tiene la organización.

Operaciones:

Operación es cualquier proceso que ocupa insumos y usa recursos para transformar de manera útil estos insumos.



OPERACIONES COMO UN SISTEMA PRODUCTIVO

1.2 La función de operaciones abarca básicamente las tareas que crean valor para alguien y por eso surgen las organizaciones, estas pueden ser muy grandes o ser propiedad de una sola persona; ambas existen para ganar dinero a través de la creación de valor.

Al proceso de conversión para transformar un insumo en un producto de modo que se le añade un valor se le conoce como un Sistema de producción.

Un Sistema es un conjunto de personas, objetos y procedimientos, con un propósito, para operar dentro de un ambiente dirigidos a una meta. Administrar y mantener funcionando un sistema de producción de manera eficiente y efectiva es la principal responsabilidad de la función de operaciones.

Las operaciones son el proceso de transformar insumos en productos y servicios útiles y por consiguiente, agregarle valor a una entidad; esto constituye virtualmente la función primaria de cualquier organización.

Los insumos. Son las instalaciones para trabajar en ellas, luz para ver, resguardo de la lluvia, un puesto de trabajo para desarrollar las actividades y muchas cosas más. También hace falta tener equipo y suministros que ayuden en la transformación de las materias primas. Los suministros se distinguen de las materias primas porque en general no se incluyen en el producto final. El petróleo, los broches para papel, bolígrafos, cinta adherente y otros elementos similares se clasifican comúnmente como suministros porque sólo ayudan a obtener el producto.

Otro recurso muy importante es el conocimiento de cómo transformar los insumos en productos. Los empleados de la organización, por supuesto poseen este conocimiento y no se debe olvidar el último recurso que siempre es obligatorio: tiempo suficiente para completar las operaciones. La función de operaciones falla frecuentemente en su tarea porque no puede completar el proceso de transformación dentro del límite del tiempo requerido.

Proceso de transformación. Dentro del proceso de producción, la parte de la función de operaciones es el paso en el que se agrega valor.

Salidas. En un sistema de producción generalmente se obtienen dos tipos de salidas: Servicio y productos. Los productos son con frecuencia artículos físicos y los servicios son abstractos o no físicos.

El entorno general incluye al político, organizacional, geográfico, legal, económico, las leyes, los reglamentos, la demanda de los consumidores, etc. Específicamente el entorno consiste en aquellos elementos que influyen en la función de operaciones, pero que no se pueden controlar dentro de ella.

El entorno proporciona las entradas, las limitaciones en el proceso de transformación y los receptores de las salidas. Es muy importante supervisar continuamente el entorno para darse cuenta de manera inmediata de cualquier cambio que altere la función de operaciones.

Ejemplo de organizaciones y componentes:

Organización Operación	Entradas Insumos	Proceso de Transformación	Salidas productos	Monitoreo / control	Ambiente
Banco	Cheques Dinero Bóveda Cajeros automáticos Personal Instalaciones y equipo de computo	Custodia inversión	Interés Almacenaje Seguridad Fideicomisos Servicios financiero(créditos, depósitos)	Tasas de interés Tasas de salarios	Reserva federal Economía
Cines	Películas Alimentos Personas teatros	Proyección de películas Preparación/ venta de alimentos	Entretenimiento Clientes alimentados	Popularidad de la película. Ingreso después de deducciones	Economía Industria del entretenimiento
Hospital	Doctores Enfermeras Personal Equipo Instalaciones y energía Medicinas pacientes	Cuidado Surtir recetas operaciones	Análisis de laboratorios Curaciones Órganos extirpados Pacientes saludables	Reglamentación gubernamental Recetas capacitación	Comunidad médica. Leyes sobre control de medicinas.
Planta de manufactura. Fabricante	Equipo, instalaciones, mano de obra, energía, materiales	Cortar Formar unir	Productos terminados, productos químicos, alimentos, maquinas	Volúmenes, participación ene l mercado	Economía, mercado de productos, mercado de consumo

1.3 PRINCIPALES AREAS DE ACTIVIDAD EN LA FUNCIÓN DE OPERACIONES:

Ø Estrategia de operaciones. Determinar las tareas critica de operaciones para apoyar la estrategia global de la organización y desarrollar una estrategia funcional apropiada.
Ejemplo: ¿qué debe hacer bien la función de operaciones para apoyar la estrategia de un banco de servicios completos?

Ø Planeación de productos. Seleccionar y diseñar los servicios y productos que la organización ofrecerá a sus clientes, patrocinadores o receptores.
Ejemplo: ¿en qué servicios se tiene mejor posición para alcanzar la excelencia?

Ø Planeación de la capacidad. Determinar cuándo y que tanto de las instalaciones, equipo y mano de obra se debe tener disponible.
Ejemplo. ¿Cuántas horas de servicio a clientes al año es posible ofrecer?

Ø Administración de inventarios. Decidir las cantidades de materia prima, trabajos en proceso y artículos terminados que conviene almacenar.
Ejemplo: ¿qué inventario de dinero en efectivo será necesario?, ¿qué inventario conviene tener de cada una de las formas?

Ø Administración del proyecto. Aprender como planear y controlar las actividades del proyecto para cumplir con los requerimientos de desempeño, programa y costo.
Ejemplo: ¿cómo se manejará la reorganización del departamento del fideicomiso?

Ø Programación. Determinar cuándo se debe realizar cada actividad o tarea en el proceso de transformación y donde deben estar los insumos.
Ejemplo: ¿cuántos cajeros se deben tener previstos para cada hora del día?, ¿cuándo se debe ofrecer un horario ampliado?

Ø Control de calidad. Determinar cómo se deben desarrollar y mantener los estándares de calidad.
Ejemplo: ¿qué entrenamiento se debe dar a los cajeros para minimizar los errores?

En toda organización alguien está a cargo de la función de operaciones. En el cuadro algunos de los múltiples puestos en la administración de operaciones y se describen las tareas generales de cada uno de ellos

NIVEL	TÍTULO	DESCRIPCIÓN
Superior	Vicepresidente de operaciones Administrador en jefe Director de manufactura Vicepresidente ejecutivo Jefe encargado de operaciones Comisionado Secretario General	Responsable del a planeación total, coordinación, políticas, presupuesto y control de operaciones
Medio	Superintendente de planta Gerente de división Gerente de planta Gerente de manufactura Gerente de producción Administrador municipal Decano	Responsable del a planeación, dirección y control del as operaciones dentro des u área o inhalación. Debe planeare l reemplazo de activos, ajustes de personal, flujo de materiales, apego al presupuesto y asuntos relacionados

NIVEL	TÍTULO	DESCRIPCIÓN
Bajo	Administrador de departamento Capataz Supervisor Líder de grupo Superintendente asistente Gerente de línea	Responsable del flujo de trabajo, terminación de trabajos, entregas a tiempo, coordinación de recursos y motivación del a fuerza de trabajo.
Asesores	Programador del a producción Gerente de materiales Gerente de control de calidad Analista de sistemas Agente de compras Gerente de mantenimiento Gerente de almacenes Gerente de proyectos	Responsable de áreas individuales de apoyo a las líneas de operación. Incluye planeación, supervisión y control del os materiales, información

1.4 RESPONSABILIDADES DE LA FUNCIÓN DE OPERACIONES.

En la mayoría de la organizaciones manufactureras o de servicios, la función de operaciones se caracteriza por responsabilizarse de aproximadamente un 80 % de los activos físicos de la empresa, como edificios, equipo, partes de repuesto, suministros, materias primas, trabajo en proceso y artículos terminados. El área de operaciones generalmente también es responsable del 60 al 80 % de todos los recursos humanos.

1.5 TOMA DE DECISIONES EN OPERACIONES.

La toma de decisiones acerca de cómo planear, organizar, dirigir y controlar las actividades de una empresa es una de las responsabilidades de un administrador de operaciones. Los problemas rutinarios pueden ser mejor manejados tomando decisiones de juicio. Los problemas complejos, que implican muchas variables interdependientes y un notable flujo de efectivo o cambio de personal generalmente requieren métodos más complicados. De manera similar, las decisiones adoptadas bajo condiciones de incertidumbre frecuentemente requieren de un análisis estadístico.

1.6 EL PROCESO DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS Y TOMA DE DECISIONES.

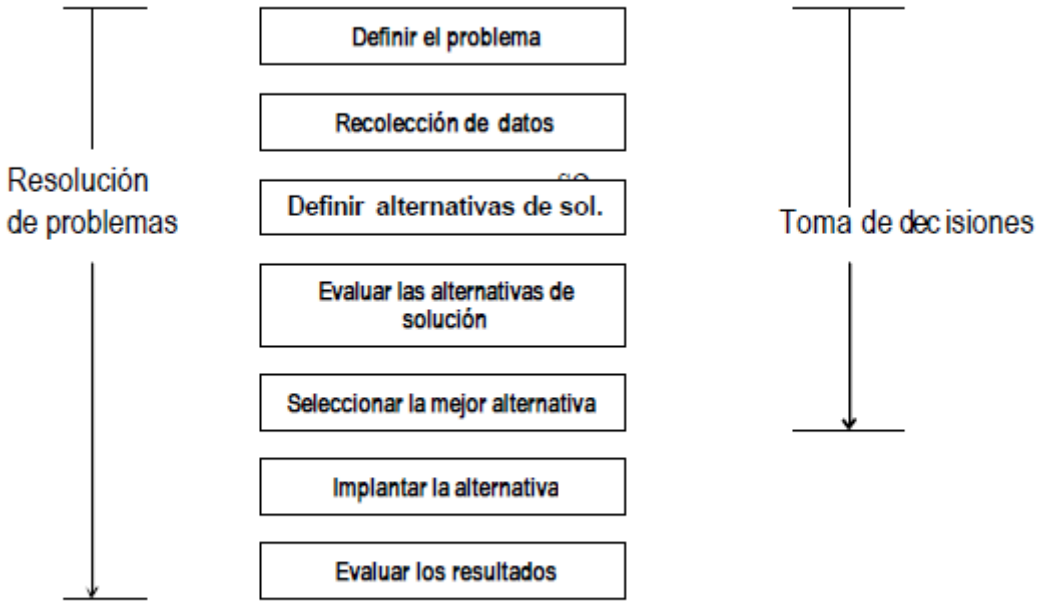
La resolución de problemas se define como el proceso de identificar una diferencia entre un estado de cosas actual y uno deseado, y en emprender después una acción para resolver la diferencia.

La toma de decisiones se refiere a la selección de una alternativa de entre un conjunto de ellas.

La resolución de problemas implica el proceso de seguir los pasos del método científico y que se enumeran a continuación:

1. Identificar y definir el problema.
2. Recolección de datos. Recopilar información pasada, hechos pertinentes, y soluciones previas a problemas semejantes.
3. Definir alternativas de solución. El método científico se basa en la suposición de que las soluciones existen. En este paso se buscan las soluciones posibles y se enumeran.
4. Evaluar las alternativas de solución. Una vez enumeradas todas las alternativas de solución, deberán evaluarse. Esto puede lograrse comparando una por una con un conjunto de criterios de solución u objetivos que se deben cumplir.
5. Seleccionar la mejor alternativa de solución. Aquí se toma la decisión de cuál de las alternativas cumple mejor con los criterios de solución.
6. Implantar la alternativa de solución. La toma de decisiones en Administración debe llevar a actuar, por lo tanto, la alternativa de solución seleccionada deberá ponerse en práctica.
7. Evaluar los resultados y determinar si se ha obtenido una solución satisfactoria.

La toma de decisiones por lo tanto se encuentra dentro del proceso para la resolución de problemas y está asociada en aplicar los 5 primeros pasos enumerados anteriormente.



Relación entre la resolución de problemas y la toma de decisiones.

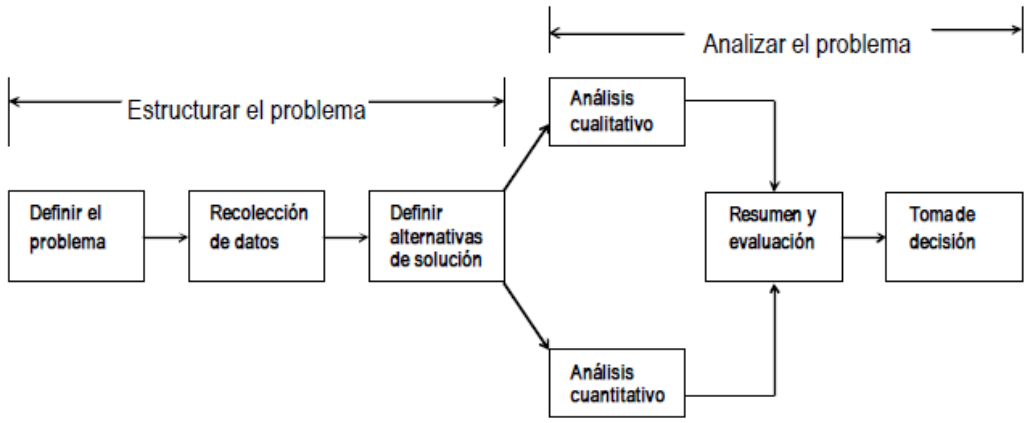
1.7 FUNCIÓN DE LOS ANÁLISIS CUALITATIVO Y CUANTITATIVO EN LA TOMA DE DECISIONES.

El análisis cualitativo se basa primordialmente en el razonamiento y la experiencia del administrador; incluye la impresión intuitiva que el administrador tiene del problema. Si el administrador ha tenido experiencia con problemas parecidos, o si el problema es relativamente simple, el énfasis fuerte se puede hacer en el análisis cualitativo. Sin embargo, si el administrador ha tenido poca experiencia con problemas similares, o si el problema es lo suficientemente complejo, entonces un análisis cuantitativo del problema puede ser una consideración muy importante en la decisión final del administrador.

Al mismo tiempo que los administradores tienen aptitudes para el método cualitativo, las cuales generalmente aumentan con la experiencia, las facultades para el método cuantitativo solo pueden aprenderse estudiando los supuestos y los métodos de la ciencia de la administración.

Un administrador puede incrementar su efectividad en la toma de decisiones aprendiendo más sobre la terminología cuantitativa y comprendiendo mejor cuál es su contribución al proceso de toma de decisiones.

Un administrador que conoce los procedimientos de la toma de decisiones cuantitativas está en una mucha mejor posición para comparar y evaluar las fuentes de recomendaciones tanto cualitativas como cuantitativas para, finalmente, combinar las dos fuentes para tomar la mejor decisión posible.



Esta figura representa en que momento del proceso de la toma de decisiones intervienen los análisis cualitativo y cuantitativo.

Las siguientes son algunas de las razones por la que es posible que se utilice un enfoque cuantitativo en el proceso de toma de decisiones.

a) El problema es complejo y el administrador no puede llegar a una buena solución sin la ayuda del análisis cuantitativo.
b) El problema es muy importante y el administrador desea un análisis complejo antes de intentar tomar una decisión.
c) El problema es nuevo y el administrador no tiene ninguna experiencia en la cual basarse.
d) El problema es repetitivo y el administrador ahorra tiempo y esfuerzo apoyándose en procedimientos cuantitativos para tomar decisiones rutinarias.

II PRONÓSTICOS PARA LA TOMA DE DECISIONES

Un aspecto importante al administrar una organización, consiste en planear el futuro. De hecho el éxito a largo plazo de una organización, está relacionado con la capacidad del administrador para prever el futuro y para desarrollar estrategias apropiadas. El buen juicio, la intuición y un conocimiento del estado de la economía, pueden proporcionar a los administradores una idea general o sentido de lo que es probable que suceda en el futuro.

El propósito de este tema es presentar diversos métodos que pueden ayudar a pronosticar muchos aspectos futuros de una operación de negocios.

2.1 Conceptos Generales

Pronosticar. Es el arte y la ciencia de predecir los eventos del futuro, es emitir un enunciado sobre lo que es probable que ocurra en el futuro, basándose en análisis y en consideraciones de juicio.

Ciencia. Métodos con bases estadísticas.

Arte. Juicio e intuición sobre el marco metodológico que se va a emplear. Implica, conocer el ambiente, la selección de la mejor técnica, el número de datos históricos que debe incluirse, etc.

Hacer un pronóstico es obtener conocimiento sobre eventos inciertos que son importantes en la toma de decisiones presentes.

Las técnicas de pronósticos disminuyen la incertidumbre sobre el futuro, permitiendo estructurar planes y acciones congruentes con los objetivos de la organización y permiten también tomar acciones correctivas apropiadas y a tiempo cuando ocurren situaciones fuera de lo pronosticado.

El pronóstico es una estimación anticipada del valor de una variable, por ejemplo: la demanda de un producto.

El presupuesto es el Valor anticipado de la variable que una compañía está en posibilidad de concretizar, por ejemplo: la cantidad de producto que la compañía decide fabricar en función de la demanda y de la capacidad instalada.

El conocimiento de las técnicas de pronósticos es de poco valor a menos que puedan aplicarse efectivamente en el proceso de planeación de la organización.

2.2 Usos de los pronósticos
· Mercadotecnia
o Tamaño del mercado
o Participación en el mercado
o Tendencia de precios
o Desarrollo de nuevos productos

· Producción
o Costo de materia prima
o Costo de mano de obra
o Disponibilidad de materia prima
o Disponibilidad de mano de obra
o Requerimientos de mantenimiento
o Capacidad disponible de la planta para la producción

· Finanzas
o Tasas de interés
o Cuentas de pagos lentos

· Recursos Humanos
o Número de trabajadores
o Rotación de personal
o Tendencias de ausentismo
o Tendencia de llegadas tarde

· Planeación Estratégica
o Factores económicos
o Cambios de precios
o Costos

o Crecimiento de líneas de productos

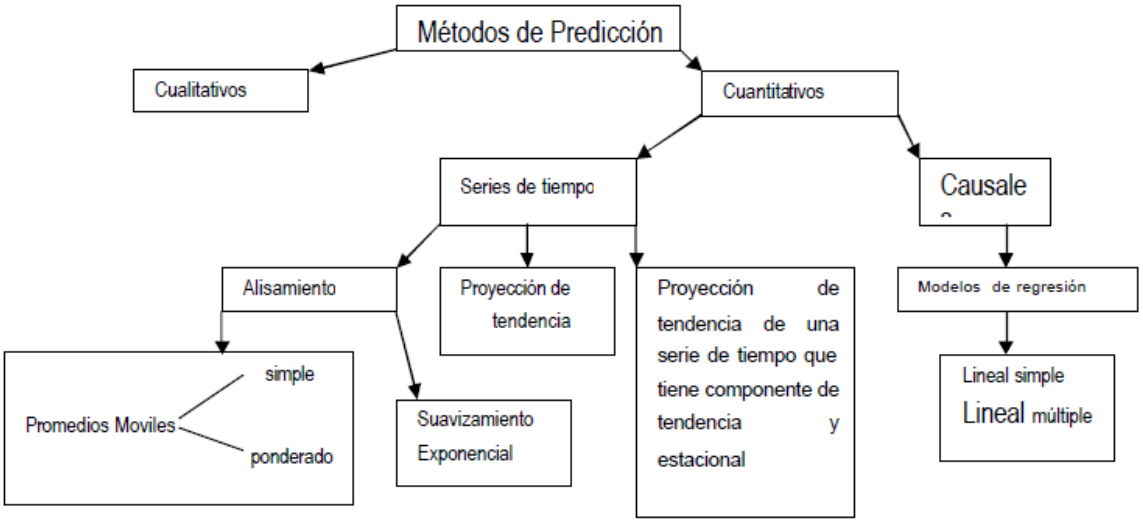
2.3 Características de los Pronósticos

Primera. Todas las situaciones en que se requiere un pronóstico, tratan con el futuro y el tiempo que está directamente involucrado. Así, debe pronosticarse para un punto específico en el tiempo y el cambio de ese punto generalmente altera el pronóstico.
Segunda. Otro elemento siempre presente en situaciones de pronósticos es la incertidumbre. Si el administrador tuviera certeza sobre las circunstancias que existirán en un tiempo dado, la preparación de un pronóstico seria insignificante.
Tercera. El tercer elemento, presente en grado variable en todas las situaciones descritas es la confianza de la persona que hace el pronóstico sobre la información contenida en datos históricos.

2.4 Selección del Método de Pronósticos

· Factores
o La relevancia y disponibilidad de datos históricos
o El grado de exactitud deseado
o El periodo de tiempo que se va a pronosticar
o El punto del ciclo de vida en que se encuentra el producto.

III. CLASIFICACIÓN DE LOS MODELOS DE PRONÓSTICOS



3.1 Métodos Cualitativos

Estos métodos reciben también el nombre de tecnológicos, porque históricamente se usaron primero para pronosticar cambios tecnológicos.

La posición central en estos métodos no la tienen los datos pasados, sino la experiencia de las personas.

Frecuentemente se usa la experiencia y buen juicio de varios expertos.

Estas técnicas usan el criterio de la persona y ciertas relaciones para transformar información cualitativa en estimados cuantitativos.

Usos de estos métodos. Las técnicas cualitativas se usan cuando los datos son escasos, y son útiles para pronósticos a largo plazo, pronósticos de ventas y desarrollo de nuevos productos, inversiones de capital, planeación estratégica y pronósticos tecnológicos.

Dentro de estos métodos tenemos:

El Método Delphi. Este trata de obtener un consenso confiable entre diversos expertos para usarlo como base para pronosticar.

Esta técnica necesita un grupo de expertos que estén dispuestos a contestar una serie de preguntas, y exponer sus razones, respecto a algún desarrollo tecnológico, por ejemplo.

El método Delphi funciona por rondas. Para ver cómo es esto, pongamos un ejemplo. Se hizo un estudio Delphi para saber cuáles eran los inventos y avances tecnológicos que se iban a dar en los 20 años siguientes. El estudio tuvo 4 rondas.

Primera ronda. Mediante una carta se les pidió a los miembros del panel una lista de los inventos y avances científicos que fueran a la vez útiles y factibles en los próximos 20 años. El coordinador, después de recibir las listas, hizo una con los 50 avances más mencionados.

Segunda ronda. La lista de 50 fue enviada a los expertos para que los acomodaran temporalmente (en 4 periodos de 5 años). Tomando como base el tiempo en que creyeran que había una probabilidad de 50\% de que se realice el avance.

Tercera ronda. El coordinador envió a los expertos dos listas:
· La lista de los avances en los que hubo consenso.
Cualitativos

· La lista donde no hubo consenso indicándoles las medianas de los tiempos para los avances en que no hubo acuerdo.

Se les pidió que reconsideraran sus opiniones respecto a los avances en que no hubo consenso. A los expertos que difirieron mucho de los demás se les hizo notar. (Muchos de ellos cambiaron sus estimaciones).

Cuarta ronda. Se repitió la tercera ronda para ``cerrar'' más las opiniones de los expertos. El coordinador, elaboró un informe final; en este informe se obtuvo no sólo una lista de los avances que el panel de expertos consideró como alcanzables sino una estimación de los tiempos en que se van a alcanzar.

El método Delphi tiene las ventajas siguientes:
· queda documentado no sólo el resultado sino el proceso que se siguió.
· los expertos interactúan en forma anónima.
· se evitan divagaciones.

Las dificultades son:
· El coordinador debe permanecer ``neutral'' respecto a la discusión.
· puede haber dificultad en captar la atención de los expertos.
· Gracias a la tecnología es posible acelerar la lentitud que va de la mano del correo.
· Muchas veces las opiniones ``delatan'' al experto, dificultando el anonimato.

Investigación de Mercados. Esta técnica identifica a la población de compradores prospectivos basados previa selección representativa, de tamaño n, en la recolección de información mediante cuestionarios, entrevistas o estudios, etc., para obtener información o probar hipótesis acerca de mercados reales.

Consenso de un Panel. Supone que la organización o empresa tiene expertos que poseen conocimientos o experiencia que les permite evaluar efectivamente los eventos inciertos del futuro. Se supone además que cada uno de los expertos reconoce la capacidad de los otros en su área y suplementando el conocimiento de cada uno se llega a un consenso acerca del pronóstico apropiado de las ventas de la empresa. El problema que en un momento puede existir al hacer uso de éste procedimiento de predicción es que puede existir un sesgo en los resultados, debido a las jerarquías dentro del grupo causando que los expertos con menor rango se muestren renuentes en sus críticas a sus superiores aunque sientan que sus opiniones sean de más valor que las emitidas por sus superiores.

Analogía Histórica. Se usa para productos nuevos, basándose en el análisis comparativo de la introducción y crecimiento de productos similares.

El método supone que pueden usarse la historia de las ventas de un producto introducido en el pasado para evaluar el posible éxito del producto actual. Una suposición natural en este enfoque es que los ambientes del mercado son similares para ambos productos.

3.2 Métodos Cuantitativos

Los métodos cuantitativos se basan en datos históricos. Esta información pasada se encuentra en forma numérica. Las fuentes usuales son los registros de la propia empresa o información oficial de diverso origen: gobierno, asociaciones de empresarios o profesionistas, organismos internacionales.

Se debe tener cuidado, sobre todo cuando la información proviene de la propia empresa (aunque en la proveniente de otras fuentes también hay que cuidarse), que haya sido cuantificada de manera uniforme.

Para información sobre costos, por ejemplo, hay que asegurarse que los costos incluyan los mismos conceptos en todos los años que vamos a utilizar; de no ser así es preciso tratar previamente los datos.

Para aplicar los métodos cuantitativos es preciso convencernos, razonablemente, de que se cumple la llamada Hipótesis de Continuidad. Este supuesto es que los factores externos en los que se dieron los datos históricos no cambiarán en el futuro para el que estamos pronosticando. Estos factores son, en forma destacada:
· Economía en general.
· Competencia en el mercado (oferta).
· Estado del mercado (demanda).
· Estado tecnológico del producto (``ciclo de vida del producto'').

Esta continuidad del ambiente nunca se da en forma perfecta, sino en forma gradual. Se requiere buen juicio para suponer que las violaciones a la continuidad no van a afectar a los resultados de la aplicación del método de pronóstico.

Dentro de los métodos cuantitativos tenemos los siguientes:

Análisis de series de tiempo. Se llama serie de tiempo a cualquier sucesión de observaciones de un fenómeno que es variable con respecto al tiempo.

Estos métodos suponen que la variable pronosticada tiene información útil para el desarrollo del pronóstico sobre su comportamiento anterior, considerando probable que lo que sucedió en el pasado continúe ocurriendo en el futuro.

Es común representar a las series de tiempo por medio de una ecuación matemática que describa los valores de la variable observada como una función del tiempo o equivalentemente como una curva en una gráfica en la que la coordenada vertical representa la variable Y y la coordenada horizontal representa el tiempo.

El análisis consiste en encontrar el patrón del pasado y proyectarlo al futuro.

Patrones o componentes de una serie de tiempo

Cuando se tienen datos para hacer un pronóstico, la herramienta más útil es ¡graficarlos!

La gráfica que queremos es la de los datos contra el tiempo. En el eje horizontal ponemos los tiempos y en el sentido vertical señalamos el punto cuya altura corresponda a la magnitud de la observación que tengamos para cada tiempo.

Por regla general, los datos se encuentran equiespaciados en el tiempo. Las diferentes formas que toma el arreglo de los datos en la gráfica nos indican cómo debemos proceder en el pronóstico.

Las características que, de manera primordial, buscamos en la gráfica son las regularidades que permitan la proyección del comportamiento observado en el pasado hacia el futuro. Los patrones regulares que nos son útiles son de varios tipos.

· Patrón horizontal o estacionario. Se presentan como un valor constante (recta horizontal) alrededor del cual los datos oscilan de forma irregular. Es el patrón de datos más simple, la mejor manera de pronosticar en una situación como ésta es estimar la altura de la línea horizontal y usar ese valor como pronóstico.
· Datos con tendencia. Se presentan como una línea lisa (una recta o una curva suave) que sube o baja monótonamente y los datos oscilan erráticamente alrededor de ella. La manera de pronosticar que se ocurre primero, en este caso, es la de calcular una ecuación para la línea y usar ese valor para pronóstico.
· Datos estacionales. Muchas series de datos presentan este tipo de comportamiento repetitivo. La componente estacional refleja cambios hacia arriba y hacia abajo en puntos fijos en el tiempo.

El origen del nombre estacional son, precisamente las estaciones del año. Mucha de la actividad humana y muchos fenómenos naturales varían de acuerdo a las estaciones. Por extensión, en muchas actividades se presenta una oscilación semanal o mensual similar a las estaciones del año. Por ejemplo, no es raro observar que en algunos días de la semana se incrementa el ausentismo laboral. Tenemos otro ejemplo en la cantidad de transacciones que se realizan en las oficinas bancarias, estas presentan dos ``picos'' mensuales, al principio/fin y al medio. Cuando se estudia una serie con esta característica, es deseable incorporarla al pronóstico. En general se considera que esta componente o patrón ocurre con un período de un año o menos.

Otro tipo de patrón, es el que se llama cíclico. Este se refiere a curvaturas de largo período asociadas con grandes ciclos económicos. El pronóstico en estas condiciones es mucho más complicado ya que la forma de estos ciclos no es simple y la teoría económica no se encuentra suficientemente desarrollada como para permitir una cuantificación confiable de ellos. Claro que si observamos tal patrón en los datos, es conveniente incorporarlo al pronóstico aun cuando sea de una manera imperfecta.

La diferencia principal entre los efectos o patrones estacionales y cíclicos es que los efectos estacionales pueden predecirse, y ocurren a un intervalo de tiempo fijo de la última ocurrencia, mientras que los efectos cíclicos son componentes impredecibles.

MÉTODOS PARA SERIES DE DATOS HORIZONTALES.

Métodos de suavizamiento o alisamiento.- Son técnicas de pronósticos que son apropiadas para series de tiempo más o menos estables y que presentan un patrón horizontal, es decir, las que no muestran efectos importantes de tendencia , cíclicos o estaciónales.

Dentro de éstas técnicas de pronósticos tenemos los siguientes métodos.

Promedio Móvil simple

Este consiste en promediar sólo las últimas observaciones. Conforme avanza el tiempo dejamos fuera del promedio a los datos más viejos y vamos incorporando datos nuevos. Por eso recibe el nombre de promedio móvil.

Un promedio móvil tiene un parámetro que es la amplitud del promedio, es decir, cuántos datos ponemos en el promedio.

Si el valor de este parámetro es grande, el suavizado es mayor; si es pequeño el suavizado es menor.

En términos matemáticos, el cálculo de los promedios móviles se realiza de la siguiente manera:

Se considera que:

$X_t = F_{t+1}$

Dónde:

X t = Es el promedio móvil de n términos de x calculados hasta el período t
F t + 1 = representa el pronóstico de x en el período t + 1
X i = valor real de x (accidentes, ventas, demanda, etc.) en el período i

$$\bar{X}_t = \frac{1}{n} \sum_{i=(t-n+1)}^{t} X_i$$

n = número de periodos de demanda a ser incluidos (orden del promedio móvil)
? = Sumatoria

El promedio móvil hasta el período t se usa para el pronóstico del período t + 1

El error correspondiente a cualquier pronóstico está representado por la diferencia entre el valor real observado y el valor pronosticado. Este puede ser positivo o negativo, dependiendo de si el pronóstico es demasiado bajo o es demasiado alto.

Una consideración importante al utilizar cualquier método de pronóstico es la precisión del pronóstico. Es evidente que lo que se desea es que los errores de los pronósticos sean reducidos. Unas de las herramientas estadísticas más usadas como medidas del error para evaluar la precisión de los métodos de pronósticos son:

· La desviación absoluta de la media (DAM).
· El error medio cuadrático (EMC).

DAM = Suma de los valores absolutos de todos los errores de los pronósticos
Numero de errores absolutos tomados

ECM = suma cuadrática del error del pronóstico
Numero de errores al cuadrado tomados

EJEMPLO. Con la información mostrada en la siguiente tabla, Elabore promedios móviles de 3 y de 5 términos para calcular el número de accidentes pronosticados para la decimotercera semana y explique
¿Cuál de los dos promedios móviles, el de 3 o el de 5 términos, ofrece mejores pronósticos.

Semanas Período t	Número De Accidentes X	Promedio Móvil de 3 términos X t	Pronóstico F t + 1	error	Promedio Movil de 5 términos	Pronóstcio F t + 1	error	Error Absoluto 3 términos	Error Absoluto 5 términos
1	200								
2	135								
3	195	176.66							
4	198	176.00	176.66	21.34				21.34	
5	310	234.33	176.00	134.00	207.60			134.00	
6	175	227.66	234.33	- 58.33	202.60	207.60	- 32.60	58.33	32.60
7	155	213.33	227.66	- 72.66	206.60	202.60	- 47.60	72.66	47.60
8	130	153.33	213.33	- 83.33	193.60	206.60	- 76.60	83.33	76.60
9	220	168.33	153.33	66.67	198.00	193.60	26.40	66.67	26.40
10	277	209.00	168.33	108.67	191.40	198.00	79.00	108.67	79.00
11	235	244.00	209.00	26.00	203.40	191.40	43.60	26.00	43.60
12	240	250.66	244.00	- 4.00	220.40	203.40	36.60	4.00	36.60
13			250.66			220.40		575.00	342.40

Note que el promedio móvil va desechando los datos viejos conforme incorpora a los nuevos. Además mantiene la misma ``importancia'' para la última observación a lo largo del tiempo.

Usando promedios móviles de 3 términos el número de accidentes pronosticados para la decimotercera semana es de 251.

Y de 220 accidentes si usamos promedios móviles de 5 términos. Para evaluar la precisión de este pronóstico y poder decidir cuál de los 2 resultados ofrece el mejor pronóstico, haremos uso de la desviación absoluta media (DAM) como medida de error.

$$\text{DAM (3 términos)} = \frac{575.00}{9} = 63.88 \qquad \text{DAM (5 términos)} = \frac{342.40}{7} = 48.91$$

Conviene usar promedios móviles de 5 términos, en virtud a que presenta menor DAM en los cálculos

Promedio Móvil Ponderado

En el método anterior de los promedios móviles simples cada observación del cálculo del promedio móvil recibe la misma ponderación o peso.

En la técnica de promedios móviles ponderados, implica la selección de pesos distintos para cada valor de los datos para después calcular en calidad de pronóstico un promedio ponderado. En donde la observación más reciente es la que recibe mayor ponderación y el peso disminuye para los valores más antiguos. Por ejemplo, utilizando la serie de tiempo de la información del cuadro anterior, se procede a ilustrar el cálculo de un promedio móvil ponderado de 3 términos, en donde la observación más reciente recibe un peso de 3 tantos el que se asigna a la observación más antigua, y la siguiente

observación más antigua recibe un peso del doble que la más antigua. El pronóstico para el promedio móvil ponderado para la cuarta semana se calcularía de la siguiente manera:

$$\text{Pronóstico para el promedio movil Ponderado para la cuarta semana} = \frac{3}{6}(195) + \frac{2}{6}(135) + \frac{1}{6}(200) = 175.80$$

Obsérvese que, para el promedio móvil ponderado, la suma de los pesos es igual a 1.

Alisamiento o suavizamiento exponencial.

El alisamiento exponencial es una técnica de pronóstico en la que se utiliza un promedio ponderado de una serie de valores anteriores o pasados para pronosticar el valor de la serie de tiempo en el período siguiente.

Se usa para pronósticos a corto y mediano plazo, la expresión matemática aplicada para este modelo es la siguiente:

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

Pronóstico para el período t + 1
Constante de alisamiento
dato real
pronóstico en el período t

Los valores de la constante de alisamiento o suavizamiento debe de andar entre 0 y 1 0 < a < 1 a mayor produce menor suavizado y a menor, mayor suavizado

EJEMPLO. Una cadena de tiendas de abarrotes experimentó las siguientes demandas semanales (en cajas) para una marca de detergente para lavadoras automáticas.

PERIODO SEMANA	DEMANDA	PRONÓSTICO	ERROR DEL PRONÓSTICO	ERROR ABSOLUTO	ERROR AL CUADRADO
t	Y_t	F_t	$Y_t - F_t$		$(Y_t - F_t)^2$
1	22	22.00	0	0	0
2	18	22.00	-4.00	4.00	16.00
3	23	21.20	1.80	1.80	3.24
4	21	21.56	-0.56	0.56	0.31
5	17	21.45	-4.45	4.45	19.78
6	24	20.56	3.44	3.44	11.84
7	20	21.25	-1.25	1.25	1.55
8	19	21.00	-2.00	2.00	3.99
9	18	20.60	-2.60	2.60	6.75
10	21	20.08	0.92	0.92	0.85
11		20.26		21.02	64.33

a).- Utilizando una constante de alisamiento exponencial a = 0.2, determínense los pronósticos correspondientes a cada una de las semanas l así como la de la décima primera semana, empleando la técnica de suavizamiento exponencia también calcule el error del pronóstico para cada una de las semanas.

b).- Calcule el DAM y el ECM.

Solución.

a).- Para iniciar los cálculos del pronóstico empleando ésta técnica, para el período 1 la demanda pronosticada será la demanda real de ese mismo período. Y se iniciarán los cálculos aplicando la expresión:

$F_{t+1} = a Y_t + (1 - a) F_t$

Así para el cálculo del pronóstico para la segunda semana (período t = 2), se hará de la siguiente manera:

Se toman los valores tanto de la demanda real (Y t = 22) como de la demanda pronosticada (F t = 22) correspondientes al periodo 1 y estos se sustituyen en la ecuación matemática anterior, de la siguiente manera:

$F_{1+1} = 0.2 Y_1 + (1 - 0.2) F_1$
$F_2 = 0.2 (22) + (1 - 0.2) 22$
$F_2 = 4.4 + (0.80) 22 = 22$ cajas

Para el cálculo del pronóstico para la tercera semana (período t = 3)

Se toman los valores tanto de la demanda real (Y t = 18) como de la demanda pronosticada (F t = 22) correspondientes al periodo 2 y estos se sustituyen en la ecuación matemática anterior, de la siguiente manera:

$F_{2+1} = 0.2 Y_2 + (1 - 0.2) F_2$
$F_3 = 0.2 (18) + (1 - 0.2) 22$
$F_2 = 3.6 + (0.80) 22 = 21..20$ cajas

Y así, de esta manera se continúan los cálculos del pronósticos para las siguientes semanas hasta llegar a la décima primera semana cuya demanda pronosticada fue de 20..26 cajas.

Los errores semanales del pronóstico se calculan restando, a la demanda real la demanda pronosticada de cada semana.

b).- El DAM $= \frac{21.02}{10} = 2.10$ el ECM $= \frac{64.33}{10} = 6.43$

MÉTODOS PARA SERIES DE DATOS CON TENDENCIA.

Análisis o proyección de tendencia. El objetivo del análisis de tendencias es ajustar una línea de tendencia (curva) a una ecuación matemática y después se proyecta al futuro por medio de esta ecuación.

Un enfoque matemático para el análisis de tendencia lineal. Identifica la ecuación de una línea recta llamada componente lineal de tendencia de la forma $Y' = a + b\,x$, en donde Y' es el valor pronosticado, a es la ordenada en el origen (intercepción de la recta con el eje vertical) , b es la pendiente de la línea y x es el período para el que se prepara el pronóstico.

Los valores de a y de b se calculan con el método de mínimos cuadrados. La aplicación de éste criterio da como resultado una línea recta que minimiza el cuadrado de las distancias verticales de cada observación a la línea. Los valores para a y b que minimizan la suma de los cuadrados de todas las distancias verticales definen la ecuación que mejor se ajusta a los datos.

Los valores de a y b se calculan mediante las siguientes expresiones:

$$b = \frac{N\Sigma xy - \Sigma x \Sigma y}{N\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2} \qquad a = \frac{\Sigma y - b\Sigma x}{N}$$

N representa el número de datos reales recopilados

Esta técnica es aplicable cuando los datos históricos del pasado presentan variaciones irregulares y tienen una tendencia a crecer o a decrecer a través del tiempo.

EJEMPLO. La siguiente tabla representa los datos de la serie de tiempo para las ventas de automóviles de la agencia ford de Navojoa, sonora determinado en los últimos 10 años (1991- 2000). Determine:

a).- La expresión matemática para la componente lineal de tendencia para la venta de automóviles

b).- el pronóstico de ventas de automóviles para el año 2001 y para el año 2005.

Años	Período x	Ventas de automóviles Y	XY	X_2
1991	1	600	600	1
1992	2	500	1000	4
1993	3	530	1590	9
1994	4	640	2560	16
1995	5	450	2250	25
1996	6	750	4500	36
1997	7	800	5600	49
1998	8	900	7200	64
1999	9	950	8550	81
2000	10	1000	10000	100
Sumas	**55**	**7120**	**43850**	**385**

Solución.

a).- Vamos a proceder a calcular la expresión lineal de tendencia para ello debemos de calcular primero los valores de a y de b con las siguientes expresiones: en este caso N = 10 porque son 10 datos reales recopilados.

$$b = \frac{N \Sigma xy - \Sigma x \Sigma y}{N \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2} \qquad a = \frac{\Sigma y - b \Sigma x}{N}$$

$$b = \frac{10(43{,}850) - (55)(7120)}{10(385) - (55)^2} = \frac{438{,}500 - 391{,}600}{3850 - 3025} = \frac{46{,}900}{825} = \mathbf{56.84}$$

$$a = \frac{\Sigma y - b \Sigma x}{N} = \frac{7{,}120 - (56.84)(55)}{10} = \frac{7120 - 3126.20}{10} = \frac{3993.80}{10} = \mathbf{399.38}$$

Sustituyendo los valores calculados de a y de b en la expresión: $Y' = a + b\,x$
Tendremos la expresión lineal de tendencia para la venta de automóviles de este problema.

$Y' = 399.38 + 56.84\,x$

Con esta ecuación podemos calcular el pronóstico de automóviles para cualquier período o año, con solo cambiar el valor de x en el año o período que se quiera.

b).- El pronóstico de ventas automóviles para el año 2001 se calcula sustituyendo el valor de x = 11 en la expresión:

$Y' = 399.38 + 56.84\,x = 399.38 + 56.84\,(11) = 399.38 + 625.24 = 1024.62$ automóviles

El pronóstico de ventas automóviles para el año 2005, se obtiene sustituyendo en la expresión anterior

X = 15

Y´ = 399.38 + 56.84 x = 399.38 + 56.84 (15) = 399.38 + 852.60 = 1251.98 automóviles

La pendiente b = 56.84 significa que en los últimos 10 años, la empresa ha experimentado un crecimiento promedio en las ventas de alrededor de 56.84 unidades por año.

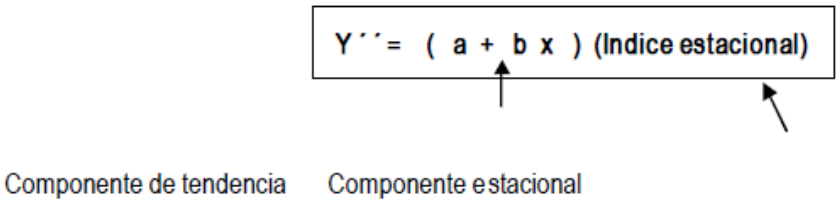
Proyección de tendencia de una serie de tiempo que presenta componente de tendencia y componente estacional.

En el tema anterior se mostró la forma que se pueden hacer pronósticos para una serie de datos que tenían un componente de tendencia. A continuación se analizará una serie de datos que tiene tanto un componente de tendencia como una estacional.

El método que se considera consiste primero en eliminar el efecto estacional o el componente estacional de la serie de tiempo, para ello se calculan los índices estacionales para cada semana, mes, bimestre, trimestre, etcétera, A este paso se le denomina desestacionalización de la serie de tiempo.

Después de tal acción, la serie de tiempo tendrá solamente un componente de tendencia. Luego entonces, podemos utilizar el método que se describió en el tema anterior para determinar la expresión de la componente lineal de tendencia de la serie de datos. Finalmente para el desarrollo del pronóstico consiste en incorporar el componente estacional utilizando un índice estacional para ajustar la proyección de tendencia.

La expresión matemática que se utiliza cuando la serie de tiempo presenta componente de tendencia y componente estacional es:



ESTACIONALIDAD.

La estacionalidad es un patrón que a veces observamos en una serie de tiempo. Consiste en subidas y bajadas periódicas que se presentan en forma regular en la serie de tiempo. Al tiempo entre un ``pico'' y otro en la gráfica de la serie, se le llama período estacional. La mayoría de las series que presentan esta característica tienen periodicidad anual; en este caso, si la serie consiste de observaciones mensuales, el período será 12, en cambio, si la serie es trimestral, el período será 4.

Índices estacionales I

La manera matemática de representar la estacionalidad es a través de los llamados índices estacionales.

Para comprender qué son, cómo se calculan y para qué sirven, veamos un ejemplo.

EJEMPLO:- Los datos trimestrales de ventas (número de ejemplares que se venden) de un libro de texto universitario en los últimos 3 años son los siguientes:

	Trimestres			
años	I	II	III	IV
1998	1690	940	2625	2500
1999	1800	900	2900	2360
2000	1850	1100	2930	2615

a.- Calcule los índices estacionales para los 4 trimestres
b. - Determine la ecuación de la expresión de la componente lineal de tendencia.
c.- Calcule las ventas pronosticadas de libros de texto para el tercer trimestre del año.

Solución:

	Trimestres				
años	I	II	III	IV	totales
1998	1690	940	2625	2500	7755
1999	1800	900	2900	2360	7960
2000	1850	1100	2930	2615	8495

Para calcular índices estacionales se pueden seguir muchos caminos, éste es quizá, el más simple.
Partiendo de los totales de cada año, calculo un promedio trimestral para cada año.

	Trimestres					
años	I	II	III	IV	totales	promedios
1998	1690	940	2625	2500	7755	1938.75
1999	1800	900	2900	2360	7960	1990.00
2000	1850	1100	2930	2615	8495	2123.75

Estos promedios son un trimestre ``típico'' para cada año. Fíjese que año con año, las ventas en los segundos trimestre de cada año están en su punto más bajo, seguidas de niveles más altos de ventas en los terceros trimestres de cada año esto es ocasionado por el efecto estacional, además podemos notar que los trimestres típicos van subiendo de valor. Esto es debido al efecto de la tendencia que tiene la serie.

Ahora se divide cada dato entre el promedio del año que le corresponda.

	Trimestres			
años	I	II	III	IV
1998	0.87	0.48	1.35	1.29
1999	0.90	0.45	1.46	1.19
2000	0.87	0.52	1.38	1.23

Estos números indican el porcentaje de cada uno de los trimestres en función del trimestre típico de cada uno de los años. Estos números contienen la estacionalidad. Para terminar de tener los índices estaciónales, mismos que representan el efecto estacional de la serie de tiempo para cada uno de los trimestres promediamos los números de cada trimestre (columna).

	Trimestres			
	I	II	III	IV
Indices Estac	0.88	0.49	1.40	1.24

El propósito de calcular índices estacionales es eliminar los efectos estacionales de la serie de tiempo. A este proceso se le llama desestacionalizar la serie de tiempo

Para desestacionalizar la serie de tiempo, se dividen las ventas de cada uno de los trimestres entre su índice estacional respectivo.

años	período	trimestre	Ventas reales	Indice estacional	Ventas desestacionalizadas
1998	1	I	1690	0.88	1920.45
	2	II	940	0.49	1918.37
	3	III	2625	1.40	1875.00
	4	IV	2500	1.24	2016.13
1999	5	I	1800	0.88	2045.45
	6	II	900	0.49	1836.73
	7	III	2900	1.40	2071.43
	8	IV	2360	1.24	1903.23
2000	9	I	1850	0.88	2102.27
	10	II	1100	0.49	2244.90
	11	III	2930	1.40	2092.86
	12	IV	2615	1.24	2108.87

La anterior información representa las ventas sin el componente estacional, quedándose solamente con la componente de tendencia.

El siguiente paso es determinar la expresión matemática de la expresión lineal de tendencia, para ello se emplea el procedimiento anterior, es decir, debemos encontrar con los datos desestacionalizados una ecuación que tiene la forma $Y' = a + b\,x$.

Años	período	trimestre	Ventas desestacional		
	x		Y	x Y	x^2
1998	1	I	1920.45	1920.45	1
	2	II	1918.37	3836.73	4
	3	III	1875.00	5625.00	9
	4	IV	2016.13	8064.52	16
1999	5	I	2045.45	10227.27	25
	6	II	1836.73	11020.41	36
	7	III	2071.43	14500.00	49
	8	IV	1903.23	15225.81	64
2000	9	I	2102.27	18920.45	81
	10	II	2244.90	22448.98	100
	11	III	2092.86	23021.43	121
	12	IV	2108.87	25306.45	144
suman	78		24135.69	160117.51	650

Con la información de este cuadro se calcularán los valores de a y de b usando las siguientes expresiones:
N = 12 , porque son 12 trimestres o 12 datos recopilados

$$b = \frac{N \Sigma xy - \Sigma x \Sigma y}{N \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2} \qquad a = \frac{\Sigma y - b \Sigma x}{N}$$

$$b = \frac{12(160117.51) - (78)(24135.69)}{12(650) - (78)^2} = \frac{1921410.12 - 1882583.82}{7800 - 6084} = \frac{38826.30}{1716} = \mathbf{22.62}$$

$$a = \frac{\Sigma y - b \Sigma x}{N} = \frac{24135.69 - (22.62)(78)}{12} = \frac{24135.69 - 1764.36}{12} = \frac{22371.33}{12} = \mathbf{1864.27}$$

Sustituyendo los valores calculados de a y de b en la expresión: $\mathbf{Y' = a + b\,x}$
Tendremos la expresión lineal de tendencia para la venta del libro de texto de este problema.

$$\mathbf{Y' = 1864.27 + 22.62\,x}$$

La pendiente de 22.62 indica que, en los últimos 12 trimestres la empresa ha tenido un crecimiento promedio desestacionalizado en las ventas del libro de texto de aproximadamente 22.62 libros por trimestre.

Si se considera que la tendencia de los datos de ventas en los últimos 12 trimestres es un indicador razonablemente bueno del futuro, entonces, puede utilizarse la ecuación anterior para proyectar la componente de tendencia de la serie de tiempo para trimestres futuros.

Entonces para calcular los pronósticos de las ventas del libro de texto para los trimestres futuros, considerando tanto el efecto de tendencia como el efecto estacional la ecuación que debemos de tomar en consideración es:

Y ´´ = (1864.27 + 22.62 x) (Índice estacional)

Para calcular el pronóstico de ventas para el tercer trimestre del año 2001 debemos de sustituir en la ecuación anterior:

Período x = 15 y el índice estacional para el tercer trimestre es = 1.40

De tal manera que tendremos lo siguiente:

Y ´´ = [1864.27 + (22.62) (15)] (1.40) = (1864.27 + 339.30) (1.40) = 3085 libros de texto

MÉTODOS CAUSALES DE PRONÓSTICOS

Estos desarrollan un modelo de causa y efecto entre la demanda (exteriorización de las necesidades y deseos del mercado y está condicionada por los recursos disponibles) y otras variables. Que permitan explicar mediante una ecuación matemática los valores de una variable en términos de la otra. Por ejemplo, la demanda de helados puede relacionarse con la población, un agricultor puede creer que la cantidad de fertilizante que utilizó influyó en la cosecha lograda, etc.

Uno de los métodos causales mejor conocido es el del Análisis de Regresión, en donde siempre se trata del uso de dos variables numéricas.

A la variable que queremos explicar le llamamos dependiente (Y) .

A la variable que usamos para condicionar o para explicar la llamamos independiente (X1 .X2 , X3 , ... X n)

Para ello es necesario encontrar una fórmula matemática que relacione la variable dependiente con la o las variables independientes y que permita estimar o predecir los valores futuros que puede tener una variable (dependiente) cuando se conocen o suponen los valores de la otra u otras variables independientes

Este técnica se aplicará cuando la variable a pronosticar Y no está en función del tiempo. Consideraremos el caso en que la curva de regresión de Y sobre X sea lineal.

REGRESIÓN LINEAL SIMPLE.

La regresión lineal simple comprende el intento de desarrollar una línea recta o ecuación matemática que describe la relación entre dos variables

En este modelo la variable a predecir Y ´ está en función de una sola variable independiente X que no es de tiempo y la ecuación matemática que se usará será la siguiente:

$$Y' = A + BX$$

A esta expresión se le conoce como la ecuación de la línea de regresión .

Donde A y B son coeficientes de regresión.

A = a la altura de la recta, a este número se le llama ordenada al origen o intercepción.
B = pendiente o inclinación de la recta de regresión
X = es la variable independiente, que representa el valor o período para el cual se prepara el pronóstico de Y ´
Y = Valores reales recopilados.

Hacer una regresión lineal es encontrar los valores de A y B adecuados. Estos valores se encuentran por el criterio que se llama de los mínimos cuadrados. Este criterio da como resultado una línea recta que minimiza el cuadrado de las distancias verticales de cada observación a la línea.

Representa un método para pronosticar demandas futuras a mediano y largo plazo, en donde la demanda presenta tendencia constante, ascendente o descendente con variaciones irregulares.

Para el cálculo de los valores de A y de B se usan las siguientes expresiones:

$$B = \frac{N \Sigma xy - \Sigma x \Sigma y}{N \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2} \qquad A = \frac{\Sigma y - b \Sigma x}{N}$$

N = número de períodos o datos recopilados.

EJEMPLO. El dueño de una distribuidora de automóviles realizó un estudio, para determinar las relaciones en un mes determinado, entre el número de automóviles vendidos en el mes por su distribuidora con el número de comerciales de un minuto sobre su distribuidora televisado localmente en ese mes.

Durante el período de 6 meses anotó los resultados que se muestran en la siguiente tabla.

meses	Número de autos vendidos	número de comerciales televisados
N	Y	X
1	10	2
2	15	5
3	13	3
4	18	6
5	20	8
6	25	7

a).- Utilice el método de regresión lineal simple para encontrar una ecuación que permita predecir las ventas de autos en función de los gastos de publicidad por el número de comerciales de un minuto transmitidos por televisión.
b).- ¿Cuál deberá ser el pronóstico de ventas de autos si se pusieran por televisión 4 comerciales?

SOLUCIÓN.
Primeramente hay que determinar la siguiente tabla de valores: meses Número de número de autos vendidos comerciales televisados

meses	Número de autos vendidos	número de comerciales televisados		
N	Y	X	XY	X^2
1	10	2	20	4
2	15	5	75	25
3	13	3	39	9
4	18	6	108	36
5	20	8	160	64
6	25	7	175	49
Sumas	101	31	577	187

Basándose en la información del cuadro anterior y usando las siguientes expresiones .

$$B = \frac{N \Sigma xy - \Sigma x \Sigma y}{N \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2} \qquad A = \frac{\Sigma y - b \Sigma x}{N}$$

Calculamos los valores de A y de B

En este problema N = 6

$$B = \frac{6(577) - (31)(101)}{6(187) - (31)^2} = \frac{3462 - 3131}{1122 - 961} = \frac{331}{161} = 2.05$$

$$A = \frac{101 - (2.05)(31)}{6} = \frac{101 - 63.55}{6} = \frac{37.45}{6} = 6.24$$

Sustituyendo los valores de A = 6.24 y de B = 2.05 en la expresión:

Y ´ = A + B X

Tendremos la ecuación de la línea de regresión lineal Y ´ = 6.24 + 2.05 X

La cuál nos permitirá pronosticar las ventas de automóviles en función del número de anuncios comerciales de unos minutos transmitidos por la TV.

b). Sustituyendo en la ecuación obtenida en el inciso anterior el valor de x = 4, obtendremos el pronóstico de autos si se pusieran 4 anuncios comerciales en la TV.

Y ´ = 6.24 + 2.05 (4) = 14.44 automóviles

REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE.

En este modelo la variable a predecir Y ´ está en función de 2 o más variables independientes X, y la ecuación matemática que se utilizará será la siguiente:

$$Y' = a + b_1 X_1 + b_2 X_2$$

Para el cálculo de los valores de a, b 1 y b 2 se utilizan las siguientes ecuaciones normales:

$$\begin{aligned}
&1) \quad a N + b_1 \Sigma X_1 + b_2 \Sigma X_2 = \Sigma Y \\
&2) \quad a \Sigma X_1 + b_1 \Sigma X_1^2 + b_2 \Sigma X_1 X_2 = \Sigma X_1 Y \\
&3) \quad a \Sigma X_2 + b_1 \Sigma X_1 X_2 + b_2 \Sigma X_2^2 = \Sigma X_2 Y
\end{aligned}$$

De tal manera que al resolver estas 3 ecuaciones por el método de determinantes tendremos que los valores de a , b 1 y b 2 siguiendo el siguiente procedimiento:

1.- Se calcula el determinante general DG.
2.- Se calcula el valor de A.

3.- Se calcula el valor de a con $a = \frac{A}{DG}$

4.- El siguiente paso es calcular el valor de B_1

5.- En seguida se obtiene el valor de b_1 con $b_1 = \frac{B_1}{DG}$

6.- Para calcular el valor que nos falta de b 2 , los valores de a y b 1 ya conocidos se sustituyen en cualquiera de las 3 ecuaciones iniciales, y por despeje se obtiene el valor de b 2.

7.- Por último se obtiene la expresión matemática con la que se calcularán los pronósticos futuros en función de las variables independientes X 1 y X 2
Dicha expresión matemática se determina sustituyendo los valores respectivos de a, b 1 y b 2 en la ecuación:

$Y' = a + b_1 X_1 + b_2 X_2$

EJEMPLO.- El dueño de una distribuidora de automóviles realizó un estudio, para determinar las relaciones en un mes determinado, entre el número de automóviles vendidos en el mes por su distribuidora con el número de comerciales de un minuto sobre su distribuidora televisado localmente y por número de vendedores contratados por la empresa en ese mes .

Durante el período de 6 meses anotó los resultados que se muestran en la siguiente tabla.

meses	Número de autos vendidos	número de comerciales televisados	Número de vendedores contratados
N	Y	X_1	X_2
1	30	3	2
2	50	5	4
3	40	2	3
4	25	6	2
5	30	4	5
6	40	7	6

a).- Utilice el método de regresión lineal múltiple para encontrar una ecuación que permita predecir las ventas de autos en función de los gastos de publicidad por el número de comerciales de un minuto transmitidos por televisión y por el número de vendedores contratados.

b).- ¿Cuál deberá ser el pronóstico de ventas de autos si se pusieran por televisión 5 comerciales y se contrataran 7 vendedores?

SOLUCIÓN.

a).- Primeramente hay que determinar la siguiente tabla de valores:

meses	Número de autos vendidos	número de comerciales televisados	Número de vendedores contratados					
N	Y	X_1	X_2	X_1Y	X_2Y	X_1X_2	X_1^2	X_2^2
1	30	3	2	90	60	6	9	4
2	50	5	4	250	200	20	25	16
3	40	2	3	80	120	6	4	9
4	25	6	2	150	50	12	36	4
5	30	4	5	120	150	20	16	25
6	40	7	6	280	240	42	49	36
Sumas	215	27	22	970	820	106	139	94

La sumatoria de valores determinados en este cuadro, se sustituyen en las ecuaciones normales para la regresión lineal múltiple para dos variables independientes X_1 y X_2.

$$1)\quad a\,N + b_1 \Sigma X_1 + b_2 \Sigma X_2 = \Sigma Y$$
$$2)\quad a\,\Sigma X_1 + b_1 \Sigma X_1^2 + b_2 \Sigma X_1 X_2 = \Sigma X_1 Y$$
$$3)\quad a\,\Sigma X_2 + b_1 \Sigma X_1 X_2 + b_2 \Sigma X_2^2 = \Sigma X_2 Y$$

Posteriormente se procede a resolver este sistema de ecuaciones por medio del método de determinantes, para ello, haremos uso del siguiente procedimiento:

1.- Se calcula el determinante general DG tomando cada uno de los valores conocidos de las tres primeras columnas de las ecuaciones normales:

$$DG = \begin{pmatrix} 6 & 27 & 22 \\ 27 & 139 & 106 \\ 22 & 106 & 94 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 6 & 27 \\ 27 & 139 \\ 22 & 106 \end{pmatrix} = (6)(139)(94) + (27)(106)(22) + (22)(27)(106) - (22)(139)(22) - (106)(106)(6) - (94)(27)(27)$$

$$DG = 78396 + 62964 + 62964 - 67276 - 67416 - 68526 = 1106$$

2.- Se calcula A, para ello nos ubicamos en la ecuaciones normales y los valores conocidos de la primera columna se cambian por los valores conocidos de la cuarta columna y se vuelven a repetir los valores conocidos de la segunda y de la tercera columna anotando éstos de la siguiente manera:

$$A = \begin{pmatrix} 215 & 27 & 22 \\ 970 & 139 & 106 \\ 820 & 106 & 94 \end{pmatrix} \begin{matrix} 215 & 27 \\ 970 & 139 \\ 820 & 106 \end{matrix} = (215)(139)(94) + (27)(106)(820) + (22)(970)(106) - (820)(139)(22) - (106)(106)(215) - (94)(970)(27)$$

$$\mathbf{A} = 2809190 + 2346840 + 2262040 - 2507560 - 2415740 - 2461860 = \mathbf{32910}$$

3.- se calcula el valor de a con $\mathbf{a} = \frac{A}{DG} = \frac{32910}{1106} = \mathbf{29.75}$

4.- Se calcula B 1, para ello nos ubicamos en las ecuaciones normales y los valores conocidos de la segunda columna se cambian por los valores conocidos de la cuarta columna y se vuelven a repetir los valores conocidos de la primera y de la tercera columna anotando éstos de la siguiente manera:

$$B_1 = \begin{pmatrix} 6 & 215 & 22 \\ 27 & 970 & 106 \\ 22 & 820 & 94 \end{pmatrix} \begin{matrix} 6 & 215 \\ 27 & 970 \\ 22 & 820 \end{matrix} = (6)(970)(94) + (215)(106)(22) + (22)(27)(820) - (22)(970)(22) - (820)(106)(6) - (94)(27)(215)$$

$$\mathbf{B_1} = 547080 + 501380 + 487080 - 469480 - 521520 - 545670 = \mathbf{-1130}$$

5.- en seguida se obtiene el valor de b_1 con $\mathbf{b_1} = \frac{B_1}{DG} = \frac{-1130}{1106} = \mathbf{-1.02}$

6.- Para calcular el valor que nos falta de b_2 , los valores de $a = 29.75$ y $b_1 = -1.02$ se sustituyen en cualquiera de las 3 ecuaciones iniciales, y por despeje se obtiene el valor de b_2. En este caso haremos uso de la primera ecuación normal .

1) $(29.75)(6) - (1.02)(27) + b_2(22) = 215$

$$\mathbf{b_2} = \frac{215 - (29.75)(6) + (1.02)(27)}{22} = \frac{215 - 178.50 + 27.54}{22} = \frac{64.04}{22} = \mathbf{2.91}$$

7.- Por último se obtiene la expresión matemática con la que se calcularán los pronósticos futuros de las ventas de automóviles en función de los anuncios comerciales en TV (X 1) y del número de vendedores contratados (X 2) .

Dicha expresión matemática se determina sustituyendo los valores de a = 29.75, b 1 = -1.02 y b 2 = 2.91 en:

Y ´ = a + b 1 X 1 + b 2 X 2, entonces: Y ´ = 29.75 – 1.02 X 1 + 2.91 X 2

b).- ¿Cuál deberá ser el pronóstico de ventas de autos si se pusieran por televisión 5 comerciales y se contrataran 7 vendedores? Para contestar esta pregunta en la ecuación anterior se sustituyen los valores de

X 1 = 5 y X 2 = 7

Y ´ = 29.75 - 1.02 (5) + 2.91 (7) = 29.75 - 5.1 + 20.37 = 45.02 automóviles

IV CONTROL DEL PRONÓSTICO

Una vez que se ha hecho el pronóstico, es necesario que continuamente estemos comparando el pronóstico con la demanda real y que emprendamos la acción necesaria para corregir el pronóstico cuando en la demanda haya habido cualquier cambio estadísticamente importante, también tenemos que determinar la causa o causas de dichos cambios de la demanda. El momento para hacerlo es inmediatamente después de que se haya producido el cambio, no al año siguiente ni cinco años después.

Las formas más sencillas de instrumentos de control son las GRÁFICAS DE CONTROL ESTADÍSTICO que se emplean en el control de calidad.

Una de éstas gráficas que se puede utilizar cuando se dispone solamente de una cantidad mínima de datos es la GRÁFICA DE ESCALA MÓVIL Esta compara los cambios de la demanda habidos de un período hasta el siguiente, con las variaciones irregulares esperadas de la demanda.

La escala móvil es el valor absoluto de la diferencia en las demandas de períodos sucesivos por ejemplo: si las demandas reales de los meses de ENERO y FEBRERO de 1999 fueron de 105 y 120 respectivamente, entonces la escala móvil (EM) para ENERO - FEBRERO es | 105 - 120 | = 15

La GRAFICA DE ESCALA MOVIL se construye de la siguiente manera:

1.- Se recopila la información de la serie de tiempo, se elabora la gráfica de estos datos y Se define el modelo o la técnica del pronóstico que se va a aplicar.

2.- Se determinan los valores de escala móvil (EM)

3.- Se calcula la escala móvil promedio ($\overline{EM}$) , mediante la expresión $\overline{EM} = \dfrac{\Sigma\ EM}{N - 1}$

N: número de datos reales recopilados.

4.- Se calculan los límites Superior (LSC) e Inferior (LIC) del control del pronóstico, con :
LSC = 2.66 X EM LIC = - 2.66 X EM

5.- Se determina el pronóstico para cada período de tiempo. Y se determina el error del pronóstico para cada uno de los períodos de tiempo. ERROR = DEMANDA REAL –

DEMANDA PRONOSTICADA
6.- Se construye posteriormente la gráfica de escala móvil para el control del pronóstico, señalando y uniendo en ella los puntos de los valores hallado en el paso anterior y los límites de control hallados en el paso 4.

Tiene que haber cuando menos 10 y preferentemente 20 valores de EM que se empleen para determinar los límites de control. Estos límites se fijan de manera que solo quepa esperar que 3 puntos de entre 1000 caigan fuera de los límites, y ello debido solamente al azar. Así, si un punto se encuentra fuera de los límites de control, debemos hacer una investigación preliminar para haber si ha habido algún cambio manifiesto en el sistema de causas base de la demanda. También sirve de advertencia de que debemos vigilar muy estrechamente este producto. Si otro punto va a dar también fuera de los límites de control, debe procederse a ser una investigación detallada respecto a la causa de tal acontecimiento.

Si todos los puntos trazados caen dentro de los límites de control, es por lo general seguro dar por supuesto que tenemos las ecuaciones correctas para el pronóstico.

Si todos los puntos caen fuera de los límites, no tenemos las ecuaciones correctas para el pronóstico, y por lo tanto, hay que revisarlas de acuerdo con ello.

Podemos emplear la gráfica de control para que nos diga en qué punto se produjo el cambio y podamos determinar una ecuación para el pronóstico, partiendo de los datos apropiados al sistema actual de causas de la demanda.

Problemas.

1.- Se muestran en seguida las tasas de interés para 12 meses consecutivos de Bonos corporativos triple A.

9.5, 9.3, 9.4, 9.6, 9.8, 9.7, 9.8, 10.5, 9.9, 9.7, 9.6, 9.6

a) Elabore promedios móviles simples de 3 y 4 meses (términos) para esta serie de tiempo. ¿Cuál de los 2 promedios móviles, el de 3 o de 4 términos, ofrece mejores pronósticos?

b) ¿ Cuál es el pronóstico del promedio móvil simple para el siguiente mes?.

2. Con la siguiente información, misma que representa el número de accidentes ocurridos en las 12 primeras semanas del año de 1996.

semanas	Número de accidentes
1	17
2	21
3	19
4	23
5	18
6	16
7	20
8	18
9	22
10	20
11	15
12	22

a) Calcule promedios móviles simples de 4 y 5 semanas para la serie de tiempo.
b) Calcule el ECM para los pronósticos con promedios móviles de 4 y 5 semanas.
c) ¿Cuál parece ser el mejor número de semanas de datos anteriores para el cálculo del promedio móvil?

3. Utilice los datos de la serie anterior para mostrar los pronósticos con alisamiento exponencial utilizando una constante de suavizado a = 0.1 Utilizando el criterio del ECM, ¿preferiría una constante de alisamiento de
a = 0.1 o de a = 0.2 para la serie de tiempo anterior para el cálculo del pronóstico para la treceava semana.

4. Se muestran enseguida los porcentajes mensuales de todos los envíos que se recibieron a tiempo en los últimos 12 meses.

80, 84, 83, 83, 84, 85, 85, 84, 82, 83, 84, 83

a) Comparar un pronóstico de promedio móvil simple de 3 términos con un pronóstico con alisamiento exponencial empleando una constante de suavizamiento a = 0.2 ¿Cuál de ellos proporciona mejores pronósticos?
b) ¿Cuál es el pronóstico para el siguiente mes?

5. Se muestran enseguida los importes de contratos de construcción en Alabama para un período de 12 meses. Los datos están en millones de pesos.

240, 350, 230, 260, 280, 320, 220, 310, 240, 310, 240, 230

a) Compare un pronóstico con promedios móviles de 3 términos con un pronóstico con alisamiento exponencial utilizando una constante de suavizamiento a = 0.2 ¿Cuál ofrece mejores pronósticos?
b) ¿Cuál es pronóstico para el siguiente mes?

6. Los siguientes datos muestran las ventas de un producto determinado en los últimos 12 meses.

mes	ventas
1	105
2	135
3	120
4	105
5	90
6	120
7	145
8	140
9	100
10	80
11	100
12	110

a) Utilice una constante de suavizamiento a = 0.3 para calcular valores con alisamiento exponencial para la serie de tiempo.
b) Utilice una constante de suavizamiento a = 0.5 para calcular los valores con alisamiento exponencial. ¿Cuál de las 2 constantes de alisamiento la de 0.3 o la de 0.5 ofrece los mejores pronósticos?
c) ¿Cuál es el pronóstico para el treceavo mes?

7. Una cadena de tiendas de abarrotes experimentó las siguientes demandas semanales (en cajas) para una marca de detergente para lavadoras automáticas:

semanas	demanda	semanas	demanda
1	200	6	210
2	350	7	280
3	250	8	350
4	360	9	290
5	250	10	320

a) Aplicando alisamiento exponencial usando una constante de suavizado de a = 0.4, desarrolle un pronóstico de las ventas para la semana 11.

8. La Inited Daries Inc. Proporciona leche a diversas tiendas de comestibles independientes del condado Dade, en la Florida. Los administradores de la United daries pretenden tener un pronóstico para el número de medios galones de leche que se venden por semana. Los datos de ventas para las últimas 12 semanas son las siguientes:

Semanas	Ventas	Semanas	Ventas
	Unidades		Unidades
1	2750	7	3300
2	3100	8	3100
3	3250	9	2950
4	2800	10	3000
5	2900	11	3200
6	3050	12	3150

a) Aplicando alisamiento exponencial usando una constante de suavizado de a = 0.4, desarrolle un pronóstico de las ventas para la semana 13.
b) Aplicando el método de promedios ponderados calcule el pronóstico para la semana 13

9.- Se muestran enseguida los datos de inscripciones en una universidad en los últimos 6 años:

AÑO	INSCRIPCIONES
1	20,500
2	20,200
3	19,500
4	19,000
5	19,100
6	18,800

Desarrolle la ecuación de la expresión de la componente lineal de tendencia para los datos anteriores y calcule el pronóstico de las inscripciones para el octavo año.

10.- Se muestra enseguida los datos correspondientes al índice de precios al consumidor de bienes y servicios en el transcurso de un período de 9 años:

AÑOS	INDICE DE PRECIOS
1	66.90
2	74.80
3	81.20
4	85.00
5	89.20
6	94.60
7	97.80
8	101.90
9	106.90

Desarrolle la ecuación de la expresión de la componente lineal de tendencia para los datos anteriores y calcule el pronóstico de los índices de precios al consumidor para los años 10 y 11

11.- Las cifras promedio de asistencia a juegos de fútbol en el estadio de una Universidad importante, han seguido el siguiente patrón en los últimos 7 años:

AÑOS	ASISTENCIA
1	28,000
2	30,000
3	31,500
4	30,400
5	30,500
6	32,200
7	30,800

Desarrolle la ecuación de la expresión de la componente lineal de tendencia para los datos anteriores y calcule el pronóstico de la asistencia al estadio de futbol para los años 10 y 11.

12.- Los datos trimestrales de ventas (número de ejemplares que se venden) de un libro de texto universitario en los últimos 3 años, son los siguientes:

AÑO	TRIMESTRES			
	I	II	III	IV
1998	1690	940	2625	2500
1999	1800	900	2900	2360
2000	1850	1100	2930	2615

a) Determine los índices estaciónales para cada uno de los 4 trimestres.
b) ¿Cuando tiene el editor de libros de texto el mayor índice estacional?
c) ¿Determine el pronóstico de los ejemplares posibles a vender durante cada uno de los cuatro trimestres d l año 2001, considerando la componente de tendencia y la componente estacional?

13.- El dueño de una distribuidora de automóviles realizó un estudio para determinar las relaciones en un mes determinado entre el número de automóviles vendidos en el mes por su distribuidora con el número de comerciales de un minuto sobre su distribuidora televisado localmente en ese mes.

Durante el período de 6 meses, el dueño anotó los resultados que se muestran en seguida:

MESES	NUMERO DE AUTOS VENDIDOS	NUMERO DE COMERCIALES EN TELEVISIÓN
N	Y	X
1	10	1
2	15	0
3	20	5
4	30	4
5	25	3
6	40	6

a) Encuentre la expresión matemática de la línea de regresión lineal simple que permita predecir las ventas de autos en función de los gastos de publicidad por televisión
b) ¿cuál es el pronóstico del volumen de autos si se pusieran 2 anuncios comerciales en la televisión?
c) ¿cuál es el pronóstico del volumen de autos si se pusieran 8 anuncios comerciales en la televisión?

14.- El gerente de ventas de una compañía que surte a hoteles y restaurantes se interesa en la relación de tipo predictivo que pudiera tener, tanto la publicidad como el tamaño de la fuerza de ventas, en las ventas mensuales, para tal efecto, llevó un registro de las ventas mensuales, de la cantidad gastada mensualmente en publicidad directa y el

número de representantes de ventas, lo anterior lo hizo en cada una de las 8 regiones seleccionadas.

Los datos de sus registros se muestran en la siguiente tabla:

REGIONES	VENTAS MILES DE $	GASTOS DE PUBLICIDAD	AGENTES DE VENTAS
N	Y	X_1	X_2
1	300	10	3
2	250	12	4
3	125	13	4
4	100	15	3
5	450	20	5
6	230	16	4
7	380	25	6
8	290	22	2

a) Encuentre la expresión matemática de la línea de regresión lineal múltiple que permita predecir las ventas de autos en función de los gastos de publicidad por televisión y del número de vendedores
b) ¿cuál es el pronóstico del volumen de autos si se pusieran 24 anuncios comerciales en la televisión y se contrataran 7 vendedores?
c) ¿cuál es el pronóstico del volumen de autos si se pusieran 28 anuncios comerciales en la televisión y se contratara a 8 vendedores?

15.- El gerente de ventas de cierta compañía recopiló la información bimestral de las ventas de televisores realizadas durante los últimos 4 años (1997, 1998,1999 y 2000), iniciando la recopilación de la información a partir del tercer bimestre de 1997, el gerente de ventas pudo constatar al elaborar una gráfica del patrón de los datos del pasado que éstos presentaban componente de tendencia y componente estacional. De tal manera que con la información obtenida pudo determinar la componente de tendencia que tiene por ecuación
$Y' = 350 + 1900\,x$, y los índices estaciónales bimestrales correspondientes:

BIMESTRE	INDICE ESTACIONAL
I	1.30
II	0.85
III	0.50
IV	0.45
V	1.00
VI	1.90

Determine:
a) El pronóstico de las ventas de televisores para el sexto bimestre del año 2001.
b) El pronóstico de las ventas de televisores para el tercer bimestre del año 2004

16.- El gerente de ventas de cierta compañía recopiló la información bimestral de las ventas de televisores realizadas durante los últimos 4 años (1997, 1998,1999 y 2000), iniciando la recopilación de la información a partir del último bimestre de 1997, el gerente de ventas pudo constatar al elaborar una gráfica del patrón de los datos del pasado que éstos presentaban componente de tendencia y componente estacional. De tal manera que con la información obtenida pudo determinar la componente de tendencia que tiene por ecuación
Y´ = 500 + 900 x, y los índices estaciónales bimestrales correspondientes:

BIMESTRE	INDICE ESTACIONAL
I	1.30
II	0.85
III	0.50
IV	0.45
V	1.00
VI	1.90

Determine:
c) El pronóstico de las ventas de televisores para el sexto bimestre del año 2001.
d) El pronóstico de las ventas de televisores para el tercer bimestre del año 2004

17.- El gerente de ventas de cierta compañía recopiló la información Trimestral de las ventas de aviones realizadas durante los últimos 4 años (1997, 1998,1999 y 2000), iniciando la recopilación de la información a partir del tercer trimestre de 1997, el gerente de ventas pudo constatar al elaborar una gráfica del patrón de los datos del pasado que éstos presentaban componente de tendencia y componente estacional. De tal manera que con la información obtenida pudo determinar la componente de tendencia que tiene por ecuación
Y´ = 1500 + 2000 x, y los índices estaciónales trimestrales correspondientes:

TRIMESTRE	INDICE ESTACIONAL
I	1.30
II	0.85
III	0.50
IV	1.35

Determine:
e) El pronóstico de las ventas de televisores para el tercer trimestre del año 2001.
f) El pronóstico de las ventas de televisores para el segundo trimestre del año 2004

18.- Si el día 27 de Febrero del año 2001 se vendieron 550 boletos para la asistencia al teatro de la ciudad y la venta de boletos pronosticados para este día fue de 730 boletos, determine: usando el método de
Suavizamiento exponencial considerando un valor de a = 0.4
a) El pronóstico del número de boletos que venderán el día 28 de febrero del año 2001.
b) Si los boletos que se vendieron el día 28 de Febrero del año 2001 fuera de 1000 ¿cuál deberá ser el pronóstico de las ventas de boletos para el día 1 de marzo del año 2001?

19.- Si el día 27 de Febrero del año 2001 se vendieron 800 boletos para la asistencia al estadio de béisbol de la ciudad y la venta de boletos pronosticados para este día fue de 900 boletos, determine: usando el método de Suavizamiento exponencial considerando un valor de a = 0.3

c) El pronóstico del número de boletos que venderán el día 28 de febrero del año 2001.
d) Si los boletos que se vendieron el día 28 de Febrero del año 2001 fuera de 1200 ¿cuál deberá ser el pronóstico de las ventas de boletos para el día 1 de marzo del año 2001?

20.- Con la siguiente información, misma que representa el número de accidentes ocurridos durante los meses de Septiembre, Octubre Noviembre y Diciembre del año 2000 en una empresa conocida de esta ciudad:

MESES	PERÍODO	NUMERE DE ACCIDENTES
	x	y
SEPTIEMBRE	1	50
OCTUBRE	2	80
NOVIEMBRE	3	65
DICIEMBRE	4	90

Utilizando el método de proyección de tendencia, determine:
a) El pronóstico de accidentes para el mes de Febrero del año 2001.
b) El pronóstico de accidentes para el mes de diciembre del año 2002
c) Los límites superior e inferior del control del pronóstico
d) Con la información de los últimos 4 meses del año 2000, constrúyase la gráfica de escala móvil.

21.-El dueño de una distribuidora de automóviles realizó un estudio para determinar las relaciones en un mes determinado entre el número de automóviles vendidos en el mes por su distribuidora, con el número de comerciales de un minuto sobre su distribuidora televisado localmente en ese mes. Durante el período de 6 meses, el dueño anotó los resultados que se muestran en la siguiente tabla:

Meses N	Número de autos vendidos Y	Número de comerciales en TV X	XY	X^2
1	10	0		
2	10	1		
3	20	2		
4	30	2		
5	40	3		
6	40	4		
Totales				

Utilice el método de regresión Lineal simple para:
a) Encontrar una ecuación que permita predecir las ventas de autos en función de los gastos de publicidad por televisión.
b) Encontrar el pronóstico de venta de autos si se pusieran por televisión 6 comerciales.
2.- El gerente de ventas de una compañía que surte a hoteles y restaurantes se interesa en la relación de tipo predictivo que pudiera tener, tanto la publicidad como el tamaño de la fuerza de ventas, en las ventas mensuales, para tal efecto, llevó un registro de las ventas mensuales, de la cantidad gastada mensualmente en publicidad directa y el número de representantes de ventas. Lo anterior lo hizo para cada una de las 8 regiones seleccionadas.

Los datos de sus registros se muestran en la siguiente tabla:

Regiones N	Ventas (miles de $) Y	Gastos de Publicidad X_1	Agentes de ventas X_2	X_1 Y	X_2 Y	$X_1 X_2$	X_1^2	X_2^2
1	300	10	3					
2	250	15	4					
3	125	13	4					
4	100	12	3					
5	400	25	2					
6	200	15	4					
7	350	13	3					
8	250	30	2					
Totales								

Utilice el método de regresión Lineal múltiple para:
c) Encontrar una ecuación que permita predecir las ventas de autos en función de los gastos de publicidad y el número de agentes de ventas.
d) Encontrar el pronóstico ventas si en publicidad se invirtieran 22 y el número de agentes de ventas para esa región fuera de 5 personas.