



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**PRONÓSTICO DE LA DEMANDA PARA LA PLANIFICACIÓN DE
ABASTECIMIENTO EN UNA EMPRESA DEDICADA A LA DISTRIBUCIÓN DE
PRODUCTOS MÉDICOS QUIRÚRGICOS**

Joel David Xiquin Jiménez

Asesorado por el Ing. Fredy Javier Medrano Morales

Guatemala, septiembre de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PRONÓSTICO DE LA DEMANDA PARA LA PLANIFICACIÓN DE
ABASTECIMIENTO EN UNA EMPRESA DEDICADA A LA DISTRIBUCIÓN DE
PRODUCTOS MÉDICOS QUIRÚRGICOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JOEL DAVID XIQUIN JIMÉNEZ

ASESORADO POR EL ING. FREDY JAVIER MEDRANO MORALES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

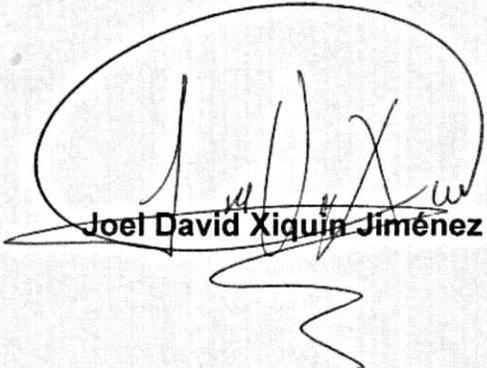
DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola de López
EXAMINADORA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADORA	Inga. María Martha Wolford Estrada de Hernández
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

PRONÓSTICO DE LA DEMANDA PARA LA PLANIFICACIÓN DE ABASTECIMIENTO EN UNA EMPRESA DEDICADA A LA DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS MÉDICOS QUIRÚRGICOS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha julio de 2015.



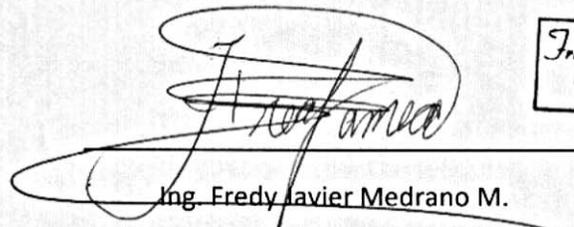
Joel David Xiquin Jiménez

Guatemala, 10 de marzo del 2016

Sres. Facultad de ingeniería
Universidad de San Carlos

Les saludo cordialmente deseando bendiciones abundantes sobre ustedes y sobre sus familias, y a la vez deseando que tengan éxito en sus labores cotidianas. El motivo de la presente es para informarles que yo Ing. Fredy Javier Medrano M., asesor de tesis del alumno Joel David Xiquin J. con carne 200819086, estudiante de ingeniería industrial, habiendo supervisado la realización de su trabajo de graduación con título "PRONÓSTICO DE LA DEMANDA PARA LA PLANIFICACIÓN DE ABASTECIMIENTO EN UNA EMPRESA DEDICADA A LA DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS MÉDICOS QUIRÚRGICOS", y realizado las correcciones correspondientes, doy por aprobada la redacción final del documento, para su posterior entrega a la universidad.

Agradeciendo de antemano la atención, se despide de ustedes, Atentamente,



Ing. Fredy Javier Medrano M.

Fredy Javier Medrano M.
Ingeniero Industrial
Colegiado 11913

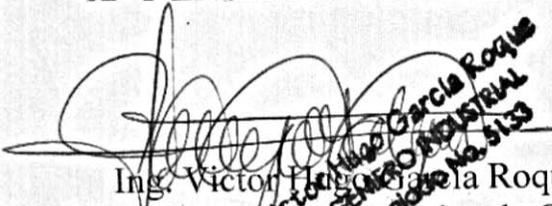
Col. 11913



REF.REV.EMI.083.016

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PRONÓSTICO DE LA DEMANDA PARA LA PLANIFICACIÓN DE ABASTECIMIENTO EN UNA EMPRESA DEDICADA A LA DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS MÉDICOS QUIRÚRGICOS**, presentado por el estudiante universitario **Joel David Xiquin Jiménez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Victor Enrique García Roque
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, junio de 2016.

/mgp



REF.DIR.EMI.146.016

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PRONÓSTICO DE LA DEMANDA PARA LA PLANIFICACIÓN DE ABASTECIMIENTO EN UNA EMPRESA DEDICADA A LA DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS MÉDICOS QUIRÚRGICOS**, presentado por el estudiante universitario **Joel David Xiquin Jiménez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Juan José Peralta Dardón
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, septiembre de 2016.

/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala

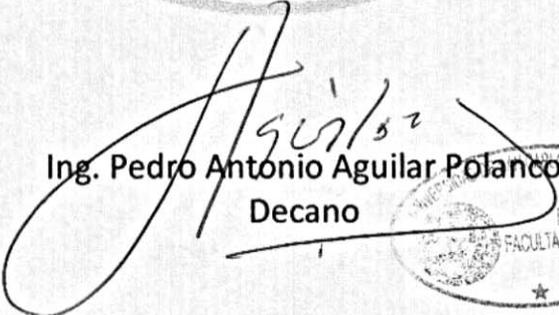


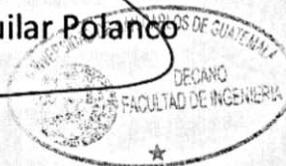
Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 398.2016

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **PRONÓSTICO DE LA DEMANDA PARA LA PLANIFICACIÓN DE ABASTECIMIENTO EN UNA EMPRESA DEDICADA A LA DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS MÉDICOS QUIRÚRGICOS**, presentado por el estudiante universitario: **Joel David Xiquín Jiménez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, septiembre de 2016

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Supremo creador, al único que es digno de recibir toda gloria y toda alabanza por los siglos de los siglos, amén. Porque tú creaste todas las cosas, y por tu voluntad existen y fueron creadas; porque Dios es amor.

Mis padres

Emeterio Xiquin y Amelia Jiménez, espero poder hacerlos sentir orgullosos, pues yo me siento honrado de ser su hijo, son tan ejemplares en todo sentido, porque con su modelo de vida y consejo, me han hecho ser una mejor persona.

Mis hermanos

Por ser mi familia, porque han estado siempre a mi lado en los momentos más difíciles; porque influyen en mi vida de manera positiva, y por todo el amor que les tengo.

Mis amigos

En quienes puedo confiar y por compartir todos los buenos y malos momentos de mi vida.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por ser mi fuente de inspiración, sin Él nada soy, porque en mi debilidad su poder se perfecciona. Con mis fuerzas poco lograría, con Dios hasta lo imposible; porque su favor y misericordia han sido y serán para siempre.
Mis padres	Por todo el esfuerzo y apoyo que siempre me han brindado, por todo el amor que sin medida me han dado, gracias por guiarme en el camino correcto.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por permitirme ser parte de tan importante institución, siempre agradecido y orgulloso de mi <i>alma mater</i> .
Facultad de ingeniería	Por la preparación que me han dado, por todas las enseñanzas y por la formación brindada que como persona me hacen mejor en todo sentido.
Mis compañeros	Con todos los que en más de alguna ocasión fueron de apoyo para finalizar esta carrera.
Empresa Servicios Quirúrgicos	Por abrirme las puertas y permitirme realizar el presente trabajo, por ser la mejor experiencia.

Asesor de tesis

Ing. Fredy Medrano, por el valioso consejo y asesoría brindada para llevar a cabo y finalizar este trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Propósito de la investigación	2
1.2. Objetivo de la investigación	2
1.3. Fuentes de datos.....	2
1.3.1. Fuentes secundarias	3
1.4. Recolección de datos	5
1.4.1. Métodos cualitativos	6
1.4.1.1. Exploratorios.....	7
1.4.1.2. De orientación.....	7
1.4.2. Métodos cuantitativos	8
2. SITUACIÓN ACTUAL Y PERFIL DE LA COMPAÑÍA	11
2.1. Historia y fundación	12
2.1.1. Localización	13
2.1.2. Misión	13
2.1.3. Visión.....	13
2.2. Proceso actual de pronósticos y sus modificaciones para la mejora del proceso actual.....	14

2.3.	Situación actual del área salud en Guatemala	20
2.3.1.	Estadísticas sociodemográficas	20
2.3.2.	Estadística en salud y red de servicios	21
2.3.2.1.	Ministerio de Salud y Asistencia Social (MSPAS).....	23
2.3.2.2.	Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS).....	26
2.3.2.3.	Sector privado	29
3.	SELECCIÓN DEL MÉTODO DE PRONÓSTICOS Y SU METODOLOGÍA	35
3.1.	Importancia de los pronósticos.....	36
3.1.1.	Aplicación en la administración	36
3.2.	Conceptos básicos de series de tiempo.....	37
3.3.	Exploración de patrones de datos mediante análisis de autocorrelación.....	39
3.4.	Selección de una técnica de pronóstico	45
3.4.1.	Técnicas de pronósticos para datos estacionarios	47
3.4.2.	Técnicas de pronósticos para datos con una tendencia.....	48
3.4.3.	Técnicas de pronósticos para datos con estacionalidad	48
3.4.4.	Técnicas de pronósticos para datos de series cíclicas.....	49
3.5.	Medición del error en el pronóstico	50
3.6.	Principales técnicas de pronóstico	52
3.6.1.	Promedios simples y móviles	52
3.6.2.	Métodos de atenuación exponencial	54

3.6.3.	Descomposicion clásica de componentes	56
3.6.4.	Modelos ARIMA.....	59
4.	SELECCIÓN DEL MÉTODO DEL PRONÓSTICO Y SU METODOLOGÍA ESTUDIO EN CASO.....	63
4.1.	Metodología.....	63
4.2.	Análisis de Pareto.....	64
4.3.	Factores para la elección de una técnica de pronóstico	70
4.3.1.	Segmentación por sector privado, IGSS y público..	70
4.3.2.	Horizonte de tiempo a pronosticar	72
4.3.3.	Gráficas de las series de tiempo.....	73
4.4.	Análisis de autocorrelación.....	78
4.5.	Correlograma del patrón de datos presentada por la serie.....	80
4.6.	Elección de la técnica de pronóstico	84
4.7.	Aplicación de la técnica seleccionada para el cálculo del pronóstico	85
4.8.	Determinación de los arreglos más precisos a aplicar	89
4.9.	Medición y comparación de los errores actuales versus el error de la nueva metodología.....	90
4.10.	Método control de calidad.....	99
4.10.1.	Gráficas de control.....	100
4.10.1.1.	Límites de control	102
5.	SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA DE LOS PRONÓSTICOS....	105
5.1.	Programa de monitoreo	105
5.2.	Administración del proceso de pronóstico	107
5.2.1.	Revisión de los pasos de pronóstico	107
5.3.	Formulación de escenarios.....	108
5.4.	El futuro de los pronósticos	111

CONCLUSIONES..... 115
RECOMENDACIONES 117
BIBLIOGRAFÍA..... 119

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Nuevo proceso sobre el cálculo de los pronósticos	19
2.	Pirámide poblacional, cifras en miles 2012 Guatemala.....	21
3.	Evolución del financiamiento en salud a nivel nacional, Guatemala 1995- 2013; millones de quetzales y porcentaje del PIB.....	23
4.	Servicios de atención interna prestados en el 2013.....	31
5.	Causas principales de atención por tratamiento médico	32
6.	Causas principales de atención por tratamiento quirúrgico.....	32
7.	Causas principales de atención obstétrica	33
8.	Correlograma de los datos de la tabla 7 para 6 desfaseamientos	42
9.	Proceso de selección del modelo ARIMA apropiado.....	62
10.	Participación por sector en la compra del total de productos A ofertados en línea quirúrgica.....	67
11.	Ventas de 2014 según sector de los productos de la línea quirúrgica (valores en quetzales)	71
12.	Ventas de 2014 según sector de los productos de la línea médica (valores en quetzales).....	71
13.	Horizonte de tiempo a pronosticar	72
14.	Porcentaje de participación por sector en la compra del código SQ0E750A de enero a noviembre 2015.....	73
15.	Ventas mensuales por sector del código SQ0E750A de enero de 2010 a noviembre de 2015 (valores en unidades)	75
16.	Porcentaje de participación por sector en la compra del código KE6022A de enero a noviembre de 2015	76

17.	Ventas mensuales por sector del código KE6022A de enero del 2010 a junio de 2015 (valores en unidades)	77
18.	Correlograma de la autocorrelacion y autocorrelación parcial de la serie SQ0E750A	81
19.	Correlogramas de la autocorrelación y autocorrelación parcial de la serie diferenciada SQ0E750A.....	83
20.	Parámetros del modelo de pronóstico ARIMA (2,1,1), del código SQ0E750A.....	87
21.	Comparación de la venta real contra el pronóstico actual y modelo ARIMA (2,1,1) para el código SQ0E750A.....	91
22.	Comparación de la venta real contra el pronóstico actual y ARIMA (4,0,4) para el código KE6022A.....	91
23.	Autocorrelación de los residuales serie SQ0E750A.....	101
24.	Gráfica de control residuales del código SQ0E750A, enero a noviembre de 2015	103
25.	Administración y proceso de pronóstico	106

TABLAS

I.	Red de servicios del MSPAS 2012	25
II.	Servicios de atención por nivel del MSPAS años 2008-2011	26
III.	Estimación del número de trabajadores afiliados cotizantes al IGSS, ambos sexos por grupo de edad según actividad económica 2013.....	27
IV.	Servicios de atención médica del IGSS producción global, 2012	28
V.	Red de servicios del IGSS, 2012	28
VI.	Red de servicios del sector privado, 2011	30
VII.	Cálculo del coeficiente de autocorrelación de primer orden	42
VIII.	Técnicas de pronósticos sugeridas según patrón de datos	47

IX.	Cantidad de artículos ofertados en la línea quirúrgica	65
X.	Clasificación A de los productos de la línea quirúrgica	66
XI.	Cantidad de artículos ofertados en la línea médica	68
XII.	Clasificación A de los productos de la línea médica.....	68
XIII.	Participación por sector en la compra de productos A de la línea médica.....	69
XIV.	Ventas mensuales del código SQ0E750A de enero de 2010 a julio de 2015	74
XV.	Ventas mensuales del código KE6022A de enero de 2010 a junio de 2014	76
XVI.	Cálculos para la autocorrelación de primer grado del código SQ0E750A	78
XVII.	Valores pronosticados del código SQ0E750A.....	86
XVIII.	Error MAPE de los valores pronosticados código SQ0E750A	86
XIX.	Modelos de pronóstico elegidos para los códigos A de la línea quirúrgica y médica	88
XX.	Venta de enero a noviembre de 2015	92
XXI.	Pronóstico actual de enero a noviembre 2015	93
XXII.	Pronóstico nueva metodología de enero a noviembre 2015	94
XXIII.	Error MAPE del pronóstico actual <i>versus</i> pronóstico cuantitativo mes de enero	95
XXIV.	Error MAPE del pronóstico actual <i>versus</i> pronóstico cuantitativo mes de abril.....	96
XXV.	Error MAPE del pronóstico actual <i>versus</i> pronóstico cuantitativo mes de julio	97
XXVI.	Error MAPE del pronóstico actual <i>versus</i> pronóstico cuantitativo mes de octubre	98
XXVII.	Error MAPE global del pronóstico actual <i>versus</i> error MAPE global del pronóstico cuantitativo	99

XXVIII.	Error mensual del código SQ0E750A	100
---------	---	-----

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
r_1	Coefficiente de autocorrelación de primer orden
r_k	Coefficiente de autocorrelación para el desfase k
\emptyset	Coefficientes de regresión
C	Componente cíclico
I	Componente de irregularidad
T	Componente de tendencia
S	Componente estacionario
s	Desviación standard de la muestra
e_t	Error del pronóstico o residual en el periodo t
H_0	Hipótesis alterna
H_0	Hipótesis nula
LC1	Límite inferior del intervalo de confianza
LC2	Límite superior del intervalo de confianza
\bar{X}	Media de la muestra
\bar{Y}	Media de valores observados
k	Número de desfasamiento del dato dado al dato observado de la serie.
n	Número de observaciones en la serie de tiempo
t	Periodo de tiempo dado
w	Peso específico
α	Porcentaje de error alfa o nivel de significación ϵ_t Residuo que representa sucesos aleatorios en el periodo t.

\sum_t^n	Sumatoria de la función especificada desde n hasta t o como los parámetros indicados lo determinen.
\hat{Y}_t	Valor de pronóstico del periodo t
Z	Valor normal estándar para un nivel de confianza dado.
Y_t	Valor observado en el periodo t
Y	Valor real observado

GLOSARIO

AR	Modelo Box-Jenkins con términos autorregresivos.
ARIMA	Modelo Box-Jenkins con términos autorregresivos y de promedio móvil.
Box-Jenkins	Técnica de pronóstico estadístico iterativo, que tiene en cuenta la dependencia entre el dato observado y los datos pasados de la misma serie de tiempo; contempla términos autorregresivos y de promedio móvil.
Componente aleatorio	Mide la variabilidad de la serie de tiempo.
Componente cíclico	Es la fluctuación en forma de onda alrededor de la tendencia.
Componente estacional	Patrón de cambio que se repite cada año.
Correlograma	Herramienta gráfica que muestra las autocorrelaciones de periodos desfasados de una serie de tiempo.

Error estándar	Estimación que mide la cantidad estándar en la que difieren los valores estimados de los valores reales.
FMI	Fondo Monetario Internacional.
IGSS	Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.
INE	Instituto Nacional de Estadística (Guatemala).
Juicio	Facultad de las personas para actuar con sensatez, prudencia o acierto. En lógica, relación entre dos conceptos o ideas para hacer una aseveración sobre ellos.
MA	Modelo con términos de promedio móvil.
MAPE	Error absoluto promedio porcentual.
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
PIB	Producto Interno Bruto
Residual	Es la diferencia entre el valor observado y su valor de pronóstico.
Señal de rastreo	Medición de error límite a través del tiempo considerado aceptable y de alerta.

Serie de tiempo	Datos reunidos, registrados u observados en incremento sucesivo de tiempo.
Serie estacionaria	Serie cuyos valores son estacionarios y que no cambian a través del transcurrir del tiempo.
Tendencia	Componente de largo plazo que representa el crecimiento o declinación de la serie de tiempo en un periodo amplio.

RESUMEN

En el presente trabajo se detalla una metodología para la realización del pronóstico de la demanda en una empresa dedicada a la distribución de insumos médicos, principalmente para dar solución a la preocupación de los directivos por el error de pronóstico actual.

Se propone el estudio y el uso de técnicas de pronósticos cuantitativos; estos son modelos matemáticos basados principalmente en la demanda histórica, y se determina con base en el análisis de serie de tiempos, la técnica de pronóstico adecuada para cada producto. La metodología se aplicará a los productos categorizados como "A" dentro de una clasificación ABC de las principales líneas de negocio de la empresa; esto para que los resultados sean significativos en el corto plazo.

Al establecer las técnicas de pronóstico a utilizar para cada producto, se mejora la precisión del pronóstico individual y global. La realización de pronósticos es un estudio en mejora continua, por lo que se define un plan de monitoreo para el control y medición del error del pronóstico; todo esto para la administración adecuada del proceso del cálculo del pronóstico.

Se demuestra que los pronósticos cuantitativos, son más precisos que los pronósticos basados en la experiencia de los expertos en ventas, sin embargo no se desprecia el conocimiento que los expertos puedan aportar, ya que este será el complemento a las técnicas cuantitativas, dando posibilidad a aumentar la precisión del pronóstico, y contribuir a la mejora de toma de decisiones.

OBJETIVOS

General

Estudiar los productos ofertados en las líneas quirúrgica y médica, entender el funcionamiento del mercado y su demanda. Clasificar los productos “A” de dichas líneas; someter al análisis estadístico el historial de ventas de estos productos, para la elección de la técnica de pronóstico cuantitativo adecuado y establecer un plan de monitoreo de los modelos de pronósticos para su control y mejora continua.

Específicos

1. Determinar la metodología para la investigación, establecer fuentes de información para la recolección de datos y depurar los datos obtenidos.
2. Entender el funcionamiento del mercado y los productos ofertados; analizar el proceso actual del cálculo de los pronósticos y diseñar un nuevo proceso con base en el análisis de la situación actual.
3. Estudiar las principales técnicas de pronóstico para ser aplicadas en el estudio en caso; determinar la metodología para la elección del modelo adecuado de pronóstico, con base en el análisis de series de tiempo.
4. Clasificar los productos A de las líneas quirúrgica y médica, someter en evaluación estos productos y determinar el modelo estadístico adecuado.

5. Establecer indicadores de capacidad para la medición del error de pronóstico para la retroalimentación y mejora continua de los modelos de pronóstico.

INTRODUCCIÓN

El mercado actual altamente competitivo y globalizado se ve reflejado en clientes cada vez más exigentes, para tener a un cliente satisfecho, entonces las empresas deben ofrecer productos de calidad al menor precio; bajo este escenario las empresas están constantemente en búsqueda de la mejora continua de sus productos y/o servicios y realizarlo a su vez con la menor cantidad recursos posibles. Una vez determinadas las exigencias de los clientes y contando con productos de calidad, la gestión de recursos toma importancia.

La gestión adecuada de recursos se puede alcanzar a través de una planificación eficiente basada en pronósticos con un alto grado de exactitud, porque pronosticar la demanda de productos será la base de la planeación financiera, metas de ventas, niveles de inventario, contratación del personal, promoción de ventas y de muchas otras actividades.

La exactitud del pronóstico de la demanda permite a las empresas operar de tal manera que se evitan excesos y la escasez de recursos necesarios, obteniendo de esta manera la mayor utilidad posible.

El análisis de los pronósticos de la demanda en esta investigación está orientado a la planificación eficiente de abastecimiento de productos médicos, los cuales son surtidos por proveedores fuera del territorio guatemalteco, es decir la planificación de abastecimiento de productos a través de importaciones.

El pronóstico de la demanda busca reducir el grado de incertidumbre, a treves de predecir ventas futuras de manera asertiva y con esto contribuir a la

toma de decisiones sobre el momento adecuado en el que se debe realizar la importación de los productos médicos, evitando con ello el desabastecimiento de productos, el exceso de inventario y a su vez reducir los costos de importación.

En el desarrollo de esta investigación se determinarán a través del análisis matemático y estadístico, los diferentes modelos de pronósticos cuantitativos y cualitativos capaces de predecir el curso de la demanda con un alto grado de exactitud, ciertamente no existen pronósticos perfectos, lo cual da razón a la retroalimentación y mejora continua de estos.

1. ANTECEDENTES GENERALES

Esta parte de la investigación es la más importante y crítica pues un pronóstico no podrá ser más preciso que los datos en los que se basa, entonces se hace necesario establecer las fuentes de información para la recolección de datos; estos servirán de base para el cálculo de los pronósticos. La depuración de datos es vital para garantizar información objetiva y capaz de resolver la problemática planteada; se debe documentar información precisa y confiable y desechar toda aquella información obsoleta poco precisa; es por tal razón necesario definir un plan de investigación.

El plan de investigación se define para recolectar toda la información necesaria bajo lineamientos que garanticen la confiabilidad de los datos, El estudio de investigación se desarrollará a través de una serie de pasos, los cuales representan la respuesta a cada pregunta clave, y se da a lo largo de toda la realización de la investigación.

- ¿Por qué se debe hacer investigación?
- ¿Qué investigación deberá hacerse?
- ¿Vale la pena hacer la investigación?
- ¿Cómo deberá diseñarse la investigación para alcanzar los objetivos de la misma?
- ¿Qué se va hacer con la investigación?

Son tres los pasos que se deben cumplir, los cuales son: propósito de la investigación, objetivo de la investigación y el valor de la información.

Ninguno de los pasos se realiza de forma aislada, más bien están incrustados en el proceso permanente de la planeación, que culminará en el desarrollo de estrategias. La planificación debe facilitar la toma de decisiones, escoger la alternativa más acertada y aumentar la probabilidad de éxito.

1.1. Propósito de la investigación

Obtener y almacenar información confiable, objetiva, precisa y actualizada. Generar un almacén de datos que puedan ser utilizados para la extrapolación de datos, información que pueda reducir la incertidumbre acerca del futuro. A mayor y mejor información se eleva la efectividad de la planeación y la toma de decisiones. Parte importante también es desechar toda aquella información ambigua de fuentes no confiables y obsoletas.

1.2. Objetivo de la investigación

La información recolectada busca reducir la incertidumbre sobre acontecimientos que puedan presentarse en un futuro cercano y lejano, generar conocimiento acerca del mercado de insumos médicos, entender el comportamiento de la demanda y determinar aquellos factores influyentes que intervienen en el curso de la demanda; de esta manera obtener pronósticos muy acertados, con los que se puede ejecutar una planificación eficiente.

1.3. Fuentes de datos

Las fuentes de información pueden clasificarse en primarias y secundarias. Las fuentes secundarias son todas aquellas que se tienen disponibles, ya que fueron recolectadas con algún propósito diferente al de la solución del problema actual.

Las primarias son los que se recolectan especialmente para un objetivo específico de la investigación, alguna de las más utilizadas son las encuestas; para la investigación y estudio en caso no se utilizarán fuentes de información primarias.

1.3.1. Fuentes secundarias

El uso más importante de los datos secundarios consiste en monitorear el entorno en el que está funcionando la compañía y el comportamiento interno de la demanda de la empresa. El monitoreo del entorno es prioritario debido a que la compañía debe estar en contacto continuo con las tendencias del mercado.

Las fuentes secundarias pueden dividirse en internas y externas:

- Interna: hacen referencia a los datos propios que posee la compañía. La compañía posee una base de datos sobre las ventas históricas a partir del 2008 y se almacenan en un sistema computarizado de modo que están disponibles en cuanto sean necesarios. La base de datos del historial de ventas será la fuente de mayor importancia y en que se basarán los diferentes métodos de pronósticos cuantitativos.

Dentro de las fuentes secundarias internas también se necesitará información acerca del sistema organizacional que posee la empresa; esto servirá pues es importante conocer las áreas involucradas en el proceso actual de la elaboración de los pronósticos y la función que cada uno desempeña. También será necesario archivar la información que puedan proporcionar los expertos en ventas, quienes en la vasta experiencia que poseen, esta información es muy valiosa, ya que ayudará a recabar información rápidamente sobre el acontecer histórico de un largo tiempo.

- Externas: la función de las fuentes secundarias externas es entender y determinar los factores que influyen en el comportamiento del mercado; siempre que sea posible, deberán usarse los datos públicos disponibles, ya que se pueden obtener de manera más rápida y económica. En el tema de salud existen muchas entidades de Guatemala y otras internacionales que brindan información de fácil acceso básicamente en sus páginas web, teniendo siempre el sumo cuidado de revisar que estas sean de fuentes confiables y comprobadas.

Las fuentes secundarias establecidas serán las siguientes: sobre las páginas enlistadas a continuación, estas son páginas del gobierno y entidades internacionales reconocidas, comprobadas y actualizadas. Referente a los libros y documentos relacionados con salud, estos serán enlistados de mejor manera en la bibliografía; es importante mencionar que el uso y estudio de variedad de libros en relación con el tema llega a ser muy útil, pues se logra adquirir mayor conocimiento y así tener un mejor criterio para el desarrollo de la investigación y adquirir un mayor nivel de juicio, el cual es esencial para el desarrollo de pronósticos.

- Instituto Nacional de Estadística de Guatemala
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
- Guatecompras
- Banco Mundial
- Organización Mundial de Salud
- Fondo Monetario Internacional
- Historial de ventas de la empresa
- Documentación interna de la empresa (organigrama, misión visión, objetivos, valores, entre otros).
- Tesis. libros. documentos relacionados con salud en Guatemala.

1.4. Recolección de datos

La recolección de datos se hará a través de la investigación cualitativa y cuantitativa; debe llevar al cumplimiento del propósito de la investigación antes planteada y formulación de ideas con el fin de dar cumplimiento a los objetivos que se plantearon en la investigación, que finalmente justifica la realización del mismo.

Se detallarán brevemente algunas de las técnicas utilizadas, con las cuales se busca recabar toda la información al alcance, y así generar un almacén de datos para el procesamiento y análisis de datos obtenidos, básicamente consiste en trabajar con lo recolectado para convertirlo en conocimiento útil. De manera ordenada y sistemática el uso de toda esta información se detallará en los capítulos posteriores.

Como se ha mencionado, se desechará toda aquella información que no es de utilidad, esto para mantener la objetividad; se consideran cuatro criterios para determinar si los datos son de utilidad.

- Los datos deben ser confiables y precisos. Es conveniente tener el cuidado adecuado al recolectar los datos. Es necesario establecer que sean de fuentes confiables y con la debida atención en su precisión.
- Los datos deben ser pertinentes y representativos de las circunstancias para las cuales serán utilizados. Los datos que supongan la representación de la actividad económica deberán mostrar las alzas y bajas de acuerdo con las fluctuaciones cíclicas en el pasado histórico de la empresa. Los datos de las publicaciones del Banco Mundial, el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social y la Organización Mundial

para la salud, entre otros, utilizadas en la investigación, son organizaciones que han sido verificadas y los datos mostrados en su archivos son pertinentes,

- Los datos deben ser consistentes. Cuando se modifican las definiciones relacionadas con la forma como se reúnen los datos, se deben hacer ajustes para mantener la consistencia en los patrones históricos. Lo peor que le podría ocurrir a una base de datos es que los mismos sean inconsistentes, es decir: que sean contradictorios o que falten datos que deberían estar, o que estén datos que no deberían estar.
- Los datos deben ser periódicos. Los datos que se recolectan resumen y publican con base en una periodicidad serán de gran valor para el pronosticador. La renovación de las fuentes de información es importante.
- Esto quiere decir que a pesar que se han establecido las fuentes de información, aún puede considerarse incluir mucha más información que brinde un mayor entendimiento sobre temas de salud; podrían ser por ejemplo publicaciones o revistas relacionadas con el tema de salud en Guatemala. Es también importante mencionar que las fuentes de información establecidas se renuevan anualmente, por lo que se consideran periódicas.

1.4.1. Métodos cualitativos

Los diferentes métodos cualitativos se utilizan para entender el fin y ser de la empresa su objetivo y metas y el sistema organizacional, así como describir el proceso actual sobre el cálculo de los pronósticos, identificar probables

problemas metodológicos en el estudio y aclarar aquellos aspectos confusos del mercado.

1.4.1.1. Exploratorios

Esta técnica es utilizada para observar aspectos importantes que puedan mejorar la idea que se tiene sobre cómo realizar la recolección de datos, se busca aclarar muchas confusiones y se hará con el fin de comprender con mayor precisión cómo funciona la empresa y el proceso actual del cálculo de los pronósticos; se basa en únicamente observar para luego describir todo lo observado y plasmarlo en diagramas o documentación que se archivará para su posterior uso.

1.4.1.2. De orientación

Este método se basa en hacer consultas a las personas que poseen el conocimiento adquirido a lo largo de su experiencia en el campo, acerca de un tema en específico y que se quiere conocer; se documentan aquellos aspectos importantes. Para el caso en estudio se consultará a los expertos dedicados a las ventas y a las personas de servicio al cliente de la empresa, acerca de cómo se comporta el mercado y cómo se calculan los pronósticos actualmente.

El nuevo proceso sobre el cálculo de pronósticos no será de ninguna manera un sustituto de la decisión de los expertos en las áreas de ventas, serán más bien un complemento que puede dar un balance óptimo, ya que se pronostica eficazmente bajo una mezcla de buen juicio y técnicas de pronósticos cuantitativos.

1.4.2. Métodos cuantitativos

Básicamente se basan en descargar datos estadísticos de publicaciones de las fuentes secundarias de información ya definidas en las fuentes de información y el análisis de la base de datos que la empresa posee. Se descargará toda la estadística relacionada con salud, que sea de utilidad para la realización de los pronósticos. Esta información principalmente se utilizará para entender el funcionamiento del mercado, porcentaje de participación de la compañía y para la realización de pronósticos a largo plazo.

Los temas de interés son la salud y estadística sociodemográfica en Guatemala, pues estos están íntimamente relacionados e influyen en el comportamiento de la demanda de insumos médicos.

Como se mencionó anteriormente, la información interna de la empresa, es básicamente un almacén de datos sobre las ventas dadas a partir de julio de 2008 al día de hoy; en la que se detalla el código del artículo vendido, su descripción, cantidad, precio, cliente que lo ha comprado y aún muchos más detalles que se dieron en el momento de la compra. Cada venta desde el 2008 ha sido dividida según el sector de compra; esto será de mucha utilidad pues permitirá la medición y participación de los sectores privado, público y seguro social. Esta información será la base en la que se hará el análisis estadístico y con la que se realizarán los cálculos necesarios de las diferentes técnicas y métodos cuantitativos de pronósticos.

Aunque la empresa posee un historial de ventas a partir del julio de 2008 a la fecha actual, se considera poco preciso el historial de ventas archivada en los años 2008 al 2009, pues muchos de los productos ofertados en esa época han sido descontinuados. La tecnología utilizada en la producción de insumos

médicos dicta que los productos en su mayoría son renovados cada cierto tiempo, por lo que se tomará en cuenta únicamente los datos de las ventas a partir de enero de 2010 a la fecha actual.

2. SITUACIÓN ACTUAL Y PERFIL DE LA COMPAÑÍA

Es muy importante comprender el funcionamiento, el ser y fin de la empresa en la que se realizará la investigación; esto para contribuir de manera efectiva al alcance de los objetivos y metas planteadas por la dirigencia, esto permitirá trabajar en sinergia y estructurar planes y acciones congruentes a los objetivos de la organización, es fundamental entender el rol de la empresa y su situación actual, es claro que es el punto de partida para la implementación de nuevos procesos.

El éxito de la implementación de un nuevo proceso sobre la realización de los pronósticos, está determinado en gran parte por la habilidad organizacional que esta conlleva; de nada serviría tener un modelo estadístico capaz de obtener un alto grado de exactitud si no se llega a utilizar en la práctica, debido a que nunca se logre poner de acuerdo con los actores principales en la elaboración de los pronósticos; un ejemplo podría ser que la logística de abastecimientos sea disímil al área de ventas, se menospreciarían de esta manera los beneficios de operar congruentemente bajo una misma vía en búsqueda de un solo objetivo, es seguro además que hay datos imposibles de obtener sin la ayuda del área comercial.

La principal estrategia es recopilar información útil de todas las áreas involucradas y con esto o mejorar la capacidad de toma de decisiones acertadas.

Conocer además sobre el proceso actual permitirá entender el por qué se han realizado los pronósticos bajo la metodología actual; la idea no será

cambiar el proceso como tal sino mejorarlo, de tal manera que todos los involucrados tengan la disposición y motivación a realizar los cambios necesarios.

Se deben considerar los datos externos para la realización del pronóstico de la demanda, los cuales influyen en su comportamiento; una visión macroeconómica puede ayudar a entender y detectar posibles inflexiones futuras en el curso de la demanda, que sería imposible saber tan solo con datos históricos de ventas de la empresa. La economía y la situación actual en el tema salud son temas que se deben analizar y estudiar.

2.1. Historia y fundación

Servicios Quirúrgicos es una empresa constituida el 4 julio de 1991, dedicada a la importación y comercialización de insumos y equipo médico quirúrgico. Actualmente es la empresa líder en equipo médico quirúrgico e insumos hospitalarios, contando con proveedores de la más alta calidad y de reconocimiento mundial. Debido a las diferentes ramas de la medicina, la empresa está dividida en líneas; según el campo que abarquen sus productos para la propuesta de nuevos procesos sobre el cálculo de los pronósticos en la presente investigación, se abarcará únicamente las dos líneas más grandes de la empresa: la línea quirúrgica y la línea médica; de manera que el impacto en la mejora de los pronósticos sea a corto plazo.

Para entender con mayor facilidad las bases en la que fue fundada y el fin que la empresa se ha trazado, se citarán la misión, visión y valores que la empresa posee actualmente.

2.1.1. Localización

Actualmente se encuentra localizada en ciudad de Guatemala, en un complejo empresarial, en donde se ubican algunas otras empresas, con dirección en 14 avenida 7-12, zona 14. Empresarial La Villa, específicamente en las oficinas 17,18 y 21. Está ubicada estratégicamente en un punto medio para atender los diferentes hospitales de la zona.

2.1.2. Misión

“Ser una empresa dedicada a la importación, comercialización y distribución de productos hospitalarios, con marcas reconocidas mundialmente. Capacitar a médicos y enfermeras para el mejor uso de nuestros productos. Ser un equipo de personas comprometidas a trabajar en la empresa con principios y valores regidos siempre por el cumplimiento de la ley.”¹

2.1.3. Visión

“Ser la empresa líder e innovadora que velará por garantizar el bienestar y mejorar la calidad de vida en los hospitales, abasteciéndolos de productos y equipo médico quirúrgico de la más alta tecnología, calidad y seguridad para los médicos, profesionales de la medicina y pacientes.”²

Los valores de la empresa son los siguientes:

- Responsabilidad: promover un estilo de vida saludable integra. Considerar el bienestar del medio ambiente al implementar nuevas

¹ Empresa Servicios Quirúrgicos.

² Ibíd.

tendencias y avances tecnológicos, fomentando un impacto positivo en futuras generaciones.

- **Compromiso:** actuar con un alto sentido de colaboración y atención hacia los clientes; conocer y entender sus necesidades mediatas e inmediatas atendiéndolas siempre con esmero, diligencia prontitud y eficiencia.
- **Filosofía institucional:** promover la educación como parte fundamental de un estilo de vida más saludable. La mejor manera de recibir beneficios es entender la necesidad específica de cada uno de ellos. Fomentar el emprendimiento de ideas y la sinergia de cada elemento para superar expectativas laborales y personales.
- **Integridad:** enfocar cada proceso de forma ética, profesional con un compromiso de responsabilidad social.
- **Honestidad:** mantener el compromiso en el cuidado que garantice la protección y mejore la salud del usuario final.
- **Excelencia:** integrar cada departamento como parte fundamental del desarrollo, promover la educación continua para obtener mejores resultados.

2.2. Proceso actual de pronósticos y sus modificaciones para la mejora del proceso actual

Actualmente la empresa realiza los pronósticos con base en el juicio y experiencia de los expertos en ventas; el Departamento de Compras, el cual de las importaciones, solamente archiva la información sobre los pronósticos

realizados y luego envía esta información a los proveedores, si bien es cierto existe un análisis estadístico, este básicamente detalla las ventas promedio de los últimos seis meses; esto no refleja el verdadero comportamiento del mercado, pues la demanda de cada producto no tiene un comportamiento lineal; el mercado siempre será y ha sido cambiante, por lo que se hace un tanto obsoleto únicamente considerar las ventas promedio mensuales.

El error de pronóstico actual es muy grande; este es el principal motivo por el cual se da la presente investigación, pues la complejidad del negocio y la cantidad de productos ofertados ha incrementado, lo cual ha hecho que la tarea de pronosticar sea difícil y compleja, para ser realizados solamente bajo métodos cualitativos, lo cual también llega a ser tedioso, pues se debe revisar cada código ofertado.

El tener un error elevado o poca precisión en los pronósticos afecta el abastecimiento de los productos; pues el proveedor no dispone de los productos necesarios a comprar, además de que provoca la pérdida de credibilidad acerca de los pronósticos presentados a los proveedores. Actualmente no se le da la justa atención a la medición del error de los pronósticos, esto no ha permitido la retroalimentación y mejora de los pronósticos.

Como se mencionó al inicio del capítulo, la habilidad organizacional es vital para la mejora del proceso actual; como se pudo observar, hace falta involucrar a otras áreas de la empresa que poseen información útil que puede ser utilizada para mejorar la decisión sobre las cantidades correctas a pronosticar, pues cada área en su labor diaria obtiene información valiosa que finalmente puede ser utilizada para predecir de mejor manera.

Es necesario generar un proceso que garantice la inclusión de mayor información y la intervención de la estadística para la determinación del pronóstico adecuado. La integración de las diferentes áreas de trabajo es muy importante, pues cada uno puede asumir responsabilidades, y saber qué tan importante es su tarea para que la próxima sea realizada efectivamente; se generará un compromiso de parte de cada integrante, pues es darle valor a su trabajo, lo cual también es un factor motivador.

El análisis de proceso es uno de los mayores avances en la ciencia de la administración, pues permite ver una situación desde todos los ángulos posibles y da respuesta a la creciente preocupación de las empresas modernas acerca de obtener soluciones completas; esto porque a través de procesos es posible detallar todo el funcionamiento de la empresa y también detallar cada actividad realizada; permite tener la visibilidad desde lo macro hasta el detalle de cada actividad realizada en detalle micro.

Para determinar la manera en que se realizarán los pronósticos se realizará un diagrama de flujo. Un proceso se define y diagrama, primero para garantizar resultados, segundo para la medición del rendimiento y tercero delegar responsabilidades a los participantes involucrados.

El procedimiento para diagramar el proceso será el siguiente:

- Limitar el proceso: el proceso empieza con el estudio acerca del comportamiento de demanda de los productos y finaliza con realizar el pronóstico de cada artículo; los datos obtenidos son los presentados al proveedor para su planificación.

- Establecer las entradas (recursos, insumos), y salidas (productos o servicios). Las entradas es toda la información que brinda conocimiento acerca de las posibles ventas que se darán en un futuro. Las salidas permiten determinar la cantidad correcta que se debe comprar y determinar en qué momento se debe recibir en bodega.

- Determinar el responsable de cada actividad: están involucrados en el proceso tres departamentos, los cuales cumplen con las siguientes funciones:
 - Departamento de servicio al cliente: es el departamento encargado de la atención de los clientes y facturación de las ventas. Es responsabilidad de este departamento el ingreso de las cotizaciones, adjudicaciones y órdenes de compra al sistema, así como la facturación de los productos (historial de venta). Es decir que de este departamento depende la información de todas las ventas potenciales que puedan terminar o no en la venta de productos, pues es tan importante saber por qué una venta se perdió o cómo una venta se ganó.

 - Departamento de Ventas: es el departamento que se encarga de promocionar el producto y finalmente venderlo; es también responsabilidad suya en gran parte determinar la compra de los productos necesarios para la venta; de este departamento se obtienen los pronósticos cualitativos.

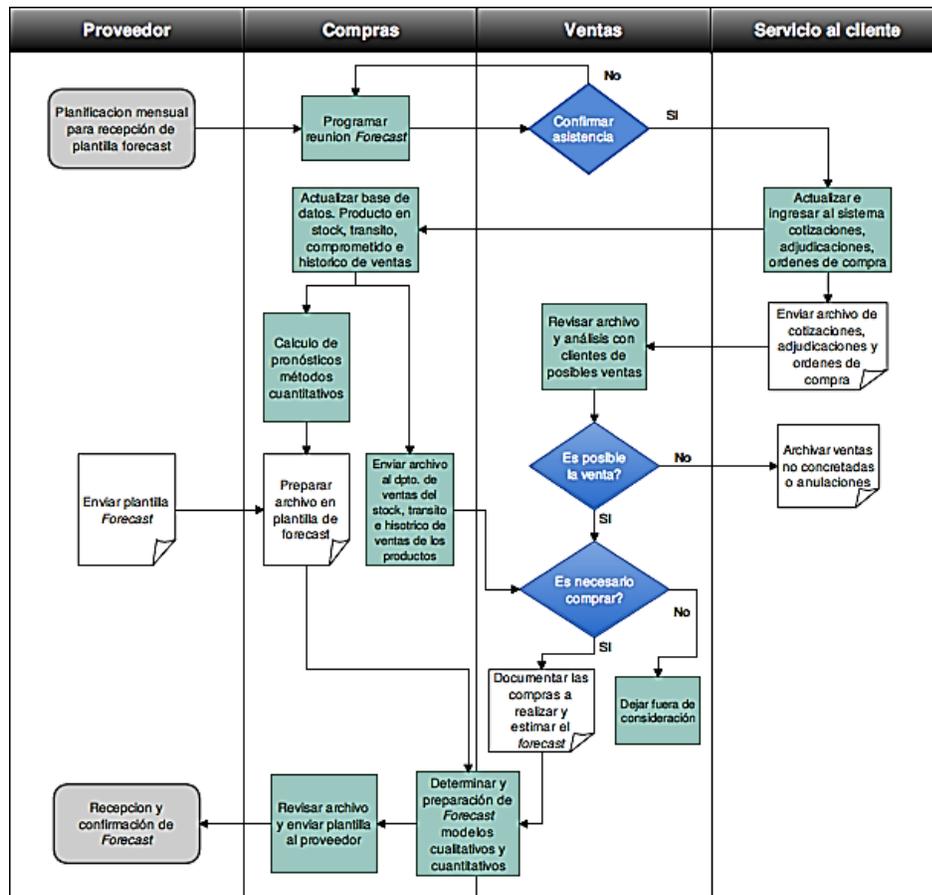
 - Departamento de Compras: departamento encargado de la planificación de abastecimiento de los productos y actor principal encargado de dirigir el proceso sobre el cálculo de los pronósticos.

También genera todos los informes y estadística necesaria para el cálculo de los pronósticos cuantitativos.

- Establecer cuál es la primera actividad que se realiza y en secuencia las que siguen, hasta alcanzar el límite final del proceso.
- Regresar al primer paso hasta representar de manera efectiva el proceso que se está estudiando.

El diagrama de flujo es una herramienta útil para detallar el proceso y reflejar cada una de las tareas para un análisis con mayor detalle. Es conveniente usarlo como primer paso durante el diseño de un proceso nuevo o cuando se analizan modificaciones para su mejora, que es el caso en estudio. A continuación, en la figura 1, se presenta el diagrama de flujo sobre el proceso del cálculo de los pronósticos que se utilizarán, y los ajustes al proceso actual. En este diagrama se pueden observar los responsables de realizar cada tarea; este proceso deberá ser del conocimiento de todo los involucrados.

Figura 1. Nuevo proceso sobre el cálculo de los pronósticos



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

Se puede mejorar la utilidad de los pronósticos si los administradores adoptan una actitud realista. No se debe ver a este nuevo proceso como la manera en la que se conseguirá tener un pronóstico 100 % exacto, se deben considerar inevitables los errores de pronóstico para entonces investigar las causas que producen el error, pero sí se debe considerar este proceso como la mejor forma de identificar y extrapolar patrones con el fin de pronosticar.

2.3. Situación actual del área salud en Guatemala

Es importante considerar la influencia de factores externos que de alguna forma intervienen y modifican constantemente el curso de la demanda; es vital entonces entender el mercado como tal y no solamente la demanda y oferta de la empresa; los factores económicos de un país, su población y características generales son indicadores que pueden ayudar a mejorar la visión a futuro de las ventas a largo plazo, en este caso es claro que el tema salud en el país es el mercado real que rige la demanda de los productos médicos.

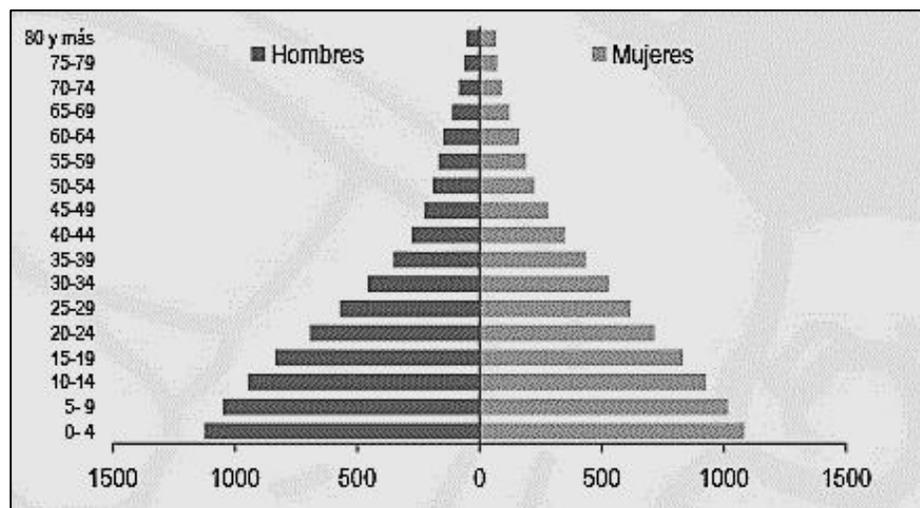
2.3.1. Estadísticas sociodemográficas

Guatemala es un país localizado en la parte norte del istmo centroamericano, con una extensión territorial de 108 889 kilómetros cuadrados, y una elevación de cero a cuatro mil metros sobre el nivel del mar, Políticamente están ubicados 22 departamentos, 334 municipios y 28 000 lugares poblados, teniendo en total 25 comunidades lingüísticas, divididas en cuatro pueblos (maya, garífuna, xinca y mestizos). El clima varía con temperaturas entre menos tres (-3) grados centígrados en regiones arriba de los 2 000 msnm, 14 grados centígrados en regiones menores a los 500 msnm y hasta 44 grados centígrados en los departamentos costeros.

Guatemala es la economía más grande de Centroamérica y la novena de Latinoamérica con un PIB en el 2013 de \$53,8 mil millones de USD, una población de 15,47 millones de habitantes. Se considera que el 53 % de la población vive bajo el nivel de pobreza y el 13 % bajo el nivel de pobreza extrema. Se considera a Guatemala como un país de ingreso mediano bajo y en vías de desarrollo, cifras del Banco Mundial, todas del 2013.

El 52 % de la población es menor de 20 años, la población menor de 30 años representa el 70 % de la población total. El 51 % de la población es de sexo femenino y el 32 % son mujeres en edad fértil, se ha calculado para el 2012 un total de 4 990,230 personas en la población económicamente activa. En consideración de los datos obtenidos Guatemala es un país con una población en su mayoría joven. En la figura 2 se observa la distribución en sexo y edad de la población en el 2012.

Figura 2. **Pirámide poblacional, cifras en miles 2012 Guatemala**



Fuente: INE. *Estimaciones y proyecciones de población, con base en los censos nacionales IX de población y VI de habitación 2002.*

2.3.2. Estadística en salud y red de servicios

El sector salud está conformado por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS), el sector privado, el Ministerio de la Defensa, Secretarías, Municipalidades y ONG. El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) es la

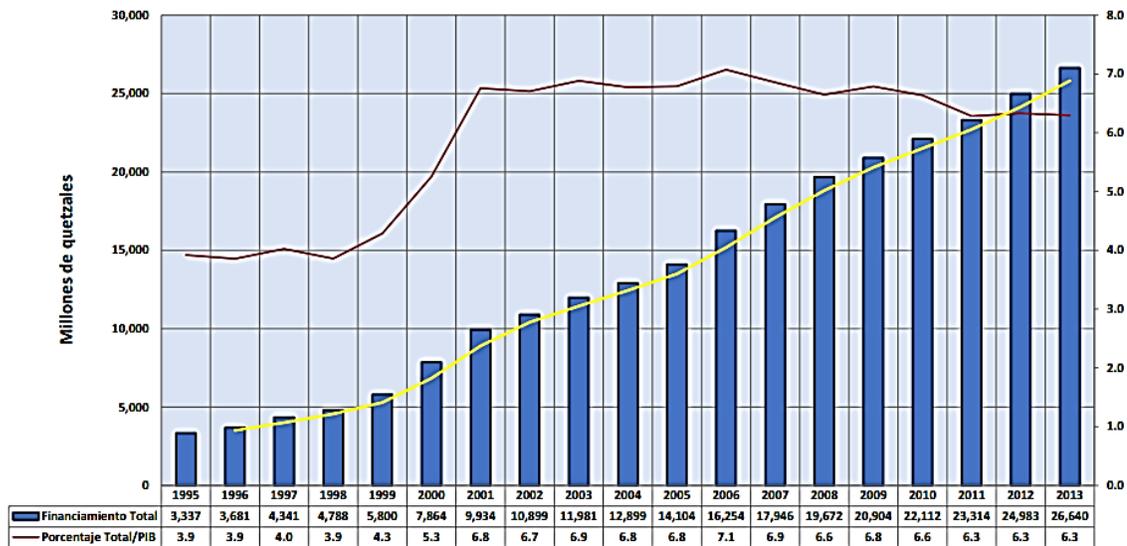
dependencia regulador de toda actividad relacionada con salud incluyendo la privada. El Departamento de Regulación, Acreditación y Control de los Establecimientos de Salud (DRACES) es la dependencia del MSPAS responsable de autorizar las licencias para funcionamiento de los establecimientos del sector privado.

Durante el 2011 (31 829 903 de consultas atendidas) permitió establecer que el 49,6 % corresponde al MSPAS, el IGSS atendió al 15,7 %, el sector privado al 34,3 % y los ministerios de Gobernación y la Defensa al 0,4 % únicamente; bajo la concepción anterior, del total de consultas atendidas por el sector público durante el 2011, que alcanzaron 20 900 399 consultas, el MSPAS cubrió el 75,6 % y el IGSS el 23,9 %, mientras que los Ministerios de la Defensa y de Gobernación atendieron en conjunto el 0,5 % de la demanda efectiva (según el informe del MSPAS a través del diagnóstico nacional de salud, realizado en marzo de 2012). Es importante mencionar que estos datos hacen referencia a consultas atendidas, incluyendo consulta externa e interna.

En el 2014 el gasto en salud fue del 6,5 % del PIB; en el gasto se considera la suma del gasto público y privado en salud. Abarca la prestación de servicios de salud (preventivos y curativos), las actividades de planificación familiar, y de nutrición, y la asistencia de emergencia designadas para la salud, pero no incluye el suministro de agua y servicios sanitarios, todos estos según cifras del Banco Mundial.

El financiamiento de salud a nivel nacional permanece con el comportamiento en crecimiento de toda su historia en cuanto a valor monetario y a la baja, si se compara según el porcentaje en comparación del PIB; esto se debe al crecimiento económico cuya variación es mayor a la del presupuesto en salud, este comportamiento se puede ver en la figura 3.

Figura 3. **Evolución del financiamiento en salud a nivel nacional, Guatemala 1995- 2013; millones de quetzales y porcentaje del PIB**



Fuente: MSPAS/SIGSA. *Cuentas nacionales y economía de la salud*. p. 96.

2.3.2.1. Ministerio de Salud y Asistencia Social (MSPAS)

El MSPAS es financiado por el Gobierno de Guatemala; el presupuesto aprobado para el 2015 asciende a 5 647,2 millones de quetzales de los cuales 1 508,8 millones están destinados para la compra de materiales y suministros según Decreto número 22-2014 del Congreso de la República de Guatemala.

Su red de servicios se divide en tres niveles de atención según sea el grado de especialidad. El primer nivel es el primer contacto de la población con la red de servicios de salud, a través de los establecimientos y acciones comunitarias; en este nivel se brindan los servicios básicos de salud entendidos

como las acciones integrales de promoción, prevención, recuperación y rehabilitación, diseñadas, organizadas y realizadas para resolver los problemas de salud de las personas y el ambiente, que requieren de tecnologías y recursos apropiados para resolver los problemas más frecuentes.

En el segundo nivel de atención, se desarrolla un conjunto de servicios ampliados de salud dirigidos a solucionar los problemas de las personas, referidas del primer nivel de atención o aquellas que por demanda espontánea y urgencias acudan a los establecimientos típicos de este nivel, Comprende la prestación de servicios de: medicina general, laboratorio, rayos X y emergencia; atiende las cuatro especialidades médicas básicas, cirugía general, ginecología y obstetricia, pediatría general y medicina interna. Las subespecialidades de traumatología y ortopedia, salud mental, así como el desarrollo de acciones de promoción, prevención y rehabilitación, según normas.

En el tercer nivel de atención, se brindan servicios de salud de alta complejidad dirigidos a la solución de los problemas de las personas que son referidas por los establecimientos de los niveles de atención precedentes, según normas de referencia y contrarreferencia, así como aquellas personas que acudan a los establecimientos de este nivel en forma espontánea o por razones de urgencia. Brinda un conjunto de acciones de promoción, prevención, recuperación y rehabilitación de la salud, de acuerdo con los programas y servicios desarrollados en cada establecimiento, dentro de las cuales se mencionan acciones de salud relacionadas con las cuatro especialidades básicas.

En las tablas I y II se puede observar la cantidad de instalaciones con las que cuenta el sector público y el número de atenciones prestadas en cada nivel; es importante mencionar que el sector público, en porcentaje de participación

en Guatemala, atiende la mayoría de los casos y a pesar de ser así, no cuenta con el mayor presupuesto en comparación con el sector privado; esto se ve reflejado en un servicio de baja calidad.

Tabla I. **Red de servicios del MSPAS 2012**

Nivel de atención	Servicios	Cantidad
Primero	Puestos de salud (PS)	777
	Puestos de salud fortalecidos fines de semana (PSF/FS)	245
	Puestos de salud fortalecidos (PSF)	64
	Unidades mínimas (UM)	15
	Total primer nivel de atención	1,101
Segundo	Centros de atención permanente (CAP)	180
	Centros de salud (C/S)	110
	Centros de atención del paciente ambulatorio (CENAPA)	40
	Centros de atención integral materno-infantil (CAIMI)	5
	Maternidad cantonal	4
	Centros de urgencias médicas (CUM)	3
	Clinicas periféricas	2
	Servicios especializados	2
	Total segundo nivel de atención	346
Tercero	Hospitales	45
	Total tercer nivel de atención	45
TOTAL DE SERVICIOS A NIVEL NACIONAL DEL MSPAS		1,492

Fuente: *Dirección General del Sistema Integral de Atención en Salud (SIAS).*

Tabla II. **Servicios de atención por nivel del MSPAS años 2008-2011**

PRIMER NIVEL				
	2008	2009	2010	2011
Primeras Consultas	3,374,708	4,417,789	4,375,793	4,158,506
Reconsultas	937,771	1,184,749	1,232,018	1,079,491
Emergencias	47,723	67,251	78,045	65,245
TOTAL	4,360,202	5,669,789	5,685,856	5,303,242
SEGUNDO NIVEL				
	2008	2009	2010	2011
Primeras Consultas	2,808,773	3,555,525	3,501,044	3,880,758
Reconsultas	591,318	857,447	966,582	975,073
Emergencias	291,250	426,891	461,484	489,273
TOTAL	3,691,341	4,839,863	4,929,110	5,345,104
TERCER NIVEL				
	2008	2009	2010	2011
Primeras Consultas	531,503	559,292	1,103,572	1,020,005
Reconsultas	497,870	528,777	1,885,619	1,831,753
Emergencias	719,555	817,481	2,615,198	2,297,165
TOTAL	1,748,928	1,905,550	5,604,389	5,148,923
Egresos			531,060	366,129

Fuente: *Dirección General del Sistema Integral de Atención en Salud (SIAS).*

2.3.2.2. Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS)

Entidad gubernamental creada el 20 de octubre de 1944 por el Decreto 295 del Congreso de la República de Guatemala, en el cual se le concedió un margen de autonomía económica, jurídica y funcional. El IGSS es regido bajo una junta directiva integrada por diferentes sectores; al ser una entidad descentralizada y autónoma tiene la capacidad de tener presupuesto y fondos privativos, pero sujetos a los controles y fiscalización de los órganos correspondientes del estado.

Bajo el acuerdo número 1 326 de la Junta Directiva del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social se aprobó el presupuesto para el 2015, correspondiente; a la cantidad de 15 323,30 millones de quetzales, de los cuales para servicios médicos se destinaron 4916 millones de quetzales; este último es el valor comparativo, el IGSS tiene el presupuesto más bajo de los tres sectores en estudio en esta investigación, el cual es muy similar al del MSPAS. En la tabla III se puede observar la distribución del total de afiliados al IGSS.

Tabla III. **Estimación del número de trabajadores afiliados cotizantes al IGSS, ambos sexos por grupo de edad según actividad económica 2013**

Grupo de edad	Total	Agricultura, Silv. Caza y Pesca ^{1/}	Explotación de Minas y Canteras	Industria Manufacturera	Construcción	Electricidad, Gas, Agua y Serv. Sanitarios	Comercio	Transporte, Almacenaje y Comunicaciones	Servicios ^{2/}
Menos de 15	4	-	-	-	1	-	2	-	1
15 - 19	26,193	5,791	171	2,319	204	42	8,768	436	8,462
20 - 24	181,582	25,181	822	21,685	2,275	529	50,113	6,642	74,335
25 - 29	238,661	27,203	1,075	32,558	2,723	2,042	51,257	7,066	114,737
30 - 34	217,004	20,230	942	34,168	1,693	1,724	44,232	6,652	107,363
35 - 39	173,777	17,259	814	23,316	2,545	1,549	33,170	6,291	88,833
40 - 44	127,094	14,083	718	13,905	1,849	1,401	21,555	4,579	69,004
45 - 49	94,403	10,447	388	10,045	883	635	15,343	3,201	53,461
50 - 54	71,846	9,475	385	6,536	716	1,040	11,757	2,695	39,242
55 - 59	46,222	6,722	222	3,993	1,457	1,144	6,450	1,626	24,608
60 - 64	28,279	4,199	197	2,397	413	380	4,556	668	15,469
65 - 69	11,514	1,944	128	794	363	96	2,219	435	5,535
70 - 74	3,223	469	81	96	12	1	670	114	1,780
75 - 79	1,707	13	5	283	2	-	337	173	894
80 y más	791	3	1	104	3	-	34	5	641
Total	1,222,300	143,019	5,949	152,199	15,139	10,583	250,463	40,583	604,365

Fuente: *Departamento Actuarial y Estadístico del IGSS.*

El instituto cuenta con una amplia infraestructura para la atención en salud de su afiliado y derechohabientes; durante el 2012 se brindaron servicios de consulta externa, emergencias, primeros auxilios y hospitalización, por los riesgos de enfermedad, maternidad y accidentes, como se muestra en la tabla

IV. Es importante mencionar que estos datos son demostrativos de todas las redes de servicios del IGSS.

Tabla IV. **Servicios de atención médica del IGSS producción global, 2012**

PRODUCCIÓN	RIESGO			TOTAL
	Enfermedad	Maternidad	Accidentes	
Consulta externa	3 873 392	2 73 928	254 594	4 401 914
Emergencia	840 657	82 846	174 509	1 098 012
Primeros auxilios	29 765	1 581	18 769	50 115
Egresos hospitalarios	75 200	50 265	15 999	141 464

Fuente: *Departamento Actuarial y Estadístico del IGSS.*

La red de servicios del IGSS cuenta con diversidad de instalaciones; en la tabla V se puede observar la cantidad de cada una de ellas distribuidas a lo largo del territorio de Guatemala.

Tabla V. **Red de servicios del IGSS, 2012**

Descripción	Número
Hospitales	23
Policlínicas	1
Consultorios	36
Centros de Atención	4
Unidades Asistenciales	2
Unidades Integrales de adscripción	44
Salas Anexas	2
Unidades Periféricas	2
Puestos de Primeros Auxilios	11
TOTAL	125

Fuente: *Departamento Actuarial y Estadístico del IGSS.*

2.3.2.3. Sector privado

El sector privado puede ser dividido en dos divisiones: la lucrativa y la no lucrativa; la lucrativa está conformada por hospitales sanatorios, clínicas, farmacias y laboratorios; la división no lucrativa es representada por ONG, las cuales ofrecen sus servicios gratuitamente, incluyendo a las entidades formadoras de recurso humano en salud, especialmente las universidades; todas están autorizadas por el MSPAS a través del DRACES.

Si el gasto en salud en el 2013 del sector privado, fue del 4 % sobre el PIB se puede estimar un presupuesto estimado de 16 816 para este año, y según datos del Banco Mundial se estima un crecimiento del PIB del 3,5 % para el 2014 y 2015; según la tendencia sobre el gasto en salud del sector, el cual se mantendrá en 4,5 % sobre el PIB, se puede asumir un presupuesto aproximado de 18 363 millones de quetzales para el 2015.

Con todo esto se puede deducir que el sector privado es el mercado de mayor importancia. La red de servicios del sector privado es la de mayor tamaño, posee gran número de instalaciones las cuales se detallan en la tabla VI.

Debido a la poca inversión que el Gobierno de Guatemala asigna a los servicios relacionados con la salud, sumado a la corrupción que se vive en tiempos actuales, se ha visto afectado el nivel de servicio prestado en las instalaciones públicas, puesto que el presupuesto no es proporcional al crecimiento poblacional; esto también ha provocado que la inversión que cada guatemalteco hace por la prevención de su salud crezca más de lo que ahora se ha podido observar; es por eso que el presupuesto del sector privado es el más grande de los sectores comparados.

Tabla VI. **Red de servicios del sector privado, 2011**

No.	ESTABLECIMIENTOS	LICENCIAS
1	Clínicas Médicas Generales	1,450
2	Clínicas Médicas Especializadas	1,948
3	Casas de Salud	18
4	Clínicas Dentales	978
5	Ópticas	306
6	Centros de Estética y Control de Peso Corporal	65
7	Centros de Cuidado Infantil	144
8	Centros Atención al Adulto Mayor	48
9	Centros de Medicina Alternativa	151
10	Centros de Atención Integral a Personas con Adicciones	46
11	Centros de Diagnóstico por Imágenes	147
12	Hospitales de día	32
13	Hospitales	71
14	Centros de Cuidado y Atención a Personas con Discapacidad Mental	3
15	Hogares Temporales	1
16	Laboratorios Dentales	115
17	Laboratorios de Patología y Citología	39
18	Sanatorios	112
19	Centros de Atención Pre-hospitalaria	22
20	Clínicas de Psicología	131
21	Clínicas de Nutrición	54
22	Bancos de Sangre	19
23	Diálisis y Hemodiálisis	19
24	Laboratorios Clínico Básicos	35
25	Laboratorios Clínico Intermedios	569
26	Laboratorios Clínico Avanzados	139
27	Laboratorios Clínico Especializados	63
28	Gimnasios	150
29	Centros de Terapia Física y Rehabilitación	58
30	Centros de Abrigo y Protección	29
31	Centros de Recuperación Nutricional	1
	TOTAL	6,963

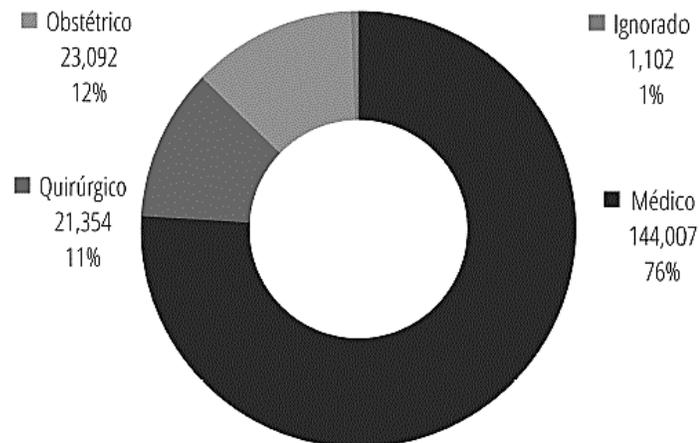
Fuente: *Departamento de Regulación, Acreditación y Control de establecimiento de la Salud.*

El sector privado según su atención se divide en externa e interna; atención externa se refiere a aquellos servicios prestados a pacientes que llegan a consulta. En el 2013 se atendieron 692 472 pacientes de los cuales

52,2 % son residentes de la ciudad de Guatemala; el 63,5 % de los pacientes son mujeres y el principal grupo de edad es menor de cinco años.

Los servicios internos son aquellos que se prestan a pacientes que necesitan ser admitidos en el centro hospitalario para la atención de su padecimiento. Estos servicios se dividen en tratamiento médico, quirúrgico y obstétrico. En el 2013 se atendió a 189 555 pacientes, de los cuales el 58 % son residentes de la ciudad de Guatemala, mientras que 39 % reside en las otras regiones del país; el 62,4 % de los pacientes son mujeres y el principal grupo de atención por rango de edad es de 0 a 4 años. Del total de pacientes que requirieron servicios de atención interna, el 76 % recibió tratamiento médico, en la figura 4 se observa el 100 % de servicios prestados.

Figura 4. **Servicios de atención interna prestados en el 2013**

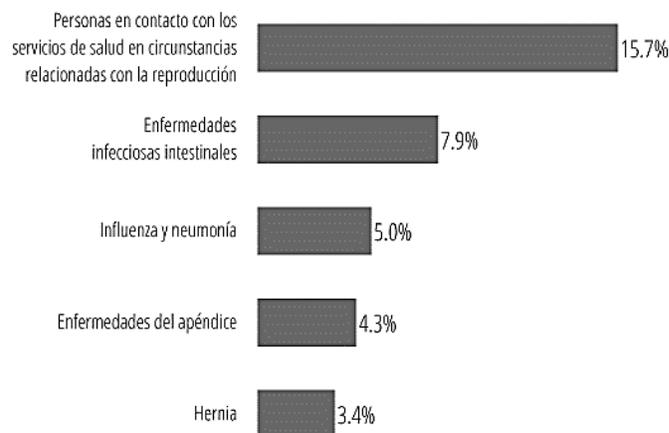


Fuente: *INE Guatemala*. <http://www.ine.gob.gt/index.php/estadisticas>. Consulta: abril de 2015.

Las principales causas de atención por tratamiento médico las presentan las “personas en contacto con los servicios de salud en circunstancias

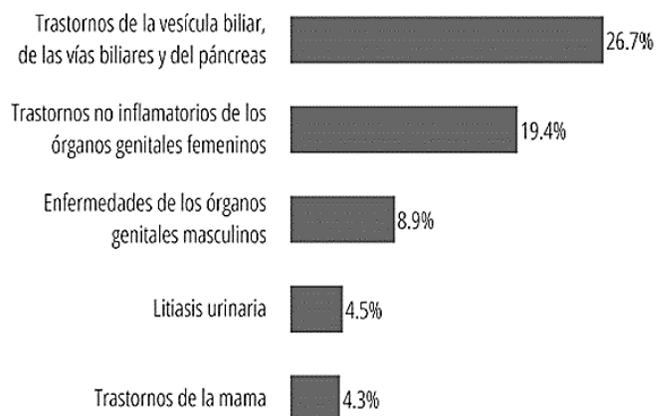
relacionadas con la reproducción con el 15,7 % de los casos, seguido por las enfermedades infecciosas intestinales” con el 7,9 %. En la figura 5 se detallan las 5 primeras causas.

Figura 5. **Causas principales de atención por tratamiento médico**



Fuente: *INE Guatemala*. <http://www.ine.gob.gt/index.php/estadisticas>. Consulta: abril de 2015.

Figura 6. **Causas principales de atención por tratamiento quirúrgico**



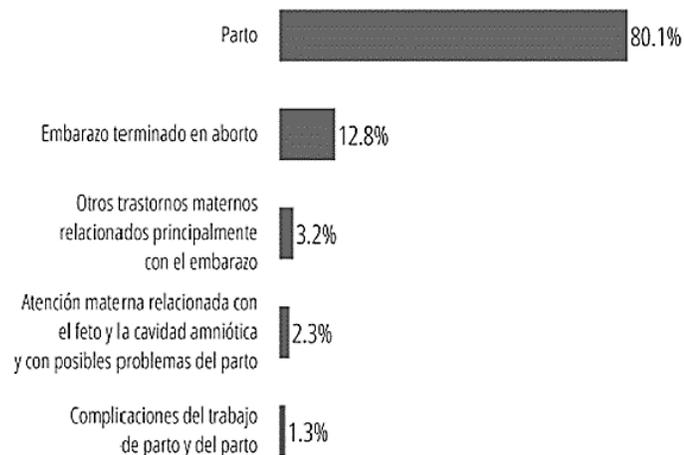
Fuente: Instituto Nacional de Estadística, INE. Guatemala.

Del total de atenciones por tratamiento quirúrgico, la categoría “trastornos de la vesícula biliar, de las vías biliares y del páncreas”, presenta el mayor porcentaje de los casos con el 26,7 %; le siguen los “trastornos no inflamatorios de los órganos genitales femeninos”.

En la figura 6 se detallan las 5 primeras causas principales de atención por tratamiento quirúrgico. Este dato es muy importante pues está íntimamente relacionado con los productos ofertados en la línea quirúrgica.

Finalmente en la figura 7 se detalla las causas principales de atención obstétrica.

Figura 7. **Causas principales de atención obstétrica**



Fuente: *INE Guatemala*. <http://www.ine.gob.gt/index.php/estadisticas>. Consulta: abril de 2015.

3. SELECCIÓN DEL MÉTODO DE PRONÓSTICOS Y SU METODOLOGÍA

En la historia de la humanidad, el hombre siempre ha tratado de intuir o predecir el futuro, para sobrevivir y adaptarse a escenarios que pueden suscitarse y que afecten su desarrollo; es por tal razón que en su naturaleza el hombre posee habilidades innatas y capacidades que ha adquirido y desarrollado conforme el transcurrir del tiempo, pero su precisión para predecir es buena solamente hasta cierto punto, ya que el humano tiende a ser optimista y subestimar la incertidumbre del futuro.

Dado a los avances tecnológicos es posible entonces dar lugar a la intervención a la estadística y el uso de la metodología matemática y científica para desarrollar métodos y técnicas de pronóstico cuantitativo cada vez más complejo, este viene a ser una importante ayuda para mejorar la precisión de las predicciones que se puedan hacer con base en la intuición, juicio y experiencia. Es importante mencionar que no siempre al utilizar una técnica muy compleja con un elevado número de cálculos se obtendrán pronósticos más precisos, pues en ocasiones los modelos más sencillos pueden llegar a ser los correctos; la idea también es que estos métodos sean entendibles, por lo que es también importante considerar que no siempre será lo adecuado usar métodos tan complejos.

Los modelos cuantitativos conllevan un complejo manejo de números de datos y el uso de muchas fórmulas, la ayuda de un programa para computador es esencial. Toda la metodología planteada en adelante puede realizarse con la

ayuda de un programa de computador, pues el realizarlo sin la ayuda de este conllevaría a un trabajo extremo.

3.1. Importancia de los pronósticos

John E. Hanke en su obra "Pronóstico en los negocios", describe la importancia de los pronósticos de la siguiente manera.

Toda organización opera en una atmósfera de incertidumbre acerca de los que sucederá en el futuro y es bajo estas condiciones que se toman decisiones, las cuales afectarán o beneficiarán a la organización. Debido a que siempre ha sido cambiante el mundo en el que operan las organizaciones, constantemente ha existido la necesidad de hacer pronósticos. Para tal efecto, en los últimos años se ha incrementado la confianza en las técnicas que abarcan una compleja manipulación de datos.³

La competencia se hizo más cerrada en muchas áreas; en casi todas las industrias se implantó el comercio internacional. Estos factores se combinaron para crear un clima organizacional que es más complejo, con una dinámica más rápida y más competitiva que nunca. De tal forma que las organizaciones que no puedan reaccionar con rapidez a las condiciones cambiantes y prever el futuro con algún grado de precisión, están condenadas a la extinción.

3.1.1. Aplicación en la administración

En toda organización existe un pronóstico, ya sea implícito o explícito, pues es necesaria una visión a futuro de hacia dónde se dirige la empresa y los recursos estimados que necesita para cubrir la demanda de sus productos y

³ ESTUART HANKE, John. *Pronósticos de los negocios*. p. 45.

servicios. El pronóstico de la demanda es de utilidad en prácticamente todas las áreas de la empresa y funciones que desempeñan cada una de ellas, debido a que con base en los pronósticos se determinan las proyecciones de ventas, nivel de inventario, capacidad instalada para la producción, necesidad de recurso humano, entre otros. Con base en un pronóstico preciso se puede tener entonces una planificación eficiente, y plantear estrategias que pueden brindar ventajas competitivas.

Contar con una planificación eficiente es dar mejor uso a los recursos disponibles, pues su estimación ha sido la adecuada; se incrementan las ventas pues se atiende al cliente de mejor manera dando lo que requiere en el momento que lo necesite y a través de las estrategias y planes de contingencias, se aprovechan las oportunidades del mercado, asimismo se reduce el riesgo y efectos que pueda suscitarse debido a acontecimientos adversos que puedan afectar negativamente a la compañía. Se genera entonces mayor utilidad a través de aumentar las ventas y a su vez se optimizan los recursos.

3.2. Conceptos básicos de series de tiempo

Cualquier variable que conste de datos reunidos, registrados u observados sobre incrementos sucesivos de tiempo (diario, semanal, anual, entre otros) se denomina series de tiempo. El historial de ventas de la empresa es un ejemplo de series de tiempos, pues son el registro de datos durante del incremento sucesivo del tiempo, en otras palabras el registro de las ventas durante el transcurrir de los años.

Para describir el comportamiento de las series de tiempo se dice que constan de una o varias componentes que luego pueden ser descompuestas.

Las componentes de una serie de tiempo existen como representación de su comportamiento; es por eso que a través del historial de ventas identificadas como series de tiempo, se pueden identificar sus componentes, para entonces estudiar y analizar cada una de ellas.

Las componentes de una serie de tiempo pueden ser identificadas con el análisis de autocorrelación, enfoque que se detallará más adelante. Una serie de tiempo puede tener las componentes de tendencia, ciclo, estacionalidad e irregularidad. La descomposición clásica es un método que se basa en la suposición de que se pueden descomponer las componentes las series de tiempo y cada una de ellas puede ser analizada por partes y al final unir las para obtener un mejor enfoque y al final un pronóstico más preciso. A continuación se detalla en qué consiste cada componente.

- **Componente de tendencia:** se refiere al crecimiento o la disminución en los datos de la serie de tiempo sobre un periodo amplio normalmente mayor a un año. Las fuerzas básicas que ayudan a explicar la tendencia de una serie son el crecimiento de la población, la inflación de precios, el cambio tecnológico y los incrementos en la productividad.
- **Componente cíclico:** se refiere a la variación de ascenso y descenso de una serie de tiempo, la fluctuación en forma de onda alrededor de la tendencia afecta por lo regular por las condiciones económicas generales, es común que las fluctuaciones cíclicas estén influidas por cambios de expansión y contracción económicas.
- **Componente estacional:** son patrones que tienden a repetirse cada año. Una serie con estacionalidad mensual mide la variabilidad de enero a diciembre; en una serie con estacionalidad hay cuatro elementos

estacionales, una para cada trimestre. La variación estacional puede ser reflejo de condiciones climáticas, días festivos o la longitud de los meses del calendario.

- Componente de irregularidad: mide la variabilidad de las series de tiempo después de que se retiran los otros componentes. Contabiliza la variabilidad aleatoria en una serie de tiempo ocasionada por factores imprevistos y no recurrentes.

3.3. Exploración de patrones de datos mediante análisis de autocorrelación

El cálculo del coeficiente de correlación se utiliza para determinar si existe relación recíproca entre dos variables, en caso de que suceda, se dice que las variables están correlacionadas o que hay correlación entre ellas. La medida de correlación entre dos variables puede tomar valores entre -1 y 1. Un coeficiente de correlación entre dos variables con medición igual a 1 significaría una correlación perfecta; en tal caso al aumentar una de las variable la otra aumentará significativamente; a la inversa si dos variables tienen una correlación de valor -1 se puede decir que al aumentar una la otra disminuirá en la misma proporción; si la medición de la correlación es 0 entonces ambas variables son totalmente independientes una de la otra.

Se define entonces como autocorrelación a la correlación que existe entre un dato y otro de una misma serie de tiempo desfasado uno o más periodos; el nivel de correlación se mide mediante el coeficiente de correlación. Los patrones de datos que incluyen componentes de tendencia, estacionalidad, e irregularidad, se pueden estudiar usando el enfoque del análisis de autocorrelación.

En suposición de que el primer dato del historial de ventas mensuales es enero, la autocorrelación de primer orden sería la correlación entre las ventas de febrero con las de enero, y marzo con las de febrero, y así sucesivamente.

La ecuación para medir la correlación de primer orden (r_1) es la siguiente:

$$r_1 = \frac{\sum_{t=1}^{(n-1)} (Y_t - \bar{Y})(Y_{t-1} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^{(n)} (Y_t - \bar{Y})^2}$$

En donde

r_1 = *coeficiente de autocorrelación de primer orden*

\bar{Y} = *media de valores de la serie*

Y_t = *observación en el periodo de tiempo t*

Y_{t-1} = *observación en un periodo anterior o en el periodo t - 1*

La fórmula para calcular el coeficiente de correlación de orden r (k) entre datos separados por k periodos es la siguiente:

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{(n-k)} (Y_t - \bar{Y})(Y_{t-k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^{(n)} (Y_t - \bar{Y})^2}$$

En donde

r_k = *coeficiente de autocorrelación para desfase de k periodos*

\bar{Y} = *media de valores de la serie*

Y_t = *observación en el periodo de tiempo t*

Y_{t-k} = *observación en k periodos anteriores o en el periodo t - k*

Para el estudio y análisis de series de tiempo se calcula la autocorrelación de primer grado y varios desfases; los datos obtenidos se pueden graficar; los datos reunidos en un gráfico constituyen un correlograma; en este se logran exhibir autocorrelaciones para varios desfases de una serie de tiempo. Al observar en un correlograma y analizarlo, se pueden determinar los diferentes componentes que pueda tener una serie de tiempo.

Para ejemplificar este tema se muestran la venta anual de una tienda de videocaseteras. En la tabla VII se muestra el cálculo de la autocorrelación de primer orden; en la columna t se colocan los meses del año y en la columna Y_t las ventas mensuales y en las columnas adyacentes los diferentes cálculos necesarios para determinar la autocorrelación de primer orden. En la figura 8 se muestra el correlograma de hasta 6 desfases; se ve en la parte derecha de la figura la escala de autocorrelación y en la parte izquierda, el número de desfase correspondiente; al centro, la autocorrelación de valor 0, y un intervalo limitado por dos líneas punteadas; este intervalo sirve para determinar si una serie es aleatoria o no, el cálculo de este intervalo se detallará más adelante.

Los coeficientes de autocorrelación para diferentes periodos desfasados de una variable se pueden utilizar en una serie de tiempo para identificar lo siguiente:

- ¿Los datos son aleatorios?: serán aleatorios si la correlación entre Y_t y Y_{t+1} es cercana a cero y los valores sucesivos de la serie de tiempo no guardan relación entre sí.
- ¿Los datos tienen una tendencia? los datos tienen una tendencia si Y_t y Y_{t+1} están altamente correlacionados y es típico que los coeficientes de autocorrelación sean diferentes de cero de manera significativa para varios de los primeros periodos de desfasamiento y caigan gradualmente hacia cero, al incrementarse el número de periodos.
- ¿Los datos son estacionales? se presentará un coeficiente de autocorrelación significativo en el periodo de desfasamiento correspondiente: cuatro en los datos trimestrales o doce en los datos mensuales.
- ¿Los datos son estacionarios? a diferencia de la tendencia una serie es estacionaria cuando los coeficientes de correlación caen a cero después del segundo o tercer periodo de desfasamiento.

Pero hasta qué punto se considera una autocorrelación distinta de cero, la manera de identificar las componentes de las series de tiempo se hace a partir de esta medición. ¿Qué hace un analista para determinar si un coeficiente de autocorrelación es significativamente diferente de cero?

Estadísticamente los datos de una serie de tiempo con comportamiento aleatorio tienen una distribución que se puede aproximar a una curva normal con una media de valor 0 y una desviación estándar de $1/\sqrt{n}$.

Entonces es posible comparar los coeficiente de autocorrelación con esta distribución; si la serie en efecto es aleatoria, todos los coeficientes de autocorrelación deben ubicarse dentro de un intervalo a un nivel específico de confianza. Se puede considerar aleatoria una muestra si los coeficientes de autocorrelación calculados se encuentran todos dentro del intervalo determinado por la siguiente ecuación, siempre que se cuente con más de 30 observaciones:

$$0 \pm Z * \frac{1}{\sqrt{n}}$$

Donde

Z = valor normal estándar para un nivel de confianza dado

n = número de observaciones en la serie de datos

Entonces se hace la prueba de hipótesis para determinar si la serie de tiempo en estudio cumple con la afirmación planteada en la hipótesis nula, la cual dicta que bajo a cierto nivel de confianza la serie de tiempo demuestra un comportamiento aleatorio. Al identificar que alguna serie de tiempo tiene un comportamiento aleatorio, será muy difícil que se puedan utilizar métodos de modelos estadísticos comunes; esto se hace un tanto complejo y se deben utilizar modelos como el método de ARIMA.

$$H_0: r_k <> \pm Z * \frac{1}{\sqrt{n}}$$

$$H_1: r_k \neq \pm Z * \frac{1}{\sqrt{n}}$$

3.4. Selección de una técnica de pronóstico

Este paso consiste en la selección de la técnica adecuada capaz de predecir eficazmente el patrón de datos encontrado en el análisis de autocorrelación.

Es también muy importante considerar que para el éxito de la selección de técnica elegida es necesario antes poder hacer lo siguiente:

- Definir la naturaleza del problema del pronóstico.
- Explicar la naturaleza de los datos bajo investigación.
- Describir las capacidades y limitaciones de las técnicas de pronóstico potencialmente útiles.
- Desarrollar algunos criterios predeterminados sobre los cuales se pueda tomar la decisión de la selección.

El pronosticador debe evaluar cada técnica en términos de confiabilidad y aplicabilidad para el problema que ocupa. Otro factor que se debe considerar es el horizonte del tiempo, pues se pueden aplicar diversas técnicas de pronóstico según se requiera, ya sea para corto, mediano o largo plazo, y tomar en cuenta que en la medida que el horizonte se hace más distante, muchas de las técnicas se hacen menos aplicables, pues su certeza al pronosticar no es la adecuada, en el momento que el horizonte se hace muy largo se aplican de mejor manera los pronósticos cualitativos.

En materia de administración y planificación para el abastecimiento de productos es común que el tiempo a pronosticar sea relativamente corto; en esta situación se amplía la capacidad de muchas técnicas cuantitativas. En la tabla IX se presenta un resumen de las técnicas de pronósticos que deben ser usados con determinados patrones de datos.

En todo caso, un pronóstico se presentará a los expertos para su aprobación y uso; de ahí que la facilidad de comprensión e interpretación de los resultados sea una consideración importante.

Para la interpretación de la tabla VIII, en donde:

- Patrón de datos: ST estacionarios; T tendencia; S estacionales; C cíclicos.
- Horizonte en el tiempo: S corto plazo (menos de 3 meses); I mediano plazo; L largo plazo.
- Tipo de modelo: TS serie de tiempo; C causal.
- Estacionales: L longitud de la estacionalidad.

Tabla VIII. **Técnicas de pronósticos sugeridas según patrón de datos**

MÉTODO	PATRON DE DATOS	HORIZONTE EN EL TIEMPO	TIPO DE MODELO	REQUERIMIENTOS DE DATOS MÍNIMOS	
				NO ESTACIONALES	ESTACIONALES
No formales	ST, T, S	S	TS	1	
Promedios simples	ST	S	TS	30	
Promedios, móviles	ST	S	TS	4-20	
Atenuación exponencial	ST	S	TS	2	
Atenuación exponencial lineal	T	S	TS	3	
Atenuación exponencial cuadrática	T	S	TS	4	
Atenuación exponencial estacional	S	S	TS		2*L
Filtración adaptiva	S	S	TS		5*L
Regresión simple	T	I	C	10	
Regresión múltiple	C, S	I	C	10*V	
Descomposición clásica	S	S	TS		5*L
Modelos de tendencia exponencial	T	I, L	TS	10	
Ajuste de curva-S	T	I, L	TS	10	
Modelos de Gompertz	T	I, L	TS	10	
Curvas de crecimiento	T	I, L	TS	10	
Census II	S	S	TS		6*L
Box-Jenlans	ST, T, C, S	S	TS	24	3*L
Indicadores principales	C	S	C	24	
Modelos econométricos	C	S	C	30	
Regresión múltiple de series de tiempo	T, S	I, L	C		6*L

Fuente: HANKE, John E.; REITSCH, Arthur G. *Exploración de patrones de datos mediante análisis de autocorrelación*. p. 118.

3.4.1. **Técnicas de pronósticos para datos estacionarios**

Una serie estacionaria es aquella cuyo valor promedio no varía a través del tiempo. Estas situaciones se presentan cuando los factores influyentes en la demanda son relativamente estables. El valor promedio de la serie es el que se convierte en el pronóstico para valores futuros.

Las técnicas más sofisticadas comprenden la actualización de la estimación, al haber disponible nueva información. Estas técnicas son útiles cuando no son confiables las estimaciones iniciales o cuando la estabilidad del

promedio es cuestionable. Además las técnicas de actualización proporcionan mayor grado de tranquilidad respecto de los cambios en la estructura subyacente de la serie. Las series estacionarias son las más sencillas de pronosticar.

Varias técnicas que se podrían considerar al pronosticar en series estacionarias son los métodos no formales, los de promedio simple y los de promedios móviles, atenuación exponencial y de Box-Jenkins.

3.4.2. Técnicas de pronósticos para datos con una tendencia

Serie de tiempo que contiene un componente de largo plazo que representa el crecimiento o decrecimiento de la serie a través de un periodo amplio. Las técnicas de pronóstico para series con tendencia se utilizan siempre que exista una productividad creciente y la presencia de nueva tecnología en el estilo de vida. El incremento en la población, el poder adquisitivo de compra, aumenta la aceptación en el mercado es decir un producto que pasa de la etapa de lanzamiento al crecimiento.

Las técnicas a considerar al pronosticar series con tendencia son promedio móvil lineal, atenuación exponencial línea de Brown, atenuación lineal de Holt, atenuación exponencial cuadrática de Brown, regresión simple, modelo de Gompertz, curvas de crecimiento y modelos exponenciales.

3.4.3. Técnicas de pronósticos para datos con estacionalidad

Se define como serie de tiempo estacional a los datos con un patrón de cambio que se repite a sí mismo, año tras año. Por lo regular, el desarrollo de una técnica de pronóstico estacional comprende la selección de un método

multiplicativo o uno de adición, y luego se estiman los índices estacionales a partir de la historia de la serie. Estos índices se usan posteriormente para incorporar la estacionalidad al pronóstico o para eliminar tales efectos de los valores observados; a este último proceso se le conoce como ajuste estacional de datos.

Las técnicas de pronóstico para datos estacionales se usan siempre que el clima sea una influencia de interés, el año calendario influye en la variable de interés.

Las técnicas a considerar al pronosticar series estacionales son: descomposición clásica, indicadores económicos, modelos econométricos, la regresión múltiple y los métodos Box-Jenkins.

3.4.4. Técnicas de pronósticos para datos de series cíclicas

Se define efecto cíclico como la fluctuación en forma de onda alrededor de la tendencia. Los patrones cíclicos tienden a repetirse en los datos cada dos, tres o más años. Es difícil establecer un modelo para estos patrones cíclicos, ya que no son estables. Las fluctuaciones en forma de onda hacia arriba y hacia abajo alrededor de la tendencia, rara vez se repiten en intervalos fijos de tiempo y también varía la magnitud de las fluctuaciones.

Las técnicas de pronósticos para datos cíclicos se utilizan siempre que el ciclo del negocio influya sobre la variable de interés, cuando se presentan cambios en la población o en el ciclo de vida del producto.

Las técnicas a considerar al pronosticar series cíclicas son la descomposición clásica, los indicadores económicos, los modelos econométricos, la regresión múltiple y los métodos de Box-Jenkins.

3.5. Medición del error en el pronóstico

Para el mejor entendimiento de estas mediciones y el uso de las fórmulas se utiliza la siguiente notación básica de pronóstico.

$Y_t =$ *valor de una serie de tiempo en el periodo t*

$\hat{Y}_t =$ *valor del pronóstico para Y_t*

$e_t = Y_t - \hat{Y}_t =$ *residual o error del pronóstico*

Es necesario la medición del error pues con base en estos no solamente se puede elegir la técnica adecuada sino también se da seguimiento a la técnica ya elegida. Las siguientes abreviaturas se detallan por sus siglas en inglés, esto debido a que la gran mayoría de programas por computador utilizan esta nomenclatura.

Entre las mediciones de error más usadas están las siguientes:

- Desviación absoluta de la media (DAM, MAE) esta mide la precisión mediante el promedio de la magnitud de los errores de pronóstico (valores absolutos de cada error) resulta de gran utilidad cuando el analista desea medir el error de pronóstico en las mismas unidades de la serie original. Se utiliza la siguiente fórmula:

$$DAM = \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|}{n}$$

- Error medio cuadrado (EMC, MaxAPE): este enfoque penaliza los errores máximos de pronóstico, ya que eleva cada uno al cuadrado. En ocasiones es mejor tener errores moderados en todos los pronósticos y no un pronóstico que tenga errores pequeños en la mayoría de las observaciones, pero que ocasionalmente tenga algunos extremos demasiados grandes. Se utiliza la siguiente fórmula:

$$EMC = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n}$$

- El porcentaje de error medio absoluto (PEMA, MAPE): este enfoque es útil cuando el tamaño o magnitud variable de pronóstico es importante en la evaluación de la precisión del pronóstico; proporciona una indicación de qué tan grandes son los errores del pronóstico comparados con los valores reales de la serie. Se utiliza la siguiente fórmula:

$$PEMA = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t}}{n}$$

- Porcentaje medio de error (PME): este se utiliza para determinar si el pronóstico está sesgado (pronóstico consistentemente bajo o alto). Si una técnica no da como resultado pronósticos sesgados, la ecuación producirá un porcentaje cercano a cero; en cambio si el resultado es un porcentaje negativo grande, el método de pronóstico está sobreestimado de manera consistente. Si el resultado es un porcentaje positivo grande, el método de pronóstico está subestimado en forma consistente. Se utiliza la siguiente fórmula:

$$PME = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{(Y_t - \hat{Y}_t)}{Y_t}}{n}$$

Estas cuatro mediciones detalladas se utilizan para la comparación de la precisión entre dos técnicas de pronóstico diferentes, la medición de la utilidad o confiabilidad de una técnica y la búsqueda de una técnica óptima.

3.6. Principales técnicas de pronóstico

Se detalla la metodología y sus formulas de las técnicas a utilizar, comprender que no es la exposición a detalle de cada una de estas, sino solamente fundamentos principales, en consideración a que el texto no sea extenso. Importante mencionar y remarcar que si es necesaria la revisión de textos completos acerca de técnicas de pronóstico y su metodología para un debido uso de cada una de ellas, pues la comprensión es parte vital para mejorar la decisión de elección de alguna de estas.

Dar por entendido que los cálculos pueden ser realizados por un programa de computador, para los cuales sí es necesario comprender cada uno de los resultados obtenidos y los fundamentos por los cuales son calculados.

3.6.1. Promedios simples y móviles

Estas técnicas son las más sencillas. es un pronóstico fácil, rápido y barato y de corto plazo; esto no quiere decir que no sean útiles y en algunos casos podría ser el método adecuado. Se detallan algunas de estas técnicas:

- Promedio simple: se calcula la media de todos los datos observados y el resultado será el pronóstico para el siguiente periodo futuro; se utiliza la siguiente fórmula:

$$\hat{Y}_{t+1} = \sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{n}$$

- Promedios móviles: a diferencia del promedio simple, en este método se pueden determinar los datos más relevantes e importantes y que son representativos del siguiente periodo a pronosticar; entonces por ejemplo si el analista está más interesado en las observaciones recientes, al estar disponible cada vez una nueva observación se van eliminando los valores más antiguos. El número de observaciones para el promedio se ha elegido con base en el criterio del analista; para este cálculo se utiliza la siguiente fórmula:

$$\hat{Y}_{t+1} = \frac{(Y_t + Y_{t-1} + Y_{t-2} + \dots + Y_{t-(n+1)})}{n}$$

- Promedio móvil doble: este método implica lo que su nombre indica; se calcula primero un conjunto de promedios móviles y después un promedio móvil del primero. Para comprender esta técnica se detallan a continuación de los cálculos necesarios para llevar a cabo este método:
 - Primero se utiliza esta fórmula para calcular el promedio móvil:

$$M_t = \hat{Y}_{t+1} = \frac{(Y_t + Y_{t-1} + Y_{t-2} + \dots + Y_{t-(n+1)})}{n}$$

- Dado que $M_t = \hat{Y}_{t+1}$. Entonces se utiliza la siguiente fórmula para calcular el segundo promedio:

$$M'_t = \frac{(M_t + M_{t-1} + M_{t-2} + \dots + M_{t-(n+1)})}{n}$$

- Entonces se utiliza la siguiente fórmula para calcular la diferencia entre ambos promedios móviles:

$$a_t = 2M - M'_t$$

- El siguiente es un factor de ajuste adicional, similar a la medición de una pendiente que cambia a través de la serie:

$$b_t = \frac{2}{n-1}(M_t - M'_t)$$

- Por último, se utiliza la siguiente fórmula para finalmente determinar el pronóstico de periodos m en el futuro:

$$\hat{Y}_{t+p} = a_t - b_t p$$

3.6.2. Métodos de atenuación exponencial

Estos son métodos para revisar constantemente una estimación con base en experiencias más recientes:

- Atenuación exponencial: en esta método las observaciones se ponderan, asignando mayor peso a la más recientes; se asigna la ponderación α al

valor nuevo observado y $1 - \alpha$ al pronóstico anterior, suponiendo que $0 < \alpha < 1$ de esta forma:

$$\text{Nuevo pronóstico} = \alpha * (\text{nueva observación}) + (1 - \alpha) * (\text{pronóstico anterior})$$

Se debe encontrar el α que minimice el error del pronóstico. La atenuación exponencial es simplemente el pronóstico anterior más α veces el error en relación con el valor real. La fórmula de atenuación es la siguiente:

$$Y_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha) \hat{Y}_t$$

- Atenuación exponencial doble: también conocida como método de Brown, se usa para pronosticar series de tiempo que tienen una tendencia lineal. Los conceptos básicos son similares a los de promedios móviles dobles. Para comprender esta técnica se detalla a continuación cada uno de los cálculos necesarios para llevar a cabo este método:
 - Debido a que los valores de las series no son pronósticos en sí mismos, las ecuaciones de actualización son más comprensibles si se adopta la siguiente notación.

$$A_t = \text{valor atenuado exponencialmente } Y_t \text{ en el periodo } t$$

$$A'_t$$

$$= \text{valor doblemente atenuado exponencialmente de } Y_t \text{ en el periodo } t$$

El valor simple atenuado exponencialmente se calcula entonces mediante la siguiente fórmula:

$$A_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)A_{t-1}$$

La siguiente fórmula se usa para calcular el valor doblemente atenuado exponencialmente:

$$A'_t = \alpha A_t + (1 - \alpha)A'_{t-1}$$

Luego entonces se emplea la siguiente fórmula para calcular la diferencia entre los valores atenuados exponencialmente:

$$a_t = 2A_t - A'_t$$

La fórmula siguiente es un factor adicional de ajuste, similar a la medición de una pendiente que puede cambiar durante la serie:

$$b_t = \frac{\alpha}{1 - \alpha} (A_t - A'_t)$$

Finalmente, con la siguiente ecuación se pueden pronosticar p periodos en el futuro:

$$\hat{Y}_{t+p} = a_t + b_t p$$

3.6.3. Descomposición clásica de componentes

Esta técnica consiste en identificar cada uno de los componentes que pueda tener una serie de tiempo (tendencia, cíclica, estacionalidad, estacionaria) estas son separadas mediante la descomposición y cada una puede ser estudiada por aparte, para luego proyectar cada una a futuro.

Entonces este enfoque consiste en tratar los datos originales de una serie histórica como un producto de sus componentes; esto se puede describir con la siguiente ecuación:

$$Y = TSCI$$

Donde

Y = valor real observado

T = tendencia

S = componente estacional

C = componente cíclico

I = irregularidad

Para la tendencia se busca una gráfica que pueda describir el crecimiento o decrecimiento en la serie de tiempo, ya sea una línea recta o curva; entonces se utiliza una ecuación. Se deben graficar los datos tanto sobre escalas aritméticas como semilogarítmicas; al hacerlo se obtiene una guía adicional para escoger la ecuación de tendencia. En ocasiones es necesario calcular y graficar dos o más tendencias, junto los datos originales para ver cuál de ellas se ajusta mejor. Lo que constituye como “mejor” es asunto de juicio del analista. El método más ampliamente utilizado es el método de mínimo cuadrados.

Para el componente cíclico de las series de tiempo se identifica eliminando o promediando los efectos de la tendencia. Ya que este componente constituye lo que queda después de dicho ajuste se le refiere como el “método residual”. Si los datos son mensuales o trimestrales, entonces los efectos tanto de la tendencia como los componentes estacionales deben eliminarse. Si los datos son anuales, entonces solo deben eliminarse los efectos del componente de tendencia. La descomposición del componente cíclico de una serie histórica anual se representa como:

$$C = \frac{Y}{T} = \frac{TC}{T}$$

El componente estacional de una serie se determina en la forma de un número de índice. Se encuentra con el promedio general de todo los segmentos del año; así un número índice mensual indica altas y bajas esperadas en los niveles de actividad mensual, o trimestral. Esto se ilustra mejor en el siguiente capítulo, donde se utilizará esta técnica como el método elegido para el pronóstico de un producto.

El componente cíclico para datos trimestrales o mensuales puede identificarse luego de conocer el componente estacional con la ayuda de la siguiente ecuación:

$$\frac{Y}{S} = TCI$$

Entonces conocido el producto TCI y ya en el primer cálculo se conoce la componente de tendencia, se puede separar el producto de componente irregular y el cíclico:

$$CI = \frac{TCI}{T}$$

El componente cíclico se puede identificar nuevamente utilizando el método de promedios; en esta caso por ejemplo para encontrar el componente cíclico, para enero se promedian entonces los 5 datos, los cuales comprenden 2 meses atrás y 2 adelante para que el promedio sea centrado, es decir el componente cíclico para enero será el promedio del producto "CI" de noviembre a marzo; notar que también se puede utilizar 7 u 11 datos para el promedio.

Entonces solo hace falta identificar la componente irregular; conocidas ya todas las demás componentes, bastará con solamente separarla, con base en la siguiente ecuación:

$$I = \frac{CI}{C}$$

Los componentes tanto cíclicos como de irregularidad no son identificados para ser tomados como factores rígidos, en cambio el analista debe utilizar el juicio y determinar el factor a utilizar para el cálculo del pronóstico, Sobre el componente irregular al ser un dato aleatorio en la mayoría de casos se utiliza el factor del 100 % o 1.

3.6.4. Modelos ARIMA

El nombre ARIMA se deriva debido a su misma aplicación; las letras AR representan los modelos solo con términos autorregresivos y las letras MA solo con términos de promedios móviles; la letra I representa el nivel de diferenciación utilizado para convertir la serie en estacionaria en el caso de que no lo fuese, y ARIMA incluye los modelos que contemplan términos autorregresivos y de promedio móvil.

Para los modelos autorregresivos es necesario calcular la autocorrelación parcial de la serie; el cálculo de la autocorrelación parcial sobrepasa el alcance de esta investigación; solamente, en cambio, se detalla la metodología para aplicar este análisis. Este cálculo se emplea para identificar el grado de relación entre los valores reales y los anteriores de una misma serie, un modelo autorregresivo toma la forma:

$$Y_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \epsilon_t$$

Donde

$Y_t =$ variable dependiente

$Y_{t-1}, Y_{t-2}, Y_{t-p} =$ variables independientes que son variables dependientes desfasadas en un número específico de periodos

$\phi_0, \phi_1, \phi_2, \phi_p =$ coeficientes de regresión

$\epsilon_t =$ residuo que representa sucesos aleatorios no explicados por el modelo

Mediante el análisis del correlograma de la autorrelacion parcial de la serie, se puede deducir cuántos valores reales anteriores desfasados habrá que considerar para el cálculo del pronóstico del siguiente periodo. Se puede representar un modelo autorregresivo como AR(p), en donde p indica el número de observaciones anteriores a incluir para el pronóstico del siguiente periodo.

En cuanto a los modelos de promedio móvil, este proporciona pronósticos con base en errores a errores lineales anteriores, un modelo de promedio móvil toma la forma:

$$Y_t = w_0 + \epsilon_t - w_1 \epsilon_{t-1} - w_2 \epsilon_{t-2} + \dots + w_q \epsilon_{t-q}$$

Donde

$Y_t =$ variable dependiente

$w_0, w_1, w_2, w_q =$ peso específico

$\epsilon_t =$ residuo o error

$\epsilon_{t-1}, \epsilon_{t-2}, \epsilon_{t-3}, =$ valores previstos de residuos

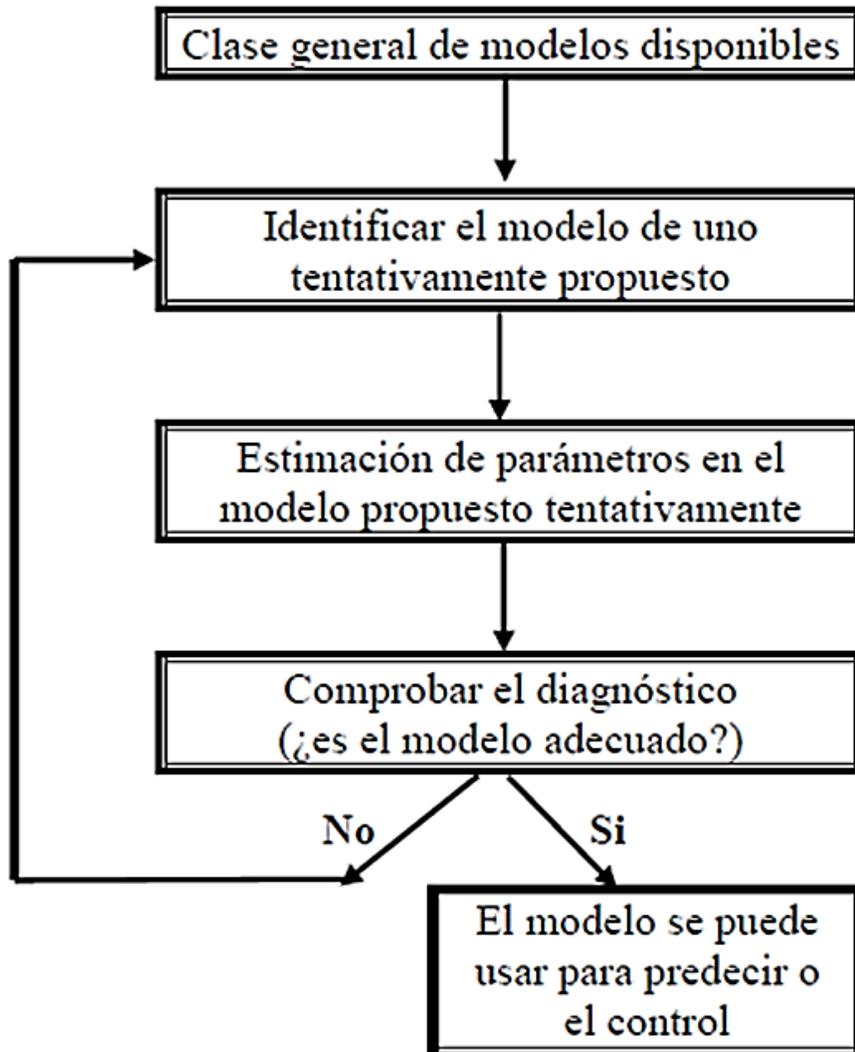
El modelo de promedios móviles puede ser representado por MA(q), donde q es el número de términos de errores anteriores a incluir en pronóstico del siguiente periodo.

El modelo ARIMA es aquel en el que se incluye el modelo autorregresivo y el de promedios móviles. El número de observaciones y errores anteriores que se van a incluir en el pronóstico del siguiente periodo pueden ser representados como ARIMA(p,d,q), donde “d” hace referencia al grado de diferenciación utilizado para convertir la serie en estacionaria. Se combina la ecuación del modelo autorregresivo con el de promedios móviles, quedando la ecuación de los modelos ARIMA(p,d,q) de la siguiente manera:

$$Y_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \epsilon_t - w_1 \epsilon_{t-1} - w_2 \epsilon_{t-2} + \dots + w_q \epsilon_{t-q}$$

Para encontrar el modelo adecuado se compararán diferentes modelos ARIMA; se determina la combinación p, d, q, con base en el análisis a la autocorrelación, autocorrelación parcial y el grado de diferenciación de la serie; en la figura 9 se muestra el diagrama de flujo sobre la metodología para la elección del modelo ARIMA apropiado; debe entenderse apropiado como el modelo de pronóstico que brinde el menor de los errores dentro del límite aceptable previamente establecido.

Figura 9. **Proceso de selección del modelo ARIMA apropiado**



Fuente: HANKE, John E.; REITSCH, Arthur G. *Exploración de patrones de datos mediante análisis de autocorrelación*. p. 432.

4. SELECCIÓN DEL MÉTODO DEL PRONÓSTICO Y SU METODOLOGÍA ESTUDIO EN CASO

En este capítulo se desarrolla el pronóstico de la demanda para los productos categorizados como productos A. Se utilizarán los enfoques y técnicas de pronóstico detalladas en el capítulo tres y algunas más. Es importante comprender el papel primordial que ocupa el uso de un programa de computador, pues hace posible el uso de muchas técnicas de pronósticos y la evaluación de cada una de estas; en el caso concreto de esta investigación se utilizó el software SPSS 20.

Es con base en el conocimiento adquirido, a través de la información recopilada en el primer capítulo, que se hizo el estudio sobre la metodología actual del cálculo de los pronósticos, del comportamiento del mercado y de la revisión de la teoría sobre aspectos relacionados con el tema, que se ha decidido utilizar la siguiente metodología para el cálculo de los pronósticos cuantitativos.

4.1. Metodología

La elección de la técnica de pronóstico adecuado se debe entender como la elección del pronóstico más preciso, capaz de reflejar el comportamiento de la demanda; es importante mencionar que no existe una técnica de pronóstico universal que pueda predecir la demanda de todos los productos; por tanto es necesario el uso de diferentes técnicas e incursionar sobre el uso de nuevas técnicas que se van desarrollando en la actualidad.

Los pasos que van a seguirse se detallan a continuación:

- Paso 1: análisis de Pareto.
- Paso 2: factores a considerar para elegir una técnica de pronóstico.
- Paso 3: cálculo de autocorrelación de historial de venta del producto determinado.
- Paso 4: análisis del patrón mediante correlograma.
- Paso 5: selección y desarrollo de la técnica de pronóstico.
- Paso 6: selección del arreglo más preciso.
- Paso 7: comparación entre el error de pronóstico histórico y el de los obtenidos con la técnica actual seleccionada.

4.2. Análisis de Pareto

El análisis de Pareto se basa en el principio que en cualquier distribución, el 80 % de los efectos son producidos por el 20 % de las causas.

La regla del 80-20 será utilizada para la clasificación A-B-C de los productos ofertados en la compañía. Serán denominados como productos A aquellos que representa el 80 % del total de las ventas; como productos B los que representan el 15 % del total las ventas y finalmente se denomina como productos C aquellos que representan solamente el 5 % del total de las ventas. Actualmente la empresa posee una clasificación A-B-C de sus productos, pero esta no ha sido actualizada; por lo que se utilizará el historial de ventas de 2014 para el análisis de Pareto.

Para realizar el teorema Pareto bastará con determinar el volumen de ventas de cada artículo y luego ordenarlos en forma descendente, según su porcentaje de participación sobre el volumen de la venta global de la línea a la

que pertenezcan; es decir que en la primera fila se posicionará el código de mayor venta en el 2014 y en la segunda, el producto que le sigue en ventas, y así sucesivamente.

En la tabla IX se muestra la cantidad de productos ofertados por la línea quirúrgica y cuántos de estos quedan clasificados como productos A, B Y C, respectivamente, Se concluye entonces como muestra la tabla IX, que 27 de los 175 artículos que oferta la línea quirúrgica generan el 80 % de las ventas (datos redondeados).

Tabla IX. **Cantidad de artículos ofertados en la línea quirúrgica**

Clasificación	Cantidad de artículos	porcentaje sobre el total de artículos	porcentaje de participación sobre la venta global
A	27	15,4 %	80,1 %
B	34	19,4 %	14,8 %
C	114	65,2 %	5,1 %
Total	175	100,0 %	100,0 %

Fuente: elaboración propia.

En la tabla X se detalla cada uno de los códigos categorizados como A de la línea quirúrgica; además también se muestra la participación de cada sector en la compra de cada artículo.

Tabla X. **Clasificación A de los productos de la línea quirúrgica**

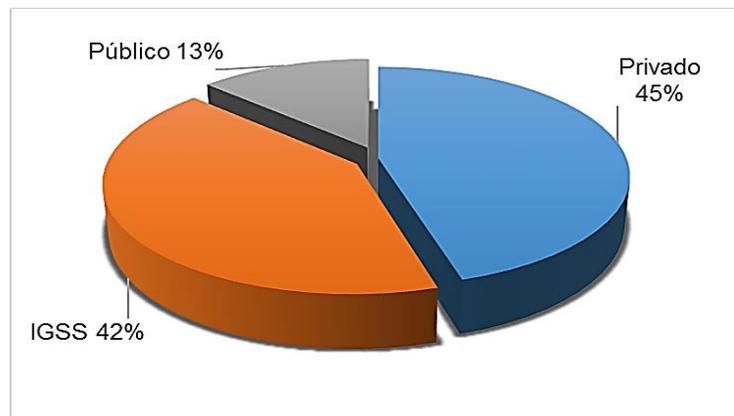
	Código	% participación en la compra del producto			porcentaje Participacion sobre la venta global	porcentaje acumulado
		Privado	IGSS	Público		
1	SQ0E750A	61,25 %	24,61%	14,14 %	7,97 %	7,97 %
2	SQ01766A	29,20 %	31,45%	39,35 %	6,96 %	14,93 %
3	SQ08886A	29,86 %	56,34 %	13,80 %	6,35 %	21,28 %
4	SQ01766A	68,73 %	27,10 %	4,17 %	5,50 %	26,78 %
5	SQ01743A	47,57 %	30,29 %	22,14 %	4,51 %	31,30 %
6	SQ0LS10A	27,96 %	33,44 %	38,60 %	4,09%	35,39 %
7	SQ0EGIAA	76,09 %	14,49 %	9,42 %	4,06 %	39,45 %
8	SQ0E251A	89,88 %	1,86 %	8,25 %	3,71%	43,15%
9	SQ01780A	51,17 %	25,78 %	23,05 %	3,60 %	46,75 %
10	SQ0LS10A	43,40 %	22,93 %	33,67 %	3,20 %	49,95 %
11	SQ01766A	22,06 %	17,16%	60,78 %	3,12 %	53,07 %
12	SQ0EGIAA	13,58 %	73,93 %	12,49 %	2,86 %	55,93 %
13	SQ01790A	64,12%	18,57 %	17,31 %	2,71 %	58,64 %
14	SQ01790A	49,69 %	40,67 %	9,64 %	2,48 %	61,13 %
15	SQ00304A	18,35 %	81,65%	0,00 %	2,46 %	63,59 %
16	SQ0VLOCA	68,90 %	28,73 %	2,37 %	2,18 %	65,77 %
17	SQ0LF16A	100,00 %	0,00 %	0,00 %	1,77 %	67,55 %
18	SQ01790A	64,11 %	25,46 %	10,43 %	1,76 %	69,30 %
19	SQ0ABSTA	87,21 %	8,15 %	4,65 %	1,74 %	71,04 %
20	SQ00308A	100,00 %	0,00 %	0,00 %	1,65 %	72,70 %
21	SQ0EEA2A	55,70 %	44,30 %	0,00 %	1,52 %	74,22%
22	SQ01790A	54,55 %	32,70 %	12,75 %	1,45 %	75,66 %
23	SQ00304A	77,27 %	22,73 %	0,00 %	1,19 %	76,86%
24	SQ0VLOCA	100,00 %	0,00 %	0,00 %	1,20 %	78,06 %
25	SQ0E750A	47,98 %	39,87 %	12,15 %	1,03 %	79,09 %
26	SQ0E250A	81,29 %	18,71 %	0,00 %	0,53 %	79,62 %
27	SQ0E146A	100,00 %	0,00 %	0,00 %	0,43 %	80,05 %

Fuente: elaboración propia.

Además del análisis de Pareto también se pueden considerar otros enfoques para determinar prioridades; se deben priorizar para de tal manera

ejercer el menor de los esfuerzos y alcanzar los resultados esperados con mayor rapidez. En el caso de la línea quirúrgica, como muestra la figura 10, el sector privado es el mercado de mayor relevancia, ya que genera el 45 % de la demanda de todos los productos quirúrgicos.

Figura 10. **Participación por sector en la compra del total de productos A ofertados en línea quirúrgica**



Fuente: elaboración propia.

Se realiza el análisis de Pareto de la misma manera para la línea médica. Se ordena descendientemente según el volumen de ventas de cada artículo; en la primera fila de la tabla XI se observa el producto de mayor venta de línea médica durante el 2014, hasta el producto de menor venta que ocuparía la última fila. En la tabla XII se observa la cantidad de productos que vende la línea médica. Se concluye que 24 de los 124 artículos que oferta la línea médica, es decir el 19,34 % del total de los productos ofertados de la línea médica generan el 80 % de las ventas de dicha línea (datos redondeados).

Tabla XI. **Cantidad de artículos ofertados en la línea médica**

Clasificación	Cantidad de artículos	porcentaje de participación en la venta global	porcentaje sobre el total de artículos
A	24	80,1 %	19,3 %
B	28	15,0 %	22,6 %
C	73	4,9 %	58,1 %
Total	124	100,0 %	100,0 %

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XII se puede observar cada uno de los productos clasificados A de la línea médica; de la misma manera se detalla el porcentaje de participación de cada sector en la compra de cada artículo correspondiente.

Tabla XII. **Clasificación A de los productos de la línea médica**

Núm,	Código	porcentaje participación en la compra del producto			porcentaje Participación sobre la venta global	porcentaje acumulado
		Privado	IGSS	Público		
1	KE6022A	90,64 %	8,32 %	1,04 %	19,20 %	19,20 %
2	KECF71A	9,83 %	90,17 %	0,00 %	14,15 %	33,35 %
3	KE8884A	3,05 %	27,80 %	69,15 %	11,14 %	44,48 %
4	KE6146A	33,14 %	66,86 %	0,00 %	5,61 %	50,09%
5	KE3971A	100,00 %	0,00 %	0,00 %	4,82%	54,91 %
6	KE7301A	66,11 %	33,89 %	0,00 %	3,97 %	58,88 %
7	KE3967A	100,00 %	0,00 %	0,00%	3,82 %	62,69 %
8	KE8034A	37,60%	62,40 %	0,00 %	2,91 %	65,61 %
9	KE6818A	99,69 %	0,31 %	0,00 %	2,80 %	68,41 %
10	KE8888A	19,02 %	50,71 %	30,27 %	2,06 %	70,47 %

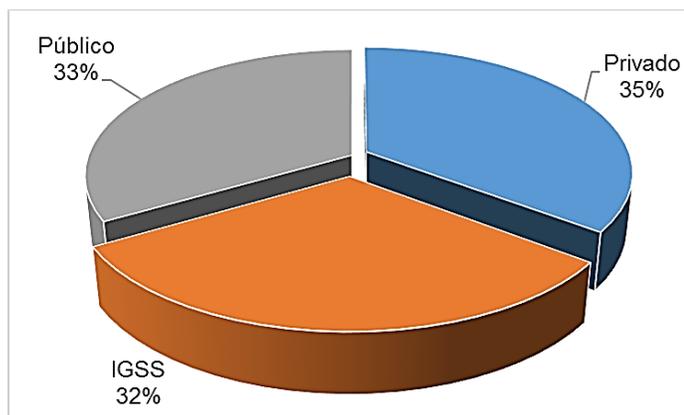
Continuación de la tala XII.

11	KE3512A	100,00 %	0,00 %	0,00 %	1,90 %	72,37 %
12	KE4279A	100,00 %	0,00 %	0,00 %	1,64 %	74,01 %
13	KE6153A	100,00 %	0,00 %	0,00 %	1,20 %	75,20 %
14	KE3489A	99,56 %	0,44 %	0,00 %	1,17 %	76,37 %
15	KE4280A	100,00 %	0,00 %	0,00 %	0,74 %	77,11 %
16	KE8884A	100,00 %	0,00%	0,00 %	0,57%	77,69 %
17	KE4278A	100,00 %	0,00 %	0,00 %	0,46 %	78,14 %
18	KE3114A	100,00%	0,00 %	0,00 %	0,42 %	78,57 %
19	KE4204A	100,00 %	0,00 %	0,00 %	0,38 %	78,94%
20	KE4285A	100,00 %	0,00 %	0,00 %	0,37%	79,31 %
21	KE2059A	100,00 %	0,00 %	0,00 %	0,27 %	79,58 %
22	KE7643A	95,78 %	4,22 %	0,00 %	0,26 %	79,85%
23	KE1418A	100,00 %	0,00 %	0,00%	0,13 %	79,98 %
24	KE4203A	92,32 %	0,00 %	7,68 %	0,10 %	80,08 %

Fuente: elaboración propia.

En el caso de la línea médica, cada sector participa equitativamente en la compra de todos los productos ofertados; no existe un sector predominante en la compra de estos artículos, tal como muestra la tabla XIII.

Tabla XIII. **Participación por sector en la compra de productos A de la línea médica**



Fuente: elaboración propia.

4.3. Factores para la elección de una técnica de pronóstico

Se deben considerar algunos factores previo al uso de las técnicas de pronósticos, estos factores pueden ser restricciones y procedimientos que se deben cumplir, y factores de decisión; estos últimos se han de considerar para la mejora de toma de decisiones sobre el pronóstico definitivo a presentar, los factores de decisión a considerar fueron basados en la información recolectada en el plan de investigación y la recomendación de los expertos de ventas.

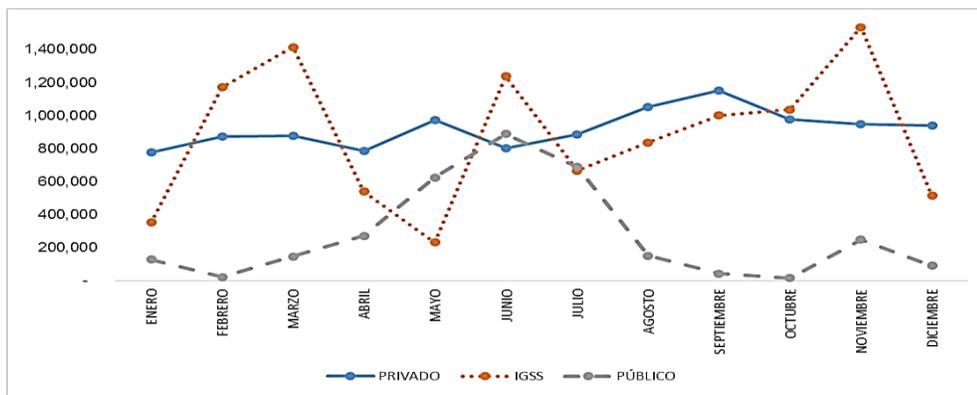
4.3.1. Segmentación por sector privado, IGSS y público

La justificación para realizar esta segmentación reside en la necesidad de ponderar un criterio dominante al momento de determinar las cantidades a pronosticar, ya sea el criterio cualitativo o bien cuantitativo. Con base en la información brindada por los expertos en ventas, se espera que el sector público tenga un comportamiento de compra irregular o aleatorio; que el sector IGSS tenga ventas por cuatrimestre, es decir una venta máxima en cada cuatrimestre, y el sector privado de ventas estacionarias, es decir ventas mensuales promedio.

Si por ejemplo entonces se encuentra que un código se vende en su mayoría en el sector público, se esperaría que el artículo presente ventas con un comportamiento aleatorio, sería muy difícil determinar el volumen a pronosticar bajo un criterio cuantitativo; en cambio al pronosticar estas ventas bajo un criterio cualitativo basado en el juicio y sondeo de mercado se obtendrían resultados más precisos.

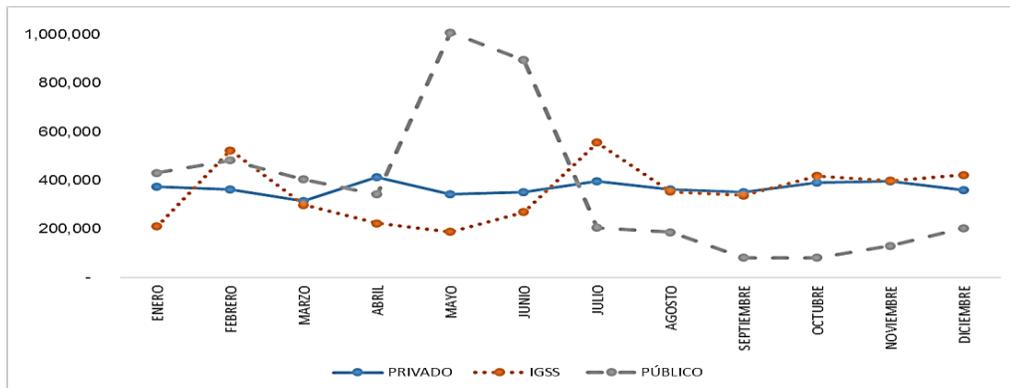
En las figuras 11 y 12 se pueden observar las ventas de 2014; en donde se puede observar el comportamiento de la demanda de cada uno de los sectores, estos muestran la venta global de cada línea.

Figura 11. **Ventas de 2014 según sector de los productos de la línea quirúrgica (valores en quetzales)**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 12. **Ventas de 2014 según sector de los productos de la línea médica (valores en quetzales)**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Se puede comprobar la información proporcionada por los expertos en ventas, sobre el comportamiento de cada sector, ventas estables mensuales para el sector privado, ventas por cuatrimestre para el IGSS, es decir tres ventas máximas al año, y el sector público presenta ventas irregulares. De esta manera entonces se puede determinar el sector más importante de cada código y establecer un criterio predominante al momento de pronosticar, recordando que se llega a tener mayor precisión en el pronóstico, en tanto se empleen técnicas cuantitativas como cualitativas.

4.3.2. Horizonte de tiempo a pronosticar

Se debe realizar un pronóstico anual, pero este se puede ir modificando mensualmente, con la restricción de que solamente se puede modificar a dos meses futuro; por ejemplo en la figura 13 se detalla el pronóstico anual de 2 códigos, dividido en meses, siendo la fecha actual julio 2015 es posible la modificación de los pronósticos ya puestos en los meses de septiembre en adelante, sin ser posible la modificación del dato ya puesto del mes en curso y el de agosto. Esto quiere decir por ejemplo que para el cálculo del pronóstico del mes de septiembre, solamente se cuenta con los datos de las ventas del mes de junio hacia atrás, tomando en cuenta además que el pronóstico mensual se debe presentar en la primera semana de cada mes.

Figura 13. **Horizonte de tiempo a pronosticar**

Código	2015 Ene	2015 Feb	2015 Mar	2015 Abr	2015 May	2015 Jun	2015 Jul	2015 Ago	2015 Sep	2015 Oct	2015 Nov	2015 Dic
SQ0E750A	450	5,950	5,800	1,650	2,000	2,000	2,200	3,500	2,000	3,500	328	4,446
KE6022A	10,000	20,000	15,500	16,000	16,000	16,000	15,000	15,000	28,000	30,000	900	1,500

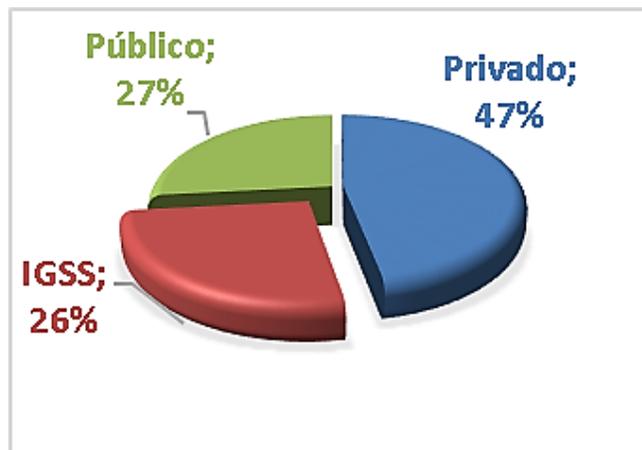
Fuente: elaboración propia.

4.3.3. Gráficas de las series de tiempo

Este es el primer paso para iniciar con análisis a detalle de cada artículo este paso y los siguientes serán necesarios para cada uno de los códigos A; al graficar las ventas mensuales se puede tener una primera idea sobre el comportamiento de la serie.

A continuación el análisis previo del código SQ0E750A, este es el código de mayor venta de la línea quirúrgica. En el 2014 el sector privado generó el 49 % de la demanda del producto, en la actualidad de enero 2015 a noviembre 2015 el sector privado ha generado el 47 % de la demanda, tal como detalla la figura 14.

Figura 14. **Porcentaje de participación por sector en la compra del código SQ0E750A de enero a noviembre 2015**



Fuente: elaboración propia.

En la tabla XIV se pueden observar los datos de las ventas en cada mes desde el 2010 a noviembre de 2015.

Dando los datos de la venta mensuales del código SQ0E750A, estos se representan gráficamente en la figura 15; en esta se puede observar cuatro gráficas pues además se graficaron por separado las ventas de cada sector del mercado y la demanda global del código en estudio.

Se puede deducir dadas las gráficas, que las ventas del IGSS son puntuales, pero no estacionales; sí son significativas pues se puede observar que son de gran cantidad, en la mayoría de los casos mayor a 1500 unidades, el sector público parece tener una tendencia en decrecimiento, al igual que el IGSS con compras puntuales, y al parecer con un comportamiento aleatorio; finalmente el sector privado parece tener una tendencia en crecimiento y con estacionalidad, sus ventas son más estables ya que no hay ni un solo mes que no haya venta, sin embargo sí existe una variación en la cantidad solicitada en cada mes; esto se comprueba en el análisis de autocorrelación de la serie

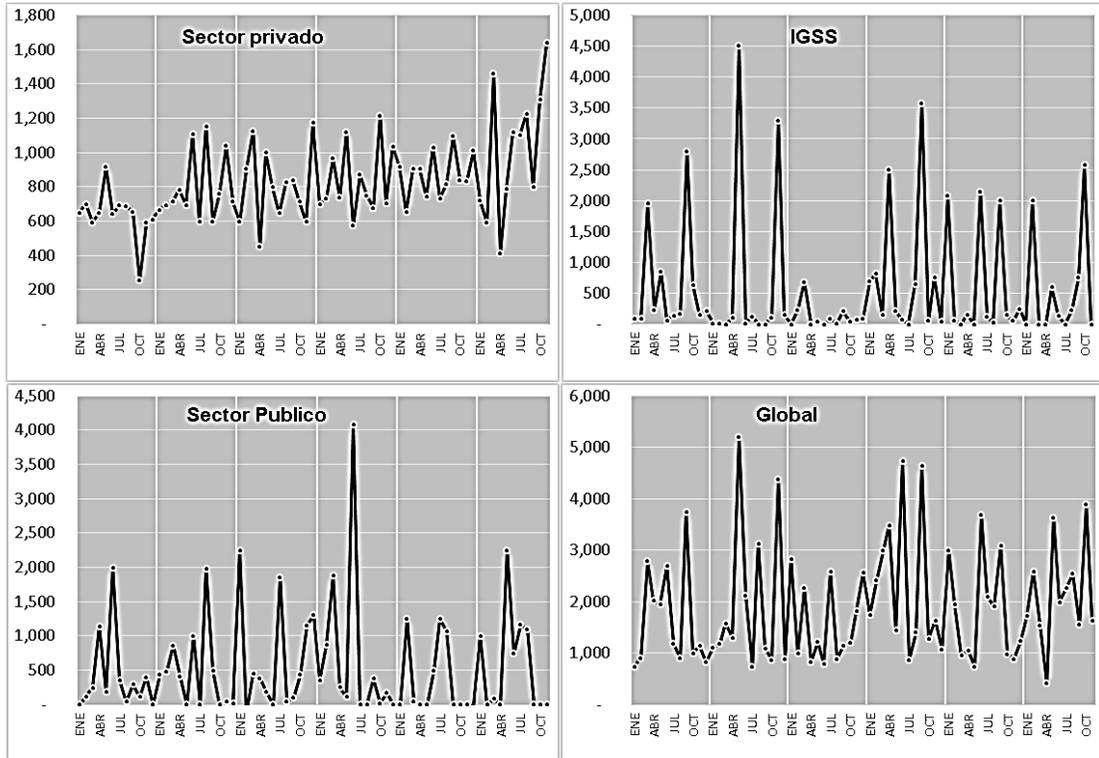
Este análisis es solamente el inicio sobre el cual se puede ir eligiendo y qué tipo de técnicas pueden utilizarse para la realización del pronóstico cuantitativo.

Tabla XIV. Ventas mensuales del código SQ0E750A de enero de 2010 a julio de 2015

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
2010	740	2818	2786	2009	1952	2696	1183	895	3747	1001	1137	827	21791
2011	1115	1174	1576	1300	5199	2123	725	3135	1098	871	4380	875	23359
2012	2837	992	2266	835	1168	797	2590	890	1150	1194	1826	2560	19105
2013	1745	2364	2991	3487	1437	4730	872	1399	4637	1285	1634	1076	27657
2014	2997	1955	954	1055	741	3679	2105	1911	3094	981	886	1240	21598
2015	1721	2592	1540	1100	3637	1991	2265	2547	1550	3888	1640	-	24466

Fuente: elaboración propia.

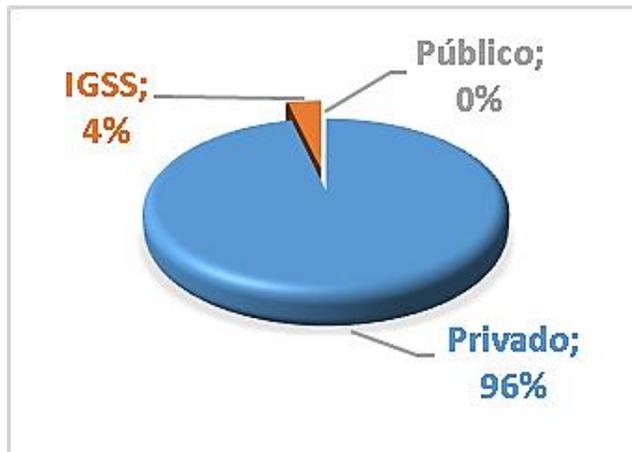
Figura 15. Ventas mensuales por sector del código SQ0E750A de enero de 2010 a noviembre de 2015 (valores en unidades)



Fuente: elaboración propia.

A continuación el análisis previo del código KE6022A perteneciente a la línea médica. En el 2014 el sector privado predominó en la compra de este artículo, abarcando el 91 % de la demanda global, por lo que centralizar esfuerzos en la predicción de la compra de este sector brindará mejores resultados; actualmente en el 2015, de enero a noviembre ha incrementado la participación del sector privado hasta un 96 % de la demanda global, tal como detalla la figura 16; y en la tabla XV se muestra la venta mensual del código en estudio.

Figura 16. **Porcentaje de participación por sector en la compra del código KE6022A de enero a noviembre de 2015**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Tabla XV. **Ventas mensuales del código KE6022A de enero de 2010 a junio de 2014**

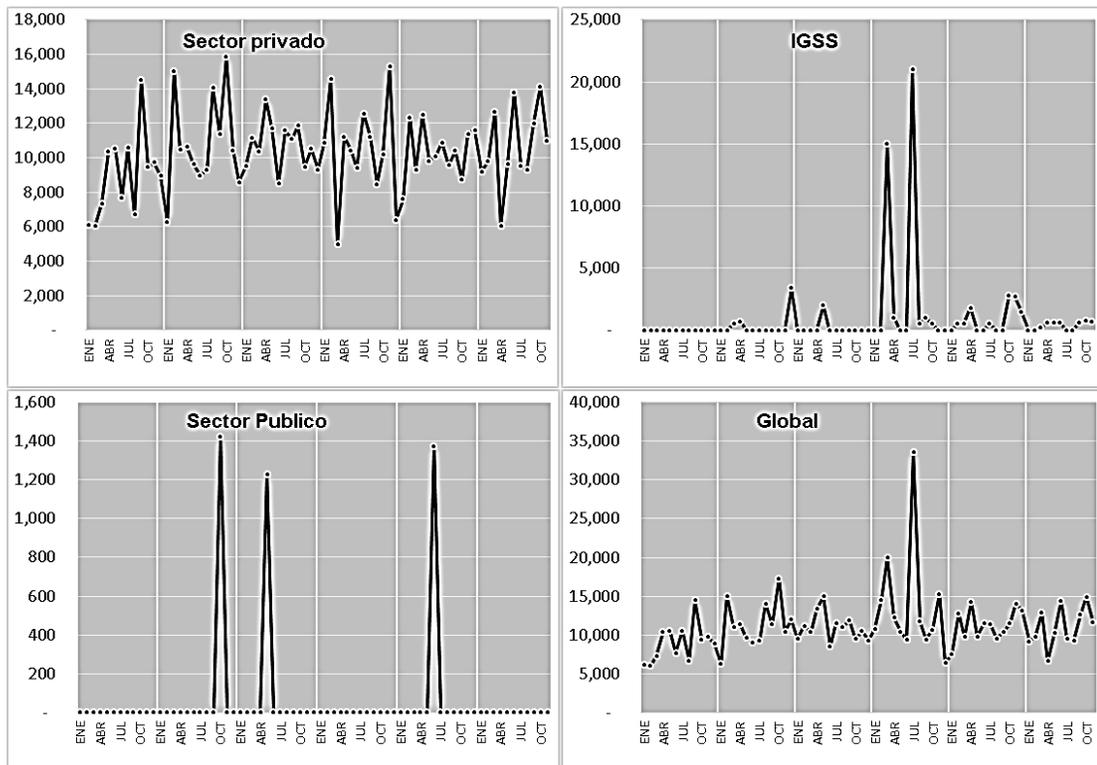
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
2010	6125	6025	7350	10350	10550	7675	10564	6690	14500	9451	9720	8940	107940
2011	6250	15025	10975	11350	7225	8775	9275	11610	11320	16965	10325	11900	130995
2012	9400	11160	10380	13365	14955	8500	11585	11085	11860	9475	10515	9310	131590
2013	10840	14560	19995	12230	10435	9400	33570	11715	9470	10710	15315	6390	164630
2014	7595	12830	9775	14280	9815	11485	11375	9555	10400	11485	14075	13120	135790
2015	9190	9775	12870	6625	10640	14400	9500	9320	12605	14930	11675	-	121130

Fuente: elaboración propia.

Se grafican los datos como muestra la figura 17, al igual que el código anterior se pueden observar 4 gráficas; las ventas mensuales de cada sector del mercado y la demanda global del código KE6022AI, en el caso específico de

este código es predominante de manera significativa el sector privado, por tanto centrar esfuerzos en el estudio de este sector brindará mejores resultados.

Figura 17. Ventas mensuales por sector del código KE6022A de enero del 2010 a junio de 2015 (valores en unidades)



Fuente: elaboración propia.

Al analizar y observar a detalle las gráficas se puede formar una idea inicial y acercarse al comportamiento de la serie; sin embargo es necesario realizar algunos cálculos más para reforzar esta idea y llegar a comprender de mejor manera el comportamiento de la serie.

4.4. Análisis de autocorrelación

El análisis de autocorrelación se utilizará para comprobar si los datos de la serie de tiempo en estudio están correlacionadas e identificar si la serie contiene uno o varios componentes. Se muestra en la figura 18 el cálculo de la autocorrelación de primer grado del código SQ0E750A.

Tabla XVI. Cálculos para la autocorrelación de primer grado del código SQ0E750A

T	Y_t	Y_{t-1}	$Y_t - \bar{Y}$	$Y_{t-1} - \bar{Y}$	$(Y_{t-1} - \bar{Y})^2$	$(Y_t - \bar{Y})(Y_{t-1} - \bar{Y})$
1	740,0		-1151,1			0,0
2	908,0	740,0	-983,1	-1151,1	1325118,5	1131727,4
3	2786,0	908,0	894,9	-983,1	966560,2	-879772,8
4	2009,0	2786,0	117,9	894,9	800778,1	105470,3
5	1952,0	2009,0	60,9	117,9	13891,5	7173,3
6	2696,0	1952,0	804,9	60,9	3704,2	48985,6
7	1183,0	2696,0	-708,1	804,9	647803,0	-569953,4
8	895,0	1183,0	-996,1	-708,1	501459,3	705403,1
9	3747,0	895,0	1855,9	-996,1	992290,8	-1848694,6
10	1001,0	3747,0	-890,1	1855,9	3444224,0	-1651973,2
11	1137,0	1001,0	-754,1	-890,1	792345,5	671286,8
12	827,0	1137,0	-1064,1	-754,1	568724,0	802506,8
13	1115,0	827,0	-776,1	-1064,1	1132389,5	825917,8
14	1174,0	1115,0	-717,1	-776,1	602390,1	556598,0
15	1576,0	1174,0	-315,1	-717,1	514286,8	225997,4
16	1300,0	1576,0	-591,1	-315,1	99311,9	186290,0
17	5199,0	1300,0	3307,9	-591,1	349444,1	-1955402,7
18	2123,0	5199,0	231,9	3307,9	10941951,5	766967,7
19	725,0	2123,0	-1166,1	231,9	53760,0	-270383,2
20	3135,0	725,0	1243,9	-1166,1	1359877,7	-1450514,7
21	1098,0	3135,0	-793,1	1243,9	1547192,8	-986554,2
22	871,0	1098,0	-1020,1	-793,1	629067,8	809110,1
23	4380,0	871,0	2488,9	-1020,1	1040681,4	-2538982,6

Continuación de la tabla XVI.

24	875,0	4380,0	-1016,1	2488,9	6194434,4	-2529027,2
25	2837,0	875,0	945,9	-1016,1	1032536,3	-961126,3
26	992,0	2837,0	-899,1	945,9	894655,1	-850460,5
27	2266,0	992,0	374,9	-899,1	808449,0	-337052,7
28	835,0	2266,0	-1056,1	374,9	140521,6	-395906,0
29	1168,0	835,0	-723,1	-1056,1	1115427,3	763733,4
30	797,0	1168,0	-1094,1	-723,1	522928,5	791212,6
31	2590,0	797,0	698,9	-1094,1	1197137,8	-764651,5
32	890,0	2590,0	-1001,1	698,9	488408,2	-699657,3
33	1150,0	890,0	-741,1	-1001,1	1002277,2	741981,3
34	1194,0	1150,0	-697,1	-741,1	549285,4	516675,4
35	1826,0	1194,0	-65,1	-697,1	486001,3	45410,1
36	2560,0	1826,0	668,9	-65,1	4243,0	-43568,3
37	1745,0	2560,0	-146,1	668,9	447376,5	-97746,1
38	2364,0	1745,0	472,9	-146,1	21356,3	-69103,1
39	2991,0	2364,0	1099,9	472,9	223598,5	520083,1
40	3487,0	2991,0	1595,9	1099,9	1209696,6	1755228,2
41	1437,0	3487,0	-454,1	1595,9	2546775,7	-724741,5
42	4730,0	1437,0	2838,9	-454,1	206241,3	-1289234,9
43	872,0	4730,0	-1019,1	2838,9	8059137,8	-2893192,0
44	1399,0	872,0	-492,1	-1019,1	1038642,1	501556,4
45	4637,0	1399,0	2745,9	-492,1	242199,7	-1351342,9
46	1285,0	4637,0	-606,1	2745,9	7539758,5	-1664371,2
47	1634,0	1285,0	-257,1	-606,1	367403,2	155861,1
48	1076,0	1634,0	-815,1	-257,1	66119,9	209602,9
49	2997,0	1076,0	1105,9	-815,1	664449,8	-901430,1
50	1955,0	2997,0	63,9	1105,9	1222930,9	70622,6
51	954,0	1955,0	-937,1	63,9	4078,4	-59847,6
52	1055,0	954,0	-836,1	-937,1	878227,5	783576,6
53	741,0	1055,0	-1150,1	-836,1	699126,6	961674,0
54	3679,0	741,0	1787,9	-1150,1	1322817,3	-2056288,0
55	2105,0	3679,0	213,9	1787,9	3196450,8	382355,9
56	1911,0	2105,0	19,9	213,9	45737,0	4247,7
57	3094,0	1911,0	1202,9	19,9	394,5	23891,3
58	981,0	3094,0	-910,1	1202,9	1446877,2	-1094770,4
	$\bar{y} = 1891,1$			Suma	74,212,953,8	-15,864,602,4

Fuente: elaboración propia.

Con las sumas calculadas y con la fórmula de autocorrelación de primer grado se obtiene el valor $r_1 = -0,21$.

$$r_1 = \frac{\sum_{t=1}^{(n-1)} (Y_t - \bar{Y})(Y_{t-1} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^{(n)} (Y_t - \bar{Y})^2}$$

Es necesario calcular las autocorrelaciones para los siguientes desfases; los datos obtenidos se representarán gráficamente en el siguiente paso.

4.5. Correlograma del patrón de datos presentada por la serie

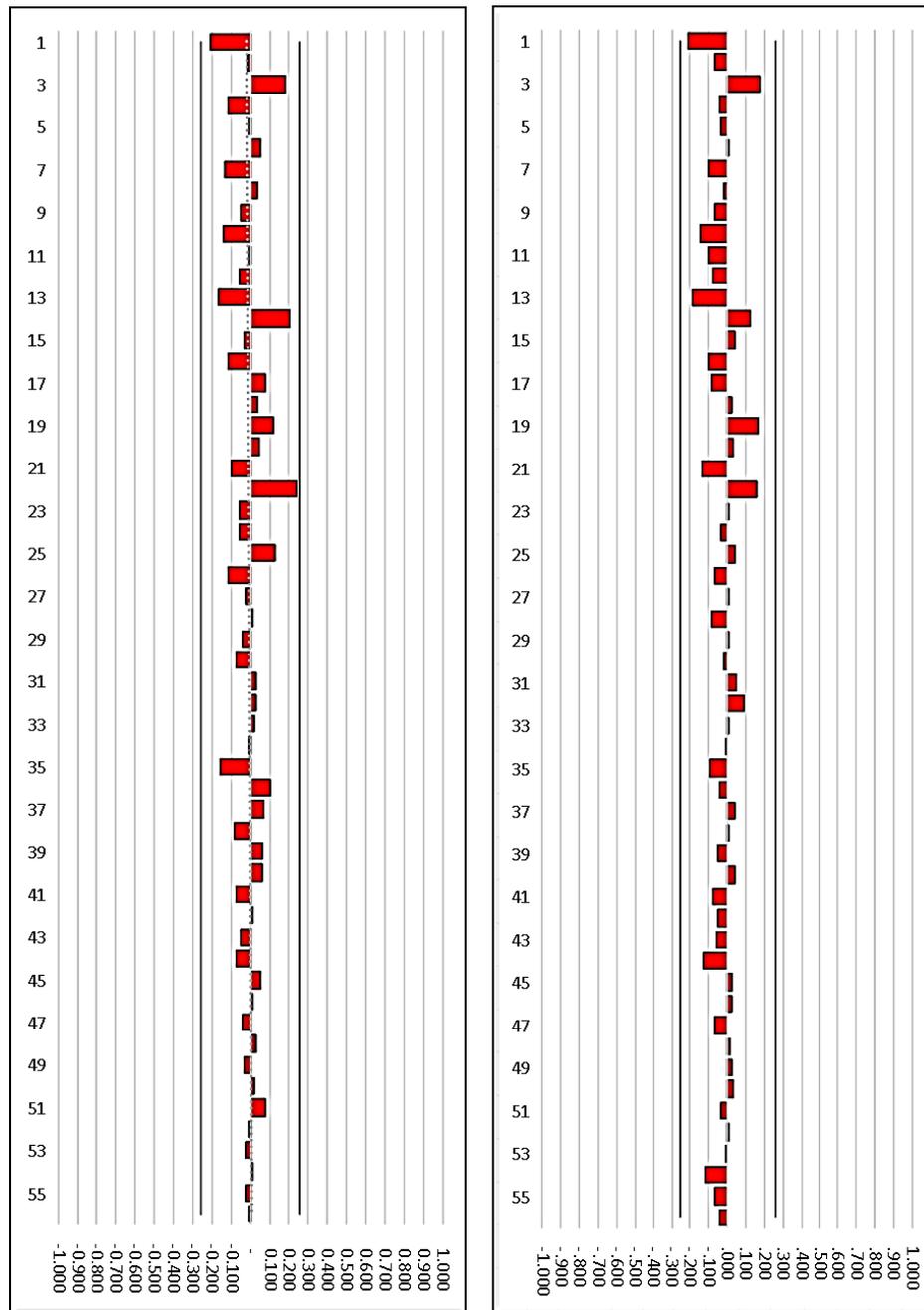
Se grafican entonces las autocorrelaciones calculadas en cada desfase de la serie, con base en el análisis del correlograma se comprueba si la serie es aleatoria o tiene una o varias componentes, se identifica si una serie es aleatoria si todas las autocorrelaciones de la serie, se encuentren dentro del intervalo de confianza. El intervalo de confianza se determina según el nivel de confianza se quiera tener.

Con base en las componentes que tenga la serie se puede deducir qué tipo de técnica de pronóstico puede ser utilizada; en la tabla VIII detallada en el capítulo 3, se puede tener un base sobre qué técnica utilizar, sin embargo el juicio del analista es el que finalmente determinará las técnicas a comparar.

El intervalo de confianza para un 95 % de confiabilidad es el siguiente:

$$0 \pm 1,96 \left(\frac{1}{\sqrt{58}} \right) = 0,25$$

Figura 18. **Correlograma de la autocorrelacion y autocorrelación parcial de la serie SQ0E750A**



Fuente: elaboración propia.

Con base en lo observado en la figura 19 se puede concluir que la serie es aleatoria; no existe correlación entre los datos de la serie, ya que todos los coeficientes son cercanos a 0; se descartan los componentes de estacionalidad, cíclico, tendencia y estacionario al menos por ahora. Dados los resultados obtenidos, las técnicas a utilizar pueden ser promedios móviles, ARIMA, entre otros.

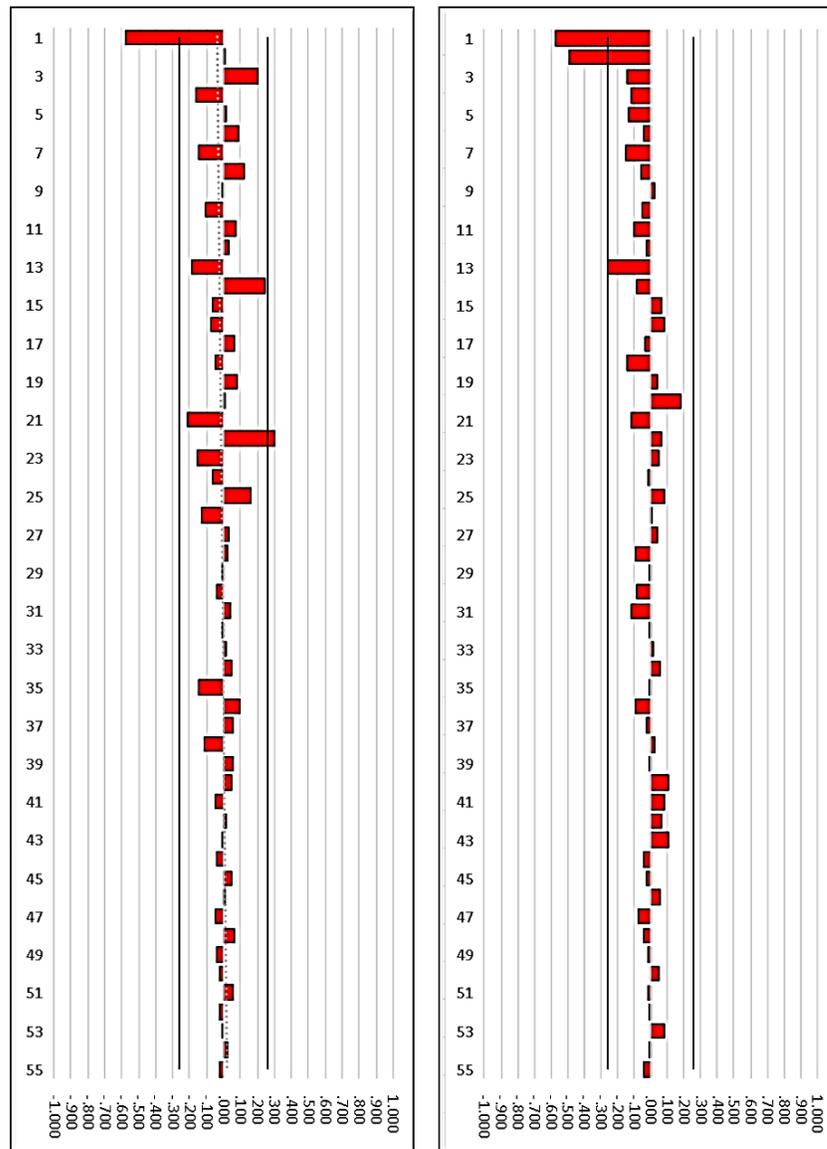
Para el uso de la técnica ARIMA se debe calcular además de la autocorrelación, la autocorrelación parcial de la serie. La derivación de la autocorrelación parcial rebasa el alcance de este texto, en cambio en este y el siguiente paso, se hará un detalle de la mecánica, la cual debe aplicarse la técnica ARIMA. El correlograma de la autocorrelación parcial se presentó en la figura 19.

Para la aplicación de la técnica ARIMA es necesario que la serie sea estacionaria; una serie puede ser convertida estacionaria diferenciándola, dado que en correlograma de la figura 19 se encontró que la serie es aleatoria, es necesario diferenciar la serie en estudio y calcular la autocorrelación y la autocorrelación parcial de la serie ya diferenciada. En la figura 19 se muestran los correlogramas correspondientes a la serie diferenciada.

Calculada la autocorrelación de la serie diferenciada, entonces se determina qué número de datos se tomarán en cuenta para el uso de la técnica ARIMA, es decir la combinación (p, d, q) , que generalmente representa si el modelo solo contempla modelos autorregresivos o promedios móviles; el nivel de la diferenciación de la serie o incluye el modelo autorregresivo y el modelo de promedios móviles, y si la serie es diferenciada o no.

En la figura 20 se presenta el correlograma de la autocorrelación y autocorrelación parcial de la serie.

Figura 19. **Correlogramas de la autocorrelación y autocorrelación parcial de la serie diferenciada SQ0E750A**



Fuente: elaboración propia.

4.6. Elección de la técnica de pronóstico

En este paso se eligen las técnicas o modelos de pronósticos a comparar; se desprecian muchas técnicas para centrarse en el refinamiento de algunas técnicas y recalcar nuevamente la importancia del uso de un programa de computador; en específico, en este caso se utilizará el programa de IBM SPSS 20.

Los datos presentados a partir de este paso en adelante, corresponden todas al código SQ0E750A; a manera de no extender el texto será el único código en el que se detalle toda la metodología a aplicar; estos pasos serán necesarios para todos los códigos clasificados como A.

Las técnicas elegidas se decidieron con base en el análisis de las gráficas y los correlogramas de la serie. Sobre las técnicas a utilizar se pueden mencionar brevemente lo siguiente.

Promedios móviles: estos son la clase de pronósticos más sencillos, se necesita solamente determinar el número de datos anteriores a utilizar y calcular el promedio de estos; el resultado del promedio llega a ser el pronóstico a colocar en el mes futuro que se quiera pronosticar.

Simple estacional: este modelo es adecuado para series con tendencia y un efecto estacional que es constante a lo largo del tiempo. Sus parámetros de suavizado son el nivel y la estación. El modelo de suavizado exponencial simple estacional es muy similar a un modelo ARIMA con cero órdenes de autorregresión, un orden de diferenciación, un orden de diferenciación estacional y órdenes de media móvil 1, p y $p + 1$.

En cuanto al modelo ARIMA, este uno de las técnicas más avanzadas en la actualidad; este modelo ignora que los datos de la serie de tiempo sean independientes. Las combinaciones p , d y q mostradas en la figura 20, fueron mediante el análisis de la autocorrelación y autocorrelación parcial de la serie.

4.7. Aplicación de la técnica seleccionada para el cálculo del pronóstico

Se realizan los cálculos necesarios para cada técnica ya elegida. Para el uso de las técnicas ARIMA y simple estacional se utilizaron los datos de enero de 2010 hasta octubre de 2014 es decir que se pronosticaron 11 meses en un solo cálculo (pronóstico de enero a noviembre de 2015). Para los promedios móviles se utilizaron datos más recientes dependiendo del número de datos necesarios, determinado por la técnica a utilizar. Se debe tomar en cuenta también la restricción de que se debe pronosticar a dos meses futuro.

Al ser conocidas las ventas de enero a noviembre, estos meses serán utilizados como meses de validación, se comparará el error de pronóstico real versus el error del pronóstico cuantitativo ahora calculado. A continuación se detallan en la tabla XVI los valores obtenidos en cada mes de validación.

Dado los pronósticos obtenidos para cada mes, se compara el error de cada técnica; en esta caso se utilizará como medida comparativa el error medio absoluto porcentual (MAPE); la técnica que resulte con el error menor será la técnica escogida. En la tabla XVII se puede observar el error MAPE de cada técnica y el error actual, al realizar los pronósticos con cualquiera de los nuevos modelos se obtiene un error menor al del pronóstico actual.

Tabla XVII. **Valores pronosticados del código SQ0E750A**

Periodo	Venta real	Pronóstico actual	Estacional simple	Promedio 6 meses	Promedio 3 meses	ARIMA (1,1,2)	ARIMA (2,1,1)	ARIMA (2,1,2)
Ene-15	1 721	450	1 968	2 085	1 995	1 761	1 761	1 774
Feb-15	2 592	5 950	1 952	2 109	1 654	1 971	1 908	2 106
Mar-15	1 540	5 800	2 196	1 703	1 036	2 217	2 003	2 128
Abr-15	1 100	1 650	1 822	1 639	1 282	2 321	2 068	2 218
May-15	3 637	2 000	2 191	1 752	1 851	2 451	2 105	2 275
Jun-15	1 991	2 000	2 844	1 493	1 951	2 448	2 112	2 284
Jul-15	2 265	2 200	1 576	1 488	1 744	2 463	2 090	2 280
Ago-15	2 547	3 500	1 727	1 947	2 093	2 352	2 039	2 240
Sept-15	1 550	2 000	2 827	2 072	2 243	2 253	1 958	2 173
Oct-15	3 888	3 500	1 148	2 163	2 631	2 034	1 847	2 078
Nov-15	1 635	328	2 326	2 155	2 268	1 822	1 708	1 953
Total	24 466	29 378	22 577	20 606	20 597	24 093	21 599	23 509

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Error MAPE de los valores pronosticados código SQ0E750A**

Periodo	Pronóstico actual	Estacional simple	Promedio 6 meses	Promedio 3 meses	ARIMA (1,1,2)	ARIMA (2,1,1)	ARIMA (2,1,2)
Ene-15	73,85 %	14,35 %	21,15 %	15,92 %	2,32 %	2,32 %	3,08 %
Feb-15	129,55 %	24,69 %	18,63 %	36,19 %	23,96 %	26,39 %	18,75 %
Mar-15	276,62 %	42,60 %	10,58 %	32,73 %	43,96 %	30,06 %	38,18 %
Abr-15	50,00 %	65,64 %	49,00 %	16,55 %	111,00 %	88,00 %	101,64 %
May-15	45,01 %	39,76 %	51,83 %	49,11 %	32,61 %	42,12 %	37,45 %
Jun-15	0,45 %	42,84 %	25,01 %	2,01 %	22,95 %	6,08 %	14,72 %
Jul-15	2,87 %	30,42 %	34,30 %	23,00 %	8,74 %	7,73 %	0,66 %
Ago-15	37,42 %	32,19 %	23,56 %	17,82 %	7,66 %	19,95 %	12,05 %
Sept-15	29,03 %	82,39 %	33,68 %	44,71 %	45,35 %	26,32 %	40,19 %
Oct-15	9,98 %	70,47 %	44,37 %	32,33 %	47,69 %	52,49 %	46,55 %
Nov-15	79,94 %	42,26 %	31,80 %	38,72 %	11,44 %	4,46 %	19,45 %
Promedio	66,79 %	44,33 %	31,27 %	28,10 %	32,52 %	27,81 %	30,25 %

Fuente: elaboración propia.

Siendo el modelo ARIMA (2,1,1) el que presenta el menor de los errores, será la técnica escogida. Los parámetros del modelo ARIMA son los detallados en la figura 21, cálculo realizado con el software de IBM SPSS20.

Figura 20. **Parámetros del modelo de pronóstico ARIMA (2,1,1), del código SQ0E750A**

Descripción del modelo									
				Tipo de modelo					
ID del modelo	SQ0E750A	Modelo_1	ARIMA(2,1,1)						
Estadísticos del modelo									
Modelo	Número de predictores	Estadísticos de ajuste del modelo		Ljung-Box Q(18)	GL	Sig.	Número de valores atípicos		
		R-cuadrado estacionaria	Estadísticos						
SQ0E750A-Modelo_1	2	.599	19.351	15	.198	0			
Parámetros del modelo ARIMA									
					Estimación	ET	t	Sig.	
SQ0E750A-Modelo_1	SQ0E750A	Sin transformación	Constante		9659.009	23957.135	.403	.689	
			AR	Retardo 1	-.241	.148	-1.628	.110	
				Retardo 2	-.078	.149	-.522	.604	
			Diferencia	1					
			MA	Retardo 1	1.000	8.813	.113	.910	
MONTH, period 12	Sin transformación	Numerador	Retardo 0	-29.425	23.198	-1.268	.210		
				YEAR, not periodic	Sin transformación	Numerador	Retardo 0	-4.702	11.894

Fuente: elaboración propia.

Se presentan en la tabla XVIII las técnicas de pronósticos elegidas para cada uno de los códigos clasificados como A de ambas líneas; cada técnica escogida se hizo bajo la metodología antes detallada.

Tabla XIX. **Modelos de pronóstico elegidos para los códigos A de la línea quirúrgica y médica**

No.	Línea	Código	Modelo de pronóstico
1	Quirúrgica	SQ0E750A	ARIMA (2,1,1)
2	Quirúrgica	SQ01766A	ARIMA (1,1,1)
3	Quirúrgica	SQ08886A	Promedio móvil 3 meses
4	Quirúrgica	SQ01766A	ARIMA (1,1,2)
5	Quirúrgica	SQ01743A	Aditivo de Winters
6	Quirúrgica	SQ0LS10A	Aditivo de Winter
7	Quirúrgica	SQ0EGIAA	Simple estacional
8	Quirúrgica	SQ0E251A	Promedio móvil 3 meses
9	Quirúrgica	SQ01780A	Promedio móvil 3 meses
10	Quirúrgica	SQ0LS10A	ARIMA (0,0,0)
11	Quirúrgica	SQ01766A	ARIMA (2,0,2)
12	Quirúrgica	SQ0EGIAA	Estacional simple
13	Quirúrgica	SQ01790A	ARIMA (0,0,0)
14	Quirúrgica	SQ01790A	Aditivo de Winters
15	Quirúrgica	SQ00304A	ARIMA (3,0,3)
16	Quirúrgica	SQ0VLOCA	Promedio móvil 6 meses
17	Quirúrgica	SQ0LF16A	Promedio móvil 3 meses
18	Quirúrgica	SQ01790A	ARIMA (5,1,3)
19	Quirúrgica	SQ0ABSTA	ARIMA (1,1,1)
20	Quirúrgica	SQ00308A	ARIMA (0,0,0)
21	Quirúrgica	SQ0EEA2A	ARIMA (0,0,0)
22	Quirúrgica	SQ01790A	Promedio móvil 2 meses
23	Quirúrgica	SQ00304A	Estacional cualitativo
24	Quirúrgica	SQ0VLOCA	Promedio móvil 3 meses
25	Quirúrgica	SQ0E750A	Estacional simple
26	Quirúrgica	SQ0E250A	Estacional simple
27	Quirúrgica	SQ0E146A	Promedio móvil 3 meses
28	Médica	KE6022A	ARIMA (4,0,4)
29	Médica	KECF71A	ARIMA (4,1,0)
30	Médica	KE8884A	ARIMA (2,1,8)
31	Médica	KE6146A	Estacional simple
32	Médica	KE3971A	Arima (5,1,6)
33	Médica	KE7301A	Simple estacional
34	Médica	KE3967A	ARIMA (7,1,1)
35	Médica	KE8034A	Promedio cualitativo
36	Médica	KE6818A	Promedio móvil 2 meses
37	Médica	KE8888A	ARIMA (9,0,9)
38	Médica	KE3512A	ARIMA (2,1,1)
39	Médica	KE4279A	Aditivo de Winters
40	Médica	KE6153A	Estacional Simple
41	Médica	KE3489A	Estacional Simple
42	Médica	KE4280A	Aditivo de Winters
43	Médica	KE8884A	Estacional simple
44	Médica	KE4278A	Estacional simple
45	Médica	KE3114A	Promedio móvil 6 meses
46	Médica	KE4204A	Estacional simple
47	Médica	KE4285A	Estacional simple
48	Médica	KE2059A	Estacional simple
49	Médica	KE7643A	Estacional simple
50	Médica	KE1418A	Estacional simple
51	Médica	KE4203A	Promedio móvil 6 meses

Fuente: elaboración propia.

4.8. Determinación de los arreglos más precisos a aplicar

Al inicio del texto se diagramo el proceso del cálculo de los pronósticos (figura 1), en donde se detallaba cada paso necesario para finalmente determinar el pronóstico definitivo a presentar a los proveedores, este procesos se repetirá cada mes.

Los pronósticos cuantitativos obtenidos se presentarían en las reuniones programadas mensualmente, en dichas reuniones participarían los expertos de ventas, el área de planeación y compras, esto para dar lugar principalmente a la revisión de los pronósticos cuantitativos, ya que habrá sucesos difíciles de predecir.

La demanda de insumos médicos está inmersa en un mercado cambiante debido a factores externos que lo alteran, estos factores hasta cierto punto pueden ser previstos por los expertos en ventas; dadas estas circunstancias, los gerentes de cada grupo de venta tienen la capacidad de poder modificar los pronósticos ya calculados bajo los modelos de pronósticos cuantitativos, tomando en consideración que para realizar dichos cambios se debe contar con la justificación pertinente.

No se puede menospreciar la información que los expertos en ventas puedan tener, los vendedores tendrán la tarea de archivar toda las ventas que podrían suceder en el futuro cercano, no más de 6 meses, prestando mayor atención aquellos eventos anormales, como puede ser la participación en alguna licitación, presupuesto de hospitales, surgimiento de nuevos productos, entre otros. Sin lugar a duda luego de tener mayor información tanto del pasado como del futuro, se irán mejorando aún más los resultados, hasta obtener el mínimo error posible.

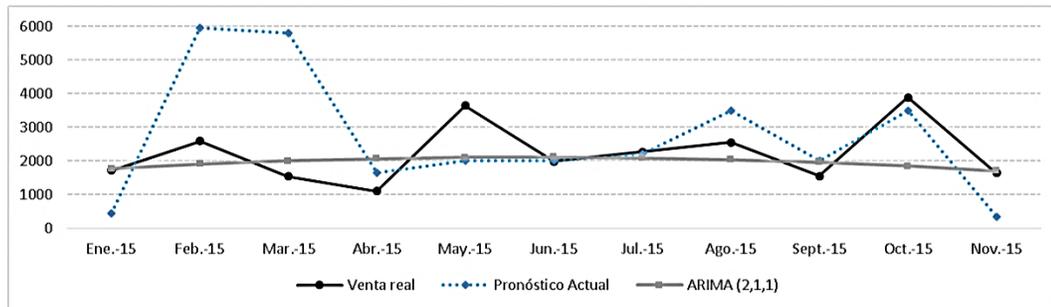
Al llegar a este punto cobra importancia el análisis y criterio que se ha podido adquirir durante toda la investigación. La segmentación por sector de compra fue otro de los factores de decisión a tomar en cuenta; por ejemplo con base en los datos obtenidos, acerca del código SQ0E750A se sabe que el sector privado provoca el 47 % de la demanda, por tanto es necesario monitorear a detalle el comportamiento de compra de este sector.

4.9. Medición y comparación de los errores actuales versus el error de la nueva metodología

Las siguientes gráficas, son la representación de la comparación entre el pronóstico actual y el de los nuevos métodos de pronóstico, de alguno de los códigos. Estas graficas sirven para poder observar si el pronóstico representa efectivamente el comportamiento de la demanda, cualquier sobrestimación o subestimación del pronóstico puede ser detectada fácilmente a través de estas gráficas. Las figuras 22 y 23 muestran que para el caso de estos códigos el pronóstico con la nueva metodología es adecuado.

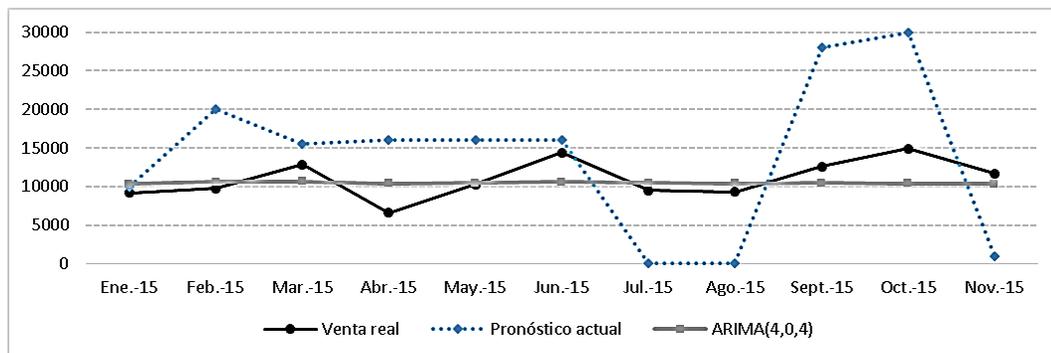
La principal razón que motivo al uso de modelos cuantitativos de pronósticos es mejorar la precisión de los pronósticos actuales, y así cumplir con el objetivo principal de esta investigación que es reducir el error MAPE; se decidió utilizar el error MAPE pues es la medida más común utilizada y con la cual los proveedores miden el rendimiento de los pronósticos presentados.

Figura 21. **Comparación de la venta real contra el pronóstico actual y modelo ARIMA (2,1,1) para el código SQ0E750A**



Fuente: elaboración propia.

Figura 22. **Comparación de la venta real contra el pronóstico actual y ARIMA (4,0,4) para el código KE6022A**



Fuente: elaboración propia.

A continuación se presenta en la tabla XIX, las ventas dadas en cada mes de validación, en la tabla XX el pronóstico actual y en la tabla XXI el pronóstico obtenido con los modelos cuantitativos respectivamente. En las tablas del XXII al XXV se muestra el error MAPE para cada mes, obtenidos con base en los datos de las tablas XIX, XX y XXI.

Tabla XX. Venta de enero a noviembre de 2015

VENTA REAL											
CODIGO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV
SQ0E750A	1 721	2 592	1 540	1 100	3 637	1 991	2 265	2 547	1 550	3 888	1 635
SQ01766A	45	51	185	45	179	45	86	93	105	43	50
SQ08886A	1 110	2 856	741	630	1 125	876	1 353	650	2 990	1 338	540
SQ01766A	12	10	14	10	20	12	14	18	9	17	16
SQ01743A	53	434	78	25	100	36	63	71	38	34	95
SQ0LS10A	4	21	4	12	6	23	15	17	5	14	10
SQ0EGIAA	36	28	19	17	19	20	15	12	17	24	16
SQ0E251A	638	708	1 166	570	867	980	719	894	440	694	1 200
SQ01780A	24	191	54	26	49	46	91	60	35	154	183
SQ0LS10A	4	2	10	3	2	10	13	2	4	14	2
SQ01766A	12	99	28	9	48	9	19	28	14	70	57
SQ0EGIAA	2	10	32	5	3	13	18	18	14	2	42
SQ01790A	44	85	54	36	46	61	61	45	45	136	171
SQ01790A	20	24	28	20	46	37	32	28	25	118	20
SQ00304A	4	32	9	3	29	4	9	45	4	8	8
SQ0VLOCA	44	48	112	45	52	41	45	68	82	79	73
SQ0LF16A	5	13	10	9	7	12	8	12	7	16	6
SQ01790A	27	21	50	17	31	33	32	28	60	81	32
SQ0ABSTA	5	5	14	8	7	18	11	6	4	5	5
SQ00308A	18	26	18	10	23	8	16	17	17	22	20
SQ0EEA2A	1	1	2	3	1	17	15	1	2	2	3
SQ01790A	22	67	4	13	12	24	112	12	48	41	66
SQ00304A	5	16	14	41	2	5	18	4	4	17	8
SQ0VLOCA	23	28	52	15	13	39	13	13	15	32	46
SQ0E750A	265	378	357	302	135	135	164	337	229	135	220
SQ0E250A	13	19	26	26	31	24	39	32	26	94	58
SQ0E146A	57	84	112	70	49	86	78	114	37	177	138
KE6022A	9 190	9 775	12 870	6 625	10 240	14 400	9 500	9 320	12 605	14 930	11 675
KECF71A	0	3	2	0	1	5	11	3	6	1	2
KE8884A	100	402	100	202	135	164	209	265	266	203	213
KE6146A	22	200	137	40	27	99	105	48	62	136	49
KE3971A	12 290	10 940	8 610	7 655	6 700	19 200	6 100	12 650	14 300	15 800	12 800
KE7301A	26	31	109	32	17	36	64	37	36	53	59
KE3967A	7 025	6 200	17 830	8 410	3 200	10 710	12 000	7 410	12 675	3 160	8 645
KE8034A	50	256	102	390	49	177	38	189	106	40	49
KE6818A	77 200	58 480	112 420	36 100	85 454	95 600	84 020	66 924	88 390	108 300	69 740
KE8888A	26	154	40	77	54	143	52	84	98	99	38
KE3512A	289	287	499	220	313	486	211	303	367	446	409
KE4279A	73	65	52	61	56	45	44	84	75	87	104
KE6153A	37	24	34	33	31	23	29	41	25	50	35
KE3489A	84	193	315	312	214	190	369	189	64	412	329
KE4280A	29	35	29	54	20	30	23	82	37	50	84
KE8884A	135	289	158	194	921	196	678	87	105	700	225
KE4278A	16	52	25	20	30	28	13	35	32	10	37
KE3114A	98	70	195	97	121	122	146	170	103	146	229
KE4204A	54	60	61	85	58	83	34	110	91	82	70
KE4285A	28	14	21	13	25	14	16	9	23	12	34
KE2059A	104	83	195	33	95	123	107	129	53	146	166
KE7643A	280	450	739	201	360	729	470	415	210	730	241
KE1418A	45	66	93	83	78	181	72	40	114	58	96
KE4203A	22	24	12	24	30	48	53	36	24	14	30
Total	111 439	96 002	159 381	64 033	114 768	147 437	119 686	103 832	135 691	152 920	110 079

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. Pronóstico actual de enero a noviembre 2015

PRONÓSTICO ACTUAL											
CÓDIGO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV
SQ0E750A	450	5 950	5 800	1 650	2 000	2 000	2 200	3 500	2 000	3 500	328
SQ01766A	48	258	156	120	120	120	222	132	0	186	68
SQ08886A	1 000	4 700	2 424	1 572	1 424	1 424	1 252	1 948	1 008	1 500	382
SQ01766A	36	54	36	24	24	24	12	24	6	6	4
SQ01743A	42	222	198	120	176	176	276	144	90	90	7
SQQLS10A	9	38	54	18	12	18	48	24	36	18	5
SQ0EGIAA	12	12	54	36	36	36	31	24	12	24	7
SQ0E251A	780	780	11 50	1150	700	700	200	780	780	86	27
SQ01780A	44	262	93	130	69	96	69	90	36	138	39
SQQLS10A	18	44	42	12	12	12	102	24	6	12	1
SQ01766A	14	150	102	42	30	30	102	96	72	72	10
SQ0EGIAA	14	27	66	39	9	9	28	30	31	42	18
SQ01790A	51	192	189	87	141	141	220	142	141	102	102
SQ01790A	56	72	75	48	48	48	27	84	30	66	44
SQ00304A	30	30	36	48	12	12	42	30	30	12	9
SQ0VLOCA	12	138	144	96	96	96	36	48	36	12	20
SQ0LF16A	6	30	48	30	30	36	18	15	24	12	12
SQ01790A	36	94	192	93	63	63	20	36	60	36	10
SQ0ABSTA	13	12	30	6	6	6	12	24	12	3	6
SQ00308A	18	18	18	24	24	24	24	24	18	18	18
SQ0EEA2A	3	18	18	9	6	6	3	3	12	12	3
SQ01790A	48	152	117	66	54	54	80	54	54	54	1
SQ00304A	12	10	36	36	12	12	48	36	12	36	12
SQ0VLOCA	12	12	36	36	36	36	36	12	12	36	12
SQ0E750A	500	1 500	16 00	800	200	200	800	200	500	50	800
SQ0E250A	20	40	50	50	25	50	50	75	25	25	50
SQ0E146A	50	50	50	50	50	100	50	10	100	50	50
KE6022A	10 000	20 000	15 500	16 000	16 000	16 000	16 000	16 000	28 000	30 000	900
KECF71A	20	20	1	22	22	22	16	16	10	2	20
KE8884A	300	300	198	102	102	102	180	180	300	180	54
KE6146A	200	200	180	180	180	180	200	180	200	39	32
KE3971A	8 000	8 000	24 000	12 800	12 800	12 800	12 800	1 600	1 600	1 600	1600
KE7301A	50	50	45	45	100	100	45	50	80	17	16
KE3967A	12 800	8 000	15 200	11 200	11 200	11 200	11 200	11 200	900	80 000	11 200
KE8034A	144	72	240	144	144	144	48	48	0	33	45
KE6818A	5 000	120 000	68 000	76 000	76 000	76 000	76 000	28 000	500 000	8 000	67
KE8888A	70	70	70	70	70	70	100	100	200	100	25
KE3512A	200	400	540	540	540	540	400	540	20	20	400
KE4279A	72	72	120	120	120	120	36	120	72	72	120
KE6153A	20	60	30	350	30	30	87	60	10	30	60
KE3489A	540	360	540	360	540	540	480	0	1	0	0
KE4280A	48	48	84	60	60	60	60	12	60	84	48
KE8884A	400	400	600	200	200	200	334	200	200	167	400
KE4278A	36	36	60	36	48	48	44	48	36	48	36
KE3114A	200	100	200	200	200	200	200	200	100	100	200
KE4204A	0	0	144	144	144	0	72	144	72	144	144
KE4285A	12	12	24	36	36	36	24	12	12	12	12
KE2059A	288	288	360	144	144	144	144	144	72	72	72
KE7643A	1 200	0	0	0	1200	0	0	0	1200	0	0
KE1418A	144	144	432	144	144	144	144	144	72	144	72
KE4203A	24	12	24	12	24	12	24	12	24	12	24
Total	43 102	173 509	139 406	125 301	125 463	124 221	124 646	66 619	538 384	127 074	17 592

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. Pronóstico nueva metodología de enero a noviembre 2015

NUEVO PRONÓSTICO MODELOS CUANTITATIVO											
CÓDIGO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV
SQ0E750A	1 761	1 908	2 003	2 068	2 105	2 112	2 090	2 039	1 958	1 847	1 708
SQ01766A	67	72	78	83	86	87	87	85	82	78	72
SQ08886A	1 374	1 466	1 016	1 088	1 696	1 569	1 409	832	877	1 118	960
SQ01766A	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
SQ01743A	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	82
SQ0LS10A	4	8	8	15	3	45	7	13	8	6	11
SQ0EGIAA	18	21	16	23	25	28	22	19	19	18	16
SQ0E251A	702	715	712	690	724	838	814	868	806	856	965
SQ01780A	64	85	54	42	78	90	90	43	40	62	66
SQ0LS10A	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
SQ01766A	18	16	20	23	20	20	24	25	23	24	27
SQ0EGIAA	3	10	13	9	4	12	8	3	9	4	20
SQ01790A	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
SQ01790A	17	25	22	34	20	33	38	24	45	20	40
SQ00304A	10	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
SQ0VLOCA	50	63	66	54	54	69	69	58	55	55	58
SQ0LF16A	9	9	10	7	8	9	11	9	9	9	11
SQ01790A	33	25	39	32	34	41	31	39	36	29	38
SQ0ABSTA	7	6	6	5	5	5	6	6	7	8	9
SQ00308A	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
SQ0EEA2A	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
SQ01790A	55	46	12	13	45	36	9	13	18	68	62
SQ00304A	6	15	15	6	6	15	15	6	6	15	6
SQ0VLOCA	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
SQ0E750A	168	137	248	243	208	115	191	172	450	148	450
SQ0E250A	40	14	40	22	39	38	42	53	38	30	52
SQ0E146A	44	50	54	48	63	85	89	77	69	71	93
KE6022A	10 347	10 589	10 662	10 419	10 472	10 576	10 437	10 399	10 474	10 411	10 346
KECF71A	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3
KE8884A	105	140	146	191	244	191	198	188	179	163	143
KE6146A	28	261	71	159	38	25	108	94	82	84	70
KE3971A	7 669	10 484	8 799	9 046	8 776	9 825	7 477	9 828	9 189	10 218	10 445
KE7301A	28	32	25	32	29	29	62	30	30	41	37
KE3967A	4 373	5 373	9 744	9 728	7 701	9 758	12 275	1 0477	8 296	9 263	9 227
KE8034A	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
KE6818A	81 985	61 483	62 343	58 900	58 640	63 050	49 360	34 377	59 127	58 110	48 772
KE8888A	45	60	45	56	56	58	36	35	43	51	46
KE3512A	283	281	279	278	278	278	279	281	283	286	289
KE4279A	69	70	73	71	78	79	87	83	81	80	92
KE6153A	25	24	20	18	28	35	32	30	26	27	37
KE3489A	189	270	106	281	190	148	361	196	164	210	226
KE4280A	28	35	33	40	33	39	40	33	32	38	34
KE8884A	273	161	89	93	256	248	169	110	124	199	242
KE4278A	16	20	13	23	15	26	23	24	19	20	24
KE3114A	128	113	129	117	109	92	88	89	78	78	82
KE4204A	61	70	81	55	62	81	60	68	65	92	72
KE4285A	15	19	16	11	16	14	12	20	14	17	10
KE2059A	67	113	159	143	127	139	119	98	115	120	185
KE7643A	221	290	136	509	157	470	394	316	532	241	572
KE1418A	83	74	73	30	73	115	47	35	64	91	76
KE4203A	27	30	32	30	28	23	23	23	27	32	34
Total	110 800	94 978	97 802	95 032	92 926	100 844	87 039	71 519	93 901	94 641	86 028

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. Error MAPE del pronóstico actual versus pronóstico cuantitativo mes de enero

Comparacion	Error actual	Nuevo error	Condición	Error actual	Nuevo error	Condición	Error actual	Nuevo error	Condición
Código	Ene	Ene	Mejora	Feb	Feb	Mejora	Mar	Mar	Mejora
SQOE750A	74 %	2 %	SI	130 %	26 %	SI	277 %	30 %	SI
SQ01766A	7 %	49 %	NO	406 %	41 %	SI	16 %	58 %	NO
SQ08886A	10 %	24 %	NO	65 %	49 %	SI	227 %	37 %	SI
SQ01766A	200 %	17 %	SI	440 %	50 %	SI	157 %	7 %	SI
SQ01743A	21 %	38 %	NO	49 %	83 %	NO	154 %	4%	SI
SQOLS10A	125 %	0 %	SI	81 %	62 %	SI	1250 %	100 %	SI
SQOEGIAA	67 %	50 %	SI	57 %	25 %	SI	184 %	16 %	SI
SQOE251A	22 %	10 %	SI	10 %	1 %	SI	1 %	39 %	NO
SQ01780A	83 %	167 %	NO	37 %	55 %	NO	72 %	0 %	SI
SQOLS10A	350 %	25 %	SI	2100 %	150 %	SI	320 %	50 %	SI
SQ01766A	17 %	50 %	NO	52%	84 %	NO	264 %	29 %	SI
SQOEGIAA	600 %	50 %	SI	170 %	0%	SI	106 %	59 %	SI
SQ01790A	16 %	16 %	IGUAL	126 %	40 %	SI	250 %	6 %	SI
SQ01790A	180 %	15 %	SI	200%	4%	SI	168 %	21 %	SI
SQ00304A	650 %	150 %	SI	6 %	75 %	NO	300 %	11 %	SI
SQ0VL0CA	73 %	14 %	SI	188 %	31 %	SI	29 %	41 %	NO
SQOLF16A	20 %	80 %	NO	131%	31 %	SI	380 %	0 %	SI
SQ01790A	33 %	22 %	SI	348 %	19%	SI	284 %	22 %	SI
SQ0ABSTA	160 %	40 %	SI	140 %	20 %	SI	114%	57 %	SI
SQ00308A	0 %	17 %	NO	31%	42 %	NO	0 %	17 %	NO
SQOEEA2A	200 %	100 %	SI	1700 %	100 %	SI	800 %	0%	SI
SQ01790A	118 %	150 %	NO	127 %	31 %	SI	2825 %	200 %	SI
SQ00304A	140 %	20 %	SI	38%	6 %	SI	157 %	7 %	SI
SQ0VL0CA	48 %	4 %	SI	57 %	21 %	SI	31 %	58 %	NO
SQOE750A	89 %	37 %	SI	297 %	64 %	SI	348 %	31 %	SI
SQOE250A	54 %	208 %	NO	111 %	26%	SI	92 %	54 %	SI
SQOE146A	12 %	23 %	NO	40 %	40 %	IGUAL	55 %	52 %	SI
KE6022A	9 %	13 %	NO	105 %	8 %	SI	20 %	17 %	SI
KECF71A	900%	50 %	SI	567 %	0 %	SI	50 %	50 %	IGUAL
KE8884A	200 %	5 %	SI	25 %	65 %	NO	98 %	46 %	SI
KE6146A	809 %	27 %	SI	0 %	31 %	NO	31 %	48 %	NO
KE3971A	35 %	38 %	NO	27 %	4 %	SI	179 %	2 %	SI
KE7301A	92%	8 %	SI	61 %	3 %	SI	59 %	77 %	NO
KE3967A	82 %	38 %	SI	29 %	13 %	SI	15 %	45 %	NO
KE8034A	188 %	100 %	SI	72 %	61 %	SI	135 %	2 %	SI
KE6818A	94 %	6 %	SI	105 %	5%	SI	40 %	45 %	NO
KE8888A	169 %	73%	SI	55 %	61 %	NO	75 %	13 %	SI
KE3512A	31 %	2 %	SI	39 %	2 %	SI	8 %	44 %	NO
KE4279A	1 %	5 %	NO	11 %	8%	SI	131 %	40 %	SI
KE6153A	46 %	32 %	SI	150%	0 %	SI	12 %	41 %	NO
KE3489A	543 %	125 %	SI	87 %	40 %	SI	71 %	66 %	SI
KE4280A	66 %	3 %	SI	37%	0%	SI	190 %	14 %	SI
KE8884A	196 %	102 %	SI	38 %	44 %	NO	280%	44 %	SI
KE4278A	125 %	0 %	SI	31 %	62 %	NO	140 %	48 %	SI
KE3114A	104 %	31 %	SI	43 %	61%	NO	3 %	34 %	NO
KE4204A	100%	13 %	SI	100 %	17 %	SI	136 %	33 %	SI
KE4285A	57 %	46 %	SI	14 %	36 %	NO	14 %	24 %	NO
KE2059A	177 %	36 %	SI	247 %	36 %	SI	85 %	18 %	SI
KE7643A	329 %	21 %	SI	100 %	36 %	SI	100 %	82 %	SI
KE1418A	220%	84 %	SI	118 %	12 %	SI	365 %	22%	SI
KE4203A	9 %	23 %	NO	50 %	25 %	SI	100 %	167 %	NO
Promedio global	156 %	44 %	Si = 36 No = 14 Igual = 1	181 %	35%	Si = 38 No = 12 Igual = 1	220 %	40 %	Si = 36 No = 14 Igual = 1

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. Error MAPE del pronóstico actual versus pronóstico cuantitativo mes de abril

Comparación	Error actual	Nuevo error	Condición	Error actual	Nuevo error	Condición	Error actual	Nuevo error	Condición
Código	Abr	Abr	Mejora	May	May	Mejora	Jun	Jun	Mejora
SQ0E750A	50 %	88 %	NO	45 %	42 %	SI	0 %	6 %	NO
SQ01766A	167 %	84 %	SI	33 %	52 %	NO	167 %	93 %	SI
SQ08886A	150 %	73 %	SI	27 %	51 %	NO	63 %	79 %	NO
SQ01766A	140 %	50 %	SI	20 %	25 %	NO	100 %	25 %	SI
SQ01743A	380 %	204 %	SI	76 %	23 %	SI	389 %	117 %	SI
SQ0LS10A	50 %	25 %	SI	100 %	50 %	SI	22 %	96 %	NO
SQ0EGIAA	112 %	35 %	SI	89 %	32 %	SI	80 %	40 %	SI
SQ0E251A	102 %	21 %	SI	19 %	16 %	SI	29 %	14 %	SI
SQ01780A	400 %	62 %	SI	41 %	59 %	NO	109 %	96 %	SI
SQ0LS10A	300 %	67 %	SI	500 %	150 %	SI	20 %	50 %	NO
SQ01766A	367 %	156 %	SI	38 %	58 %	NO	233 %	122 %	SI
SQ0EGIAA	680 %	80 %	SI	200 %	33 %	SI	31 %	8 %	SI
SQ01790A	142 %	42 %	SI	207 %	11 %	SI	131 %	16 %	SI
SQ01790A	140 %	70 %	SI	4 %	57 %	NO	30 %	11 %	SI
SQ00304A	1 500 %	167 %	SI	59 %	72 %	NO	200 %	100 %	SI
SQ0VLOCA	113 %	20 %	SI	85 %	4 %	SI	134 %	68 %	SI
SQ0LF16A	233 %	22 %	SI	329 %	14 %	SI	200 %	25 %	SI
SQ01790A	447 %	88 %	SI	103 %	10 %	SI	91 %	24 %	SI
SQ0ABSTA	25 %	38 %	NO	14 %	29 %	NO	67 %	72 %	NO
SQ00308A	140 %	50 %	SI	4 %	35 %	NO	200 %	88 %	SI
SQ0EEA2A	200 %	33 %	SI	500 %	100 %	SI	65 %	88 %	NO
SQ01790A	408 %	0 %	SI	350 %	275 %	SI	125 %	50 %	SI
SQ00304A	12 %	85 %	NO	500 %	200 %	SI	140 %	200 %	NO
SQ0VLOCA	140 %	47 %	SI	177 %	69 %	SI	8 %	44 %	NO
SQ0E750A	165 %	20 %	SI	48 %	54 %	NO	48 %	15 %	SI
SQ0E250A	92 %	15 %	SI	19 %	26 %	NO	108 %	58 %	SI
SQ0E146A	29 %	31 %	NO	2 %	29 %	NO	16 %	1 %	SI
KE6022A	142 %	57 %	SI	56 %	2 %	SI	11 %	27 %	NO
KECF71A	1 000 %	50 %	SI	2 100 %	100 %	SI	340 %	60 %	SI
KE8884A	50 %	5 %	SI	24 %	81 %	NO	38 %	16 %	SI
KE6146A	350 %	298 %	SI	567 %	41 %	SI	82 %	75 %	SI
KE3971A	67 %	18 %	SI	91 %	31 %	SI	33 %	49 %	NO
KE7301A	41 %	0 %	SI	488 %	71 %	SI	178 %	19 %	SI
KE3967A	33 %	16 %	SI	250 %	141 %	SI	5 %	9 %	NO
KE8034A	63 %	74 %	NO	194 %	104 %	SI	19 %	44 %	NO
KE6818A	111 %	63 %	SI	11 %	31 %	NO	21 %	34 %	NO
KE8888A	9 %	27 %	NO	30 %	4 %	SI	51 %	59 %	NO
KE3512A	145 %	26 %	SI	73 %	11 %	SI	11 %	43 %	NO
KE4279A	97 %	16 %	SI	114 %	39 %	SI	167 %	76 %	SI
KE6153A	961 %	45 %	SI	3 %	10 %	NO	30 %	52 %	NO
KE3489A	15 %	10 %	SI	152 %	11 %	SI	184 %	22 %	SI
KE4280A	11 %	26 %	NO	200 %	65 %	SI	100 %	30 %	SI
KE8884A	3 %	52 %	NO	78 %	72 %	SI	2 %	27 %	NO
KE4278A	80 %	15 %	SI	60 %	50 %	SI	71 %	7 %	SI
KE3114A	106 %	21 %	SI	65 %	10 %	SI	64 %	25 %	SI
KE4204A	69 %	35 %	SI	148 %	7 %	SI	100 %	2 %	SI
KE4285A	177 %	15 %	SI	44 %	36 %	SI	157 %	0 %	SI
KE2059A	336 %	333 %	SI	52 %	34 %	SI	17 %	13 %	SI
KE7643A	100 %	153 %	NO	233 %	56 %	SI	100 %	36 %	SI
KE1418A	73 %	64 %	SI	85 %	6 %	SI	20 %	36 %	NO
KE4203A	50 %	25 %	SI	20 %	7 %	SI	75 %	52 %	SI
Promedio global	211 %	61 %	Si = 42 No = 9 Igual = 0	171 %	51 %	Si = 36 No = 15 Igual = 0	92 %	47 %	Si = 33 No = 18 Igual = 0

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. Error MAPE del pronóstico actual versus pronóstico cuantitativo mes de julio

Comparación	Error actual	Nuevo error	Condición	Error actual	Nuevo error	Condición	Error actual	Nuevo error	Condición
Código	Jul	Jul	Mejora	Ago	Ago	Mejora	Sep	Sep	Mejora
SQ0E750A	3 %	8 %	NO	37 %	20 %	SI	29 %	26 %	SI
SQ01766A	158 %	1 %	SI	42 %	9 %	SI	100 %	22 %	SI
SQ08886A	7 %	4 %	SI	200 %	28 %	SI	66 %	71 %	NO
SQ01766A	14 %	7 %	SI	33 %	17 %	SI	33 %	67 %	NO
SQ01743A	338 %	25 %	SI	103 %	13 %	SI	137 %	113 %	SI
SQ0LS10A	220 %	53 %	SI	41 %	24 %	SI	620 %	60 %	SI
SQ0EGIAA	107 %	47 %	SI	100 %	58 %	SI	29 %	12 %	SI
SQ0E251A	72 %	13 %	SI	13 %	3 %	SI	77 %	83 %	NO
SQ01780A	24 %	1 %	SI	50 %	28 %	SI	3 %	14 %	NO
SQ0LS10A	685 %	62 %	SI	1100 %	150 %	SI	50 %	25 %	SI
SQ01766A	437 %	26 %	SI	243 %	11 %	SI	414 %	64 %	SI
SQ0EGIAA	56 %	56 %	IGUAL	67 %	83 %	NO	121 %	36 %	SI
SQ01790A	261 %	16 %	SI	216 %	13 %	SI	213 %	13 %	SI
SQ01790A	16 %	19 %	NO	200 %	14 %	SI	20 %	80 %	NO
SQ00304A	367 %	11 %	SI	33 %	82 %	NO	650 %	100 %	SI
SQ0VLOCA	20 %	53 %	NO	29 %	15 %	SI	56 %	33 %	SI
SQ0LF16A	125 %	38 %	SI	25 %	25 %	IGUAL	243 %	29 %	SI
SQ01790A	38 %	3 %	SI	29 %	39 %	NO	0 %	40 %	NO
SQ0ABSTA	9 %	45 %	NO	300 %	0 %	SI	200 %	75 %	SI
SQ00308A	50 %	6 %	SI	41 %	12 %	SI	6 %	12 %	NO
SQ0EEA2A	80 %	87 %	NO	200 %	100 %	SI	500 %	0 %	SI
SQ01790A	29 %	92 %	NO	350 %	8 %	SI	13 %	63 %	NO
SQ00304A	167 %	17 %	SI	800 %	50 %	SI	200 %	50 %	SI
SQ0VLOCA	177 %	69 %	SI	8 %	69 %	NO	20 %	47 %	NO
SQ0E750A	388 %	16 %	SI	41 %	49 %	NO	118 %	97 %	SI
SQ0E250A	28 %	8 %	SI	134 %	66 %	SI	4 %	46 %	NO
SQ0E146A	36 %	14 %	SI	91 %	32 %	SI	170 %	86 %	SI
KE6022A	68 %	10 %	SI	72 %	12 %	SI	122 %	17 %	SI
KECF71A	78 %	67 %	SI	433 %	0 %	SI	150 %	25 %	SI
KE8884A	14 %	5 %	SI	32 %	29 %	SI	13 %	33 %	NO
KE6146A	90 %	3 %	SI	275 %	96 %	SI	223 %	32 %	SI
KE3971A	110 %	23 %	SI	87 %	22 %	SI	89 %	36 %	SI
KE7301A	30 %	3 %	SI	35 %	19 %	SI	122 %	17 %	SI
KE3967A	7 %	2 %	SI	51 %	41 %	SI	93 %	35 %	SI
KE8034A	26 %	163 %	NO	75 %	47 %	SI	100 %	6 %	SI
KE6818A	10 %	41 %	NO	58 %	49 %	SI	466 %	33 %	SI
KE8888A	92 %	31 %	SI	19 %	58 %	NO	104 %	56 %	SI
KE3512A	90 %	32 %	SI	78 %	7 %	SI	95 %	23 %	SI
KE4279A	18 %	98 %	NO	43 %	1 %	SI	4 %	8 %	NO
KE6153A	200 %	10 %	SI	46 %	27 %	SI	60 %	4 %	SI
KE3489A	30 %	2 %	SI	100 %	4 %	SI	98 %	156 %	NO
KE4280A	161 %	74 %	SI	85 %	60 %	SI	62 %	14 %	SI
KE8884A	51 %	75 %	NO	130 %	26 %	SI	90 %	18 %	SI
KE4278A	238 %	77 %	SI	37 %	31 %	SI	13 %	41 %	NO
KE3114A	37 %	40 %	NO	18 %	48 %	NO	3 %	24 %	NO
KE4204A	112 %	76 %	SI	31 %	38 %	NO	21 %	29 %	NO
KE4285A	50 %	25 %	SI	33 %	122 %	NO	48 %	39 %	SI
KE2059A	35 %	11 %	SI	12 %	24 %	NO	36 %	117 %	NO
KE7643A	100 %	16 %	SI	100 %	24 %	SI	471 %	153 %	SI
KE1418A	100 %	35 %	SI	260 %	13 %	SI	37 %	44 %	NO
KE4203A	55 %	57 %	NO	67 %	36 %	SI	0 %	13 %	NO
Promedio global	112 %	35 %	Si = 38 No = 12 Igual = 1	131 %	36 %	Si = 40 No = 10 Igual = 1	130 %	46 %	Si = 32 No = 19 Igual = 0

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **Error MAPE del pronóstico actual versus pronóstico cuantitativo mes de octubre**

Comparación Código	Error actual	Nuevo error	Condición	Error actual	Nuevo error	Condición
	Oct	Oct	Mejora	Nov	Nov	Mejora
SQ0E750A	10 %	52 %	NO	80 %	4 %	SI
SQ01766A	333 %	81%	SI	36 %	44 %	NO
SQ08886A	12 %	16 %	NO	29 %	78 %	NO
SQ01766A	65 %	12 %	SI	75 %	6 %	SI
SQ01743A	165 %	141 %	SI	93 %	14 %	SI
SQ0LS10A	29 %	57 %	NO	50 %	10 %	SI
SQ0EGIAA	0 %	25 %	NO	56 %	0%	SI
SQ0E251A	88 %	23 %	SI	98 %	20 %	SI
SQ01780A	10%	60 %	NO	79 %	64%	SI
SQ0LS10A	14 %	64 %	NO	50 %	150 %	NO
SQ01766A	3 %	66 %	NO	82 %	53 %	SI
SQ0EGIAA	2000 %	100 %	SI	57 %	52 %	SI
SQ01790A	25 %	63 %	NO	40 %	70 %	NO
SQ01790A	44 %	83 %	NO	120 %	100 %	SI
SQ00304A	50 %	0 %	SI	13 %	0 %	SI
SQ0VLOCA	85 %	30 %	SI	73 %	21 %	SI
SQ0LF16A	25 %	44 %	NO	100 %	83 %	SI
SQ01790A	56 %	64 %	NO	69 %	19 %	SI
SQ0ABSTA	40 %	60 %	NO	20 %	80%	NO
SQ00308A	18 %	32 %	NO	10 %	25 %	NO
SQ0EEA2A	500 %	0 %	SI	0 %	33 %	NO
SQ01790A	32 %	66 %	NO	98 %	6 %	SI
SQ00304A	112 %	12 %	SI	50 %	25 %	SI
SQ0VLOCA	13%	31 %	NO	74 %	52 %	SI
SQ0E750A	63 %	10 %	SI	264 %	105 %	SI
SQ0E250A	73%	68 %	SI	14 %	10 %	SI
SQ0E146A	72 %	60 %	SI	64 %	33 %	SI
KE6022A	101 %	30 %	SI	92%	11 %	SI
KECF71A	100%	200 %	NO	900 %	50 %	SI
KE8884A	11 %	20%	NO	75 %	33 %	SI
KE6146A	71 %	38 %	SI	35 %	43 %	NO
KE3971A	90 %	35 %	SI	88 %	18 %	SI
KE7301A	68 %	23 %	SI	73 %	37 %	SI
KE3967A	2432 %	193 %	SI	30 %	7 %	SI
KE8034A	18 %	150 %	NO	8 %	104%	NO
KE6818A	93 %	46 %	SI	100 %	30 %	SI
KE8888A	1 %	48 %	NO	34 %	21 %	SI
KE3512A	96 %	36 %	SI	2 %	29 %	NO
KE4279A	17 %	8 %	SI	15 %	12 %	SI
KE6153A	40 %	46 %	NO	71 %	6 %	SI
KE3489A	100%	49 %	SI	100 %	31 %	SI
KE4280A	68 %	24 %	SI	43 %	60 %	NO
KE8884A	76 %	72 %	SI	78 %	8 %	SI
KE4278A	380 %	100 %	SI	3 %	35 %	NO
KE3114A	32 %	47 %	NO	13 %	64 %	NO
KE4204A	76 %	12%	SI	106 %	3 %	SI
KE4285A	0 %	42 %	NO	65 %	71 %	NO
KE2059A	51 %	18 %	SI	57 %	11 %	SI
KE7643A	100 %	67 %	SI	100 %	137 %	NO
KE1418A	148 %	57 %	SI	25 %	21 %	SI
KE4203A	14 %	129 %	NO	20 %	13 %	SI
Promedio global	159 %	55 %	Si = 28 No = 23 Igual = 0	77 %	39 %	Si = 36 No = 15 Igual = 0

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XXVI se detalla en resumen el error MAPE global; en dicha tabla se puede comprobar que en cada uno de los once meses de validación se obtienen errores menores con los pronósticos cuantitativos, en comparación con el error actual, en el cual, como se explicaba al inicio de la investigación, predomina la intuición y experiencia de los expertos en ventas. Queda demostrada de manera contundente que los pronósticos cuantitativos llegan a ser mucho más precisos. El error promedio en los once meses de validación se reduce en más del 100 % y a su vez también se cumple el objetivo principal que era de reducir el error MAPE a un máximo del 45 %.

Tabla XXVII. **Error MAPE global del pronóstico actual *versus* error MAPE global del pronóstico cuantitativo**

Mes	Ene,	Feb,	Mar,	Abr,	May,	Jun,	Jul,	Ago,	Sept,	Oct,	Nov,	Promedio
MAPE actual global	156 %	181 %	220 %	211 %	171 %	92 %	112 %	131 %	130 %	159 %	77 %	149 %
MAPE pronóstico cuantitativo global	44 %	35 %	40 %	61 %	51 %	47 %	35 %	36 %	46 %	55 %	39 %	45 %

Fuente: elaboración propia.

4.10. Método control de calidad

El control de calidad hace referencia a producir productos y/o brindar servicios cuyas características medibles cumplen con un conjunto de especificaciones numéricamente definidas; esto quiere decir que en cuanto el producto o servicio brindado cumpla con las especificaciones establecidas, se considerará satisfactorio, en el caso contrario sería desechado. Es posible aplicar este método para el control del proceso del cálculo de pronóstico, en donde se establecen parámetros o especificaciones aceptables numéricas para determinar si el proceso es aceptable o no.

4.10.1. Gráficas de control

Se establecen entonces parámetros de medición para que se pueda delimitar el intervalo de error aceptable; estos indicadores se revisarán mensualmente para así determinar si la técnica de pronóstico ya elegida continúa siendo aceptable, si no lo fuese se harían los ajustes necesarios o en última instancia, el cambio de la técnica.

El primer parámetro de control para determinar que la técnica es adecuada es verificar que los errores del pronóstico o residuales tiene un comportamiento aleatorio, es decir no existe algún patrón en los errores resultantes; esto es necesario pues si los errores demostraran algún patrón significaría que la técnica de pronóstico está menospreciando algún componente de comportamiento de la demanda real. Para comprobar que la serie del error de pronóstico o residual tiene un comportamiento aleatorio, se utiliza el análisis de autocorrelación, al calcular la autocorrelación de la serie de residuales no debe existir algún coeficiente de correlación significativo.

Se muestran nuevamente entonces la demanda real del código SQ0E750A en la tabla XVII y el pronóstico con la técnica ya elegida: se calcula el error de los pronósticos para calcular la autocorrelaciones de la serie de residuales.

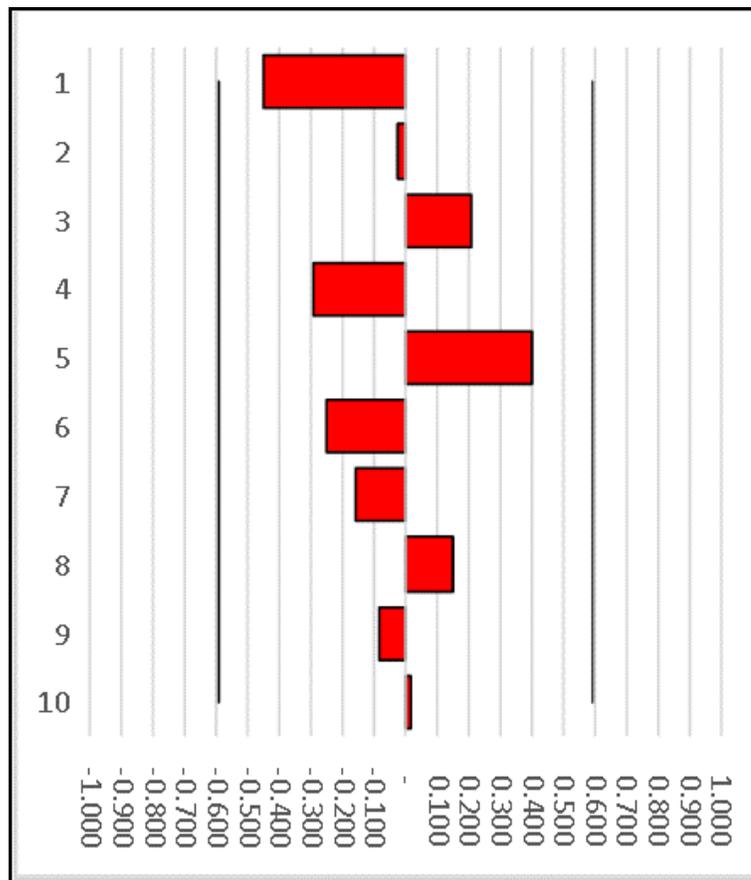
Tabla XXVIII. **Error mensual del código SQ0E750A**

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov
Venta real	1 721	2 592	1 540	1 100	3 637	1 991	2 265	2 547	1 550	3 888	1 635
ARIMA (2,1,1)	1 761	19 08	2 003	2 068	2 105	2 112	2 090	2 039	1 958	1 847	1 708
Residuo	-40	684	-463	-968	1532	-121	175	508	-408	2 041	-73

Fuente: elaboración propia.

En la figura 23 se muestra las autocorrelación del error de pronóstico para los once meses de validación de la serie SQ0E750A se demuestra una vez más, que la técnica es adecuada, pues los errores presentan un comportamiento aleatorio; sin embargo es necesario calcular nuevamente la autocorrelación conforme se vayan pronosticando más meses, se considerará para este cálculo un máximo de 24 desfases, cuando se llegue a este punto se menospreciará el dato más antiguo y lo sustituirá el dato más reciente.

Figura 23. **Autocorrelación de los residuales serie SQ0E750A**



Fuente: elaboración propia.

4.10.1.1. Límites de control

Como parámetro inicial se tendrán los resultados obtenidos en los once meses de validación, es decir que no se debe sobrepasar el error MAPE ya obtenido con la nueva metodología; el error obtenido servirá como un estándar el cual no permitirá que no se exceda el error ya obtenido, y como el punto de partida con el que se espera mejorar aún más la precisión del pronóstico.

Se supone que el error de pronóstico presenta una distribución normal, dado que de momento la muestra de errores es muy pequeño, pues solamente se cuenta con once datos, el promedio no ha llegado a ser 0; sin embargo se debe cumplir con esta norma en cuanto se tengan más datos, en donde además se podrá comprobar estadísticamente que los residuales presentan una distribución normal. Para el caso del código SQ0E750A se realizan los cálculos necesarios para establecer el intervalo de confianza.

Se calcula entonces el promedio de los residuales y su desviación standard:

$$\bar{X} = 260$$

$$s = 886$$

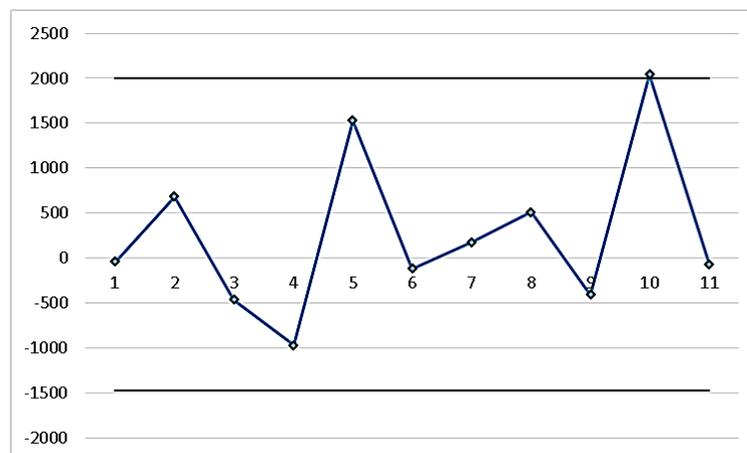
Para un nivel de confianza del 95 % se tiene un valor $Z = 1,96$ dado los datos, se calcula entonces el intervalo de confianza en donde se encuentra el error de pronóstico aceptable:

$$LC1 = 260 - (1,96)(886) = -1\ 476$$

$$LC2 = 260 + (1,96)(886) = 1\ 996$$

Se utilizan gráficas para visualizar rápidamente estas y determinar que no haya valores fuera del límite ya establecido, esto será necesario para cada código categorizado A; en la figura 25 se puede ver el código SQ0E7750A; es importante nuevamente el uso de un programa de computador para que todos estos pasos puedan ser automatizados y no tener la necesidad de calcular todos los parámetros ya establecidos cada mes.

Figura 24. **Gráfica de control residuales del código SQ0E750A, enero a noviembre de 2015**



Fuente: elaboración propia.

Al observar la gráfica se puede ver que incluso en los meses de validación, existe un dato fuera del intervalo de confianza específicamente en el mes de octubre; las gráficas de control son precisamente para encontrar este tipo de errores, y hacer la revisión necesaria para determinar las causas asignables a este error.

Luego de hacer la revisión pertinente se encuentra que el IGSS quien abarca el 26 % de la demanda global de este código, realizó en tan solo dos compras el 75 % de su demanda individual; de hecho en todo el año solamente realizó compras en 6 de los 11 meses ahora evaluados, precisamente las 2 compras más altas las realizó en febrero y octubre, y el sector público, el cual abarca el 27 % de la demanda global, realizó en el mes de mayo la compra del 35 % de su demanda individual y solamente efectuó compras en 6 de los 11 meses evaluados.

Dados los resultados, es necesario que para los meses subsiguientes a pronosticar en conjunto con los expertos en ventas, se pueda predecir cuándo se darán nuevamente estas compras, pues queda demostrado que el sector IGSS y el público realizan compras puntuales para el abastecimiento de varios meses; este comportamiento se da ya que la asignación de presupuesto para compras de ambos sectores es a través de un proceso burocrático, por lo que se prefiere realizar solamente ciertas compras para no tener que realizar este proceso en repetidas ocasiones.

5. SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA DE LOS PRONÓSTICOS

El futuro es y será siempre impredecible; bajo este escenario la idea será siempre tratar de comprender la incertidumbre y tomar decisiones bajo un nivel de riesgo aceptable. Por tanto es necesario monitorear en todo momento la precisión de los pronósticos.

Parte importante para mejorar y ser más preciso en las predicciones es la retroalimentación; es muy posible que conforme se entienda en mayor grado la incertidumbre y se adquiera mayor conocimiento sobre el comportamiento del mercado y se vaya incursionando sobre nuevas técnicas de pronóstico, aún más precisas, pues la realización de pronósticos es un estudio en mejora continua, por lo que siempre hay cabida para mejorar los resultados ya obtenidos, pero todo esto no será posible si no se mide el rendimiento de los pronósticos, si no se monitorea y por consiguiente no se mantiene un control sobre estos, ya que todo lo que no se puede medir no se puede controlar y muchos menos mejorar.

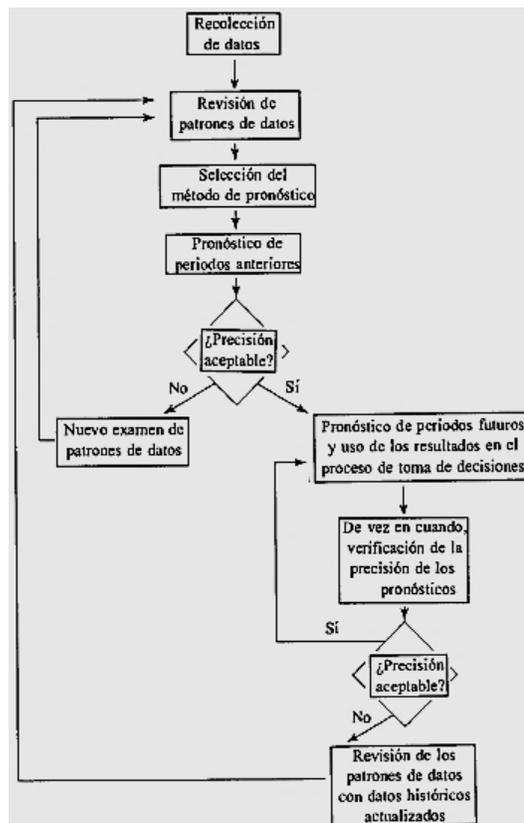
5.1. Programa de monitoreo

El programa de monitoreo se hace necesario para el control y verificación de la precisión del pronóstico, se establecen límites de control para verificar los pronósticos; estos límites gráficamente se visualizan en un intervalo en el que se encuentra la medida de error aceptable, si el error del pronóstico se encuentra fuera de este intervalo se considera un pronóstico no aceptable y se

deben tomar las acciones de corrección necesaria; esto suele llamarse señal de rastreo.

Si una técnica de pronósticos muestra errores fuera del parámetro aceptable, es posible que se puedan hacer las modificaciones a la técnica y así nuevamente tener un pronóstico adecuado, si no se logra corregir, entonces, se vuelve a comenzar desde el análisis de datos, el estudio de la serie y la identificación de patrones para elegir una nueva técnica; este procedimiento se puede observar en la figura 26.

Figura 25. **Administración y proceso de pronóstico**



Fuente: HANKE, John; REITSCH, Arthur. *Monitoreo de los pronósticos*. p. 537.

5.2. Administración del proceso de pronóstico

En esta investigación se demostró que el pronóstico cuantitativo ha llegado a ser más preciso que los pronósticos hechos bajo intuición, esto no quiere decir que los pronósticos cualitativos con base en la experiencia sean un método malo, pues la experiencia de los expertos de ventas es una información valiosa que puede ser el complemento necesario a los pronósticos cuantitativos, se toman mejores decisiones con base en un buen juicio, en la que se tenga la habilidad de mezclar en cierta medida ambos tipos de pronóstico.

Llegado a este punto en la investigación, no se puede quitar responsabilidad a los expertos en venta en la tarea de realizar los pronósticos, se genera entonces un punto medio en la cual se responsabiliza la tarea de pronosticar la demanda de los productos tanto al equipo de planeación y compra, como a los expertos en ventas.

5.2.1. Revisión de los pasos de pronóstico

Se ha establecido ya cómo se seleccionará el modelo de pronóstico para cada código, cómo se medirá la precisión, cómo se mantiene el control para tener un error adecuado, cómo se incrementará la precisión de cada pronóstico, quiénes son los responsables de todas estas tareas, y cuál será el proceso en la cual se determinará el pronóstico final que se presentará a los proveedores; sin embargo, hace falta enfatizar la importancia de la administración del proceso de pronóstico; una manera de saber que el proceso de pronóstico se conduce de manera adecuada, es que siempre deben surgir las siguientes preguntas y por supuesto dar respuesta adecuada a cada una de estas.

- ¿Por qué se requiere de los pronósticos?

- ¿Quién usará el pronóstico y cuáles son los requerimientos específicos?
- ¿Qué nivel de detalle o agregación se requiere cuál es el horizonte de tiempo adecuado?
- ¿Qué datos hay disponibles y serán estos suficientes para generar el pronóstico requerido?
- ¿Cuál será el costo del pronóstico?
- ¿Qué tan preciso se espera que sea el pronóstico?
- ¿Se hará el pronóstico a tiempo para ayudar en el proceso de decisiones?
- ¿Comprende el pronosticador con claridad cómo se utilizará el pronóstico en la organización?
- ¿Hay disponible un proceso de retroalimentación para evaluar el pronóstico después de efectuado y para evaluar de acuerdo con ello el pronóstico?

Una vez comprobado que se han resuelto todas estas cuestiones, se puede concluir que el proceso de pronóstico se conduce adecuadamente.

5.3. Formulación de escenarios

La formulación de escenarios es una práctica que puede ayudar en mucho a plantear estrategias o planes de contingencias a acontecimientos que puedan suscitarse en el futuro, esto no solamente ayudará a disminuir el riesgo de encontrarse inesperadamente con negocios a la baja, sino también a prever un buen negocio y aprovechar las oportunidades que puedan presentarse.

Se puede mencionar la ventaja comparativa de quienes consideran y evalúan las circunstancias ante la incertidumbre del futuro; Según Hasan Osbekhan (*Toward a general theory of planing*), existen distintas posiciones

frente a la posibilidad de analizar el futuro. Determinista: no lo puedo cambiar; fatalista: está escrito; incrédula; no vale la pena el esfuerzo. Para los que se pueden tomar las siguientes actitudes: pasiva: sufrimos el cambio; reactiva: el bombero que corre a combatir el fuego; preactiva: quien se prepara para los cambios previsibles; y la que se considera la mejor de las actitudes proactiva: quien trata de provocar los cambios deseados.

La formulación de escenarios empieza como una conjetura, no es una predicción o un pronóstico específico, sino la definición de eventos que pueden suceder; para la formulación de un escenario es necesario imaginarlo como una realidad, los escenarios proceden de visiones de la realidad y deben ser comprensivas holísticas agregadas; no es de gran interés determinar la fecha probable de un evento sino los probables sucesos encadenados entre el mismo evento, para entonces tomar combinaciones de estrategias y obtener el mayor de los beneficios de la situación definida.

Un escenario probablemente no tendrá lugar a como se anticipó, o quizás sí; en cualquiera de los casos, se agregará sensibilidad a los encargados a tomar decisiones bajo situaciones difíciles. Como no es imposible que sucedan tales escenarios, la empresa debe estar preparada para ello, de lo contrario puede verse sorprendida y adquirir la actitud pasiva en la que se decide sufrir los cambios.

Para definir escenarios plausibles, se utilizará el método Delphi, este es un método de estructuración de un proceso de comunicación grupal, que permite a un grupo de individuos, como un todo, tratar un tema complejo, Listone y Tufof (1975). Los encargados y participantes en el método Delphi serán el Área de Planeación y Compras, y los expertos en ventas.

Las pautas a seguir para la construcción y análisis de escenarios, se hará a través de las siguientes etapas:

- Precisión del tema de estudio, espacio de escenario o campo de interés
- Identificación de las variables clave o dimensiones que lo definen
- Constatación del grado de poder y conflicto entre actores sociales
- Diseño de un escenario probable
- Diseño de escenarios alternativos

Para la construcción y diseño de escenarios, primero se estudia la situación actual y el entorno en el que se desenvuelve la empresa, a partir de tal representación se llevará el estudio prospectivo.

Las fases para construir un escenario son las siguientes:

- Fase I: preparación, situación actual, motivaciones y objetivos del estudio.
- Fase II: desarrollo futuro: la opinión de los expertos, definición de dimensiones claves, eventos, proyección de las dimensiones clave y preparación de las descripciones.
- Fase III: utilización, presentación y recomendaciones.

De manera general se mencionó el proceso de elaboración de escenarios, herramienta que será de utilidad, para no menospreciar la incertidumbre del futuro. Las recomendaciones y conclusiones hechas en cada escenario se archivan y estudian; para generar sensibilidad sobre las acciones que se toman y cómo estas puede influir en el funcionamiento de la empresa; al tener mayor sensibilidad se incrementará el buen juicio sobre el cual se toman acciones día a día, ya en la realidad.

5.4. El futuro de los pronósticos

Debido al crecimiento y complejidad que adquieren los negocios, la realización de pronósticos de manera especializada ha ganado importancia, pues el mercado es cada vez más competitivo y la necesidad de diversificarse se hace prioritaria, ya no solo se compite con un mercado nacional sino con un mercado globalizado.

En el libro de *Megatendencias* de Naisbitt se explica cómo precisamente las tendencias llevan a un negocio más complejo en el que se explica la transición de:

- Sociedad industrial hacia sociedad de información
- Economía nacional hacia economía mundial
- Previsión de corto plazo hacia previsión de largo plazo
- Centralización hacia descentralización
- Opciones de tipo y hacia opciones múltiples

Estas tendencias indican qué tan complejo se haga el negocio; se deberá desarrollar el proceso administrativo por parte de los empresarios; cada vez se exigirán pronósticos más precisos, para reaccionar con mayor rapidez a los cambios que sucederán con mayor frecuencia, en la que la pregunta más importante será siempre: ¿qué sucederá después?

Seguirán surgiendo técnicas de pronóstico más complejas, en la que jugará un papel primordial el desarrollo de un buen juicio de parte del analista, entre más compleja sea la técnica de pronóstico, así tendrá que ser la preparación del analista para la utilización de estas técnicas.

En la actualidad se está desarrollando la inteligencia artificial, donde se pretende duplicar el proceso del cerebro humano y el sistema nervioso mediante la computadora, la inteligencia artificial se ve desarrollada en el campo de la robótica y las redes neuronales artificiales, entre otros.

Las redes neuronales artificiales ya están siendo utilizadas para la realización de pronósticos; estas funcionan como un programa de computador al cual se le ingresan muchos ejemplos, a través de los ejemplos estas pueden captar en su totalidad las relaciones entre variables y cómo ciertas variables afectan a las variables dependientes, luego que las redes neuronales asimilan los ejemplos, intentan desarrollar las relaciones y seguir aprendiendo en el proceso; a esto se le llama entrenamiento, y es análogo a la capacitación del ser humano, es decir que aprenden por su propia voluntad, y su nivel de análisis mejora conforme se dé el entrenamiento.

Las redes neuronales pueden ser comparadas con los métodos de pronóstico convencionales; sin embargo estas presenta una ventaja, pues para el uso de las redes neuronales no es necesario especificar las variables que predicen las variables dependientes, ya que las entiende mediante los ejemplos dados, no requieren ninguna suposición de distribución fundamental y a todo esto también pueden funcionar con datos incompletos, de hecho incluso las redes neuronales pueden sustituir sin ningún problema, técnicas de pronósticos ya utilizadas en alguna empresa, a una aplicación de red neuronal exitosa se le denomina en ocasiones compatibilidad.

Por supuesto la parte en contra del uso de las redes neuronales es su alto costo, la necesidad de un computador y programas sumamente complejos, que exigen un nivel de preparación especial.

En muchas empresas en las que se le da mucha importancia a los pronósticos y al costo de estos no es un limitante, ni la preparación especializada que conlleva; ya se han utilizado redes neuronales para la realización de pronósticos, pues para estas empresas la inversión de un pronóstico está muy bien justificada, ya que el inicio un proyecto o desarrollo de sus productos es de valor muchísimo más grande que hace que la inversión en pronósticos sea insignificante y con beneficios que sobrepasan con creces esta inversión, se da mucho en negocios como la extracción de petróleo, fabricantes de motores, la fuerza área de USA, entre otros.

El uso de las redes neuronales para realización pronósticos ya ha demostrado ser un éxito, y su aceptación para su uso ha venido en crecimiento, hace pensar que es un método aplicable para pronosticar ventas de insumos médicos; de momento los métodos convencionales son una solución satisfactoria, sin embargo dado las tendencias antes mencionadas y la complejidad que pueda hacerse presente en cualquier momento, se puede esperar que en un futuro cercano se tenga al acceso a incursionar en el campo de la inteligencia artificial, para realizar los pronósticos con redes neuronales.

CONCLUSIONES

1. El pronóstico cuantitativo se basa sobre cálculos de datos históricos, definir un plan de investigación para garantizar datos confiables y precisos se hace imprescindible. Un dicho que ejemplifica este concepto es el que dice: "basura entra basura sale"; el pronóstico cuantitativo solo podrá ser tan preciso como los datos en los que se basa.
2. El mercado se segmentó en tres sectores, el sector privado, el público, y el IGSS; estos cubren la red de servicios de salud en un 34,3 %, 49,6 % y el 15,7 % respectivamente, combinados dan cobertura al 99,6 % de los servicios en toda Guatemala, el porcentaje restante es cubierto por las ONG, entre otros. Sin embargo la distribución según su presupuesto o inversión monetaria es el siguiente, el sector privado cuenta con el 63,5 %, el público con el 19,5 % y el IGSS con el 17 %, esto demuestra que el sector privado es el de mayor capacidad de compra. Guatemala invierte en salud el 6,5 % del PIB, de los cuales cerca del 4,5 % proviene de la inversión privada; estos son datos de 2013.
3. No existe un modelo de pronósticos universal capaz de predecir cada uno de los productos, es necesario analizar cada serie y determinar mediante el análisis estadístico, cada técnica de pronóstico adecuada para cada producto.
4. Los métodos de pronósticos cuantitativos son una solución a la problemática planteada. Se alcanza el objetivo de reducir el error MAPE

en cada uno de los 11 meses comparados, el error MAPE global promedio en estos meses fue del 146 % y con las técnicas de pronósticos cuantitativas se reduce el error MAPE global promedio hasta obtener un error del 45 %, es decir se reduce en más del triple el error actual.

5. Se hace necesario tener un plan de monitoreo del proceso del pronóstico, en el que se establecen parámetros de medición que determinan un estándar aceptable; esto para mejorar los resultados ya obtenidos, pues no solo brinda la capacidad de monitorear y controlar el proceso del pronósticos, sino también tomar las acciones correctivas según los errores que estén fuera de este parámetro; este es el proceso de retroalimentación y mejora continua.
6. Una vez terminado el análisis de datos históricos y elaborado el pronóstico cuantitativo, se debe mencionar que el buen juicio del analista es el pilar con el que se obtiene un pronóstico preciso, pues se requiere de un buen juicio para determinar qué datos son relevantes y dar interpretación, según los resultados obtenidos; de hecho el buen juicio ya está implícito en el propio análisis de datos históricos.

RECOMENDACIONES

1. Definir un plan de investigación porque en él se plantean los objetivos y propósito de la investigación; esto mantendrá un enfoque sobre lo que se quiere lograr obtener. En el tema de pronósticos, la información es el pilar para obtener pronósticos precisos; con el plan de investigación se puede garantizar la recolección de información pertinente y objetiva, pues en esta se crean factores de decisión, sobre los datos disponibles en el que se decide qué información es útil y la que no es útil; entonces se descarta, ya sea por falta de precisión o porque simplemente no contribuye al alcance de los objetivos ya planteados.
2. Priorizar siempre permitirá centrarse en estudiar y analizar lo realmente relevante; en este caso se segmentó el mercado y se determinó el segmento más importante; se analizaron las líneas de negocio más importantes de la empresa, siendo las líneas de negocio médica y quirúrgica las más importantes; se hizo una clasificación A-B-C, hasta determinar los productos de mayor venta de la empresa; con toda esta clasificación se verificó lo realmente primordial e importante; entonces se ejerce el mayor de los esfuerzos sobre lo primordial y se alcanzan los objetivos con mayor rapidez.
3. Incursionar en el estudio sobre técnicas de pronósticos, tantas como se pueda, pues esto amplía la cantidad de opciones que se tengan para dar solución a cada comportamiento de demanda que se requiera predecir.

4. El uso de un software por computador para el cálculo de los pronósticos cuantitativos se hace necesario, pues cada técnica conlleva el cálculo sobre muchos datos; además, considerando que estos métodos se calculan mensualmente, se deben tomar en cuenta los cambios y correcciones que se vayan a hacer, todos esto conlleva un nivel complejo de operaciones que pueden solucinarse con un programa de computador.

5. El establecimiento de nuevos procesos o la modificación de un proceso para su mejora, como es el caso de esta investigación, está determinado en gran parte por la habilidad organizacional que se tenga, de tal manera que se genere la motivación y el ánimo de parte de todos los involucrados en realizar los cambios necesarios, a fin de dar cumplimiento a cada tarea asignada.

6. Es necesario entender que el mercado es cada vez más complejo de predecir; puede verse cómo precisamente las tendencias llevan a un negocio más complejo en el que se pueden observar las transiciones de sociedad industrial hacia una sociedad de información economía nacional hacia economía mundial, previsión de corto plazo hacia previsión de largo plazo, centralización hacia descentralización; de la misma manera entonces es necesario especializarse y continuar en la búsqueda continua de conocimiento sobre técnicas de pronóstico que permitan contrarrestar el nivel del entorno de complejidad que ofrece el mercado.

BIBLIOGRAFÍA

1. AAKER, David; DAY, George. *Investigación de mercado*. Javier (trad). 3a ed. México: McGraw Hill, 1990. 715 p. ISBN 968-422-486-9.
2. DIEBOLD, Francis. *Elemento de los pronósticos*. México: Ediciones Paraninfo, S. A. 1999. 330 p. ISBN 978-96-875-2974-5.
3. HANKE, John; WICHERN, Arthur. *Pronósticos en los negocios*. 8a ed. México: Prentice Hall, 2006. 552 p. ISBN 968-880-681-1.
4. FRED, David. *Conceptos de administración estratégica*. México: Pearson, 2003. 321 p. ISBN 970-26-0427-3.
5. KRAJEWSKI, Lee; RITZMAN, Larry. *Administración de operaciones. estrategia y análisis*. 5a ed. México: Pearson, 2000. 542 p.
6. MAKRIDAKIS, Spyros; WHEELWRIGHT, Steven. *Métodos de pronósticos*. México: Limusa, 2009. 482 p. ISBN 968-18-4879-9.
7. PÉREZ Rigoberto; JESÚS, Ana. *Métodos estadísticos para economía y empresa*. Oviedo, Commons Attributions-Noncomercial-NoDerives 3.0 Unported 2011. 390 p. ISBN 978-84-694-9009-9.
8. SACHS, Jeffrey; LARRAÍN, Felipe. *Macroeconomía en la economía global*. Muñoz, Roberto (trad.). México: Prentice Hall, 1994. 726 p. ISBN 968-880289-1.

9. TAHA, Hamdy. *Modelos determinísticos de inventarios*. En: Trujano Guillermo (ed.). *Investigación de operaciones*. 7a ed. México: Pearson, 2004. 460 p.

10. URIEL, F. Edith. *Análisis de series temporales modelos ARIMA*. 2a ed. Madrid: Paraninfo 1995. 272 p. ISBN 978-84-283-1398-8.