

# CAPITULO II

## 2. Marco Teórico

### 2.1 LOS PRONÓSTICOS

Pronosticar es el arte y la ciencia de predecir los eventos del futuro. Aunque aún se necesita del juicio personal para pronosticar, los responsables de esta tarea cuentan con el apoyo de herramientas y métodos sofisticados.

De hecho los pronósticos han recorrido un largo camino, desde la magia negra, la predicción de la fortuna por medio de las estrellas, los residuos de café o las bolas de cristal.

En la actualidad, quien planea las ventas necesita tener una idea de la cantidad de inventario a producir para hacer frente a las demandas actuales y futuras del mercado.

La planeación de las operaciones depende de la combinación hábil entre las condiciones actuales de la demanda de los productos y servicios y la visión de lo que se espera que ocurra. La orientación de estos factores es relativamente común, en vista que se necesitan elaborar planes desde la base diaria hasta la base anual. Por lo que la planeación se complementa con métodos de pronósticos que puedan adaptarse a las necesidades de la información actual y a menudo detallada, tal vez de un gran número de conceptos que tengan que pronosticarse.

Lo anterior nos sugiere dos cosas realmente importantes:

1. Los pronósticos serán más y más inciertos en la medida que se propone a pronosticar en períodos cada vez más lejanos.
2. Los pronósticos siempre presentarán un grado de incertidumbre.

Actualmente, los pronósticos son casi siempre hechos por personas que han recibido entrenamiento en la aplicación de técnicas especiales. La utilización de estas técnicas no eliminan los errores pero pueden predecir su magnitud.

Las técnicas son sólo herramientas y por lo tanto es indispensable que en la elaboración del pronóstico se tome en consideración las condiciones internas y externas a la empresa, y la experiencia y buen juicio de la persona responsable de aplicar la técnica.

### **2.1.1 DEFINICIÓN DE PRONÓSTICOS Y SU IMPORTANCIA EN LA PLANEACIÓN**

Se consideran tanto, a las empresas proveedoras de bienes como a las de servicio, un sistema productivo, en donde la administración es el conjunto de actividades que aseguran la continuidad y el funcionamiento armónico.

La administración incluye como funciones esenciales: la previsión, la planificación, la coordinación y el control de las operaciones a fin de lograr los objetivos deseados.

Las predicciones y pronósticos de la demanda constituyen los datos básicos para la planeación, ya que toda y cualesquiera de las decisiones para el futuro se basan en alguna especie de predicción o pronóstico.

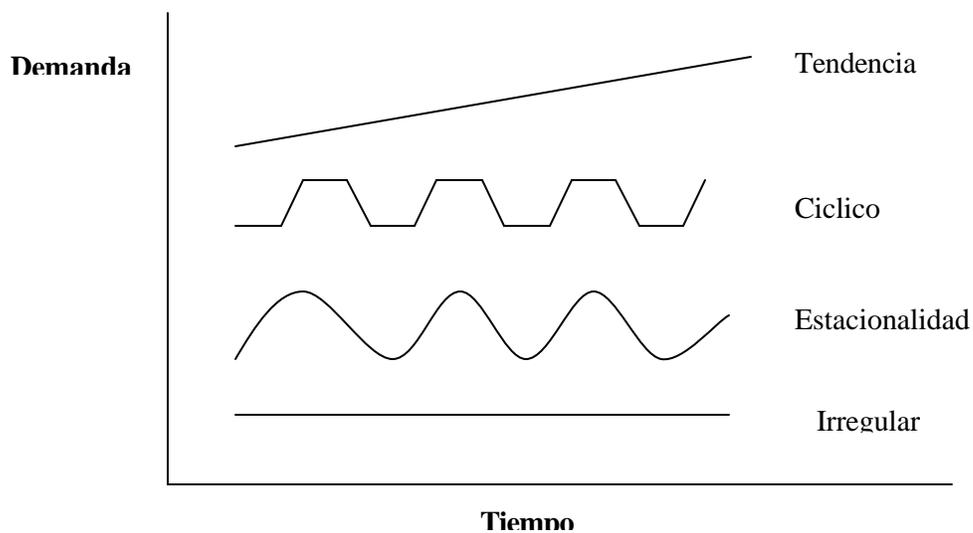
Por tanto, se usarán dos términos diferentes: *predicción* y *pronósticos*. El término predicción, en sí dará más la idea de *bola de cristal*. Cuando se predice se está integrando una muy buena parte de la información subjetiva y objetiva disponibles, para hacer la mejor estimación posible del futuro. En cambio con la palabra pronóstico se designará una técnica estadística que permite estimar un evento futuro analizando para ello datos del pasado, los cuales se combinan sistemáticamente en forma predeterminada para obtener el estimado del futuro.

El tratar de representar como una regla el comportamiento de datos pasados, es lo que se conoce como pronóstico objetivo o matemático, que resultan ser más exactos y valiosos que los intuitivos, ya que su desarrollo y aplicación se basa en las características de la demanda, cuya curva se obtiene al graficar la producción pasada contra el tiempo, como puede verse en la figura 2.1.1.

De acuerdo con Makridakis, Wheelwright, y Hyndman (1998, p. 25) esta curva se forma por cuatro componentes:

1. Tendencia
2. Variación cíclica
3. Variación estacional
4. Fluctuación irregular

**Figura 2.1.1. Descomposición de la curva de la demanda**



Cuando el valor de los datos incrementa o decrece durante un largo período se dice que hay *tendencia*.

La *Estacionalidad* se presenta en conjuntos de datos influenciados por factores estacionales, como por ejemplo por épocas del año: navidad, vacaciones de verano, Semana Santa, carnaval, etc. Las series con estas características también son llamadas *periódicas*.

“El componente cíclico existe cuando los datos en las curvas presentan altas y bajas que

no son de un período fijo” ( Makridakis, Wheelwright, y Hyndman, 1998, p. 25). La diferencia entre estacional y cíclico consiste en que la estacionalidad es de longitud constante y repetitiva en base a un período regular; mientras que el ciclo varía en longitud.

La *fluctuación irregular* según Anderson, Sweeney, y Williams (1999, p. 167) causada por las desviaciones de los valores reales de la serie de tiempo en comparación con los esperados, representa la variabilidad aleatoria de la serie de tiempo, por lo que es impredecible. También conocido como *efecto residual* de acuerdo con Mendenhall y Sincich (1996, p. 496), quienes lo atribuyen a influencias impredecibles como guerras, huracanes, movimientos políticos y a la diversidad de las acciones humanas.

Estos componentes se pueden predecir de una manera más o menos exacta; un aspecto clave de cualquier situación de toma de decisiones, es que sea posible predecir las circunstancias que rodean la decisión y la situación. Tales predicciones son manejadas bajo el nombre de pronósticos.

Los pronósticos son una herramienta en el proceso de la planeación. Los acuerdos y decisiones se basan directa o indirectamente en pronósticos; por lo tanto, los errores de estos, pueden tener resultados que vayan contra los intereses de la empresa.

## **2.2 MARCO DE TRABAJO PARA LOS PRONÓSTICOS**

Para hacer un pronóstico, el pronosticador adoptará un procedimiento específico tomando

en consideración el costo de las diversas posibilidades, el tiempo disponible antes de que se necesite el pronóstico y alguna idea de la precisión probable de los métodos que puede aplicar en forma competente.

El pronosticador también debe tener en cuenta la importancia de manejar la precisión

del pronóstico.

Ahora bien, el pronosticador se esforzará todo lo posible y si después de utilizar un método elegido, no se siente satisfecho con el resultado, lo modificará; igual ocurrirá con el encargado de la toma de decisiones cuando reciba el pronóstico, usando fuentes alternativas de información.

Puede ser que el pronóstico resultante aún no satisfaga cuando se le compare con los valores y objetivos iniciales del encargado de la toma de decisiones.

Por lo tanto, se tiene que revisar los lineamientos de planeación y los supuestos que constituyen la información de entrada del conjunto inicial de pronósticos.

Quizá la falla más común es que en muchas empresas, el pronóstico de las mismas variables se efectúa en diferentes divisiones de la organización, por lo que está expuesto a diversas presiones que provocan sesgos o inexactitudes.

### **2.2.1 RELACIÓN ENTRE LOS SISTEMAS DE PRONÓSTICOS Y LA TOMA DE DECISIONES**

Las relaciones entre la función de pronósticos y la toma de decisiones son débiles en muchas organizaciones. Esto se debe a que los encargados de la toma de decisiones y los pronosticadores tienen puntos de vista diferentes en cuanto a lo que son las prioridades. Anderson, Sweeney , y Williams (1999, p. 4) señalan que el proceso de toma de decisiones puede ser de dos maneras básicas: cuantitativo y cualitativo; por lo que los pronósticos como herramientas que contribuyen a este proceso serán cuantitativos o cualitativos dependiendo de la complejidad del problema y de la experiencia del pronosticador.

### **2.2.2 LA CALIDAD DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN ADMINISTRATIVA**

La mayoría de los procedimientos de pronósticos tienen como premisa el supuesto de que existe información a la cual la empresa tiene fácil acceso. Desafortunadamente, por experiencia se sabe que muchas empresas no llevan registros adecuados, ni han considerado un método consistente para generar información propia y por lo tanto, a menudo no cuentan con cifras acerca del volumen y de los precios de grupos homogéneos. Pero en los últimos años se ha incrementado el uso de bases de datos para toma decisiones con base en resultados arrojados por pronósticos. Hanke y Reitsch, (1996, p. 67) mencionan cinco lineamientos a seguir para establecer una base de datos para pronósticos:

- 1 Debe existir un plan de pronóstico y sólo recolectar datos requeridos.
- 2 En la medida de lo posible utilizar datos públicos disponibles.
- 3 Almacenar los datos en su forma original, para que puedan ser usados posteriormente para propósitos diferentes.
- 4 Revisar datos y documentarlos.
- 5 Diseñar bases de datos permitiendo su crecimiento.

### **2.2.3 SELECCIÓN DE LA VARIABLE CLAVE**

Un factor importante que influye en la selección de la variable consiste en la comprensión de la misma y de su patrón histórico. La evidencia empírica indica que muchos administradores se confunden por las diferencias existentes entre pronósticos, presupuestos, planes y objetivos. El resultado de esta confusión es que puntos que debieran considerarse como variables dependientes del pronóstico, se consideran como constantes. A medida que la escala de tiempo para la toma de decisiones se alarga, cada vez es más necesario considerar las variables (sociales, legislativas y tecnológicas) que

a corto plazo se pueden tratar como constantes. Con el estudio de una lista de verificación de variables y de su probable efecto sobre las decisiones analizadas en el momento, es posible identificar aquellas variables que requieren más atención.

#### **2.2.4 COSTOS Y BENEFICIOS DEL MEJORAMIENTO DE LOS PRONÓSTICOS**

Los costos en que incurren las empresas en la creación de pronósticos mencionados por Hanke y Reitsch (1996, p. 541) como son la adquisición del equipo y programas de cómputo, el gasto de la organización en tiempo de personal, el precio del personal asalariado que recolectará datos, el monitoreo del proceso y la interpretación de resultados, deben enfrentarse contra el valor de la disminución del error al evaluar los procedimientos de pronóstico. Esto obliga al pronosticador a ponderar las probables mejoras en la precisión, como una función de los gastos en pronósticos.

#### **2.2.5 SELECCIÓN DEL METODO DE PRONÓSTICO**

No es fácil encontrar reglas sencillas mediante las cuales el pronosticador pueda seleccionar el método que le permita lograr el nivel de precisión deseado. Ronald H. Ballou (1998, p. 277) divide los métodos de pronósticos en tres categorías: cualitativos, proyección histórica, y causales. Sin embargo, Makridakis, Wheelwright, y Hyndman (1998, p. 8) hacen otra división también en tres grupos: cuantitativos, cualitativos e impredecibles. Por lo tanto no se espera que el analista examine todos los métodos posibles, los compare y evalúe.

Básicamente las elecciones se hacen teniendo en cuenta los siguientes cuatro factores:

1. *Concepciones previas del pronosticador.* Esto es en base a su experiencia si únicamente se conoce un método, éste será el que se use. Si se invirtió mucho

tiempo en el aprendizaje de un método complicado, es probable que ese esfuerzo influya indebidamente en la elección.

2. *Cómo se empleará el pronóstico.* el enfoque seleccionado tendrá que responder a la interrogante que se pretende pronosticar.
3. *Complejidad y facilidad de comprensión.* Se debe facilitar el empleo del modelo, es difícil considerar un modelo si éste es demasiado complicado para el que toma las decisiones. También se rechazará un modelo que no incluya aquellos elementos que el encargado de la toma de decisiones juzga importante.
4. *Pruebas de comparación.* Si se toma en serio la tarea de selección, se desarrollarán paralelamente algunos métodos y se probará su utilidad para el pronóstico. Este trabajo incluirá pruebas de comparación y tal como se ha mencionado, en este análisis no se realizarán todas las alternativas posibles.

### **2.3 TIPOS Y MÉTODOS DE PRONÓSTICOS**

En este trabajo se abordarán principalmente técnicas de pronósticos cuantitativos, y se hará una breve referencia a los pronósticos cualitativos.

### **2.3.1 PRONÓSTICOS CUALITATIVOS**

“Los pronósticos cualitativos son aquellos que utilizan el juicio, intuición, resumen, o técnicas comparativas para producir estimados cuantitativos acerca del futuro” (Ronald H. Ballou, 1998, p. 277).

Algunas personas consideran que los pronósticos cualitativos sólo deben utilizarse como último recurso, lo cual no es estrictamente correcto. Considerando a Makridakis, Wheelwright, y Hyndman, (1998, p. 8) los modelos cualitativos deben utilizarse cuando no se cuenta, o existe muy poca información cuantitativa, pero existe el suficiente conocimiento cualitativo (experiencia, juicio, intuición). Por lo que cuando se presenta lo anterior, los pocos o nulos datos del pasado deben compensarse mediante un juicio antes de poder desarrollar un pronóstico.

Los modelos cualitativos casi siempre se utilizan para pronósticos a mediano y largo plazo.

En términos generales, los métodos de pronósticos cualitativos dependen del juicio gerencial, no utilizan modelos específicos, por lo que distintos individuos pueden utilizar el mismo método y llegar a resultados diferentes.

### **2.3.2 PRONÓSTICOS CUANTITATIVOS**

Makridakis, Wheelwright, y Hyndman, (1998, p. 9) mencionan que los pronósticos cuantitativos pueden aplicarse cuando existan las siguientes condiciones:

1. Información disponible acerca del pasado
2. La información puede ser cuantificada
3. El patrón de comportamiento de la información en el pasado, continuará en el futuro.

Los métodos cuantitativos presentan dos características:

1. *Se expresan en notación matemática.* Por lo tanto, establecen un registro no ambiguo sobre la forma de cómo se hace la predicción, esto permite una comunicación clara sobre el pronóstico entre aquellos a quienes interesa.

Además proporciona una oportunidad de hacer modificaciones sistemáticas y mejorar la técnica de pronosticar.

2. *Mediante el uso de computadoras, un modelo se puede basar en una cantidad importante de datos.* Por ejemplo los sistemas de control de inventarios que requieren pronósticos actualizados cada mes para miles de artículos, no podrían ser contruidos sin modelos cuantitativos y computadoras.

Se distinguirán dos categorías de pronósticos cuantitativos: *modelos por series de tiempo* y *modelos causales*.

### **2.3.2.1 PRONÓSTICOS POR SERIES DE TIEMPO**

Estos modelos generan pronósticos, mediante la extrapolación del comportamiento anterior de los valores de una variable que interese.

Los modelos de series de tiempo se refieren a la medición de una variable en el tiempo a intervalos espaciados uniformemente. El objetivo de la identificación de la información histórica es determinar un patrón en su comportamiento, que posibilite la proyección futura de la variable deseada.

En un análisis de series de tiempo pueden distinguirse cuatros componentes básicos que se refieren a una tendencia, a un factor cíclico, a fluctuaciones estacionales y variaciones no sistemáticas (error aleatorio).

Lo que se busca en series de tiempo, es identificar la magnitud y la forma de cada uno de los componentes basándose en los datos disponibles del pasado. Estos componentes (con excepción del componente aleatorio), se proyectan hacia el futuro. Si sólo queda

un componente aleatorio pequeño y el patrón persiste en el futuro, se obtendrá un pronóstico confiable. Las ideas de los párrafos anteriores fueron tomadas de manera general de los autores Hanke y Reitsch (1996, p. 318,319)

La representación matemática general de la descomposición de una serie de tiempo es la siguiente, tomada de Makridakis, Wheelwright, y Hyndman, (1998, p. 84) :

$$Y_t = f(S_t + T_t + E_t) \quad (2.1)$$

donde:

$Y_t$  = demanda durante el período t

$S_t$  = componente estacional

$T_t$  = tendencia

$E_t$  = error aleatorio

Como puede observarse, este modelo, por series de tiempo tiene factor cíclico, tendencia, fluctuaciones estacionales y variaciones no sistemáticas (error aleatorio).

Cada uno de estos términos se estima a partir de los datos del pasado para desarrollar una ecuación que se utiliza para pronosticar la demanda del futuro.

Los modelos de series de tiempo que se describen en este trabajo son los siguientes:

*Método de suavización exponencial simple, método de Holt y método de Winters.*

### **2.3.2.1.1 MÉTODO DE SUAVIAZACIÓN EXPONENCIAL**

Es un método que utiliza un promedio ponderado de valores históricos de la serie de tiempo como pronóstico. “La suavización exponencial es simple y requiere pocos datos, por lo que es un procedimiento económico y útil para empresas que elaboran muchos pronósticos cada periodo” (Hanke y Reitsch, 1996, p. 171)

Para formalizar el razonamiento anterior se describe:

$$F_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha) F_t \quad (2.2)$$

En este caso,  $F_{t+1}$  es el pronóstico de la serie de tiempo para el período de  $t + 1$ ,  $Y_t$  es la demanda que se acaba de observar,  $F_t$  es el pronóstico en la serie de tiempo para el período  $t$ , y  $\alpha$  es la proporción del peso que se da a la demanda nueva contra la que se da al promedio anterior (constante de suavización). Esta constante debe conservar un valor entre 0 y 1 ( $0 \leq \alpha \leq 1$ ). Se le da un valor pequeño a  $\alpha$ , cuando la serie sigue una tendencia o tiene estacionalidad y no da brincos.

La fórmula 2.2 indica que el pronóstico nuevo sería el pronóstico anterior más una porción del error entre demanda observada y el pronóstico anterior. Se puede controlar la proporción de error utilizada mediante la elección de  $\alpha$ . Resulta claro que la elección del factor alfa afecta a la ponderación de los datos actuales sobre los datos anteriores.

### 2.3.2.1.2 MÉTODO DE HOLT

También llamado método de suavización exponencial doble; según Makridakis, Wheelwright, y Hyndman, (1998, p. 158): se usa para pronosticar datos con tendencia. En este modelo de pronóstico se usan dos constantes de suavización  $\alpha$  y  $\beta$  con valores entre 0 y 1; y tres ecuaciones:

$$L_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (2.3)$$

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (2.4)$$

$$F_{t+m} = L_t + b_{tm} \quad (2.5)$$

La ecuación 2.3 indica un estimado del nivel de la serie en el período  $t$ ; la ecuación 2.4 sirve para determinar la tendencia de la serie de datos. La tercera ecuación se usa para pronosticar, multiplicando la tendencia por el número del período que se va a pronosticar.

### 2.3.2.1.3 MÉTODO DE WINTER

El método de Winters es un procedimiento de atenuación exponencial, que puede usarse en situaciones en las que se encuentren presentes la tendencia y la estacionalidad. Esta técnica supone que el proceso fundamental que genera la demanda está dada por:

$$\text{DEMANDA} = (\text{NIVEL} + \text{TENDENCIA}) (\text{INDICE ESTACIONAL})$$

Cada uno de los tres factores en esta expresión se actualiza mediante la atenuación exponencial de la información nueva, a medida que se dispone de ella. En el tiempo  $t$ , cuando se conoce la demanda real  $Y_t$ , las estimaciones de los tres factores se actualizan empleando las siguientes fórmulas (Makridakis, Wheelwright, y Hyndman, 1998, p. 165):

Nivel:

$$L_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha) (L_{t-1} + b_{t-1})$$
$$S_{t-s}$$

Tendencia:

$$B_t = \beta (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) b_{t-1}$$

Estacionalidad:

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t}$$

Pronóstico:

$$F_{t+m} = (L_t + b_{tm}) S_{t-s+m}$$

donde:

$S$  = longitud de estacionalidad

$L_t$  = nivel de las series

$b_t$  = tendencia

$S_t$  = componente estacional

$F_{t+m}$  = pronóstico para m períodos adelante

Cada constante de atenuación ( $\alpha, \beta, \gamma$ ), se les da un valor entre cero y uno, cuanto mayor sea su valor, tanto mayor valor se le dará a la observación más reciente.

### **2.3.2.2 PRONÓSTICOS CAUSALES**

En un modelo causal, nuestro conocimiento del valor de una variable ( o quizá de varias variables ) nos habilita para predecir el valor de otra.

En términos más precisos, de acuerdo con Anderson, Sweeney, y Williams (1999, p. 164) los pronósticos causales se basan en la hipótesis de que la variable que se quiere pronosticar exhibe una relación causa - efecto con otra u otras variables.

Para usar un modelo causal, se requieren dos condiciones:

1. Una relación entre los valores de las variables, tales que una proporcione información sobre la otra u otras.
2. Los valores de una variable deben ser conocidos y estar disponibles para la predicción en el momento en que ésta deba hacerse.

De los modelos causales en este trabajo se describe el *análisis de regresión*.

### **1.3.2.2.1 ANÁLISIS DE REGRESIÓN EN LOS PRONÓSTICOS**

Las técnicas de regresión cuantifican la asociación estadística entre dos o más variables.

Según Anderson, Sweeney, y Williams (1999, p. 189) esta técnica estadística se utiliza para desarrollar una ecuación matemática que muestre cómo se relacionan las variables.

Sin embargo la definición de Hanke y Reitsch (1996, p. 205) es más completa para este trabajo “La línea que mejor se ajuste a un conjunto de puntos de datos X – Y, es aquella que minimiza la suma de las distancias al cuadrado de los puntos a la línea, medidas en

dirección vertical o hacia Y. A esta línea se le conoce como la línea de regresión y su ecuación se denomina ecuación de regresión”.

La definición anterior toma la siguiente forma:

$$Y = b_0 + bX \quad (2.10)$$

En donde:

$b_0$ , es la intersección de y, porque es el valor que toma Y cuando X es igual a cero.

b, es la pendiente de la recta, representa la cantidad de cambio en Y al incrementar X en una unidad.

En esta representación, las variables x a menudo se llaman *variables independientes*, en tanto que Y es la *variable dependiente o respuesta*. Como se mencionó anteriormente, se deben conocer las variables independientes y se usan en el modelo de pronóstico para predecir la variable dependiente.

Para que un modelo resulte útil, las variables independientes deben ser conocidas o de fácil disponibilidad.

También puede calcularse que tan fuerte es la relación entre X y Y por medio de el coeficiente de correlación  $r$ , el cual es un valor entre  $-1$  y  $1$ .

El valor de correlación representa la proporción de variación en Y que se explica por la relación con X. Por lo tanto, resulta deseable que el valor de correlación se acerque lo más que sea posible a estos valores.

Por ejemplo, un valor de  $r = 0.8$  indica que el 80 % de la variación en Y se puede predecir o explicar mediante la línea de regresión con X, sólo el 20 % se debe al azar.

La cantidad de correlación se puede calcular como sigue:

$$r = \frac{nSXY - (SX)(SY)}{\sqrt{nSX^2 - (SX)^2} \sqrt{nSY^2 - (SY)^2}}$$

## 1.4 EVALUACIÓN DE LOS PRONÓSTICOS

En cualquier situación de la vida real de una empresa, los pronósticos pueden de vez en cuando escapar al control y de hecho lo hacen

El no darse cuenta que se ha perdido el control de un pronóstico puede conducir a todo tipo de problemas, puesto que en tales casos, las metas de la organización se basan en situaciones ficticias y no en hechos.

Una vez que se establece que un pronóstico está fuera de control, es necesario determinar la causa o causas de tal situación, antes de efectuar ajustes correctivos, esto indicará que acción deberá tomarse par recuperar el control del pronóstico.

La estimación del error se puede utilizar para varios propósitos:

1. Para fijar inventarios o capacidad de seguridad y garantizar así el nivel deseado de protección contra la falta de inventario.
2. Para observar indicadores de demanda erráticas que deban evaluarse con cuidado y quizás eliminar de los datos.
3. Para determinar cuándo el método de pronóstico no representa ya la demanda actual y es necesario volver a partir de cero.

En esta ocasión se detallan las siguientes técnicas de evaluación de pronósticos:

*Desviación media absoluta* (MAD por sus siglas en inglés), esta medida representa el promedio de los valores absolutos de todos los errores de pronóstico.

$$\text{MAD} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Y_i - \hat{Y}_t|$$

*Promedio de la desviación al cuadrado* (MSD), este método consiste en elevar al cuadrado todos los errores de pronóstico.

$$\text{MSD} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

*Porcentaje de error promedio absoluto* (MAPE), según Hanke y Reitsch (1996, p. 120) en algunas ocasiones resulta más práctico calcular errores de pronóstico en términos de porcentaje. Este porcentaje es útil cuando el tamaño o magnitud de la variable es importante en la evaluación de la precisión del pronóstico. Esta técnica proporciona información sobre que tan grandes son los errores de pronóstico comparados con los valores reales de la serie.

$$\text{MAPE} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|Y_i - \hat{Y}_i|}{Y_i}}{n} \times 100$$