



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

“DETERMINACIÓN DEL PRESUPUESTO PARA
UN PRODUCTO DE IMPORTACIÓN DE ALTO
VALOR”

TRABAJO ESCRITO VÍA CURSOS DE
EDUCACIÓN CONTÍNUA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO QUÍMICO

PRESENTA

JACOBO GIACOMAN MARTÍNEZ

MÉXICO, D.F. MAYO 2010





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO

PRESIDENTE MARCOS ENRÍQUEZ RODRÍGUEZ

VOCAL ALEJANDRO ZANELLI TREJO

SECRETARIO ALEJANDRO GUTIERREZ MORENO

1er SUPLENTE JORGE RAFAEL MARTÍNEZ PENICHE

2do SUPLENTE EDUARDO MORALES VILLAVICENCIO

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

**ANTIGUA ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS QUÍMICAS, UNAM
MÉXICO, D.F.**

Asesor: MARCOS ENRÍQUEZ RODRÍGUEZ

Sustentante: JACOBO GIACOMAN MARTÍNEZ

AGRADECIMIENTOS

A Dios, mi salvación y sustento en todo momento. La gloria sea solo a Él.

A México, mi país.

A Adriana, mi inseparable y amorosa esposa. A quien algún día me atreví a entregarle esa flor que no puede enviarle y ahora somos uno. Siempre serás mi mejor amiga y refugio. Te amo.

A Rifke y Elías, estos hermosos seres que Dios me presta por un tiempo y por quienes cada día me esfuerzo para que sean salvos y personas de provecho y bien. Siempre esfuércense y sean valientes. Los amo.

A mi madre, Naela, incansable mujer que lo dio todo por mí y mis hermanos. Quien siempre será mi ejemplo de perseverancia, estudio y entrega. Mamita te amo.

A mi padre, Francisco Javier, hombre de metas claras, amoroso y trabajador. Gracias por no abandonarme y estar pendiente de tus hijos. Te amo.

A Ismael y Abraham, mis hermanos que siempre me amaron y entendieron incondicionalmente. Gracias por su amor y alegría. Siempre pueden contar conmigo. Los amo.

A Rubén y Ricardo, quienes a pesar del tiempo y la distancia, siempre han estado conmigo. Gracias por su amistad y gracias por seguir siendo mis amigos desde mi infancia.

A Alain, Julio y Raúl. Gracias por impulsarme siempre a concluir este trabajo con su amistad y apoyo. Las dificultades y aventuras que pasamos mientras estudiamos juntos son imborrables en mi mente.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por darme la oportunidad de prepararme para realizarme profesionalmente. Espero algún día poder retribuir un poco de lo mucho que me diste.

Al Ing. Marcos Enríquez, por su apoyo desinteresado para tomar el reto de asesorarme.

A todos aquellos que de algún modo por espacio omito y que han estado y siguen en mi vida. Gracias, totales.



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.

Planteamiento del problema.....1

Objetivo.....1

INFORMACIÓN GENERAL.

Historia de los gases2

Gas en estudio5

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS DISPONIBLES. 7

Gráfico 1.....8

Gráfico2.....9

Gráfico 3.....10

Gráfico 4.....11

Gráfico 5.....12

Gráfico 6.....13

Gráfico 7.....14

Tabla A.....15

Tabla B.....16

Método propuesto de Pronóstico.....16

Promedios móviles.....17

Cálculos de promedios móviles.....18

RESULTADOS OBTENIDOS. 19

Resultados Obtenidos/Gráfico 8.....19

Resultados Obtenidos/Gráfico 9.....20

Resultados Obtenidos/Gráfico 10.....21

Resultados Obtenidos/Gráfico 11.....22

Resultados Obtenidos/Gráfico 12.....23



Resultados Obtenidos/Gráfico 13.....	24
Resultados Obtenidos/Gráfico 14.....	25
Resultados Obtenidos/Gráfico 15.....	26
Resultados Obtenidos/Gráfico 16.....	27
Resultados Obtenidos/Gráfico 17.....	28
Resultados Obtenidos/Gráfico 18.....	29
Resultados Obtenidos/Gráfico 19.....	30
TABLAS RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS.	31
Tabla C y D.....	31
Tabla D y E.....	32
ANÁLISIS DE RESULTADOS.	33
CONCLUSIONES	34
Tabla F y G.....	35
BIBLIOGRAFÍA.	36
ANEXO I.	38
ANEXO I.	39



INTRODUCCIÓN.- Planteamiento del problema.

Por muchos años la elaboración del presupuesto de ventas de unidades de helio líquido para una compañía productora y comercializadora de gases se ha realizado sin una metodología que permita una certidumbre o al menos un menor margen de error con respecto a las ventas reales de este producto.

Históricamente se ha realizado el presupuesto de ventas de las unidades del helio líquido conforme a los siguientes parámetros:

- 1.- Unidades vendidas el año previo.
- 2.- Crecimiento estimado de mercado, que generalmente se estima con el mismo % de crecimiento del Índice Nacional de Precios al Consumidor o INPC ⁽¹⁾ esperado para el año siguiente.
- 4.- Inversión esperada en los sectores salud e investigación para la adquisición de equipos que consuman este producto.

Sin embargo con los datos disponibles, presentados más adelante, se verá que el error absoluto entre los valores estimados y los reales de ventas presentan diferencias muy grandes.

(1) Banco Nacional de México. www.banxico.mx

Objetivo.

Determinar un método para pronosticar con mayor precisión el presupuesto de ventas de unidades de helio líquido con respecto al método de estimación actual de ventas de este producto.

Para esto se utilizará el método de pronóstico de los promedios móviles, visto en el diplomado "Administración de la Producción" impartido en el UNAM Facultad de Química Sede Tacuba ⁽²⁾.

Con base en la información disponible, al no presentar una tendencia, ciclo y/o estacionalidad en las ventas de unidades de helio líquido, se empleará el método de promedios móviles como un método de pronóstico más preciso para elaborar el presupuesto de ventas de este producto.

Para comprobar esto, se analizarán los errores absolutos promedio del método actual de estimación y los de los promedios móviles, con respecto a los valores reales de ventas para determinar que el segundo método es más preciso que el primero.

(1) Banco Nacional de México, www.bancomex.com
(2) Diplomado en Administración de la Producción, Módulo II.



INFORMACIÓN GENERAL.

Historia de los gases.

Desde principios del siglo pasado y hasta el presente, el sector industrial mexicano ha requerido de los gases para poder lograr la elaboración de la mayoría de sus procesos productivos. Desde el proceso de soldadura con oxígeno y acetileno de un taller corte y soldadura, hasta el uso de mezclas de calibración de más de 26 componentes requeridas por PEMEX.

Sin embargo en los inicios de la industria mexicana, el uso de los diferentes gases no era tan común como en países desarrollados como en los Estados Unidos, Canadá y Alemania por mencionar algunos.

Conforme se fue requiriendo de los gases en la industria mexicana, se fue abriendo un campo de oportunidad para la compra/distribución o producción de oxígeno, primer gas producido en México a principios del siglo XX.

Mientras la demanda de gases fue creciendo en México, compañías extranjeras y mexicanas buscaron satisfacer este mercado y ya para los años 60 el volumen requerido de gases para el mercado industrial creció de manera importante.

De hecho, la primera compañía mexicana que produjo oxígeno, utilizó tecnología alemana, produciendo la cantidad de 6 m³/día.

En perspectiva, hoy día éste es el volumen que se requiere para llenar un solo cilindro de cientos de miles que se producen en el país en diferentes purezas y aplicaciones.

Con el paso del tiempo otro tipo de gases que se exportaban hasta la mitad del siglo XX, como el nitrógeno, argón, CO₂ entre los más usados, se pudieron producir en el país gracias a la adquisición de tecnología para la producción criogénica de estos gases.

Ya para finales del siglo XX, en los años 80 y principalmente los años 90, el tratado de libre comercio permitió que mucha más tecnología ingresara al país, así como compañías extranjeras que producirían un mayor volumen de gases y mezclas para más aplicaciones.

Del mismo modo, el sector industrial elevó los estándares de fabricación de productos de demanda interna y/o externa, así como la demanda de gases que se incremento en la misma proporción.



Además se requirió de gases con especificaciones de impurezas contenidas menores debido a los nuevos estándares internacionales en la fabricación de productos del sector industrial mexicano.

Aunque actualmente la gran mayoría de los gases y mezclas que existen se producen en México, todavía hay gases y mezclas de gases que deben ser adquiridos en el exterior, principalmente de los E.U.A.

Hoy día la gama de aplicaciones de los gases en sus diferentes purezas y presentaciones es prácticamente infinita. A continuación se describen las principales aplicaciones de los gases más comunes en el sector industrial ^(3, 11 y 12):

Oxígeno:

Sus aplicaciones son muy variadas, desde proceso como el corte y soldadura, soldadura autógena, enriquecimiento de flamas, hasta oxígeno hospitalario, mezclas de soldaduras, oxidación de materia orgánica en el tratamiento de aguas, extracción alcalina, procesos de oxigenación, etc. Su uso se amplía a las industrias del acero, construcción, minera, vidrio, tratamiento de aguas y en altos grados de pureza para el sector salud e investigación entre otros usos.

Nitrógeno:

Este es el gas de mayor presencia en la atmósfera del planeta y sus múltiples aplicaciones son como propelente, inertización de equipos de proceso, tratamientos térmicos, barrido de líneas de proceso, crio-molienda de hule, extrusión de envase de plástico de consumo humano, crio-conservación de órganos, inflado de llantas, congelación de alimentos, presurización de envases, conservador de alimentos, corte láser de metales, etc.

Dióxido de Carbono:

Este compuesto en su presentación sólida, líquido y gaseosa se comercializa principalmente en limpieza industrial, desengrasado, cámaras frías, transporte de congelados, soldadura y corte, carbonatación de bebidas, tratamiento de aguas residuales, agente extintor de incendios, atmósferas inertes, fundición de metales, barrido de líneas y tanques de proceso, gas propelente en espectáculos y hasta como gas de efecto para fiestas de XV años.

Argón:

Debido a que no reacciona con otros elementos, su uso es muy conocido en las lámparas incandescentes, en focos, soldadura, desgasificación de aluminio, desulfuración, tratamiento

(3) Matheson Gas Hand Book
(11) Catálogo de Gases INFRA 2010.
(12) Gas and Equipment Catalog



térmico de metales, soldadura bajo el agua, así como su uso en equipos de investigación científica.

Hidrógeno:

El elemento más ligero y más abundante en el universo, se utiliza como combustible que produce cero emisiones contaminantes, gasolinas con bajo contenido de azufre, síntesis de alcoholes, procesos de hidrogenación, refrigerante en generadores eléctricos y en equipos de investigación de sus purezas más altas.

Acetileno:

Desde principios del siglo XX su uso fue utilizado en los proceso de corte y soldadura, sin embargo su aplicación se ha ampliado a fabricación de maquinaria y equipo pesado, materia prima en procesos de síntesis química de plásticos, resinas, síntesis químicas, etc.

Helio:

El segundo elemento más ligero tiene como virtud que es más ligero que el aire, además de también ser inerte. Sus usos son muy variados, desde el inflado de globos, pasando por la detección de fugas de líneas y equipos de proceso, mezclas para soldar como gas de protección, mezclas para buceo y en su forma líquida, para el enfriamiento criogénico en resonancias magnéticas.

El mayor volumen requerido de todos estos gases actualmente se divide principalmente en los siguientes mercados y no solo incluye el suministro de gases, sino que ahora también tienen servicios inherentes relacionados con los mismos:

- ✓ Sector salud.
- ✓ Sector láser industrial para corte y soldadura.
- ✓ Industria de manufactura electrónica.
- ✓ Mezclas petroquímicas.
- ✓ Emisiones y monitoreo ambiental.
- ✓ Presurización y carbonatación de bebidas.



- ✓ Congelación de alimentos y transportación de alimentos.
- ✓ Maduración de frutas y vegetales.
- ✓ Sector automotriz.
- ✓ Petroquímica y Química.
- ✓ Metalúrgica.

Para la distribución y suministro de estos gases y mezclas, se requieren distintos tipos de contenedores en los que se distribuyen estos gases, como son los cilindros de acero y cilindros de aluminio de diferentes capacidades, tanques tipo termo, tanques criogénicos, sistemas de *racks*, *tube trailers*, así como sistemas *minibulk*.

Gas en estudio.

El helio líquido es un gas incoloro, inodoro e insípido a temperatura ambiente. En su forma de líquida, es un criogénico cuyo punto de ebullición es de $-268.93\text{ }^{\circ}\text{C}$ ^(4, 10,) en condiciones estándares de presión y temperatura ⁽¹³⁾. Principalmente es usado en el enfriamiento de resonancias magnéticas por su temperatura.

La definición de líquido criogénico es aquel que tiene un punto de ebullición está por debajo de los $-151.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ⁽³⁾ y se caracteriza por expandir un volumen de líquido a 400 a 700 veces su volumen en gas.

La temperatura del helio líquido favorece el fenómeno de superconductividad a través de un circuito cerrado o bobina dentro del equipo de resonancia magnética.

Esto es, logra que las pérdidas de energía en el sistema del equipo sean casi cero. Permitiendo de este modo mantener el campo magnético funcionando aun apagando el equipo.

Esta bobina al estar sumergida en el helio líquido y al introducir una corriente de electricidad determinada, forma un imán muy poderoso que permanece entre tanto haya un nivel mínimo de este líquido criogénico, determinado por el proveedor original de equipo.

Este equipo funciona al orientar una proporción de los protones de los átomos de hidrógeno contenidos en el cuerpo con un campo magnético. La proporción de protones que se orientan dependerá de la intensidad del campo magnético.

(3) Matheson Gas Hand Book

(4) Air Products Gases and Equipment Fact Book

(10) Perry 's Chemical Engineers' Handbook

(13) Condición Estándar-Wikipedia.



Una vez orientados los protones al campo magnético, y siendo estimulados por ondas de radiofrecuencia, estos al regresar a su estado energético previo, liberan energía que se detecta en señales de radio y son captadas con una computadora que las transforma en imágenes internas, permitiendo ver internamente los órganos y partes blandas del cuerpo en cortes de grosor milimétrico para detección de tumores, cáncer y otras enfermedades degenerativas del cuerpo humano.

Por esta razón, el suministro oportuno del helio líquido al equipo de resonancia magnética es de vital importancia para el correcto funcionamiento de este equipo de diagnóstico.

El suministro de este líquido criogénico se obtiene en pipas a través de diversos proveedores estratégicos en los Estados Unidos de América como Air Products, Matheson Trigas, Air Liquide, BOC, Air Gas, etc.

Las pipas o contenedores súper aislados del gas/líquido tienen una chaqueta de nitrógeno líquido, así como de cámaras de vacío y materiales aislantes que impide la transferencia de calor al líquido criogénico evitando así grandes pérdidas de este valioso producto.

Una vez que la pipa llega a la planta de envasado y distribución, se procede al envasado a *dewars* o tanques tipo termo para su distribución en forma líquida.

Con la presión contenida o excedente en la pipa se efectúa el llenado de cilindros de helio en forma gaseosa de diversas capacidades.

Ya en los tanques termo o *dewars*, se procede a la programación de envío y distribución a través de toda la república mexicana conforme a los requerimientos del mercado y la programación realizada con base en los niveles de recarga establecidos.

La introducción del helio líquido en los equipos de resonancia se debe realizar por personal certificado por los proveedores de equipo y con equipo especializado para evitar actos inseguros, fugas y/o descomposturas a los equipos de resonancia magnética.

Los equipos que requieren este producto deben ser rellenados en un nivel en específico según lo especifique el proveedor de equipo, para mantener una temperatura uniforme en el contenedor del equipo para su óptimo funcionamiento.

Un nivel bajo de helio líquido puede afectar el funcionamiento, desempeño y hasta la integridad de estos equipos. Por esta razón se deben mantener monitoreados los niveles de helio por lo menos una vez a la semana para programar oportunamente el envío de este producto y personal de servicio para relleno de los equipos de resonancia magnética.



DETERMINACIÓN DEL PRESUPUESTO PARA UN
PRODUCTO DE IMPORTACIÓN DE ALTO VALOR



La programación de entrega y servicio de transferencia se planear con anticipación y en coordinación del usuario del equipo, para no afectar su rol de pacientes, evitando perdida de pacientes por paros no programados para realizar la recarga de helio líquido.

Este servicio de relleno al equipo también se debe llevar a cabo de preferencia cuando se realiza algún mantenimiento al equipo, mientras esta sin pacientes.



DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS DISPONIBLES

En las siguientes páginas se mostrarán los datos disponibles de unidades presupuestadas contra unidades reales vendidas entre de los años 2005 al 2009. Estos datos están disponibles en el sistema comercial interno ⁽⁵⁾ de la compañía que comercializa el helio líquido y se ilustrarán en los gráfico del 1 al 7.

El gráfico 1 muestra para 2005 los datos de las unidades reales mensuales vendidas contra las unidades mensuales presupuestadas con el método de estimación actual.

El gráfico 2, hará lo propio para 2006, el gráfico 3 para 2007, el gráfico 4 para 2008, el gráfico 5 para 2009 y finalmente el gráfico 6 mostrará los 5 gráficos previos en uno.

Finalmente, el gráfico 7 muestra las unidades reales vendidas anuales vs. las unidades presupuestadas anuales de 2005 a 2009.

Con base en esta información, calcularemos el error absoluto promedio mensual del método actual de estimación para presupuestar las unidades a venderse cada año. De cada error mensual se calculará un error promedio de estos errores mensuales determinados.

Este mismo error se evaluará con el método de los promedios móviles para poder realizar una comparación equivalente para determinar cuál método de pronóstico es más efectivo.

Es importante mencionar que la variación de venta de unidades del líquido criogénico en estudio en generalmente está determinado por los siguientes factores:

- 1.- Nivel de recarga recomendado por el proveedor original de equipo en equipos instalados.
- 2.- La cantidad de producto requerido en la instalación de equipos nuevos o sustitución de equipos instalados por otros de nueva generación.
- 3.- Pagos actualizados / Crisis económicas.

(5) Sistema Comercial Interno



-
- 4.- Descompostura del sistema de enfriamiento del equipo que mantiene la evaporación del producto controlada.
 - 5.- Evaporación súbita accidental del producto (quench).
 - 6.- Fallas en suministro eléctrico.



Gráfico 1

Unidades Reales Vendidas vs. Presupuesto 2005

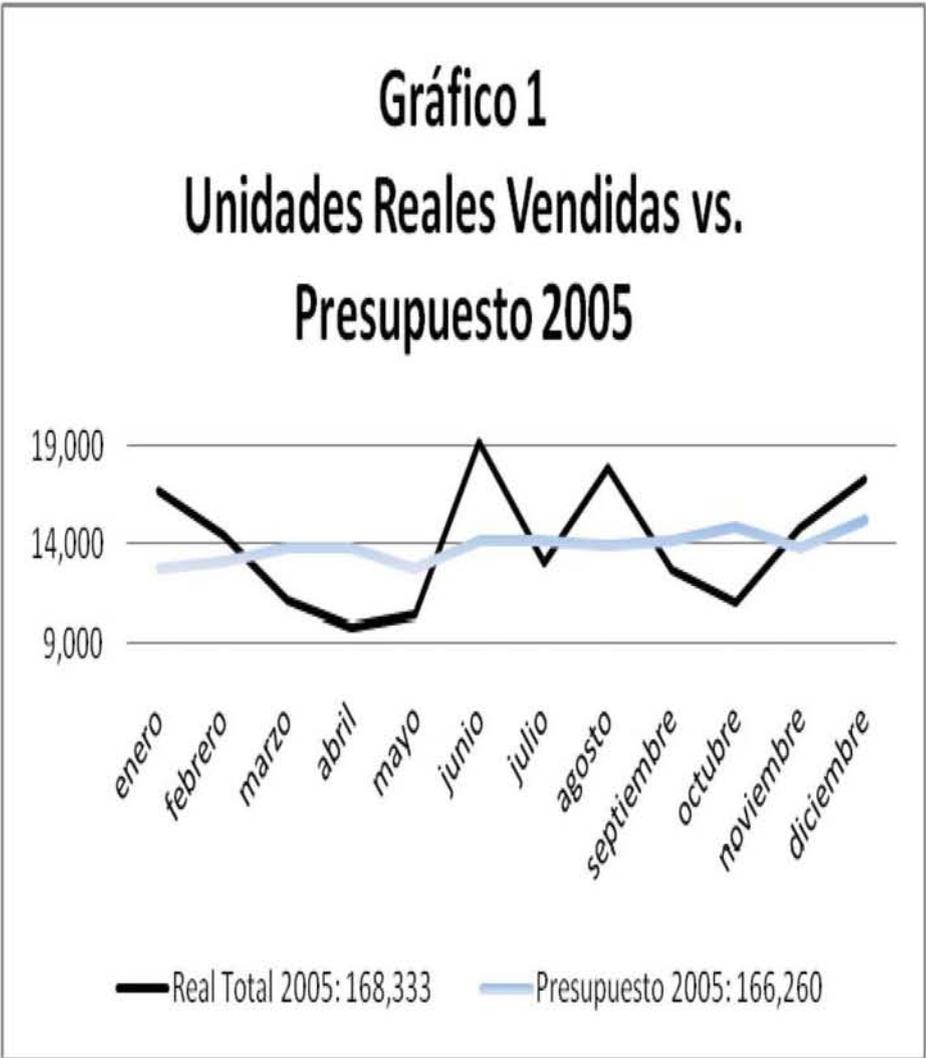




Gráfico 2

Unidades Reales Vendidas vs. Presupuesto 2006

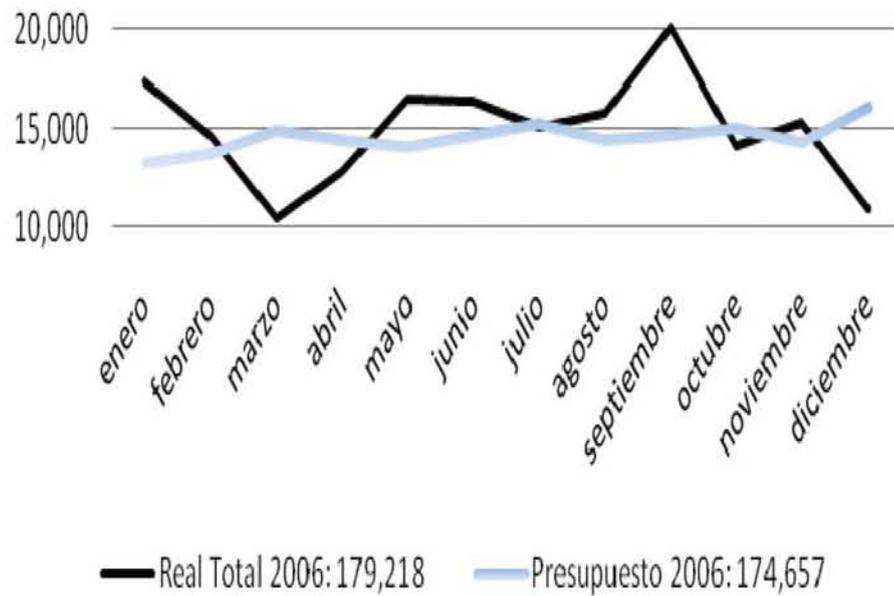




Gráfico 3

Unidades Reales Vendidas vs. Presupuesto 2007

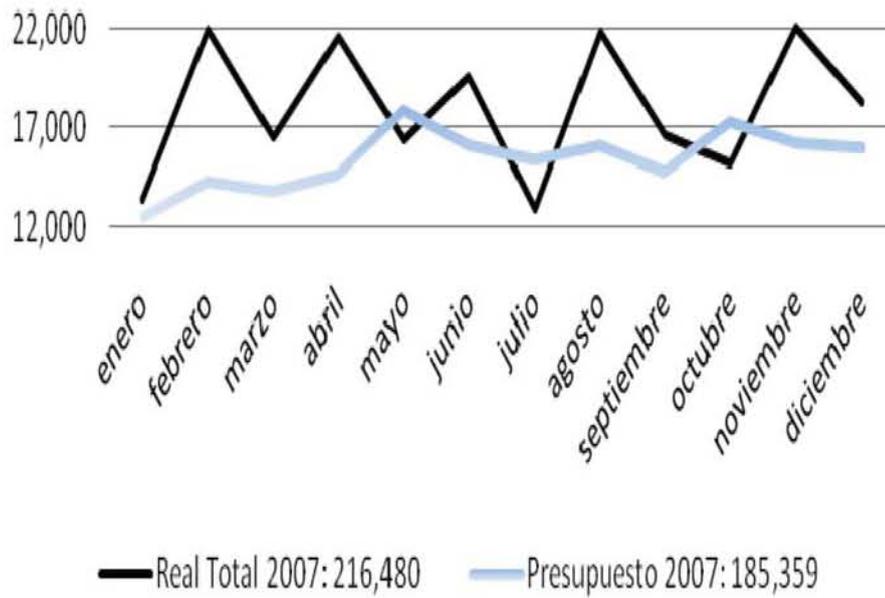




Gráfico 4 Unidades Reales Vendidas vs. Presupuesto 2008

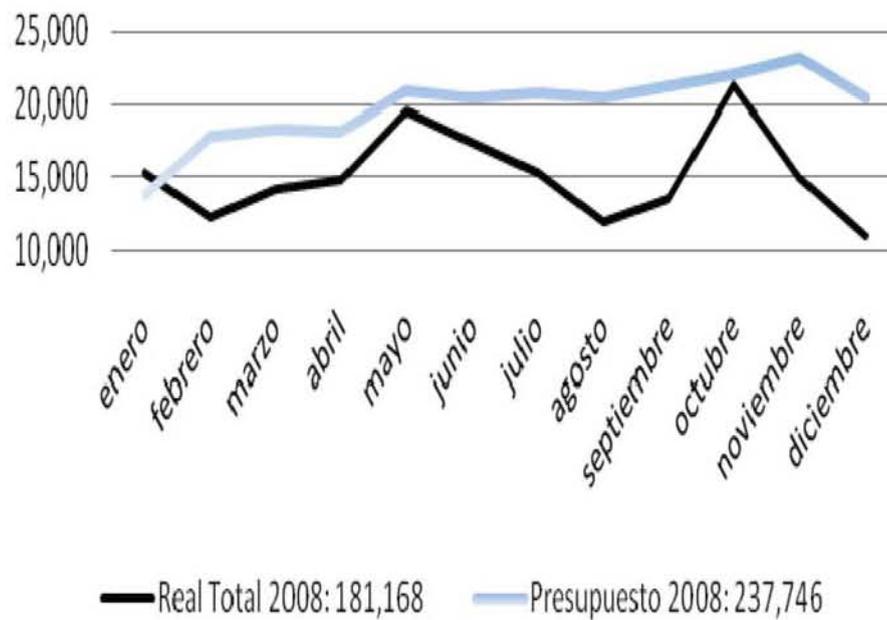




Gráfico 5 Unidades Reales Vendidas vs. Presupuesto 2009

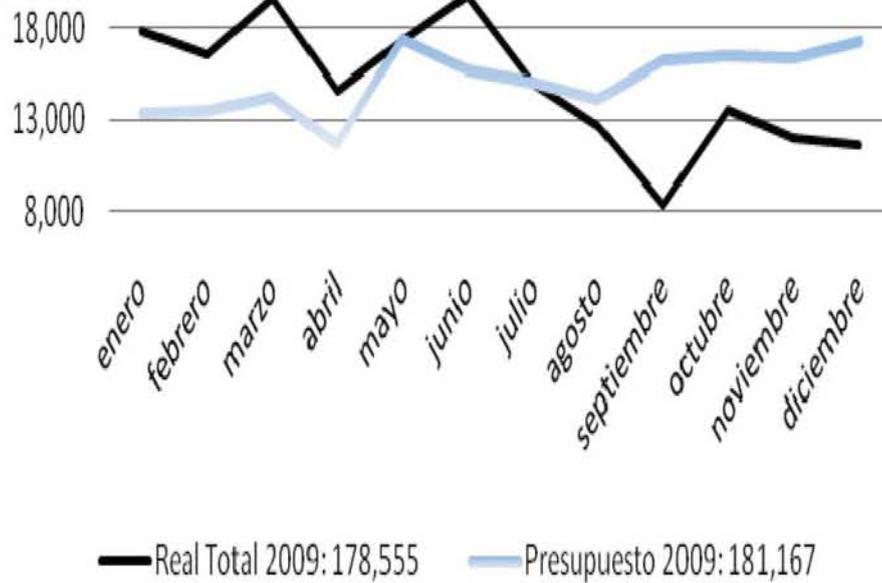




Gráfico 6
Unidades Reales Vendidas vs. Unidades Presupuestadas
2005-2009 (Mensual)

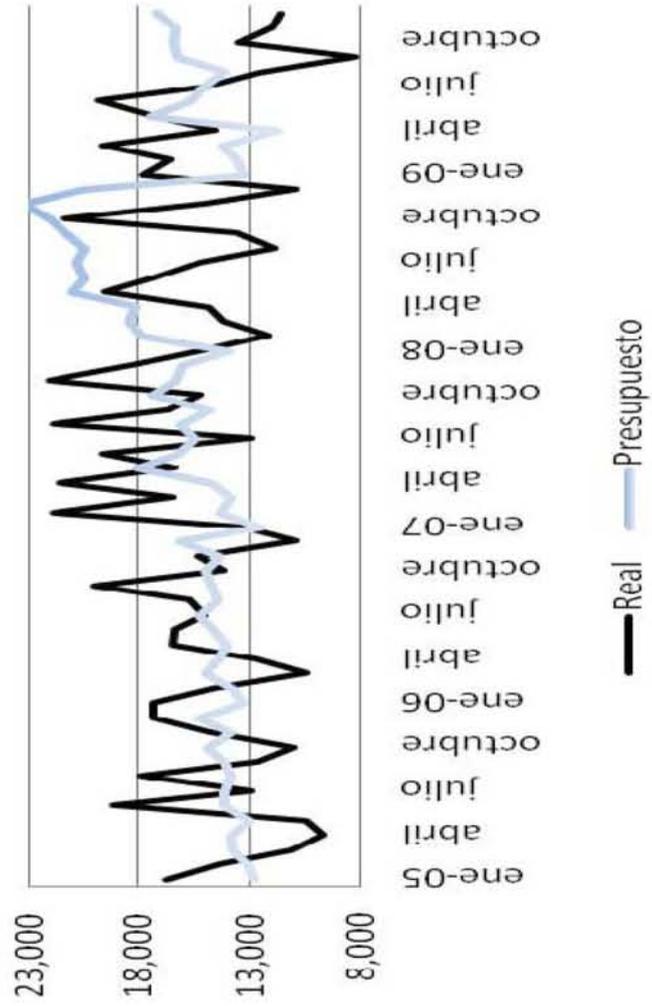
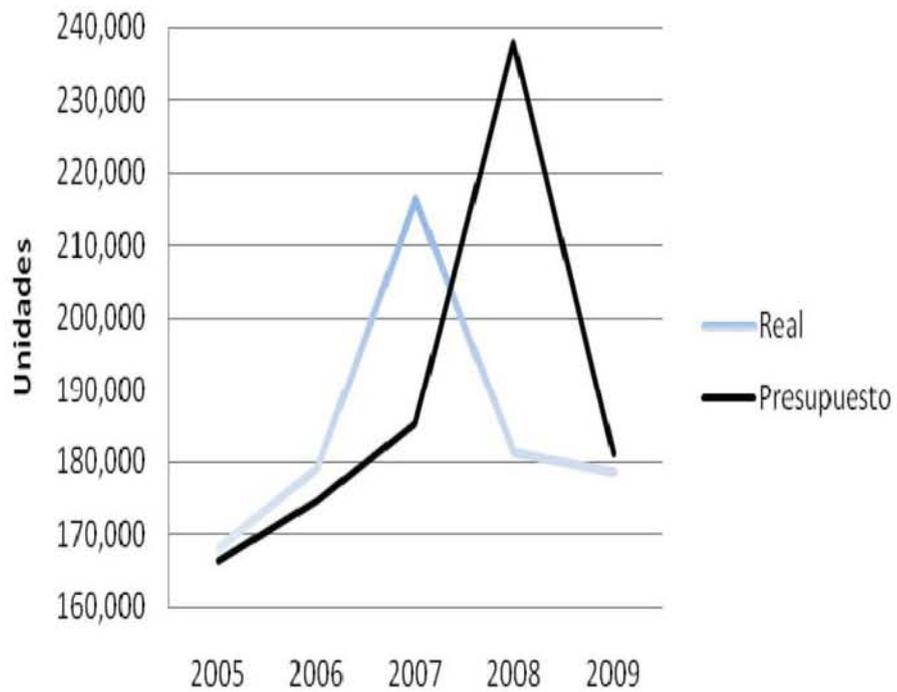




Gráfico 7
Ventas Reales vs. Presupuesto
Anual 2005 - 2009





Para efectos de ilustración, en el anexo 1 se muestra gráficamente el comportamiento de las unidades vendidas reales anuales contra el Índice Anual de Precios al Consumidor de 2005 a 2009, consultados en la página web del Banco de México ⁽¹⁾ para descartar algún comportamiento en las ventas reales con el INPC como actualmente se estima para la elaboración del presupuesto de ventas.

Análisis de la información disponible.

A continuación se presentan en la tabla A los valores de las unidades reales vendidas y las unidades presupuestadas ⁽⁵⁾ mostradas en los gráficos 1 al 6, así como el Error Absoluto Promedio Mensual (EAPM) de las unidades presupuestadas con respecto a las unidades reales vendidas.

TABLA A

	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	sept.	oct.	nov.	dic.
Real 2005 (168,333)	16,708	14,376	11,129	9,739	10,441	19,179	12,990	17,900	12,697	11,030	14,825	17,319
Presup. 2005 (166,260)	12,724	13,011	13,736	13,806	12,949	14,092	14,128	13,832	14,079	14,866	13,788	15,247
Error Absoluto Mensual	3,984	1,365	2,607	4,068	2,509	5,087	1,139	4,068	1,382	3,836	1,037	2,072
Error promedio de los errores determinados (2005) =												2,763
Real 2006 (179,218)	17,306	14,628	10,488	12,792	16,473	16,335	15,020	15,732	20,034	14,143	15,308	10,958
Presup. 2006 (174,657)	13,254	13,727	14,938	14,425	14,003	14,599	15,255	14,390	14,631	14,989	14,304	16,142
Error Absoluto Mensual	4,052	901	4,450	1,633	2,471	1,736	235	1,342	5,403	846	1,004	5,185
Error promedio de los errores determinados (2006) =												2,438
Real 2007 (216,480)	13,439	21,938	16,503	21,626	16,389	19,589	12,931	21,880	16,647	15,209	22,047	18,283
Presup. 2007 (185,359)	12,524	14,315	13,837	14,707	17,963	16,157	15,403	16,063	14,779	17,353	16,265	15,992
Error Absoluto Mensual	915	7,622	2,665	6,919	1,574	3,432	2,472	5,816	1,868	2,144	5,782	2,291
Error promedio de los errores determinados (2007) =												3,625
Real 2008 (181,168)	15,253	12,198	14,140	14,832	19,495	17,351	15,252	11,883	13,567	21,336	14,900	10,962
Presu. 2008 (237,746)	13,894	17,782	18,396	18,119	20,936	20,391	20,735	20,392	21,287	22,049	23,294	20,470
Error Absoluto Mensual	1,359	5,584	4,256	3,287	1,441	3,040	5,483	8,509	7,720	713	8,394	9,509
Error promedio de los errores determinados (2008) =												4,941
Real 2009 (178,555)	17,773	16,586	19,599	14,548	17,291	19,788	14,949	12,575	8,298	13,520	11,988	11,640
Presup. 2009 (181,167)	13,290	13,518	14,221	11,770	17,420	15,646	15,031	14,141	16,204	16,415	16,318	17,194
Error Absoluto Mensual	4,483	3,069	5,378	2,778	129	4,142	82	1,566	7,906	2,895	4,330	5,554
Error promedio de los errores determinados (2009) =												3,526

(1) Banco Nacional de México, www.banxico.mx

(5) Sistema Comercial Interno



La tabla B, muestra el % de desviación del Error promedio de los errores determinados del método de estimación actual de presupuesto comparado con las unidades reales vendidas promedio anual de 2005 a 2009:

TABLA B

	Unidades Reales Promedio Mensual	Error Promedio de Errores Determinados	% Error
2005	14,028	2,763	19.7%
2006	14,935	2,438	16.3%
2007	18,040	3,625	20.1%
2008	15,097	4,941	32.7%
2009	14,880	3,526	23.7%

Habiendo visto no hay tendencia en las unidades reales vendidas, se analizarán solamente 2008 y 2009 para el comparativo del método actual de estimación presupuestal contra el propuesto de promedios móviles no contenga demasiada información del pasado.

Observamos que para 2008, el % de desviación del método de estimación actual contra las ventas reales es de 32.7%, lo que significa una desviación en unidades de 4,941.

Para 2009, este % de desviación fue 23.7% o 3,525 unidades.

Utilizando este error promedio de los errores absolutos determinados para cada año podremos compararlo más adelante con los obtenidos con el método de promedios móviles y determinar cual es más preciso.

A continuación se realizará un breve resumen de los métodos de pronóstico que existen y posteriormente el análisis del método de los promedios móviles comparándolo con las unidades reales vendidas para determinar su error promedio de los errores determinados.

Métodos de Pronóstico

Durante el Diplomado en Administración de la Producción se revisaron dos clases de métodos de pronósticos: Los Cuantitativos y los Cualitativos ^(2, 6, 7, 8 y 9). A continuación se mencionarán brevemente estos métodos:

Métodos Cualitativos

Los métodos cualitativos son aquellos cuando no se cuentan con pocos o ningún dato. El criterio para aplicarlos es la experiencia de las personas.

(2) Diplomado en Administración Industrial, Módulo II. (6) Estadística para Administración y Economía.

(7) Diplomado en Gestión Estratégica de las Finanzas Públicas. (8) www.getiopolis.com/pronosticos

(9) www.emaister.com/cursos-gratis



Estos métodos se emplean generalmente para productos que no existen en el mercado. Se cuenta entre estos métodos el Delphi, los estudios de mercado, consensos de un panel, los pronósticos visionarios y la analogía histórica (basada en los comparativos de productos similares).

La exactitud de estos métodos es de regular a mala y se utilizan para tiempos estimados de pronóstico de dos a más meses, según lo estime la persona que lo elabora.

Métodos Cuantitativos

Para estos métodos, se cuentan con series de datos en el tiempo.

Métodos de proyección

Entre estos métodos están los de **promedios móviles**, suavización exponencial y Box-Jenkins los cuales utilizan la información pasada para hacer una proyección a futuro de dicha información. Se usan para analizar y pronosticar series de datos que no necesariamente tienen una tendencia.

Métodos Causales

Son los conocidos como los modelos de regresión lineal simple y regresión lineal múltiple entre muchos otros. Principalmente se utilizan para series de datos que presentan una tendencia.

Promedios Móviles.

La metodología propuesta para calcular el presupuesto de ventas de helio líquido será la de promedios móviles que se describe con la siguiente fórmula:

$$PM(n) = \frac{\sum (\text{n valores de datos más recientes})}{n}$$

En donde PM es el promedio móvil en estudio y n es el parámetro de amplitud de valores en el tiempo para calcular el promedio móvil.

El método indica que conforme se van obteniendo datos nuevos en el tiempo, estos sustituirán los datos obtenidos previamente de manera cronológica, en la fórmula mencionada previamente.



La cantidad de datos a utilizarse en el parámetro n se determinará con base a experiencia conocida y/o probando intervalos de n para determinar cual tiene un error absoluto menor del pronóstico con respecto al real.

Es importante recordar que se utilizó el método de promedios móviles ya que la información analizada previamente no presenta ningún tipo de tendencia como la estacionalidad, moda o tendencia.

En caso de que la información presentara alguna tendencia o estacionalidad, el método de los promedios móviles no serviría ya que su principal virtud es la consideración de la información más reciente en un intervalo determinado para pronosticar valores a futuro.

Para la determinación del parámetro n , no se tiene una regla exacta para su determinación, sin embargo se puede decir que los valores reportados en la literatura consultada ⁽⁶⁾ y ⁽⁷⁾ más utilizados van desde el 2 y hasta el 12.

La teoría de los promedios móviles nos indica que a mayor valor del parámetro n , la suavización de la curva pronóstico será mayor y viceversa. Esto se puede observar en las tablas-gráficos de la 8 a la 19.

Cálculo de los promedios móviles.

La información con la que se cuenta del sistema interno comercial de ventas de la compañía comercializadora del líquido criogénico en estudio, se muestra en las subsecuentes tablas-gráficos del 8 al 19 en donde se calculan los promedios móviles de cada mes para 2008 y 2009 con la variación del parámetro n de 2 a 7 meses.

También se calcularán los errores absolutos promedio, y el error promedio de estos errores calculados con los promedios móviles que nos permitirá la comparación con el método de estimación actual.

Para fines prácticos, se buscará proponer a esta compañía un parámetro n lo más grande posible para que el presupuesto sea re-calculado solamente una vez al año, dando certidumbre a los reportes de ventas para el consejo.

Al final de las tablas-gráficos se presentarán las tablas resumen de los resultados resumidos del cálculo de los errores promedio de los errores absolutos determinados con promedios móviles para cada n de 2008 y 2009.

A continuación las tablas-gráficos del 8 al 19:

(6) Estadística para Administración y Economía.

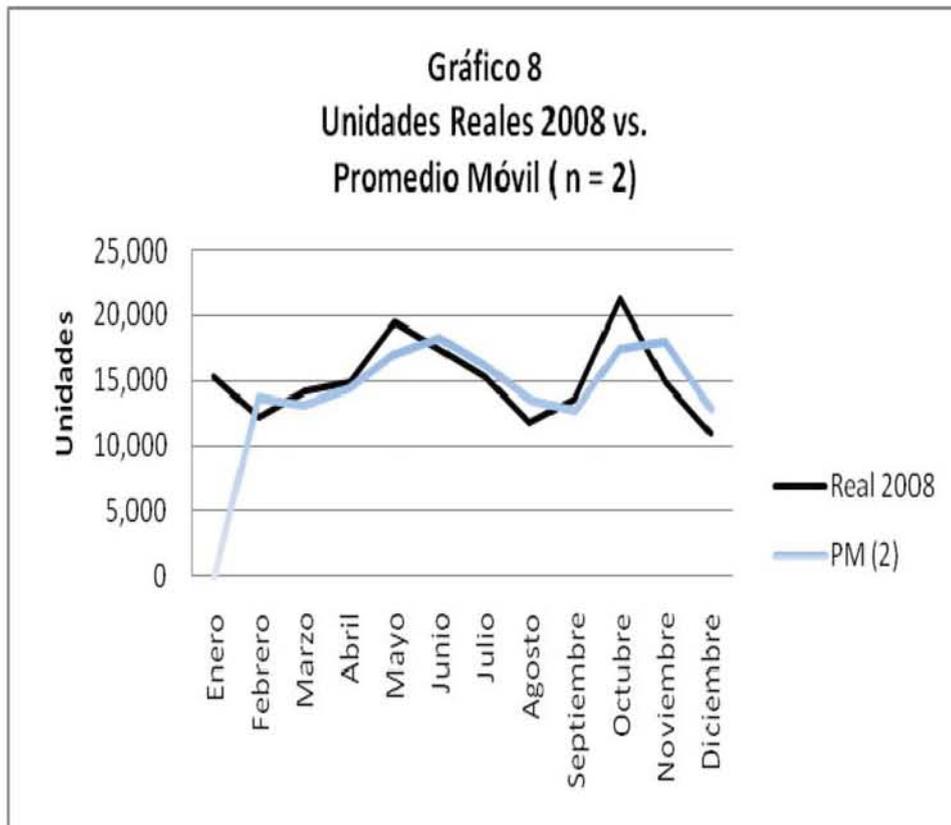
(7) Diplomado en Gestión Estratégica de las Finanzas Públicas.



**RESULTADOS OBTENIDOS.
2008**

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Real 2008	15,253	12,198	14,140	14,832	19,495	17,351	15,252	11,883	13,567	21,336	14,900	10,962
PM (2)	*	13,726	13,169	14,486	17,163	18,423	16,301	13,567	12,725	17,451	18,118	12,931
Error Absoluto	*	1,528	971	346	2,331	1,072	1,050	1,684	842	3,885	3,218	1,969

Error promedio = 1,718



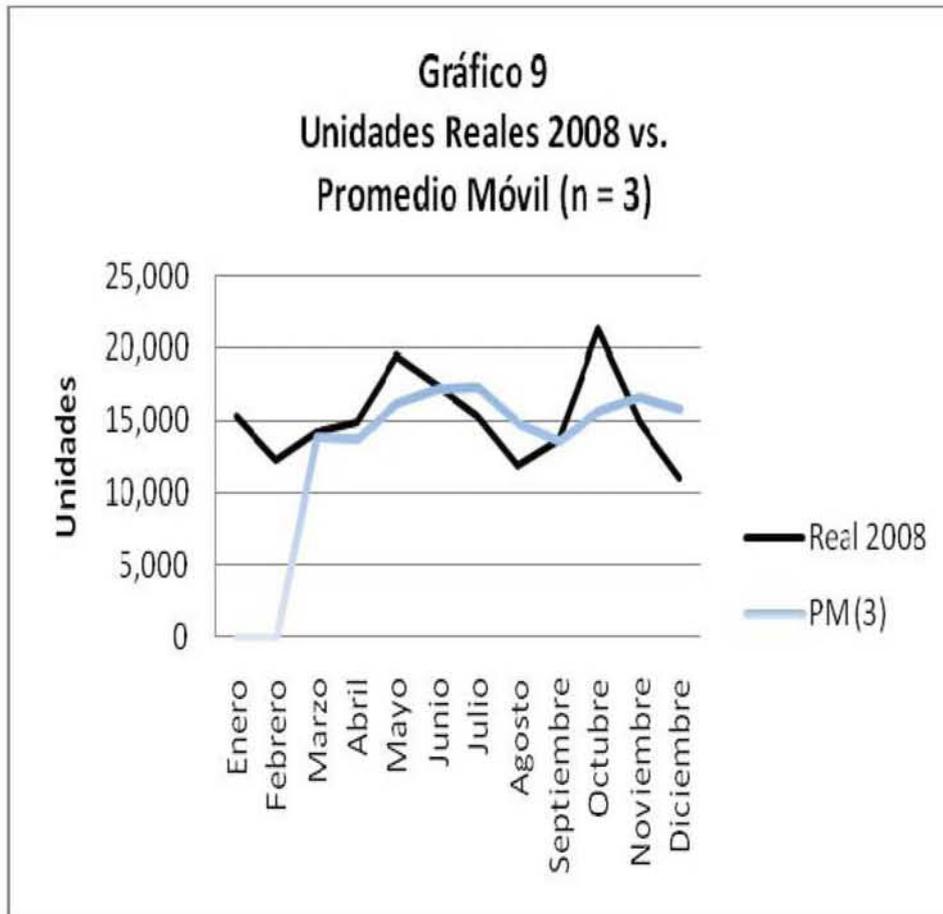


DETERMINACIÓN DEL PRESUPUESTO PARA UN PRODUCTO DE IMPORTACIÓN DE ALTO VALOR



	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Real 2008	15,253	12,198	14,140	14,832	19,495	17,351	15,252	11,883	13,567	21,336	14,900	10,962
PM (3)	*	*	13,864	13,723	16,155	17,226	17,366	14,829	13,567	15,595	16,601	15,732
Error Absoluto	*	*	276	1,109	3,339	125	2,114	2,946	1	5,741	1,701	4,771

Error promedio = 2,212



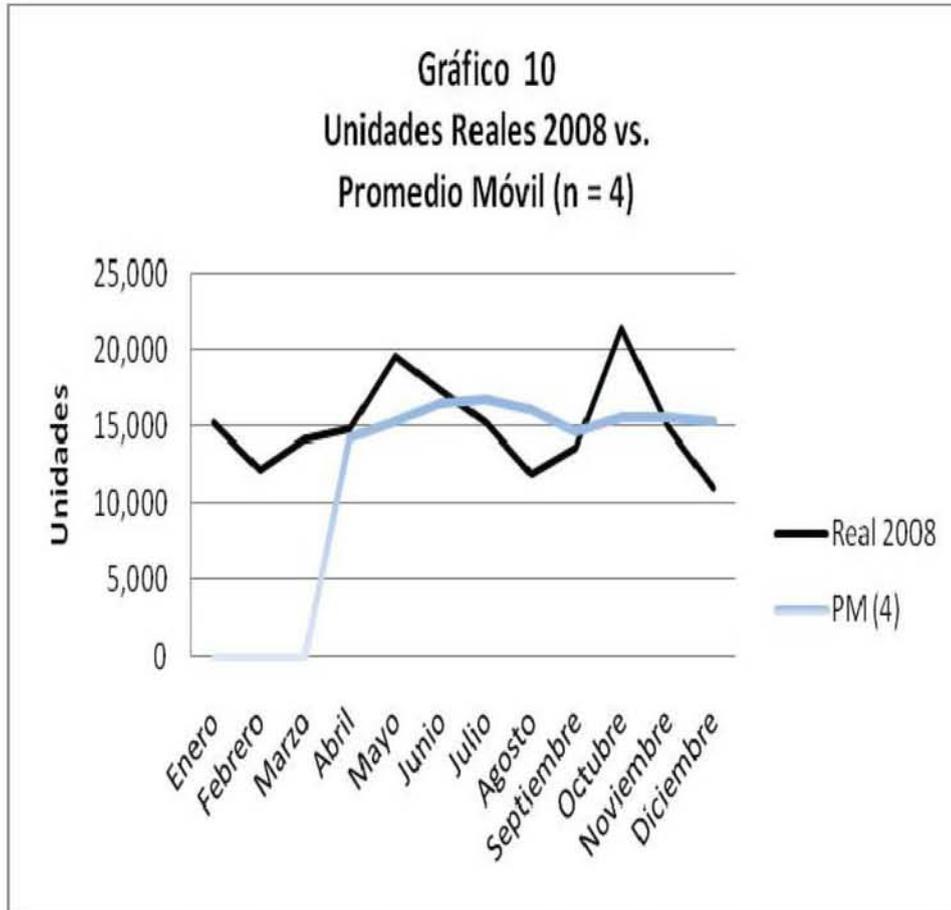


DETERMINACIÓN DEL PRESUPUESTO PARA UN PRODUCTO DE IMPORTACIÓN DE ALTO VALOR



	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Real 2008	15,253	12,198	14,140	14,832	19,495	17,351	15,252	11,883	13,567	21,336	14,900	10,962
PM (4)	*	*	*	14,106	15,166	16,454	16,732	15,995	14,513	15,509	15,421	15,191
Error Absoluto	*	*	*	726	4,329	897	1,480	4,112	946	5,827	522	4,229

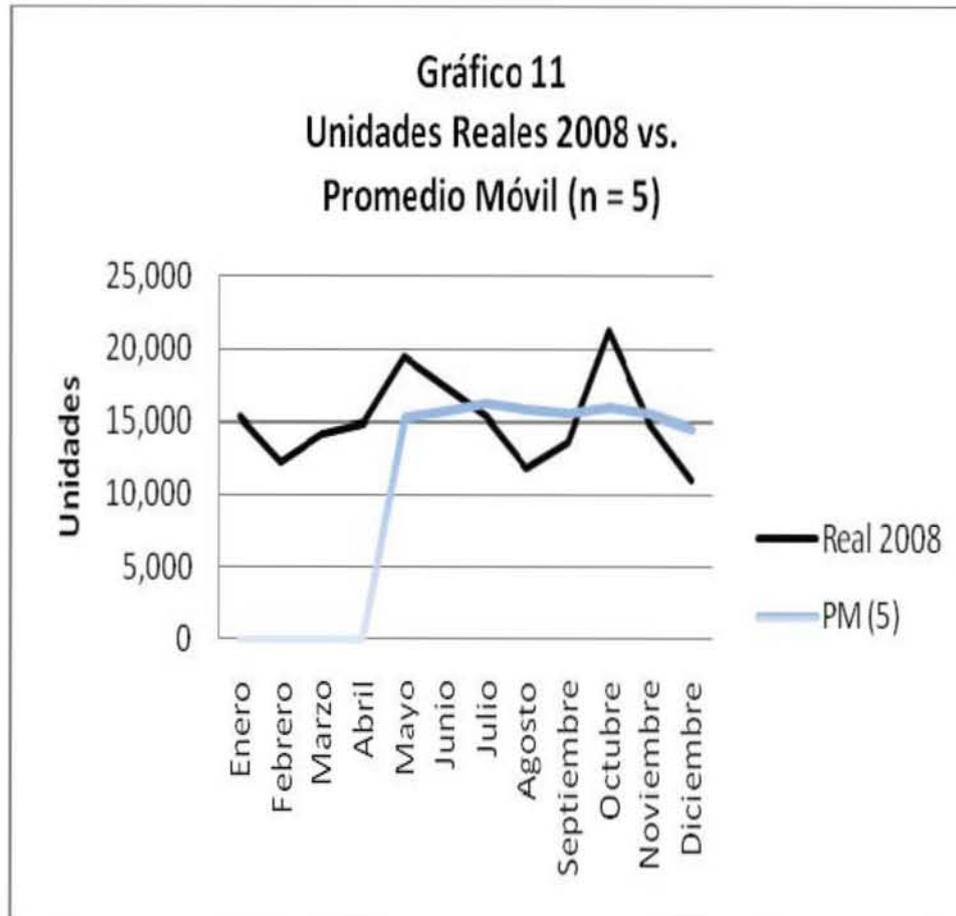
Error promedio = 2,563





	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Real 2008	15,253	12,198	14,140	14,832	19,495	17,351	15,252	11,883	13,567	21,336	14,900	10,962
PM (5)	*	*	*	*	15,184	15,603	16,214	15,763	15,509	15,878	15,387	14,529
Error Absoluto	*	*	*	*	4,311	1,748	962	3,879	1,943	5,458	488	3,568

Error promedio = 2,795



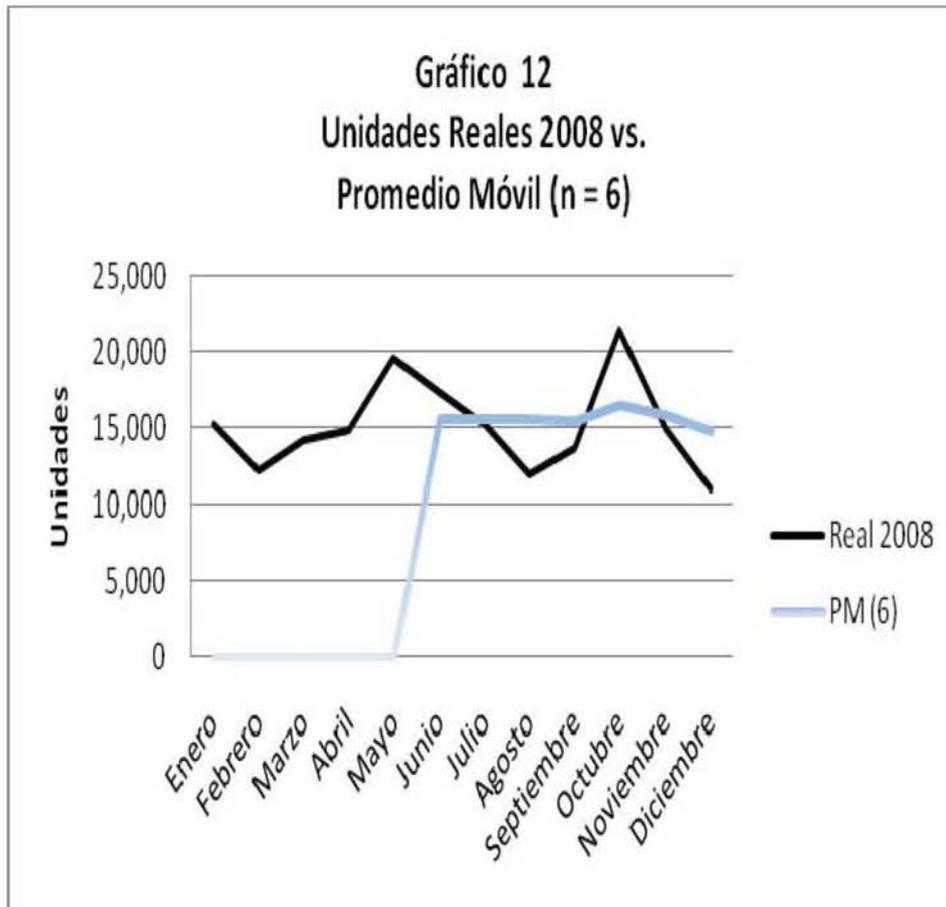


DETERMINACIÓN DEL PRESUPUESTO PARA UN PRODUCTO DE IMPORTACIÓN DE ALTO VALOR



	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Real 2008	15,253	12,198	14,140	14,832	19,495	17,351	15,252	11,883	13,567	21,336	14,900	10,962
PM (6)	*	*	*	*	*	15,545	15,545	15,492	15,397	16,481	15,715	14,650
Error Absoluto	*	*	*	*	*	1,806	293	3,609	1,830	4,855	815	3,688

Error promedio = 2,414



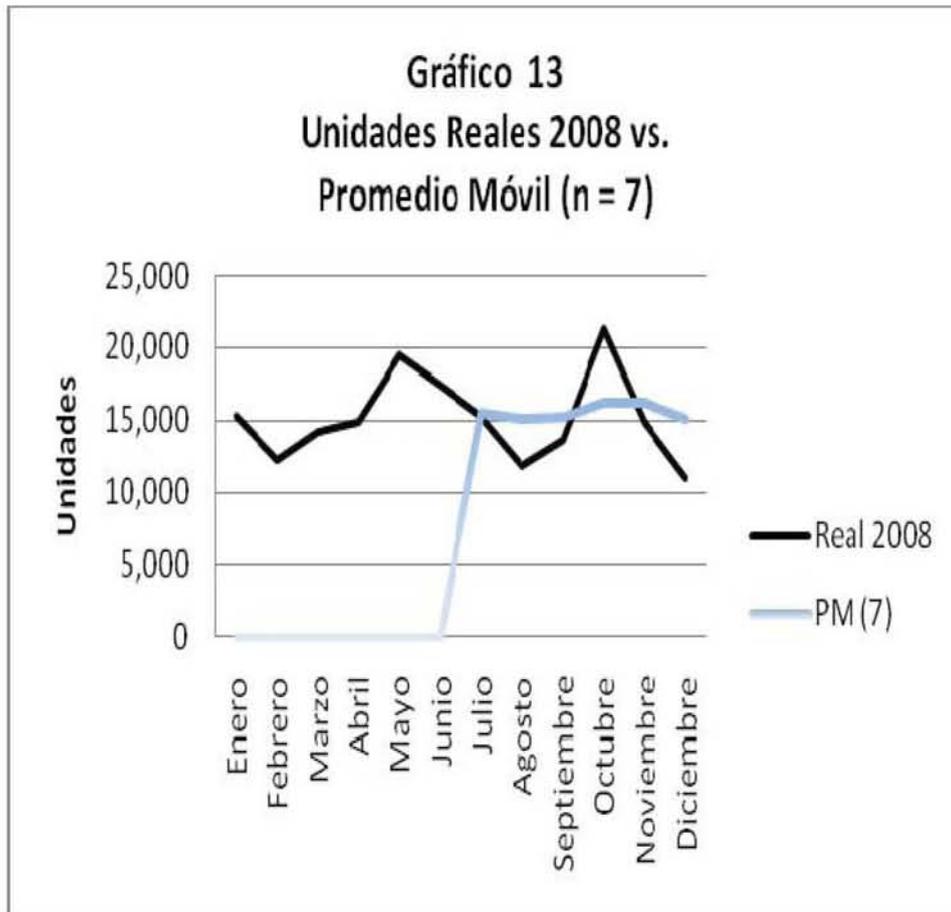


DETERMINACIÓN DEL PRESUPUESTO PARA UN PRODUCTO DE IMPORTACIÓN DE ALTO VALOR



	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Real 2008	15,253	12,198	14,140	14,832	19,495	17,351	15,252	11,883	13,567	21,336	14,900	10,962
PM (7)	*	*	*	*	*	*	15,503	15,022	15,217	16,245	16,255	15,036
Error Absoluto	*	*	*	*	*	*	251	3,138	1,650	5,091	1,355	4,074

Error promedio = 2,593

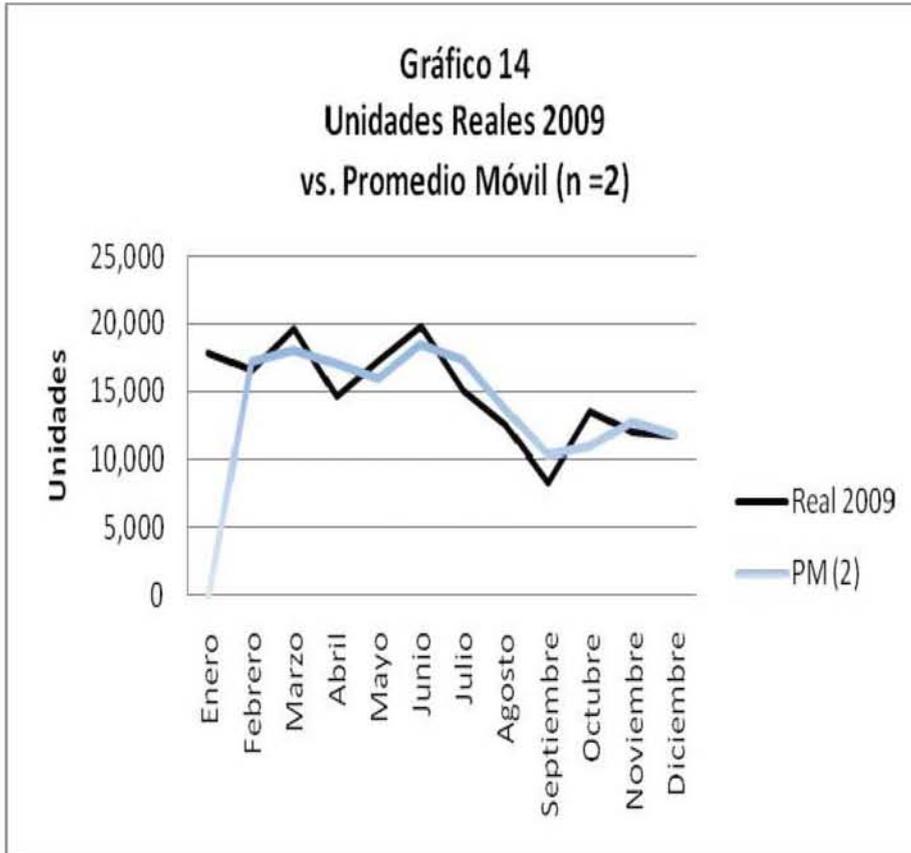




2009

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Real 2009	17,773	16,586	19,599	14,548	17,291	19,788	14,949	12,575	8,298	13,520	11,988	11,640
PM (2)	*	17,180	18,093	17,074	15,920	18,539	17,368	13,762	10,436	10,909	12,754	11,814
Error Absoluto	*	593	1,506	2,526	1,371	1,249	2,420	1,187	2,139	2,611	766	174

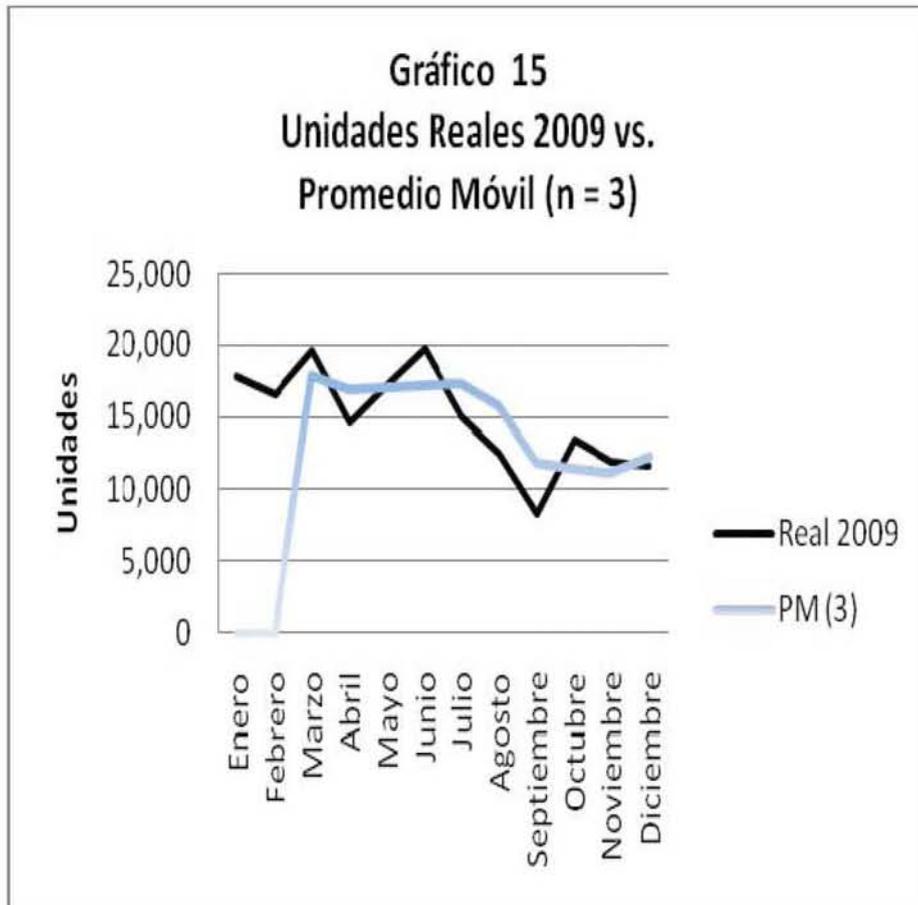
Error promedio = 1,504





	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Real 2009	17,773	16,586	19,599	14,548	17,291	19,788	14,949	12,575	8,298	13,520	11,988	11,640
PM (3)	*	*	17,986	16,911	17,146	17,209	17,343	15,771	11,941	11,464	11,269	12,383
Error Absoluto	*	*	1,613	2,363	145	2,579	2,394	3,195	3,643	2,056	719	742

Error promedio = 1,945



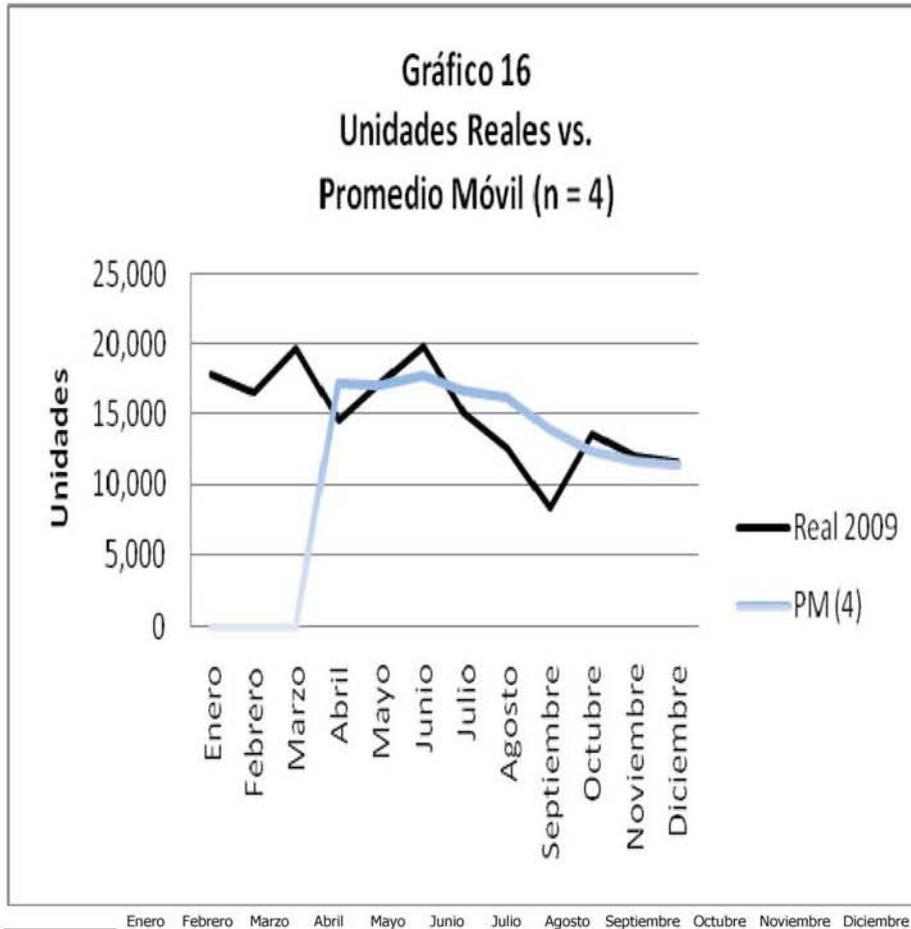


DETERMINACIÓN DEL PRESUPUESTO PARA UN PRODUCTO DE IMPORTACIÓN DE ALTO VALOR



	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Real 2009	17,773	16,586	19,599	14,548	17,291	19,788	14,949	12,575	8,298	13,520	11,988	11,640
PM (4)	*	*	*	17,127	17,006	17,807	16,644	16,151	13,902	12,335	11,595	11,361
Error Absoluto	*	*	*	2,578	284	1,981	1,695	3,575	5,605	1,185	393	279

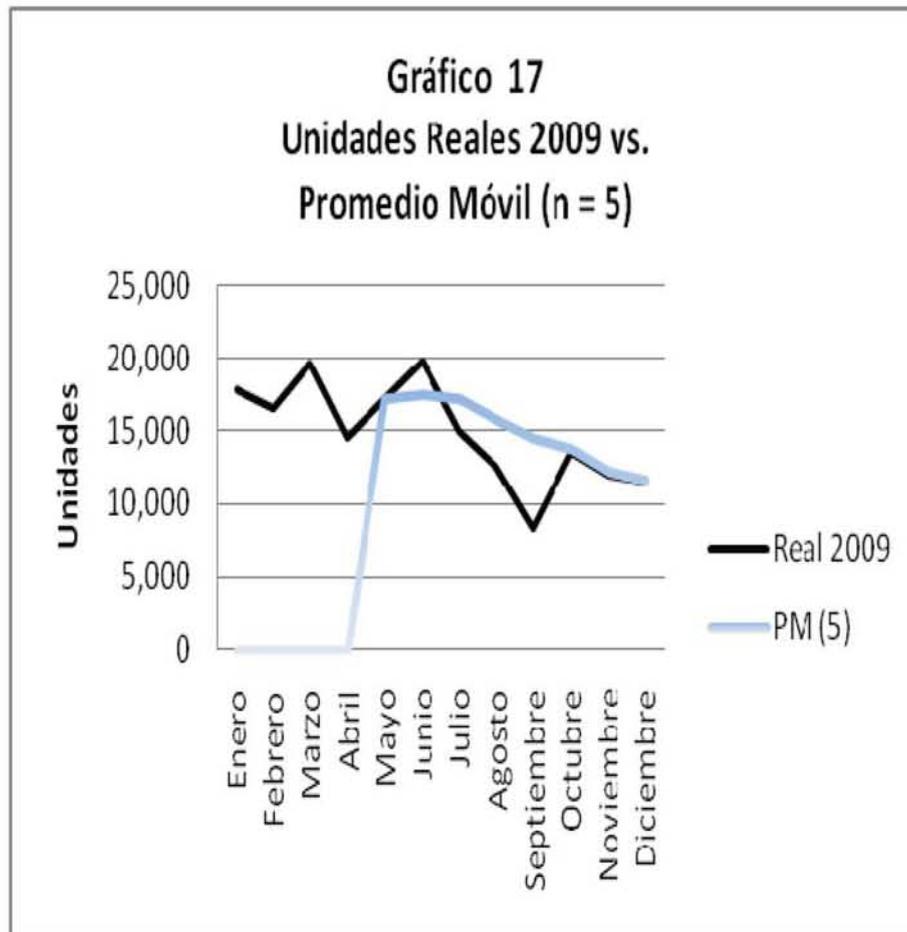
Error promedio = 1,953





Real 2009	17,773	16,586	19,599	14,548	17,291	19,788	14,949	12,575	8,298	13,520	11,988	11,640
PM (5)	*	*	*	*	17,160	17,563	17,235	15,830	14,580	13,826	12,266	11,604
Error Absoluto	*	*	*	*	131	2,225	2,286	3,255	6,282	306	278	36

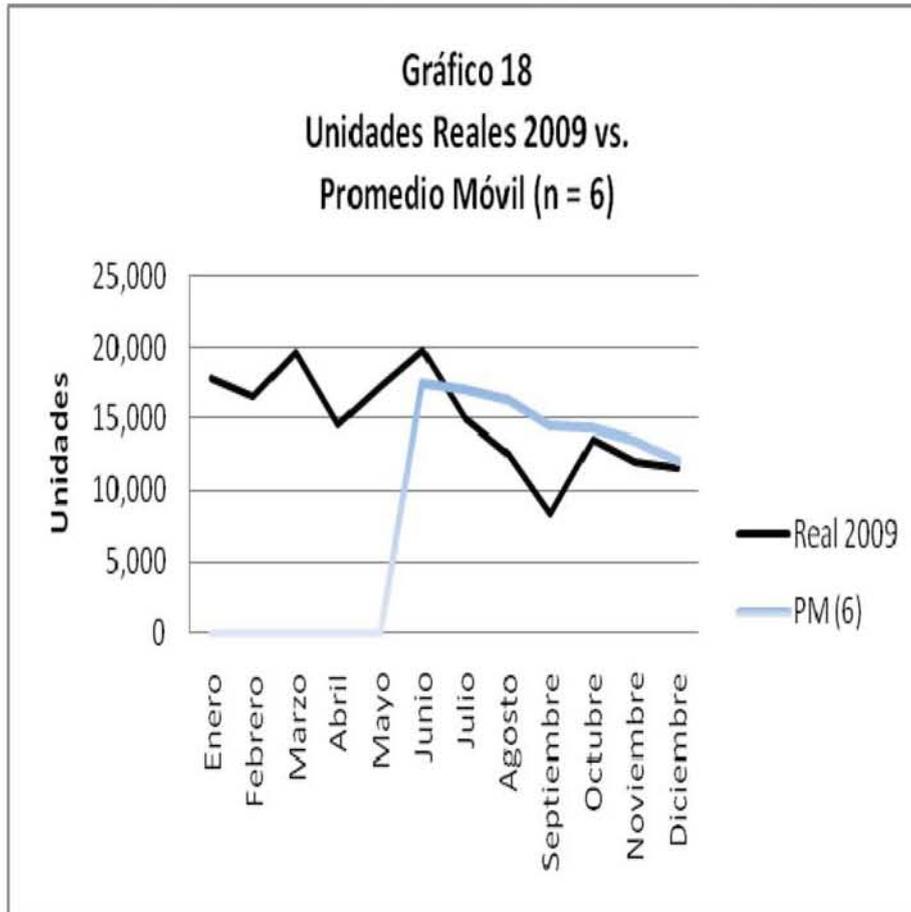
Error promedio = 1,850





	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Real 2009	17,773	16,586	19,599	14,548	17,291	19,788	14,949	12,575	8,298	13,520	11,988	11,640
PM (6)	*	*	*	*	*	17,598	17,127	16,458	14,575	14,403	13,520	12,162
Error Absoluto	*	*	*	*	*	2,190	2,178	3,883	6,277	883	1,532	521

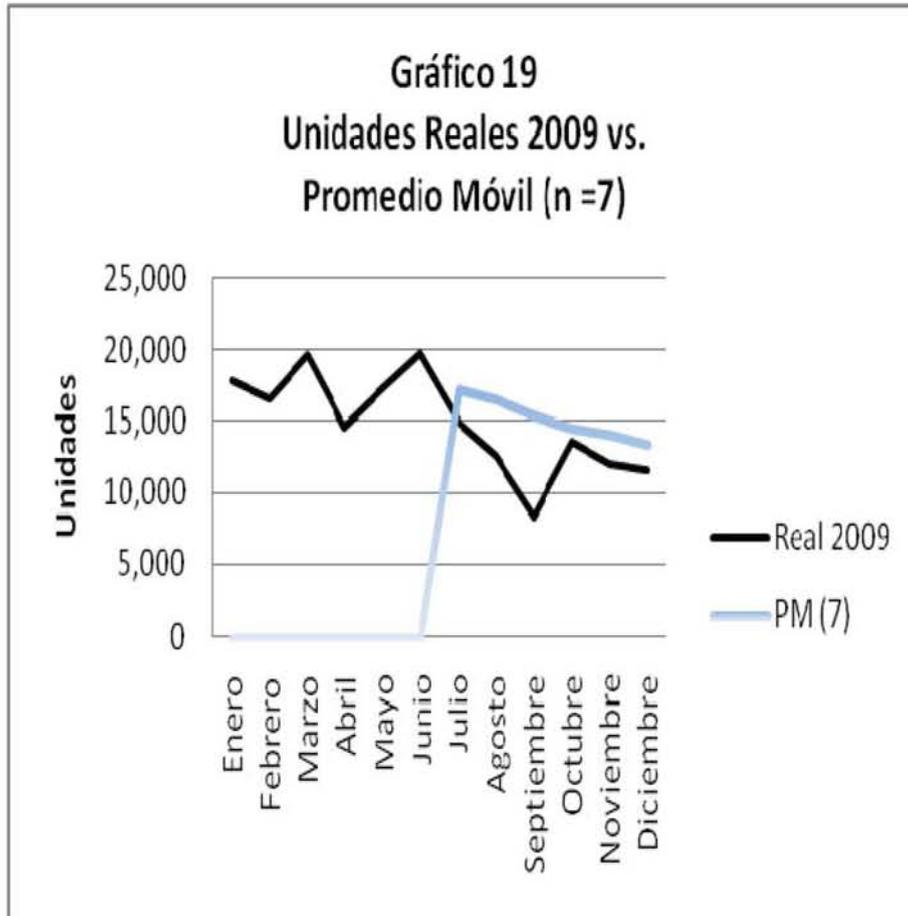
Error promedio = 2,495





	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Real 2009	17,773	16,586	19,599	14,548	17,291	19,788	14,949	12,575	8,298	13,520	11,988	11,640
PM (7)	*	*	*	*	*	*	17,219	16,477	15,293	14,424	14,058	13,251
Error Absoluto	*	*	*	*	*	*	2,270	3,902	6,995	904	2,070	1,611

Error promedio = 2,959





TABLAS RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS.

A continuación se resumen los cálculos de los errores promedio de los errores determinados para 2008 y 2009 con el método de los promedios móviles para cada n propuesta, así como su % de error con respecto las ventas reales mensuales.

Al final de las tablas C y D se muestra el error promedio de los errores determinados con Promedio Móvil para las "n" propuestas:

TABLAS C (2008) Y D (2009)

2008			
	Unidades Reales Promedio Mensual	EA con Promedio Móvil	% de error del EA con Promedio Móvil vs. Unidades Reales Promedio Mensual
n = 2	15,097	1,718	11.4%
n = 3	15,097	2,212	14.7%
n = 4	15,097	2,563	17.0%
n = 5	15,097	2,795	18.5%
n = 6	15,097	2,414	16.0%
n = 7	15,097	2,593	17.2%
	Error promedio de los errores determinados	2,382	15.8%

2009			
	Unidades Reales Promedio Mensual	EA con Promedio Móvil	% de error del EA con Promedio Móvil vs. Unidades Reales Promedio Mensual
n = 2	14,880	1,504	10.1%
n = 3	14,880	1,945	13.1%
n = 4	14,880	1,953	13.1%
n = 5	14,880	1,850	12.4%
n = 6	14,880	2,495	16.8%
n = 7	14,880	2,959	19.9%
	Error promedio de los errores determinados	2,118	14.2%



La Tabla D resume los errores promedio de los errores determinados con promedio móvil para 2008 y 2009:

TABLA D

Año	Unidades Reales Promedio Mensuales	Error promedio de los determinados con Promedio Móvil
2008	15,097	2,382
2009	14,880	2,118

Finalmente la tabla E resume los resultados de la tabla B, la C y la D, mostrando los errores promedio de los errores determinados del método actual de estimación de presupuesto y del método de promedios móviles. Ambos comparados contra la venta mensual promedio de 2008 y 2009:

TABLA E

Año	Unidades Vendidas Reales Promedio Mensuales	Error Promedio con método actual de pronóstico	Error Promedio con método de promedios móviles
2008	15,097	4,941	2,382
2009	14,880	3,525	2,118



ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Para 2008:

En la manera que n se incrementó de 2 a 7, los gráficos 8 al 13 muestran claramente que la línea de pronóstico o de $PM(n)$ se va suavizando con respecto a la línea real, y esta línea suavizada va quedando entre las curva real de unidades reales vendidas.

El hecho de que las líneas calculadas de promedio móvil se hayan suavizado demasiado, nos indican que hubo un comportamiento en las ventas muy impredecible, con sus respectivos altibajos, haciendo que la información suavizará demasiado la curva de PM contra la real, quedando como una línea entre valles y aristas.

En lo que respecta al análisis de los errores promedio de los errores determinados por el método utilizado actualmente, se encontró que tenían una variación del 32.7% con respecto a las ventas reales promedio que en unidades son 4,941 como se indica en la tabla E.

Mientras que el error promedio de los errores determinados con el método de los promedios móviles fue del 15.8% con respecto las unidades reales vendidas, es decir 2,382 unidades, como se indica también en la tabla E.

Para 2009:

Para este año, se observa que conforme aumenta el valor de n , la curva se va suavizando, sin embargo ahora la línea de PM queda arriba de la real de unidades vendidas.

Esto se debió principalmente a que las ventas bajaron más de lo esperado en este periodo de tiempo aun con los altibajos mostrados, afectando la línea de PM para que quedara por un poco arriba del la línea real de unidades vendidas.

Esto puede deberse en gran medida a la recesión económica mundial que no permitió la instalación de equipos nuevos de resonancia magnética que permitiera una mayor demanda de helio líquido.

El error promedio de los errores determinados con el método actual fue de 3,526 unidades (23.7%) con respecto a las unidades vendidas promedio mensuales.

En cambio el error promedio de los errores determinados calculado con promedios móviles comparado con las ventas reales promedio mensuales presentaron una diferencia de 2,118 unidades (14.2%).



CONCLUSIONES.

1.- Podemos decir que empleando el método de los promedios móviles (PM) para pronosticar un presupuesto de ventas del producto en estudio, se puede utilizar con una mayor precisión con respecto a la método de estimación que se viene utilizando año con año. Para los dos últimos años, 2008 y 2009, se encontró que utilizando el método de promedios móviles, el error promedio de los errores determinados disminuyo sensiblemente en de 4,941 a 2,382 y de 3,525 a 2,118 unidades respectivamente.

2.- Para los presupuestos de ventas de la compañía del presente estudio con series de datos sin tendencia, no se recomienda utilizar parámetros muy pequeños de n , ya que esto no permite establecer un objetivo medible y alcanzable en una determinada línea de producto. Esto debido principalmente a que no da certidumbre en los ingresos de la compañía.

3.- Para la compañía productora y comercializadora de gases del presente estudio, se propone concretamente realizar un presupuesto de ventas con el método de promedios móviles con un parámetro $n = 6$ meses para solo re-calculer el presupuesto una vez al año, con un grado de error mucho menor como lo confirma el análisis realizado.

4.- Al utilizar el método de promedios móviles para el pronóstico del presupuesto de ventas y usando la información analizada previamente para 2008 y 2009, se esperaría para el primer trimestre de 2010 que el error absoluto promedio con este método sería igual o menor de 2,382 unidades, mientras que con el método actual de estimación, estaría entre 4,491 y 3,526 unidades.

5.- En el caso de que en un futuro a mediano plazo, haya cambios tecnológicos muy importantes en las resonancias magnéticas que utilicen helio líquido como medio de enfriamiento, y logren sistemas de enfriamiento extremadamente eficientes y los clientes procuren un programa de mantenimientos preventivos y no reactivos, el consumo deberá tender a suavizarse y se debe estar pendiente para ver la posibilidad de cambiar el método de pronóstico a otro que contemple alguna tendencia para que se realice de manera apropiada. Esta tendencia suavizada de demanda ya se observa en Europa y los Estados Unidos.

A continuación se presentan las siguientes tablas que confirman el método de los promedios móviles como un método más preciso que el de estimación presupuestal actual:



DETERMINACIÓN DEL PRESUPUESTO PARA UN
PRODUCTO DE IMPORTACIÓN DE ALTO VALOR



TABLA F

	Jul. 2009	Ago. 2009	Sept. 2009	Oct. 2009	Nov. 2009	Dic. 2009	Ene. 2010	Feb. 2010	Mar. 2010
Presupuesto	15,031	14,141	16,204	16,415	16,318	17,194	17,773	16,586	19,599
Real	14,949	12,575	8,298	13,520	11,988	11,640	10,873	18,067	12,029
PM (6)	*	*	*	*	*	*	12,162	11,482	12,398
Error Absoluto	82	1,566	7,906	2,895	4,330	5,554	6,899	1,480	7,570
Error Absoluto PM (6)	*	*	*	*	*	*	1,288	6,584	368

TABLA G

	Promedio 1er Trim. 2010	Error Absoluto Promedio 1er Trimestre 2010	% de desviación del EA 1er trimestre 2010 con respecto al Promedio 1er trimestre Real
Real	13,656	*	*
Presupuesto	17,986	4,330	31.7%
PM(6)	12,014	1,643	12.0%

La tabla G nos permite confirmar que para el primer trimestre de 2010, el método de los promedios móviles tiene un error absoluto promedio con respecto al promedio real solo de 1,643 unidades. Mientras que el presupuesto actual o el método de estimación presupuestal de este año tiene un error absoluto promedio en lo que va del primer trimestre de 2010 de 4,330 unidades.

Por lo tanto, se puede afirmar con seguridad que el método de pronóstico de promedios móviles es más preciso que el método de pronóstico actual, indicado en el planteamiento del problema, para el pronóstico de ventas anual de helio líquido para la compañía que lo comercializa.



BIBLIOGRAFÍA.

- (1) Pagina web del Banco Nacional de México
www.banxico.mx, secciones consultadas:
Sección de Estadística, Índice Nacional de Precios al Consumidor del 2005 al 2009
Valores a diciembre de cada año del 2005 al 2009.
Fecha de Consulta: Abril 2010.
- (2) Diplomado de Administración en la Producción
Módulo II, Administración de Inventarios
Ing. José Guadalupe Rodríguez Sánchez
UNAM, Facultad de Química
Curso presencial del 12 de marzo al 03 de octubre de 2009.
2009.
- (3) Carl Yaws
Matheson Gas Data Book
Capitulo 73.
Seventh Edition
McGraw-Hill Professional
2001.
- (4) Air Products
Gases and Equipment Fact Book
1999
- (5) Sistema Interno Comercial. Fecha de consulta: Abril 2010.
- (6) William J. Stevenson
Estadística para Administración y Economía
Conceptos y Aplicaciones
Editorial Alfaomega Oxford
Documento en línea. Fecha de consulta: Marzo, 2010.
2006.
- (7) Diplomado en Gestión Estratégica de las Finanzas Públicas
Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey
Documento en línea: Fecha de consulta: Marzo, 2010.
2006.



-
- (8) www.gestioplis.com Sección de pronósticos.
Fecha de Consulta: Abril, 2010
- (9) www.emagister.com/cursos-gratis
Universidad Nacional de Santiago Antúnez de Mayolo
Fecha de consulta: Abril, 2010.
- (10) Robert H. Perry, Don Green
Perry 's Chemical Engineers ' Handbook
Capitulo 3, Página 13.
Sixth Edition
McGraw-Hill International Editions,
Chemical Engineering Series 50th Anniversary Edition
1984
- (11) Catálogo de Productos 2010
INFRA, S.A. de C.V.
- (12) Gas and Equipment Catalog 2009
Air Gas USA.
- (13) www.es.wikipedia.org/wiki/condiciones_normales_de_presion_y_temperatura
Fecha de consulta: Mayo, 2010.



ANEXO 1

