

**SEGUNDA SECCION**  
**PODER EJECUTIVO**  
**SECRETARIA DE ENERGIA**

**ACUERDO por el que se emite el Manual de Pronósticos.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Energía.

...

**Manual de Pronósticos**

...

**Capítulo 5**

**Metodologías para el Modelo de Pronóstico de Demanda**

**5.1 Metodología para el Pronóstico de Demanda**

**5.1.1.** EL CENACE podrá utilizar diferentes metodologías para el modelo de Pronóstico de Demanda, a continuación se especifican las principales metodologías:

- (a) Promedio móvil simple:** el pronóstico de promedio móvil simple es óptimo para patrones de demanda aleatoria o nivelada donde se pretende eliminar el impacto de los elementos irregulares históricos mediante un enfoque de periodos de hasta 7 días anteriores.

$$\hat{X}_t = \frac{\sum_{i=1}^n X_{t-i}}{n}$$

Donde:

$\hat{X}_t =$  Promedio de demanda de energía en el periodo  $t$   $\hat{X}_t =$  Promedio de demanda de energía en el periodo  $t$ .

$\hat{X}_{t-i} =$  Demanda real de los periodos anteriores a  $t$ .

$n =$  Número de observaciones.

**Ejemplo 1: Pronóstico con metodología de promedio móvil simple**

De los siguientes 10 datos históricos, se obtiene el Pronóstico de Demanda de  $X_{17}$ ,  $X_{18}$ ,  $X_{19}$  tomando en cuenta los valores de demanda real de  $X_9$  a  $X_{16}$ ,  $X_{10}$  a  $X_{17}$  y  $X_{11}$  a  $X_{18}$  respectivamente.

T (hr)	X (MW)
9	8,067
10	8,424
11	8,549
12	8,686
13	8,826
14	8,898
15	8,928
16	8,958
17	8,917
18	8,855

Aun cuando se conoce el valor de  $X_{17}$  y  $X_{18}$  se pronosticarán con los ocho valores previos correspondientes:

$$\bar{X}_{17} = \frac{\sum_{i=1}^8 X_{17-i}}{8}$$

$$\bar{X}_{17} = \frac{\sum_{ti=9}^{16} X_{ti}}{8} = \frac{8067 + 8424 + 8549 + 8686 + 8826 + 8898 + 8928 + 8958}{8}$$

$$\bar{X}_{17} = 8667$$

$$\bar{X}_{18} = \frac{\sum_{i=1}^8 X_{18-i}}{8}$$

$$\bar{X}_{18} = \frac{\sum_{ti=10}^{17} X_{ti}}{8} = \frac{8424 + 8549 + 8686 + 8826 + 8898 + 8928 + 8958 + 8917}{8}$$

$$\bar{X}_{18} = 8773$$

$$\bar{X}_{19} = \frac{\sum_{i=1}^8 X_{19-i}}{8}$$

$$\bar{X}_{19} = \frac{\sum_{ti=11}^{18} X_{ti}}{8} = \frac{8549 + 8686 + 8826 + 8898 + 8928 + 8958 + 8917 + 8855}{8}$$

$$\bar{X}_{19} = 8827$$

- (b) **Promedio móvil ponderado:** el método de promedio móvil ponderado es una variación del promedio móvil. Mientras en el promedio móvil simple se le asigna igual importancia a cada uno de los datos que componen dicho promedio, en el promedio móvil ponderado se asigna una importancia específica (ponderación) a los datos para obtener el promedio, siempre que la sumatoria de las ponderaciones sea equivalente al 100%. Es una práctica regular aplicar el factor de ponderación mayor al dato más reciente.

Los días considerados para el cálculo de pronóstico (en la hora correspondiente), se clasifican de acuerdo con las variables de tipo de día y mes. Los factores de ponderación, serán determinados por el CENACE con base en la experiencia del pronosticador. Normalmente el valor más reciente es el que tiene la mayor ponderación.

$$\hat{X}_t = \sum_{i=1}^n C_i * X_{t-i}$$

Donde:

$\hat{X}_t$ = Promedio de demanda de energía en el periodo  $t$ .

$C_i$ = Factor de ponderación.

$\hat{X}_{t-i}$ = Demanda real de los periodos anteriores a  $t$ .

$n$ = Número de datos.

**Ejemplo 2: Pronóstico con metodología de promedio móvil ponderado**

De los siguientes 10 datos históricos, obtener el Pronóstico de Demanda de  $X_{17}$ ,  $X_{18}$ ,  $X_{19}$  tomando en cuenta los valores de demanda real de  $X_9$  a  $X_{16}$ ,  $X_{10}$  a  $X_{17}$  y  $X_{11}$  a  $X_{18}$  respectivamente:

T (hr)	x (MW)	C
9	8,067	0.01
10	8,424	0.01
11	8,549	0.02
12	8,686	0.04
13	8,826	0.09
14	8,898	0.13
15	8,928	0.2
16	8,958	0.5
17	8,917	
18	8,855	

Nuevamente se pronosticarán a  $X_{17}$ ,  $X_{18}$ ,  $X_{19}$  con los ocho valores previos correspondientes:

$$\hat{X}_{17} = \sum_{t=1}^8 C_t * X_{t-1} = 8899$$

$$\hat{X}_{18} = \sum_{t=1}^8 C_t * X_{t-1} = 8908$$

$$\hat{X}_{19} = \sum_{t=1}^8 C_t * X_{t-1} = 8884$$

- (c) **Regresión lineal múltiple:** por virtud del método de regresión lineal múltiple, existirá un conjunto de variables independientes y una variable dependiente, y se podrá emplear la variación de las variables independientes para pronosticar la variable dependiente.

Una línea recta será el modelo gráfico más sencillo para relacionar una variable dependiente con una o varias variables independientes. Este método consiste en encontrar la ecuación de la recta que mejor se ajuste al conjunto de puntos de datos XY, es decir, calcula la suma de las distancias al cuadrado entre los puntos reales y los puntos definidos por la recta estimada a partir de las variables introducidas en el modelo, de forma que la mejor estimación será la que minimice estas distancias. A esta línea se le conoce como la línea de regresión.

La fórmula del modelo de regresión lineal múltiple es la siguiente:

$$Y = B_0 + B_1X_1 + \dots + B_nX_n + \varepsilon$$

Dónde:

$Y$  = Variable dependiente.

$X_1, X_2, \dots, X_n$  = Variables independientes.

$B_0, B_1, \dots, B_n$  = Parámetros del modelo.

$n$  = Número de variables independientes.

$\varepsilon$ : Perturbación aleatoria.

El método empleado para determinar los valores de  $B_0, B_1, \dots, B_n$  se conoce como método de mínimos cuadrados ordinarios, mediante el cual se encuentra la mejor relación lineal entre las variables independientes y dependiente.

### Ejemplo 3: Pronóstico con metodología de regresión lineal múltiple

De los siguientes 10 datos históricos, obtener el Pronóstico de Demanda de  $X_{17}, X_{18}, X_{19}$  tomando en cuenta los valores de demanda real de  $X_9$  a  $X_{16}$ :

T (hr)	X (MW)	$B_0$	$B_1$	$B_2$
9	8,067	8667		
10	8,424	0.0001	8773	
11	8,549	0.0006	0.0003	8827
12	8,686	0.0005	0.0002	-0.0013
13	8,826	0.0005	0.0002	0.0001
14	8,898	0.0017	0.0008	-0.0010
15	8,928	0.0100	0.0044	0.0002
16	8,958	0.0100	0.0044	-0.0222
17	8,917	0.0054	0.0024	-0.0222
18	8,855		0.0010	0.0006

Ahora se pronosticarán  $X_{17}, X_{18}, X_{19}$  con los ocho valores previos correspondientes, dados los coeficientes B:

$$X_{17} = 8922$$

$$X_{18} = 8896$$

$$X_{19} = 8419$$

- (d) **Días similares:** el método de días similares utiliza factores para encontrar patrones similares al día que se pretende pronosticar, tomando en cuenta el siguiente principio: "El comportamiento de la demanda entre dos días con factores de impacto (variables de

*entrada) similares, tales como condiciones meteorológicas (temperatura, humedad, precipitación, entre otros) y día de la semana (lunes, martes, etc.), son relativamente similares entre sí".*

Tomando en cuenta las variables climatológicas, tipo de día y mes, este método calcula un coeficiente de similitud entre el día a pronosticar y días en el pasado; se asignan factores a cada variable, y en función de estas se buscan  $n$  días con mayor similitud al día a pronosticar y dos días previos.

- 5.1.2.** EL CENACE desarrollará la Guía Operativa que contenga la metodología detallada y ejemplos para el pronóstico de Demanda.

...

---