

## APLICACIÓN DE METODOS CUANTITATIVOS AL PORCENTAJE DE CAPACIDAD DE PLANTA UTILIZADA EN COMPLEJOS SIDERURGICOS 2011-2015

### APPLICATION OF QUANTITATIVE METHODS TO THE PERCENTAGE OF PLANT CAPACITY USED IN STEEL COMPLEXES 2011-2015

Indira Del Rosario Ruiz Sanchez<sup>1</sup>, Cesar David rivera Toscano<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Superior de Tantoyuca, Desv. Lindero Tametate s/n Col. La Morita, Tantoyuca, Veracruz, México, Cp 92100. www.itsta.edu.mx

<sup>2</sup>Docente de Ingeniería Industrial del ITSTA

#### Resumen

La industria siderúrgica es un sector estratégico del desarrollo económico y sumamente influyente en el resto de las actividades. México ocupa el treceavo lugar como productor de acero lo que significa que es un importante exportador a nivel mundial. En el siguiente artículo se pondrá en práctica el uso de los pronósticos, se evaluarán los modelos de promedio móvil ponderado y proyecciones de tendencia donde se utilizará el método de mínimos cuadrados. Las técnicas mencionadas anteriormente se aplicaron a los datos históricos de la capacidad de planta utilizada en los complejos siderúrgicos.

**Palabras Claves.** - Capacidad de planta utilizada, Pronostico, métodos cuantitativos, mínimos cuadrados, suavizamiento exponencial

#### Abstract

The steel industry is a strategic sector of economic development and highly influential in the rest of the activities. Mexico ranks thirteenth as a steel producer which means it is a major exporter worldwide. In the following article will be used the use of forecasts, we will evaluate the weighted moving average models and trend projections where the least squares method will be used. The techniques mentioned above were applied to the historical data of the plant capacity used in the steel complexes.

**Key Words.**- Plant capacity used, Forecast, quantitative methods, least squares, exponential smoothing

#### Introducción

La capacidad de las empresas para la planeación de las demandas es una de las habilidades estratégicas que permite a las organizaciones tener una ventaja competitiva en los mercados, los cuales necesitan reaccionar rápidamente ante los cambios que surjan. En México una de las industrias importantes del país es la siderúrgica, la cual enfrenta una dinámica mundial ocasionada por la sobrecapacidad global de la industria.

Esta industria representa el 2.2 por ciento del Producto Interno Bruto. La importancia del acero para el país respecto a su economía ha aumentado en los últimos dos años (2014, 2015), las inversiones realizadas en el periodo 2006-2015 suman un total de 13 mil 952 millones de dólares. En el 2015 en la producción mundial México ocupa el treceavo lugar como productor de acero con 18.2 de producción y en américa latina el ademas según al balance nacional de energía 2014 el acero se encuentra como la mayor consumidora de energía. Industrias como la que se muestra en este trabajo utilizan tecnicas para realizar estimaciones y adelantar en gran medida la toma de decisiones en el menor ambiente de incertidumbre posible. Una de las herramientas a las que se han enfocado los esfuerzos de las empresas para volverlos aliados estratégicos y símbolo de eficiencia y planificación de la demanda son los pronósticos. El pronóstico según (Render, 2009) lo menciona como el arte y la ciencia de predecir los eventos futuros. Puede implicar el empleo de datos históricos y su proyección hacia el futuro mediante algún tipo de modelo matemático. Puede ser una predicción subjetiva o intuitiva, o puede ser una combinación de estas -es decir, un modelo matemático ajustado mediante el buen juicio del administrador.

Para la realización de este trabajo se evaluaron dos técnicas cuantitativas de pronósticos, las cuales emplean uno o más modelos matemáticos basados en datos históricos y/o en variables causales para pronosticar la demanda. Estas técnicas se aplicaron a los datos históricos de la capacidad de planta utilizada en los complejos siderúrgicos.

## **Materiales y métodos**

Dentro de las mejores prácticas de las empresas se encuentran los pronósticos, adelantarse a las demandas de los mercados permiten tener una diferenciación competitiva logrando de esa manera reducir costos de inventarios, generar utilidades y la supervivencia ante mercados cambiantes y adversos. Ballou (2004) menciona al pronóstico de la demanda como una heraaminta vital para la firma como un todo, ya que proporciona los datos de entrada para la planeación y control de todas las áreas funcionales, incluyendo logística, marketing, producción y finanzas. Los niveles de demanda y su programación afectan en gran medida los niveles de capacidad, las necesidades financieras y la estructura general del negocio.

DuBrin (2008) menciona que la importancia de los pronósticos radica en que si la evaluación de las tendencias no es la adecuada al proceso en estudio y no permite a la empresa reaccionar a las demandas del mercado antes que la competencia, la competencia puede obtener una ventaja invaluable. El gran valor de realizar pronósticos adecuados en la industria permite la adaptación a fenómenos volátiles. La manera en que los negocios reaccionan a las recientes tendencias emergentes es quizá el mejor indicador de un futuro exitoso. Los pronósticos utilizados en planeación estratégica son especialmente difíciles de realizar porque involucran un gran número de tendencias a analizar. Los pronósticos pueden ser basados en información cualitativa y cuantitativa, la combinación de ambos métodos es la utilizada para la planeación estratégica. Los métodos cuantitativos involucran ya sea la extensión de datos históricos o el desarrollo de modelos para identificar la causa de un resultado particular. Un enfoque histórico ampliamente usado es el análisis de series de tiempo. Un análisis de series de tiempo es

una secuencia de observaciones que toman lugar en intervalos regulares a través de un periodo de tiempo.

Existen dos opciones generales para realizar los pronósticos, de manera que existen dos formas de abordar todos los modelos de decisión. Los enfoques con los cuales se puede llevar a cabo las estimaciones futuras son los análisis cuantitativos y cualitativos.

Los métodos cuantitativos son modelos de series de tiempo, que se refiere a técnica de pronóstico que usa una serie de datos puntuales del pasado para realizar un pronóstico.

(Render, 2009) Los métodos cuantitativos caen en dos categorías:

- |                             |   |                             |
|-----------------------------|---|-----------------------------|
| 1. Enfoque intuitivo        | } | Modelos de Series de tiempo |
| 2. Promedios móviles        |   |                             |
| 3. Suavización exponencial  |   | Modelo asociativo           |
| 4. Proyección de tendencias |   |                             |
| 5. Regresión lineal         |   |                             |

Para la aplicación de este trabajo se evaluarán los modelos de promedio móvil ponderado donde los datos se ponderan mediante una función exponencial y proyecciones de tendencia donde se utilizará el método de mínimos cuadrados (porque vamos a desarrollar una recta de tendencia lineal)., La ecuación de la recta es  $\bar{y} = a + bx$ .

(krajewsi & Ritzman, 2000) En el método de promedio móvil pueden incluirse todos los periodos pretéritos de demanda que se desee. Generalmente, la estabilidad de la serie correspondiente a la demanda determina cuantos periodos será necesario incluir (es decir el valor de n). Las series de demanda estables son aquellas para las cuales el promedio (que habrá de calcularse mediante el método de pronóstico) cambia solamente en forma infrecuente. Deberán utilizarse valores grandes de n para las series de demanda que sean estables, y valores pequeños de n para los que sean susceptibles de cambios en el promedio fundamental.

(Hanke, 2006) El modelo de promedios simples utiliza la media de todos los datos para hacer el pronóstico. ¿Qué pasa si el analista se preocupa más por las observaciones recientes? Se puede especificar un número constante de puntos de datos al inicio y se puede calcular una media para las observaciones más recientes. El término promedio móvil se usa para pronosticar el siguiente periodo. La siguiente ecuación da el pronóstico como el promedio móvil ponderado. Matemáticamente, el promedio móvil ponderado se expresa como

$$\text{Promedio móvil Ponderado} = \frac{\sum(\text{ponderación para el periodo } n)(\text{Demanda en el periodo } n)}{\sum \text{de ponderaciones}} \quad \text{Ecuación 1}$$

El promedio móvil para el periodo  $t$  es la media aritmética de las observaciones más recientes  $k$ . En un promedio móvil se asignan pesos iguales a cada observación. Cada nuevo punto de datos se incluye en el promedio al estar disponible y se elimina el punto de datos más antiguo. La tasa de respuesta a los cambios en el patrón subyacente de

datos depende del número de períodos.  $k$ , incluidos en el promedio móvil. El modelo del promedio móvil no maneja muy bien la tendencia ni la estacionalidad, aunque lo hace mejor que el método de promedio simple.

(Render, 2009) Cuando se presenta una tendencia o un patrón localizable, pueden utilizarse ponderaciones para dar más énfasis a los valores recientes. Esta práctica permite que las técnicas de pronóstico respondan más rápido a los cambios, pudiendo darse mayor peso a los períodos más recientes.

## Mínimos Cuadrados

Los mínimos cuadrados según Heizer dice que este enfoque resulta en una línea recta que minimiza la suma de los cuadrados de las diferencias verticales o desviaciones de la recta hacia cada una de las observaciones reales.

se describe en términos de su intersección con el eje  $y$  (la altura a la cual cruza al eje  $y$ ) y su pendiente (el ángulo de la recta). Si podemos calcular la intersección con el eje  $y$  y la pendiente, podremos expresar la recta con la siguiente ecuación:

$$Y = a + bx \text{ Ecuación 2}$$

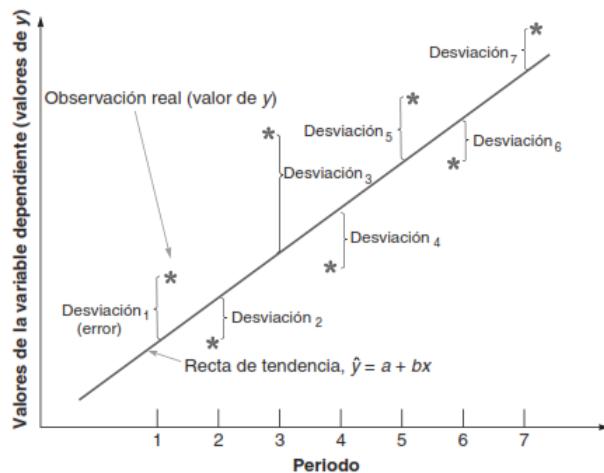


Figura 1. Representación de la ecuación de la recta  
Fuente: Principios de Administración de operaciones

Donde:

$\hat{y}$  (que se lee “y gorro”) = valor calculado de la variable que debe predecirse  
(llamada *variable dependiente*)

$a$  = intersección con el eje  $y$

$b$  = pendiente de la recta de regresión (o la tasa de cambio en  $y$  para los cambios dados en  $x$ )

$x$  = variable independiente (que en este caso es el *tiempo*)

Los estadísticos han desarrollado ecuaciones que se utilizan para encontrar los valores de  $a$  y  $b$  para cualquier recta de regresión.

La pendiente  $b$  se encuentra mediante:

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n(\bar{x})^2} \quad Ecuación 3$$

Donde

$b$  = pendiente de la recta de regresión

$\sum$  = signo de sumatoria

$x$  = valores conocidos de la variable independiente

$y$  = valores conocidos de la variable dependiente

$\bar{x}$  = promedio de los valores de  $x$

$\bar{y}$  = promedio de los valores de  $y$

$n$  = número de puntos de datos u observaciones

La intersección con el eje  $y$ ,  $a$ , puede calcularse como sigue:

$$a = \bar{y} - bx \quad Ecuación 4$$

### Error porcentual absoluto medio (MAPE)

El error porcentual lo define Heizer (2009) como promedio de las diferencias absolutas encontradas entre los valores pronosticados y los reales, expresado como un porcentaje de los valores reales.

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n 100 |Real_i - Pronóstico_i| / Real_i}{n} \quad Ecuación 5$$

La evaluación de los dos métodos cuantitativos de pronósticos se realiza a través del Error porcentual absoluto medio.

## Resultados y discusión

Los datos históricos que se utilizan para la aplicación de los pronósticos cuantitativos son los que se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Porcentaje de capacidad de planta utilizada en Complejos siderúrgicos

Meses	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Enero	76,70	79,40	87,10	84,80	84,50	70,70
Febrero	78,80	81,70	81,70	84,50	84,80	64,70
Marzo	84,40	83,20	84,80	88,00	77,40	71,20
Abril	80,50	83,40	78,30	85,30	75,70	72,50
Mayo	78,40	80,20	78,90	88,40	73,10	70,80
Junio	80,20	75,80	69,70	83,40	75,20	75,60
Julio	82,80	81,30	85,00	88,00	72,20	82,00
Agosto	81,70	79,60	84,20	86,00	76,40	82,60
Septiembre	82,00	85,00	82,30	85,40	79,00	
Octubre	84,00	83,70	85,70	85,70	72,70	
Noviembre	76,70	85,40	87,10	85,80	69,50	
Diciembre	85,20	87,40	85,60	83,30	75,50	

Fuente: INEGI. Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera

En este trabajo se aplica la ecuación número 1 correspondiente a promedio móvil ponderado, utilizando una ponderación de 0,50 – 0,30 – 0,20 respectivamente, lo que da como resultado la tabla de pronósticos número 2.

Tabla 2. Pronósticos ponderados a la capacidad de planta utilizada en Complejos siderúrgicos

Meses	2011	2012	2013	2014	2015
Enero					
Febrero					
Marzo					
Abril	81,18	81,99	84,33	86,31	81,04
Mayo	81,33	83,00	80,93	85,95	78,03
Junio	80,23	81,76	79,90	87,39	74,74
Julio	79,72	78,64	74,18	85,28	74,67
Agosto	81,14	79,43	79,19	86,70	73,28
Septiembre	81,73	79,35	81,54	86,08	74,90
Octubre	82,07	82,64	83,41	86,10	76,86
Noviembre	82,94	83,27	84,38	85,67	75,33
Diciembre	79,95	84,81	85,72	85,69	72,36

Fuente: Elaboración propia

Se calcularon los errores de pronósticos al comparar los valores reales de la capacidad de planta utilizada con los datos que se obtuvieron después de aplicar el promedio móvil ponderado que se muestran en la tabla 2.

Tabla 3. Errores de los Pronósticos ponderados a la capacidad de planta utilizada en Complejos siderúrgicos

Meses	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Enero</b>					
<b>Febrero</b>					
<b>Marzo</b>					
Abril	-0,68	1,41	-6,03	-1,01	-5,34
Mayo	-2,93	-2,80	-2,03	2,45	-4,93
Junio	-0,03	-5,96	-10,20	-3,99	0,46
Julio	3,08	2,66	10,82	2,72	-2,47
Agosto	0,56	0,17	5,01	-0,70	3,12
Septiembre	0,27	5,65	0,76	-0,68	4,10
Octubre	1,93	1,06	2,29	-0,40	-4,16
Noviembre	-6,24	2,13	2,72	0,13	-5,83
Diciembre	5,25	2,59	-0,12	-2,39	3,14

Fuente: Elaboración propia

El modelo de mínimos cuadrados es el segundo método que se evalúo en este trabajo, por lo cual a los datos de la tabla 1, se aplicaron las ecuaciones 2,3,4; a los meses de enero a agosto, para obtener las ecuaciones de la recta de cada periodo, dando los siguientes resultados.

Tabla 4. Ecuación de la recta por mínimos cuadrados de capacidad de planta utilizada en Complejos siderúrgicos

Ecuación de la recta
2011 = 78,3 + 0,480 Mes
2012 = 82,0 - 0,310 Mes
2013 = 83,2 - 0,346 Mes
2014 = 87,9 - 2,50 Mes
2015 = 84,3 - 1,53 Mes

Fuente: Elaboración propia

Se realizaron los cálculos de los pronósticos utilizando las ecuaciones de la tabla 4, obteniendo los siguientes valores.

Tabla 5. Pronósticos mínimos cuadrados a la capacidad de planta utilizada en Complejos siderúrgicos

Meses	2011	2012	2013	2014	2015
Septiembre	<b>82,60</b>	<b>79,18</b>	<b>78,61</b>	<b>86,86</b>	<b>70,51</b>
Octubre	<b>83,08</b>	<b>78,87</b>	<b>78,04</b>	<b>87,05</b>	<b>68,97</b>
Noviembre	<b>83,56</b>	<b>78,56</b>	<b>77,46</b>	<b>87,23</b>	<b>67,44</b>
Diciembre	<b>84,04</b>	<b>78,25</b>	<b>76,88</b>	<b>87,41</b>	<b>65,90</b>

Fuente: Elaboración propia

El cálculo de los errores de pronósticos resultado de la comparación de valores reales menos el valor pronosticado por mínimos cuadrados se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Errores de los Pronósticos de mínimos cuadrados a la capacidad de planta utilizada en Complejos siderúrgicos

Meses	2011	2012	2013	2014	2015
Septiembre	-0,60	5,82	3,69	-1,46	8,49
Octubre	0,92	4,83	7,66	-1,35	3,73
Noviembre	-6,86	6,84	9,64	-1,43	2,06
Diciembre	1,16	9,15	8,72	-4,11	9,60

Fuente: Elaboración propia

El criterio de decisión planteado en este artículo para analizar el mejor método de pronósticos es el de Errores porcentuales absolutos medios. Se aplicó la fórmula de la ecuación 5 a los errores de los pronósticos obtenidos después del análisis matemático de promedio móvil ponderado y mínimos cuadrados contrastado con los datos reales. Se consiguió la tabla 7 en la cual se muestra los porcentajes de error por cada método.

Tabla 7. Errores porcentuales absolutos medios para los modelos: promedio móvil ponderado y mínimos cuadrados de los Pronósticos a la capacidad de planta utilizada en Complejos siderúrgicos

MAPE	2011	2012	2013	2014	2015	Promedio de error
<b>Promedio Móvil Ponderado</b>						
2,88%	3,32%	5,61%	1,88%	5,04%	3,74%	
<b>Mínimos Cuadrados</b>	2,39%	3,29%	4,44%	1,54%	4,60%	3,25%

Fuente: Elaboración propia

## **Conclusiones**

En la realización de este trabajo se aplicó el método cuantitativo para la realización de pronósticos, los modelos empleados fueron el promedio móvil ponderado y la proyección de la tendencia a través de los mínimos cuadrados. Los resultados se evaluaron con la medida de exactitud de error porcentual absoluto medio, comparando los métodos utilizados en el estudio, dando como resultado la tabla 7, indicando que el pronóstico a través de mínimos cuadrados muestra el mejor comportamiento con tan solo 3,25% de error porcentual absoluto medio contra 3,74%. Con estos datos se propone que la capacidad de planta utilizada en Complejos siderúrgicos se estima con un mayor grado de precisión con la técnica de mínimos cuadrados.

## **Referencias Bibliográficas**

Camara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero . (2016). *Infografía de la Industria del Acero en México*. México: CANACERO.

Hanke, J. (2006). *Pronóstico en los negocios*. México: Pearson educación.

krajewsi, L., & Ritzman, L. P. (2000). *Administración de Operaciones. Estrategia y análisis*. México: Pearson Educación.

Render, B. (2009). *Principios de administración de Operaciones*. Mexico: Pearson Educación.