

**SISTEMA DE PREDICCIÓN DE VENTAS  
PARA LA PROGRAMACIÓN DE  
OPERACIONES EN EMPRESAS  
PROVEEDORAS DE PRODUCTOS QUÍMICOS**

**XIX**  
**CONGRESO**  
**INTERNACIONAL**  
**DE**  
**CONTADURÍA**  
**ADMINISTRACIÓN**  
**E**  
**INFORMÁTICA**

**Área de investigación: Operaciones**

**Ma. del Rocío Castillo Estrada**  
Universidad Nacional Autónoma de México  
rociocastilloe@yahoo.com.mx

**Modesto Javier Cruz Gómez**  
Universidad Nacional Autónoma de México.  
mjcg@unam.mx



Octubre 8, 9 y 10 de 2014 ♦ Ciudad Universitaria ♦ México, D.F.



**ANFECA**  
Asociación Nacional de Facultades y  
Escuelas de Contaduría y Administración



# SISTEMA DE PREDICCIÓN DE VENTAS PARA LA PROGRAMACIÓN DE OPERACIONES EN EMPRESAS PROVEEDORAS DE PRODUCTOS QUÍMICOS

## RESUMEN

La industria proveedora de productos químicos en México presenta alta complejidad para la programación de sus operaciones ya que se maneja una combinación de un número alto de productos y clientes con diferentes y variantes patrones de consumo. Para atender esta problemática se plantea un sistema de predicción de ventas que mediante un algoritmo y el desarrollo de un software libre escrito en lenguajes PHP (para el desarrollo web de contenido dinámico) y HTLM (para la elaboración de páginas Web ) y ejecutable en distintos sistemas operativos, mediante el software XAMPP (usando el modulo del servidor Apache) que permite la aplicación de varias técnicas de predicción de ventas para cada producto comercializable, con la evaluación continua de sus errores para la selección del método de predicción más certero, producto a producto y caso a caso. Una mejor predicción de las ventas se toma como el punto de partida para una buena programación de las operaciones.



## SISTEMA DE PREDICCIÓN DE VENTAS PARA LA PROGRAMACIÓN DE OPERACIONES EN EMPRESAS PROVEEDORAS DE PRODUCTOS QUÍMICOS

### ANTECEDENTES.

Las empresas proveedoras de productos químicos en México fijan objetivos a corto, mediano y largo plazo, con el fin de adaptarse a los continuos cambios que el mercado exige. La planeación y control de las operaciones tienen hoy gran importancia dentro de estas empresas en el sentido que se ha convertido en parte fundamental dentro del proceso de alcanzar los objetivos estratégicos. Las operaciones internas y externas que las empresas requieren para cumplir sus metas deben ser minuciosamente analizadas para que se cumplan de manera eficiente y rápida los compromisos adquiridos al exterior (con clientes, proveedores, etc.) y al interior de las empresas.

En la actualidad, debido a los mercados cambiantes, las empresas proveedoras de productos químicos son parte fundamental y un componente dinámico e importante en la economía nacional las cuáles en su mayoría tienen problemas para programar sus operaciones y administrar sus inventarios.

La demanda de estas empresas es altamente variable en volumen y presentación, sus clientes pueden ser tan variados como una tlapalería, empresas farmacéuticas, fabricantes de barnices y pinturas, hasta armadoras de automóviles.

Debido a lo anterior, se desarrolló un sistema (algoritmo y software) para la predicción de las ventas con la finalidad de programar en forma eficaz las operaciones de las empresas proveedoras de productos químicos para satisfacer las demandas de sus clientes.

La entrega oportuna de pedidos dentro de las empresas proveedoras de productos químicos depende de las operaciones, del transporte, del área de ventas y de la liberación por parte de evaluación y pruebas (medición del cumplimiento de los requisitos de los clientes).

En el área de operaciones se presentan problemas como: falta de planeación por parte de los clientes, poca programación por parte de operaciones, pedidos de último momento, se manejan en algunas empresas 500 materiales diferentes y se tienen hasta 1000 clientes.

El presente trabajo está orientado a la programación de las operaciones a partir de un sistema de computación el cual calcula mediante 5 técnicas de predicción las ventas a futuro, seleccionando la de menor error.



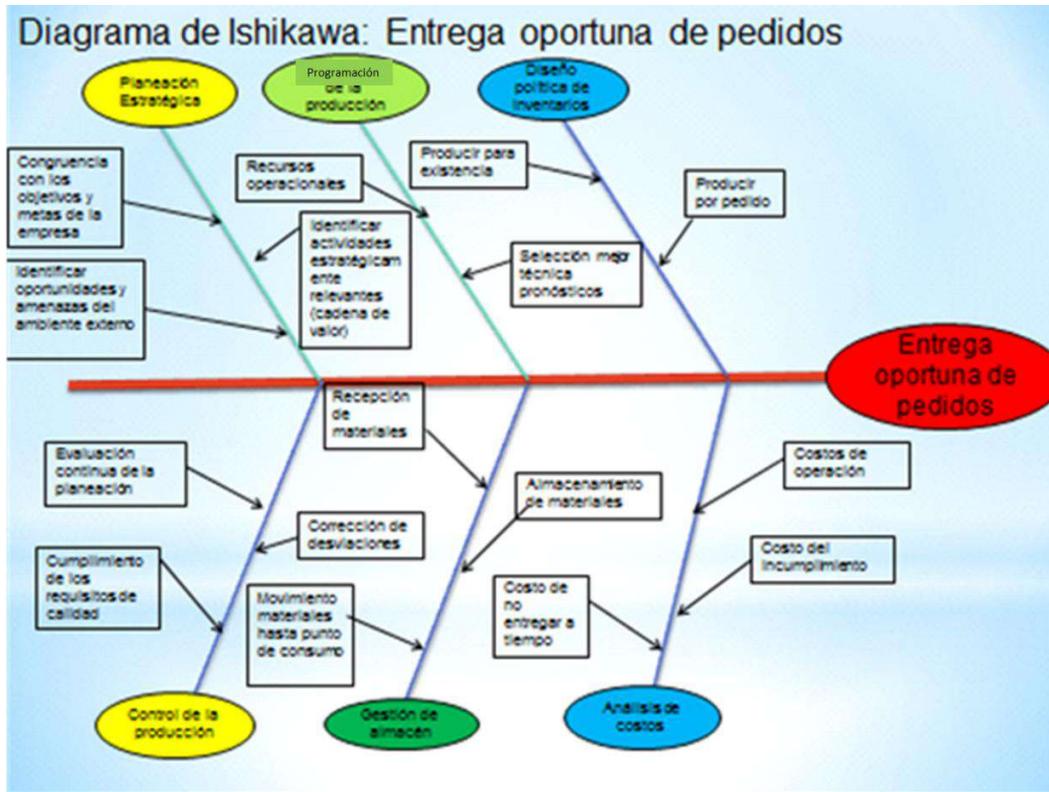
**ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA**



En el presente trabajo se desarrolló un diagrama de Ishikawa para determinar las causas que generan la problemática de no entrega oportuna de pedidos a los clientes en las empresas proveedoras de productos químicos.

Del análisis del diagrama de Ishikawa, se observa la necesidad de mejorar la predicción de las ventas para cada producto específico, información básica para la programación de las operaciones.





Quien administrara un sistema como el que aquí se desarrolla, podrá valorar sus beneficios mediante la cuantificación, antes y después de aplicar el sistema de: La generación de residuos durante las operaciones, las fallas (entregas no oportunas), las ventas reales contra lo que se predijo, los costos de las operaciones para la transformación de las materias primas en producto comercializable, etc.

### HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION.

H01.-La cantidad de residuos o subproductos es igual antes y después de aplicar el sistema que se propone.

Ha1.-La cantidad de residuos o subproductos es diferente a la cantidad de residuos subproductos utilizando el sistema que se propone.

H02.-El número de fallas promedio a la semana de la forma en que trabajan actualmente es igual al número de fallas utilizando el sistema que se propone.

Ha2.-El número de fallas promedio a la semana de la forma en que trabajan actualmente es diferente al número de fallas utilizando el sistema que se propone.

H03.- La evaluación promedio del desempeño de la técnica que se utiliza para el pronóstico de ventas es mayor o igual a las técnicas de pronósticos de ventas que se proponen.

Ha3.-La evaluación promedio del desempeño de la técnica que se utiliza para el pronósticos de ventas es menor que las técnicas de pronósticos de ventas que se proponen.

H04.-El costo promedio del procesamiento de los materiales es menor o igual al costo del procesamiento utilizando el sistema que se propone para planeación de la producción.

Ha4.- El costo promedio del procesamiento de los materiales es mayor al costo de procesamiento utilizando el sistema que se propone.

## **OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar un sistema de predicción de ventas, para la programación de las operaciones de empresas proveedoras de productos químicos.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- 1.-Evaluar la situación actual de las empresas en estudio.
- 2.-Obtener bases de datos de acuerdo a las necesidades de las técnicas y métodos a utilizar.
- 3.-Preparar y seleccionar los datos que se van a requerir para la presente investigación.
- 4.-Analizar los datos por medio de paquetes estadísticos.
- 5.-Elaborar el algoritmo adecuado para la predicción de ventas. Con la información de las ventas futuras se espera desarrollar una mejor programación de las operaciones.
- 6.-Desarrollar el sistema como un software libre que permita importar bases de datos de ventas históricas, calcular el pronóstico de ventas a través de cinco técnicas, graficar, calcular el error de las cinco técnicas y seleccionar la mejor técnica de predicción para cada producto.
- 7.-Presentar los resultados y conclusiones del sistema propuesto.

## **TÉCNICAS DE PRÓNOSTICOS EMPLEADAS**

Los métodos cuantitativos que se utilizaron para predecir las ventas a futuro en el presente trabajo fueron: promedio móvil simple, promedio móvil ponderado, proyección de la tendencia y suavizamiento exponencial. De las técnicas causales se utilizó el análisis de regresión lineal simple.



## TÉCNICAS DE PRONÓSTICOS

**Métodos Cualitativos**

- Jurado de opinión de expertos
- Método Delphi
- Composición de Fuerza de ventas
- Encuesta de mercado

**Métodos cuantitativos**

## • Técnicas para series de tiempos

- \* Promedios móviles
- \* Suavizamiento exponencial
- \* Proyección de tendencia
- \* Descomposición de series

## \* Técnicas causales

- \* Análisis de Regresión lineal simple
- \* Análisis de Regresión lineal múltiple

**PASOS QUE SE LLEVARON A CABO EN LA INVESTIGACIÓN.**

## 1.-Diagnóstico de la situación actual.

El diagnóstico está orientado a identificar, describir y hacer un análisis evaluativo de la situación actual de las empresas que comercializan productos químicos. Tiene como objetivos: Analizar la información de las ventas por producto por año, determinar problemas existentes en cada una de sus áreas (Diagrama de Ishikawa), y con base en este análisis desarrollar y probar un sistema de predicción de ventas para poder programar mejor las operaciones de las empresas.

## 2. Fase de comprensión del problema a resolver.

El problema a resolver en las empresas en estudio es disminuir el número de fallas (entregas no oportunas de pedidos a los clientes) mediante el uso de un sistema de predicción de ventas que disminuya el error inherente.

## 3. Fase de recolección, preparación y análisis de los datos.

En esta fase se recolectaron los datos, se seleccionaron los más importantes en función del margen de utilidad que generan (considerando el volumen de ventas y la rentabilidad de los clientes). Una vez colectados los datos se procedió a su preparación para adaptarlos a las técnicas matemáticas a utilizar posteriormente. Se creó una base de datos independiente de acuerdo al software que se desarrolló y para un fácil manejo de los mismos. El análisis preliminar de los datos se llevó a cabo utilizando el software Excel



Ejemplo de datos de ventas de dos de los cincuenta productos de la empresa no. 1, que se analizaron.

**DATOS DE VENTAS MENSUALES DEL PRODUCTO 1 Y 2 DE TRES AÑOS.**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.1	85,999	176,149	161,386	158,400	145,908	133,005	252,688	474,882	374,347	222,749	309,505	356,227
1.1	375776.328	377311.784	514899.156	317637.577	239617.238	254699.476	405059.784	530339.028	258920.28	319859.776	360972.504	296114.38
1.1	310,167.04	368,850.60	359,335.58	277,029.57	293,032.09	315,182.73	362,606.44	348,899.86	246,059.14	304,941.33	296,499.82	202,061.98
1.2	337,032	299,402	381,836	387,605	457,823	525,706	572,672	449,388	529,816	374,429	512,622	310,347
1.2	903063.68	414015.338	450512.531	996477.384	412443.725	250932.838	250407.561	218011.621	303605.456	179805.324	11510.85	20337.2528
1.2	159,718.39	267,212.41	186,576.23	148,957.23	269,695.35	180,990.33	97,987.50	309,856.61	241,882.11	210,572.48	220,952.94	136,479.35

4.-Fase de elaboración del algoritmo.

En esta fase se elaboró el algoritmo para la predicción de las ventas con base en el comportamiento de las ventas históricas. Las técnicas y métodos a utilizar en esta fase se eligieron en función de los siguientes criterios: Ser apropiados al problema, disponer de datos adecuados, cumplir los requisitos del problema, tiempo adecuado para obtener un sistema y conocimiento de las técnicas y métodos.

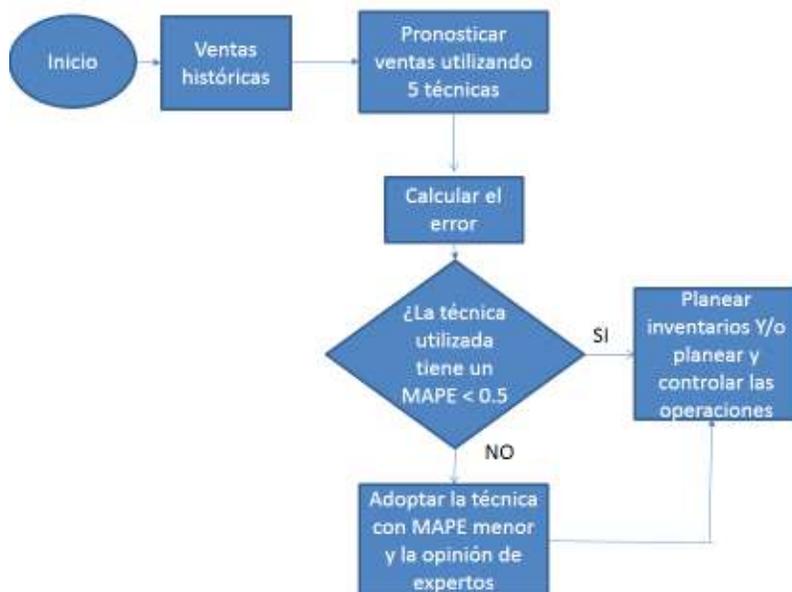
Previamente a la selección de las técnicas, se determinó un método de evaluación de las técnicas que permita establecer el grado de bondad de ellas, en este caso se eligió el MAPE (error absoluto porcentual de la media).

Selección de las técnicas del sistema. Esta tarea consistió en la selección de las técnicas de pronósticos de ventas a futuro más apropiados al problema a resolver. Para esta selección, se consideró el objetivo principal de la investigación y la relación con las herramientas existentes.

En esta fase se establece la secuencia de pasos y su interrelación para obtener la técnica de pronóstico más adecuada en cada caso.



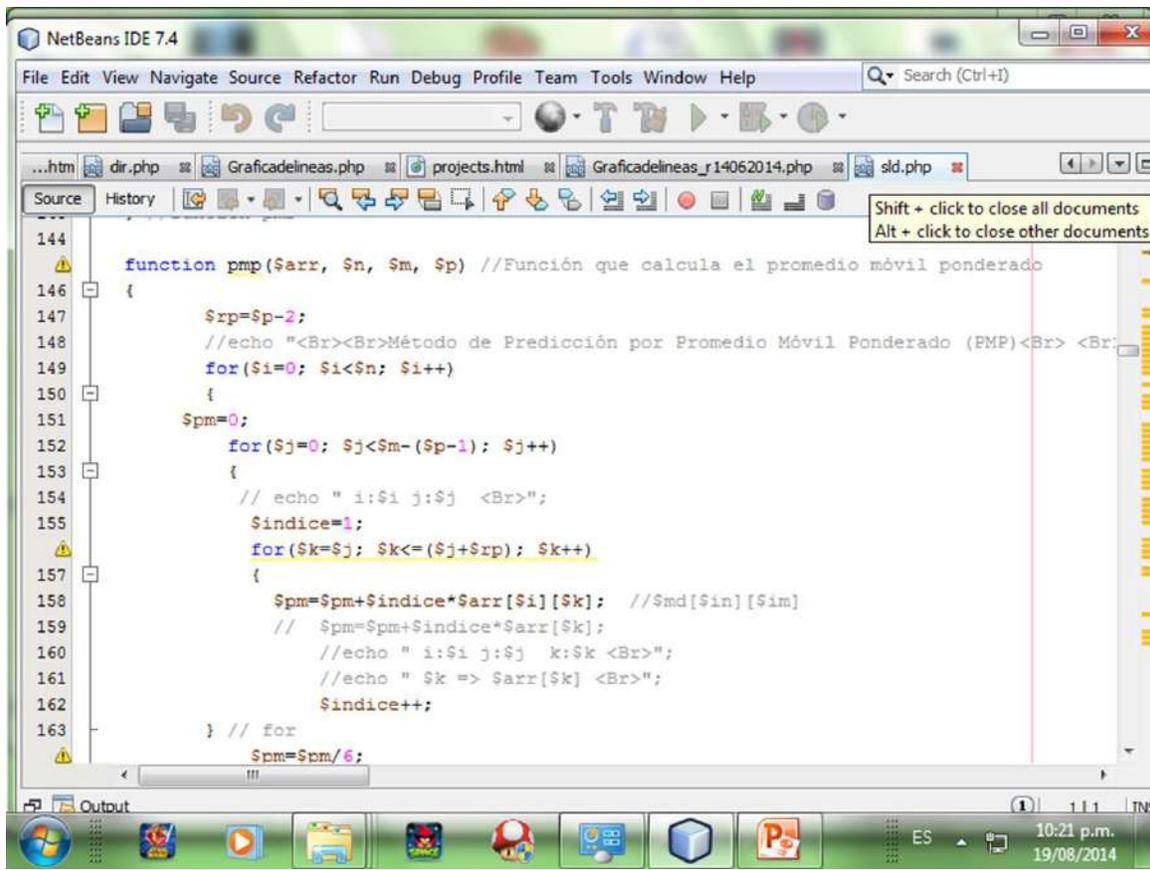
ALGORITMO PARA PRONÓSTICO DE VENTAS



5. Desarrollo del Programa.

En esta fase se desarrolló un programa de computación en los lenguajes HTML y PHP. HTML siglas de Hyper Text Markup Lenguaje, hace referencia al lenguaje de marcado para la elaboración de páginas web. PHP es un lenguaje de programación de uso general de código del lado del servidor originalmente diseñado para el desarrollo web de contenido dinámico. El programa que se desarrolló en este trabajo de investigación, tiene funciones que nos permiten leer archivos de datos, calcular las técnicas de predicción, calcular el error de cada técnica de predicción, graficar los datos originales y los resultados de las técnicas de predicción y al final selecciona la técnica de error más bajo. Con el uso de este programa el usuario sin necesidad de grandes conocimientos de computación podrá de manera simple importar sus datos para el análisis de los mismos y la selección de la técnica de predicción más adecuada a cada producto.





The screenshot shows the NetBeans IDE 7.4 interface. The main editor window displays a PHP function named `pmp` which calculates a weighted moving average. The code is as follows:

```
144 function pmp($arr, $n, $m, $p) //Función que calcula el promedio móvil ponderado
146 {
147     $rp=$p-2;
148     //echo "<Br><Br>Método de Predicción por Promedio Móvil Ponderado (PMP)<Br> <Br>";
149     for($i=0; $i<$n; $i++)
150     {
151         $pm=0;
152         for($j=0; $j<$m-($p-1); $j++)
153         {
154             // echo " i:$i j:$j <Br>";
155             $indice=1;
156             for($k=$j; $k<=( $j+$rp); $k++)
157             {
158                 $pm=$pm+$indice*$arr[$i][$k]; // $md[$in][$im]
159                 // $pm=$pm+$indice*$arr[$k];
160                 //echo " i:$i j:$j k:$k <Br>";
161                 //echo " $k => $arr[$k] <Br>";
162                 $indice++;
163             } // for
164             $pm=$pm/6;
165         }
166     }
167 }
```

The IDE interface includes a menu bar (File, Edit, View, Navigate, Source, Refactor, Run, Debug, Profile, Team, Tools, Window, Help), a toolbar, and a taskbar at the bottom with various application icons. The system tray shows the date and time as 10:21 p.m. on 19/08/2014.



Octubre 8, 9 y 10 de 2014 ♦ Ciudad Universitaria ♦ México, D.F.

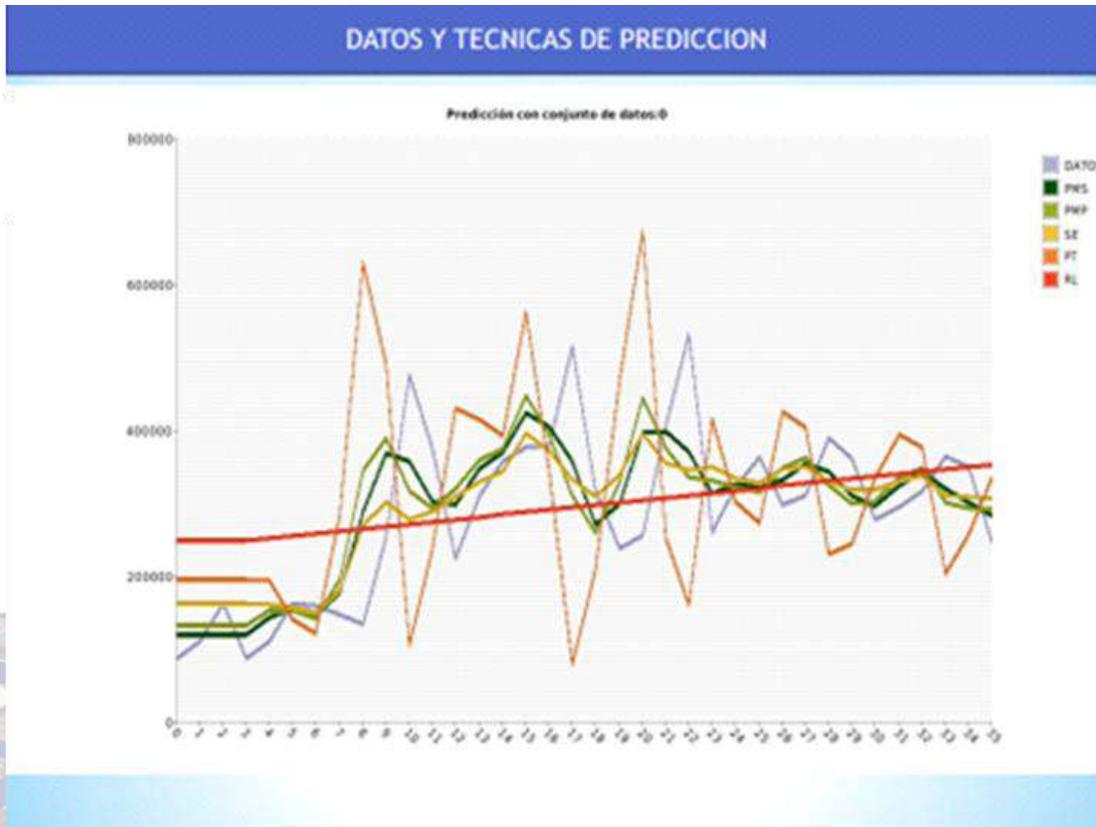


**ANFECA**  
Asociación Nacional de Facultades y  
Escuelas de Contaduría y Administración



```

NetBeans IDE 7.4
File Edit View Navigate Source Refactor Run Debug Profile Team Tools Window Help
...htm dir.php Graficadelineas.php projects.html Graficadelineas_r14062014.php sld.php
Source History
262 } //funcion RL
263
264 function se($arr, $n, $m, $p) //Función que calcula el Suavizamiento exponencial
265 {
266     for($i=0; $i<$n; $i++)
267     {
268         $spm=0;
269         $sip=$p-1;
270         $mse[$i][$sip]=$arr[$i][$sip-1]; // $mse[$spm]
271         //echo "<Br><Br>";
272         //echo " Método de Predicción por Suavizamiento Exponencial <Br>";
273         //echo " $mse[$sip] "; //pm
274         for($j=$p-1; $j<$m-1; $j++)
275         {
276             // echo " i:$i j:$j ip:$sip <Br>";
277             $sip=$sip+1;
278             $spm=$spm+1;
279             $mse[$i][$sip]=$mse[$i][$sip-1]+0.3*( $arr[$i][$sip-1]-$mse[$i][$sip-1]);
280             // echo " i:$i j:$j <Br>";
281             // echo " $j => $arr[$j] <Br>";
282             $size=round($mse[$i][$sip], 2); //pm
    
```



RESULTADOS DEL ERROR PARA LAS CINCO TECNICAS						
PMS	PMP	PT	SE	RL	VALOR MENOR	PRODUCTO
0.25	0.24	0.41	0.22	0.25	0.22	1
1.06	0.97	1.09	1.14	1.26	0.97	2
0.47	0.51	0.79	0.49	0.55	0.47	3
0.5	0.47	0.66	0.52	0.39	0.39	4
6.65	4.96	11.09	4.8	4.78	4.78	5

Se utiliza el software XAMPP, en el que se usa el módulo del servidor apache, el cual nos permite alojar nuestro sistema y este medio ambiente cuenta con el lenguaje de PHP.

HTML .= Hyper Text Markup Languaje

PHP .= Hypertext Preprocessor

XAMPP .= X= cualquier sistema operativo, A= Apache, M= My SQL, P= PHP, P=Perl

#### 6.-Validación del sistema.

Se compararon los resultados del programa con los obtenidos previamente en Excel para verificar el buen funcionamiento del programa desarrollado. Para llevar a cabo este paso se hizo una prueba con números aleatorios y habiendo tenido buenos resultados se probó con datos de dos empresas (se pretende probar el sistema por lo menos con datos de tres empresas diferentes)

#### 7.-Presentación de resultados preliminares.

Los resultados preliminares de la prueba con los datos de dos empresas son los siguientes: Las gráficas de los pronósticos de ventas presentan diferentes patrones para cada material (patrón de tendencia, patrón de estacionalidad, patrón de ciclicidad, patrón aleatorio o varios patrones) lo que hace necesario que para cada producto se determine el método o técnica de pronóstico más adecuado.

La técnica más adecuada es la que presenta el menor valor de error MAPE (error porcentual absoluto medio) en el rango entre 0 y 0.5.



Para patrones con errores mayores de 0.5 se selecciona la técnica de pronóstico con valor más bajo sujeto a corrección por una técnica cualitativa. Los valores más bajos de error se obtienen cuando se calcula el pronóstico considerando los datos de los tres últimos meses en comparación cuando se consideran los tres meses de enero, de febrero, etc.

De la primera empresa el 34 % (19 de 50 productos) y de la segunda el 29.16% (7 de 24 productos) en sus pronósticos obtienen un MAPE menor de 0.5, es decir, se puede utilizar la técnica de valor menor de MAPE para predecir las ventas que representan el 40% de las ventas en el caso de la empresa uno y el 88.56% de las ventas en el caso de la empresa dos, y en los demás productos hasta un valor de error de MAPE menor de 2.5 se deberá utilizar además un método cualitativo.

Resultados de las cinco técnicas de productos de la primera empresa que calcula el programa.

Fixers eliminats: 41  
Promedio de error de los 5 métodos PMS,PMP,PT,SE,RL

PMS	PMP	PT	SE	RL	<
0.25	0.24	0.41	0.22	0.25	0.22
1.06	0.97	1.09	1.14	1.26	0.97
0.47	0.51	0.79	0.49	0.55	0.47
0.5	0.47	0.66	0.52	0.39	0.39
6.65	4.96	11.09	4.8	4.78	4.78
2.65	2.33	1.43	3.73	4.71	1.43
5.13	4.07	2.1	4.73	4.84	2.1
0.32	0.33	0.52	0.34	0.32	0.32
0.22	0.22	0.32	0.22	0.2	0.2
0.9	0.88	1.21	0.84	0.76	0.76
1.08	1.09	1.32	1.15	1	1
0.38	0.4	0.63	0.37	0.44	0.37
1.11	1.02	1.05	1.02	0.96	0.96
0.53	0.54	0.86	0.47	7.45	0.47
2.19	2	1.67	3.57	14.9	1.67
0.51	0.52	0.66	0.48	0.43	0.43
5.61	5.28	5.22	5.62	6.17	5.22
25.96	24.58	17.99	45.55	35.82	17.99
4.16	3.89	3.49	4.32	4	3.49
0.56	0.55	0.73	0.57	0.57	0.55
0.34	0.33	0.49	0.33	0.29	0.29



Subir archivos, mostrar el x

localhost/proyecto/sld.php

0.48	0.42	0.36	0.57	0.57	0.36
371.08	372.75	382.92	380.21	493.14	371.08
0.3	0.29	0.36	0.36	0.5	0.29
0.73	0.68	0.73	0.71	0.73	0.68
1.74	1.65	1.71	2.06	2.13	1.65
1.13	1.18	1.8	1.02	1.05	1.02
0.32	0.31	0.37	0.31	0.3	0.3
0.64	0.6	0.55	0.57	0.6	0.55
6.09	4.32	9.38	4.93	6.3	4.32
0.39	0.39	0.52	0.41	0.39	0.39
0.45	0.43	0.64	0.42	0.38	0.38
0.81	0.8	0.95	0.77	4.25	0.77
2.07	1.8	2.72	1.99	3.37	1.8
0.65	0.63	0.75	0.61	0.52	0.52
0.54	0.57	0.84	0.5	0.42	0.42
3.24	3.04	3.63	3.18	4.23	3.04
1.64	1.08	2.84	1.58	2.27	1.08
0.86	0.83	1.05	0.83	1.38	0.83
0.24	0.27	0.66	0.25	0.34	0.24
1.02	0.95	1.07	1.12	1.41	0.95
2.37	2.56	3.79	2.77	2.93	2.37
0.58	0.56	0.58	0.55	0.54	0.54
3.48	2.51	4.99	3.28	2.98	2.51
0.29	0.3	0.48	0.29	0.25	0.25
1.57	1.28	1.51	1.36	1.67	1.28

11:41 p. m. 19/08/2014

Resultados de las cinco técnicas de la segunda empresa que calcula el programa.

Yahoo México

Subir archivos, mostrar el x

localhost/proyecto/sld.php

Promedio de error de los 5 métodos PMS,PMP,PT,SE,RL

PMS	PMP	PT	SE	RL	<
0.14	0.14	0.23	0.16	0.13	0.13
0.38	0.38	0.58	0.38	0.41	0.38
0.3	0.27	0.35	0.31	0.33	0.27
0.84	0.81	0.91	0.74	0.7	0.7
3.51	2.03	7.01	2.17	3.87	2.03
35.61	35.13	34.34	27.69	78.88	27.69
1.91	1.72	2.12	1.58	1.85	1.58
1.24	1.11	1.09	2.01	2.91	1.09
0.17	0.17	0.23	0.16	0.14	0.14
67.19	81.66	154.01	97.82	244.38	67.19
2.6	2.6	3	2.48	2.48	2.48
1.99	1.85	2.18	2.16	2.55	1.85
201.91	189.22	126.21	190.25	174.94	126.21
1368.97	1375.13	1791.44	1125.36	1262.8	1125.36
8.4	9.63	18.21	9.27	10.71	8.4
6.1	6.98	13.31	6.45	6.24	6.1
94.81	114.8	215.06	74.64	136.88	74.64
15.95	13.62	11.18	15.66	13.11	11.18
0.7	0.69	1.07	0.74	0.78	0.69
0.66	0.69	0.81	0.59	0.43	0.43
0.17	0.18	0.27	0.17	0.15	0.15
2.11	2.15	5.31	2.74	132.24	2.11
0.34	0.35	0.7	0.41	0.43	0.34

11:54 p. m. 19/08/2014



## BIBLIOGRAFIA.

Anderson, D., Sweeney, D., William, T., & Camm, J. (2011). Métodos cuantitativos para los negocios. México, D. F.: CENGAGE Learning.

Chase, R., Aquilano, N., & Jacobs, R. (2004). Administración de producción y operaciones manufactura y servicios. México, D. F.: McGRAW-HILL.

Chopra, S., & Meindl, P. (2008). Administración de la cadena de suministro. México, D. F.: Pretince Hall.

Collier, D., & Evans, J. (2009). Administración de operaciones servicios y cadena de valor. México, D. F.: CENGAGE Learning.

Durbin, J., & Koopman, S. (2001). Times Series Analysis by space methods. Londres: Oxford University Press.

Everett, A., & al., e. (2000). Administración de la produccción y las operaciones. México, D. F.: Prentice Hall Hispanoamericana.

Henke, J., & Reitch, A. (2001). Business forecasting. New Jersey: Prentice-Hall.

Monks, J. (2004). Administración de Operaciones. México, D. F.: McGRAW-HILL.

Taha, H. (2004). Investigación de operaciones . México, D. F.: PEARSON Educación.

Vidal, C., Condoño, J., & Contreras. (septiembre de 2004). Aplicación de modelos de inventarios en una cadena de abastecimiento de productos de consumo masivo con una bogeda y N puntos de ventas. Recuperado el 3 de abril de 2012, de <http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=3&hid=19&sid=dd78005c-4cac-4fec-935b-a02f8fff832a%40sessionmgr10>

Winston, W. (2005). Investigación de Operaciones Aplicaciones y Algoritmos. México, D. F.: THOMSON.

