
**Pronóstico de las ventas totales de
vidrio desde julio hasta diciembre
del 2019 en la empresa Viseg S.A.**



Presentado por
Mayuri Andrea Soche Vargas

LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

Fundación Universitaria Los Libertadores

Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas

Especialización en Estadística Aplicada

Bogotá D.C, Colombia

2019

**Pronóstico de las ventas totales de
vidrio desde julio hasta diciembre
del 2019 en la empresa Viseg S.A.**

Presentado por
Mayuri Andrea Soche Vargas

en cumplimiento parcial de los requerimientos para optar al título

de

Especialista en Estadística Aplicada

Dirigida por

Sébastien Lozano Forero

Profesor

Fundación Universitaria Los Libertadores

Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas

Especialización en Estadística Aplicada

Bogotá D.C, Colombia

2019

Notas de aceptación



LOS LIBERTADORES

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá DC, Junio de 2019.



LOS LIBERTADORES

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

Las directivas de la Fundación Universitaria Los Libertadores, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores y a los resultados de su trabajo.

Dedicatoria



Dedico este trabajo a todas las personas que me han acompañado y apoyado durante el tiempo de estudio.

A mi esposo, Jeffry Alexander Romero.

Mis Hijos: Lenin y Jobs.

Mi madre, Maria Oliva Vargas.

Página dejada en blanco intencionalmente - No forma parte del cuerpo del trabajo.

Agradecimientos



Para todos aquellos que de manera directa e indirectamente contribuyeron a este trabajo.

LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

Índice general

1	Introducción	3
1.1	Soporte computacional	4
2	Planteamiento del Problema	5
2.1	Objetivos	7
2.1.1	Objetivo General	7
2.1.2	Objetivos Específicos	7
2.2	Justificación	8
3	Marco Teórico / conceptual	9
3.1	Historia del vidrio	9
3.2	El vidrio en Colombia	10
3.3	Empresa de Vidrios de Seguridad VISEG S.A.S	11
3.4	Modelos estadísticos para series de tiempo	12
3.4.1	Modelo ARMA	13
3.4.2	Metodología Box - Jenkins	14
3.5	BIC	15
3.6	BIC	15
3.7	in-sample y out-sample	15
4	Marco Metodológico	17
4.1	Base de datos	17
4.2	Tratamiento a la base de datos	19
5	Análisis y Resultados	21
5.1	Análisis inicial	21
5.1.1	Modelo $ARIMA(0, 1, 1)$	24
5.1.2	Modelo $SARIMA(0, 1, 1) \times (1, 0, 0)_{12}$	26
5.1.3	Modelo $SARIMA(0, 1, 9) \times (1, 0, 0)_{12}$	27
5.2	Elección del mejor modelo y pronóstico	29

6 Conclusiones y Recomendaciones	31
Apéndice A Scripts de los modelos construidos.	35

Índice de figuras

3.1	Metodología Box - Jenkins	15
4.1	Base de datos ventas totales	18
4.2	Participación por mercados en las ventas.	18
4.3	Participación por clientes.	19
5.1	Datos iniciales, venta VISEG S.A	21
5.2	Análisis inicial, venta total de vidrios mensual en la empresa VISEG S.A.	22
5.3	ACF - PACF inicial.	23
5.4	Serie diferenciada $d=1$	23
5.5	ACF y PACF de la serie diferenciada	24
5.6	MODELO ARIMA (0,1,1)	24
5.7	Reales Vs. Predicción	25
5.8	Modelo $ARIMA(0, 1, 1) \times (1, 0, 0)_{[12]}$	26
5.9	Reales Vs. Predicción	27
5.10	Modelo $SARIMA(0, 1, 9) \times (1, 0, 0)$	27
5.11	Modelo 3. Últimos seis meses Reales Vs. Predicción	28
5.12	Pronóstico. Proximos seis meses.	30

Índice de cuadros

5.1	Resultados estadísticos de la serie original.	22
5.2	Modelo 1. Últimos seis meses Modelo Vs Reales.	25
5.3	Modelo 2. Últimos seis meses Modelo Vs Reales.	26
5.4	Modelo 3. Últimos seis meses Modelo Vs Reales.	28
5.5	Valores AIC y BIC serie diferenciada.	29
5.6	Pronóstico 12 meses.	29

Página dejada en blanco intencionalmente - No forma parte del cuerpo del trabajo.

Pronóstico de las ventas totales de vidrio desde julio hasta diciembre del 2019 en la empresa Viseg S.A.

Resumen

Resumen: La empresa Vidrios de Seguridad S.A no cuenta con un modelo de pronóstico para las ventas mensuales de vidrios situación que genera dificultad en la planeación, operación y producción de la empresa. Sin embargo, las ventas mensuales se registra en una base de datos desde el año 2014, lo cual posibilita generar un modelo a través de la metodología Box - Jenkins para obtener el pronóstico de sus ventas.

Para estimaciones futuras en las ventas el modelo con mejor aproximación según el criterio AIC y BIC es el $ARIMA(0, 1, 9) \times (1, 0, 0)_{12}$ con un RMSE de 0.105. El ajuste de sus datos se valida con las pruebas estadísticas in-sample y out-sample encontrando en este modelo una óptima aproximación para ser considerado en las proyecciones de la empresa.

Palabras claves: Pronóstico, Box-Jenkins, arima, AIC, BIC, RMSE, in-sample y out-sample

Capítulo 1

Introducción

Este trabajo se desarrolla a través de seis capítulos, organizados así: En el primer capítulo se encuentra la introducción del trabajo especificando el orden de su desarrollo en cada capítulo. En el segundo capítulo se establece el planteamiento del problema contextualizado la industria del vidrio, las ventas de este producto en diferentes mercados y el proceso que se utilizará para realizar pronóstico de las ventas en una empresa de vidrios VISEG S.A, el objetivo general, los objetivos específicos y la justificación.

En el tercer capítulo se presenta el marco teórico que fundamenta el trabajo, donde se realiza la distinción de los aspectos teóricos desde la historia del vidrio la importancia que este ha tomado en diferentes contextos y en particular las ventas históricas que presenta la empresa colombiana Viseq S.A, las herramientas estadísticas teóricas y prácticas para los pronósticos de sus ventas.

En el cuarto capítulo, se describe la propuesta metodológica para resolver el problema y los objetivos, la base de datos donde está la información de las ventas mensuales de todos los mercados en la empresa VISEG S.A y la descripción del tratamiento que se realizará a este junto con el soporte computacional utilizado.

En el quinto capítulo, se presentan los resultados y la discusión de los mismos, los cuales se elaboraron a partir de las categorías propuestas, antecedido del análisis estadístico de los mismos. Finalmente, en el capítulo seis se presentan las principales conclusiones de este trabajo que responden a los objetivos planteados, las recomendaciones y algunas ideas para futuras investigaciones.

1.1 Soporte computacional

Para llevar a cabo esta investigación el manejo estadístico de los datos y las gráficas se realizó con el entorno de programación **R** en su versión 3.5.0 para la plataforma Windows, con ayuda del editor **Rstudio** en su versión 1.1.423. Este lenguaje de programación fue creado por Ross Ihaka y Robert Gentleman en la Universidad de Auckland (Ihaka, 1996) [1] y [2].

Capítulo 2

Planteamiento del Problema

El vidrio es un material del cual se han derivado varios productos en diferentes campos; la arquitectura, los hogares, industria automotriz y envases debido a sus características de dureza, elegancia, transparencia e higiene ganándole terreno a la madera y el plástico. En Colombia [3] se destaca por la fabricación de vidrio plano grabado, vidrio plano liso, envases, cristalería, vidrio TR para alumbrado, vidrio de seguridad templado y lana de vidrio. Esta industria esta en constante crecimiento por sus procesos, innovación y variedad.

En Colombia el número de empresas que conformaron la cadena de vidrio 117, el empleo de la cadena dentro del empleo total de la industria 1.38 %, y la participación respecto al total industrial fue 1.29 % a nivel internacional, las transformaciones importantes en la estructura de esta industria se dieron entre los años 80 y 90, proceso que vivió con intensidad Estados Unidos. Muchas alianzas entre corporaciones de diferentes orígenes nacionales, fusiones y adquisiciones se dieron durante esta época debido a la fuerte competencia que debió afrontar la industria ante materiales sustitutos (como plástico y metal), el costo de la energía y normas regulatorias.

Estas transformaciones tuvieron como consecuencia una reducción importante del número de participantes en el sector de envases estadounidense, es decir, se produjo una concentración de la estructura industrial, al tiempo que surgieron otras empresas producto de las fusiones y adquisiciones, lo que redujo la fragmentación del mercado.

VIDRIOS DE SEGURIDAD –VISEG- S.A. [4] es una empresa nacional del grupo Millán con más de 45 años de experiencia en el mercado del vidrio, que cuenta con cuatro líneas de producción original (automotriz), reposición (distribución), arquitectura e industrial

en su planta ubicada en la ciudad de Bogotá, barrio Alquería. Actualmente se encuentra atendiendo el mercado Colombiano donde la participación de cada líneas es:

- Original 37 %
- Reposición 28 %
- Arquitectura 21 %
- Industrial 14 %

Dentro de su visión se encuentra plasmado su interés por brindar productos y soluciones innovadoras a sus clientes, según lo cual resulta importante el desarrollo de nuevas líneas de producto sustentadas en sus respectivos procesos de planeación, abastecimiento, producción y distribución que soporten la venta de los mismos.

La empresa cuenta con una base de datos que muestra sus ventas desde el 2014 hasta el mes de mayo del presente año, la participación de ventas de cada mercado y un valor proyectado para los próximos meses del año, para esta proyección no aplican herramientas estadísticas que generen mayor confiabilidad en la planificación en su producción lo cual genera desperdicio de su material mano de obra y demoras en su entrega.

Las herramientas estadísticas aplicadas a la metodología Box- Jenkins en una serie de tiempo para determinar un modelo de pronóstico confiable, serán las apropiadas, para la base de datos de las ventas en la empresa, que presentan las características de una serie de tiempo. Así, con estas observaciones registradas cronológicamente, el presente trabajo resolverá la siguiente pregunta: ¿Cuál es el pronóstico óptimo de las ventas en el mercado original de la empresa Viseg S.A, teniendo en cuenta los registros mensuales durante los últimos tres años a través de uso de series de tiempo?.

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo General

Generar un modelo que permita obtener el pronóstico de las ventas de la empresa Viseg S.A, teniendo en cuenta los registros mensuales durante los últimos cuatro años, a través de la metodología Box - Jenkins.

2.1.2 Objetivos Específicos

- Obtener las ventas de la empresa Viseg S.A de los registros mensuales en los últimos cuatro años.
- Aplicar la metodología Box-Jenkins que se ajuste al comportamiento de la serie de tiempo de las ventas mensuales en la empresa Viseg S.A.
- Validar el desempeño del pronóstico aplicando pruebas estadísticas in-sample y out-sample.

2.2 Justificación

El presente trabajo de investigación documental se enfocará en pronosticar las ventas de los meses de julio a diciembre de la empresa Viseg S.A. Esta empresa cuenta con una base de datos de las ventas mensuales desde el año 2014 que proyecta un valor para sus próximos meses. Esta proyección se realiza teniendo en cuenta; el conocimiento del mercado, experiencia de meses anteriores y planificación de algunos proyectos. Sin embargo, no cuenta con herramientas estadísticas que soporten la planeación de su producción, lo cual genera desperdicio de material, de mano de obra o demoras en sus entregas.

Este presente trabajo permitirá construir varios modelos estadísticos y se elegirá el que mejor se ajuste a sus datos iniciales. Además, permite profundizar en los conocimientos teóricos del mercado de minerales no metálicos, productos derivados del vidrio, empresas de este mercado, prueba y elección de modelos estadísticos de predicción.

Capítulo 3

Marco Teórico / conceptual

En este capítulo se inicia con la historia del vidrio, luego se realizó una contextualización del sector productor en Colombia para llegar a describir las ventas totales de vidrio en la empresa Viseg. S.A. Por último se describen herramientas estadísticas para realizar pronósticos en una serie de tiempo.

3.1 Historia del vidrio

El origen de los primeros objetos de vidrio no se puede precisar geográfica ni cronológicamente. Fue el uso del fuego que desarrollo altas temperaturas obteniendo elementos de alfarería, la metalurgia y la vidriería [5]. El vidrio surgió como un producto secundario de manera accidental, eran pastas de color azul verdoso resultante de residuos de la alfarería.

Así que después de la alfarería pasaron muchos años para que naciera la artesanía vidriera que data en Egipto entre los años 1550 y 1295 a. C., inicialmente en forma ornamental y se obtenían con frecuencia elementos imitaban piedras preciosas.

El vidrio en la edad media era un artículo de lujo que solo lo adquiría la nobleza, la burguesía y el alto clero. La industrialización de la revolución industrial aumenta la producción y disminuye su costo al alcance de todos con objetos como vasos, cristales, floreros y espejos. Debido a sus principales características del vidrio transparencia y dureza lo ha convertido en un producto de multiples usos, como lo son:

- **Arquitectura:** Por su transparencia y elegancia, su uso en las fachadas de las casas, apartamentos y edificios es imprescindible en todas las construcciones.
- **Interiores:** Por su elegancia, transmisión de la luz exterior, su transparencia e higiene, en un elemento primordial en la decoración del hogar y lugares públicos. El vidrio hace que los espacios se conviertan en amplios y limpios.

- **Parabrisas:** Todas las empresas de fabricación de medios de transporte desde automóviles hasta la industria aeroespacial y naval utilizan el vidrio en ventanillas, parabrisas y espejos retrovisores.
- **Envases:** Tenemos elementos económicos como acero, aluminio, carton y plástico, el vidrio por su higiene es uno de los preferidos en la mayoría de bebidas, jugos, gaseosas y alcohólica, conserva de alimentos como mermeladas, medicamentos, productos de belleza y perfumería.

3.2 El vidrio en Colombia

Los productos de la cadena del vidrio hacen parte del sector productor de minerales no metálicos, al igual que los productos de cerámica y cemento, [6]. El vidrio es un material con características de dureza, fragilidad, transparencia y es amorfo, es decir no tiene forma definida. Además es un material totalmente reciclable y no tiene límite en el número de veces que puede ser reprocesado.

La elaboración de vidrio resulta de la fusión en alta temperatura de arena sílica con fundentes (carbonato de calcio y carbonato de sodio, entre otros) dentro de un horno en donde la mezcla transparente pasa de estado sólido a líquido viscoso a una temperatura entre los 1.300 y 1.500 grados centígrados.

En cuanto a la industria del vidrio, el Departamento Nacional de Planeación (DNP) [3]. resalta que esta se alimenta de fuentes principales de materias primas como el sector minero, de donde se extraen minerales no metálicos: arena sílica, caliza, feldespato, dolomita, piritita y cromita y la industria química con sustancias como la soda, arsénico, bórax, sulfato de sodio, selenio y algunos otros elementos.

La cadena colombiana productora de vidrio está constituida por componentes nacionales, desde las materias primas básicas hasta el producto final, a que según los cálculos realizados por el DNP, el componente importado en la fabricación de este material no supera el 16 % y en los eslabones de espejos y fibra de vidrio no supera el 19 %. En Colombia se destaca la producción de los siguientes productos y el porcentaje de producción:

- Envases 37 %
- vidrios de seguridad 19 %
- vidrio plano 22 %

- vidrio para laboratorio y farmacia 22 %

Según el DNP en cuanto al ranking de empresas en el mercado colombiano por ingresos operacionales del 2017:

El grupo conformado por Peldar, Cristar y Vidriería Fénix registró un mayor dinamismo que el líder Tecnoglass y su subordinada ESWindows, mientras que el tercer lugar lo ocupó el Grupo Saint Gobain con sus empresas Vidrio Andino, Fiberglass Colombia y Vidrio Andino Colombia, seguido del Grupo Empresarial Vitelsa con sus empresas Visa, Vitelsa Mosquera, Vitelsa del Pacífico, Vitelsa y Vitelsa Bogotá. Mas atrás se posicionaron Ventanar, Alco, AGP de Colombia, Vitro Colombia, y Schott Envases.

Por otro lado, entre las empresas restantes se distinguieron en 2017 por su dinamismo Firplak, Guardian de Colombia, Vidriería Universal, Espejos, Vid Plex Universal, Vitelco de Colombia, Viseg, VCT, Arquicentro del Prado, Vidriera Otún, Vitocsa, y Vidrios de Occidente.

3.3 Empresa de Vidrios de Seguridad VISEG S.A.S

En nuestro trabajo nos interesa conocer sobre la empresa Vidrios de Seguridad VISEG S.A. [4]. Constituida desde 1962, pertenece al Grupo Millán 1962, ubicada en la zona industrial de la Alquería La Fragua, en un área total de $10,000m^2$.

VISEG S.A cuenta con una capacidad mensual de producción de $40,000m^2$ vidrios templados y $30,000m^2$ de vidrios laminados. Generando 97 empleos directos, y 50 indirectos. Los activos totales ascienden a 12,238 millones de pesos, generando en los últimos dos años proyectos de inversión por mas de 2 millones de dólares buscando la mejora de nuestros procesos y la renovación de nuestra tecnología. VISEG S.A. tiene dentro de sus productos y servicios a comercializar los siguientes:

- Original - Automotriz
 - Parabrisas (Laminados)
 - Puertas, Fijos, Lunetas (Templados)
- Reposición
 - Parabrisas (Laminados)

- Puertas, Fijos y Lunetas Desempañantes (Templados)

- Arquitectónico
 - Divisiones, puertas, ventanería, fachadas flotantes, domos, marquesinas y desarrollos según diseño (Templados y Laminados)

- Industrial
 - Templado Plano y Curvo para uso en electrodomésticos, refrigeradores industriales, luminarias y mostradores

La empresa cuenta con una base de datos que muestra sus ventas desde el 2014 donde se indica la participación de cada mercado y la proyección de las próximas ventas.

3.4 Modelos estadísticos para series de tiempo

Algunas componentes de una serie de tiempo són: de tendencia, ciclicidad, estacionariedad y aleatoriedad. El primero es un desplazamiento gradual hacía valores relativamente altos o bajos a través de un lapso largo; el segundo, es toda sucesión recurrente de puntos que caiga abajo y arriba de la línea de tendencia y que dure más de un año; el tercero, se usa para representar cualquier variación que se presente con regularidad en un lapso menor a un año; y el cuarto, es el factor residual que da cuenta de las desviaciones de los valores reales de la serie de tiempo, de los valores que se esperan al considerar los defectos de los componentes anteriores [7].

Para realizar pronósticos en una serie de tiempo existen varias metodologías, entre ellas están: Box-Jekins y Holt-Winters. La primera tiene que ver con el montaje de un modelo en la clase de modelos SARIMA (modelo estacional auto-regresivo integrado de medias móviles); la segunda, es un modelo de alisamiento o suavizamiento exponencial que se puede generalizar fácilmente para tratar las series temporales que contienen tendencias y variaciones estacionales [8]. Estas metodologías son usadas en econometría, por tanto, las ventas de vidrios de la empresa se puede ver como un problema econométrico donde se aplica metodologías estadísticas como las enunciadas anteriormente.

3.4.1 Modelo ARMA

El modelo ARMA esta compuesto por procesos autorregresivos (AR) de orden p y procesos de medias móviles (MA) de orden q . El AR(1), matemáticamente se expresa así:

$$(Y_t - \delta) = \alpha_1(Y_{t-1} - \delta) + u_t \quad (3.0)$$

donde δ es la media de Y y u_t es un término de error aleatorio. Si la media es cero y la varianza constante, ruido blanco, se afirma que Y_t sigue un proceso estocástico autorregresivo de primer orden o AR(1), en otras palabras, el valor de Y en el tiempo t depende de su valor en el periodo anterior y de un término aleatorio [9]. Si los valores de Y están expresados como desviaciones de su valor medio, se dice que el valor de pronóstico de Y en el periodo t en alguna α_1 de su valor en el periodo $(t - 1)$ más una perturbación aleatoria en el tiempo t , asi mismo, los valores de Y están expresados alrededor del valor de su media. Un modelo AR(2) esta expresado por la ecuación:

$$(Y_t - \delta) = \alpha_1(Y_{t-1} - \delta) + \alpha_2(Y_{t-2} - \delta) + u_t \quad (3.0)$$

En este modelo, el valor de Y en el tiempo de t depende de sus valores en los que dos periodos anteriores, los valores de Y expresados alrededor del valor de su media σ [9]. El modelo $AR(p)$, en términos generales se expresa matemáticamente:

$$(Y_t - \delta) = \alpha_1(Y_{t-1} - \delta) + \alpha_2(Y_{t-2} - \delta) + \dots + \alpha_p(Y_{t-p} - \delta) + y_t \quad (3.0)$$

Por otro lado, un $MA(1)$ es un modelo de Y que se describe por medio de la siguiente ecuación:

$$Y_t = \mu + \beta_0 u_t + \beta_1 u_{t-1} \quad (3.0)$$

En la anterior expresión matemática, la μ es una constante y u es el término estocastico (ruido blanco) y, debido a que Y en el periodo t es igual a una constante más un promedio móvil de los términos de error presente y pasado. En términos generales un $MA(q)$ es tan sólo una combinación lineal de términos de error de ruido blanco y su ecuación es:

$$Y_t = \mu + \beta_0 u_t + \beta_1 u_{t-1} + \beta_2 u_{t-2} + \dots + \beta_q u_{t-q} \quad (3.0)$$

Con base a lo anterior, un $AR(p)$ y un $MA(q)$ juntos forman un $ARMA(p, q)$, es decir, donde p es el orden de la parte autorregresiva y q es el orden de la parte media móvil. El modelo $ARMA(1, 1)$ es el más simple, donde θ es una constante y se escribe:

$$Y_t = \theta + \alpha_1 Y_{t-1} + \beta_0 u_t + \beta_1 u_{t-1} \quad (3.0)$$

En conclusión, un modelo $ARMA(p, q)$ tendrá p términos autorregresivos y q términos de medias móviles.

3.4.2 Metodología Box - Jenkins

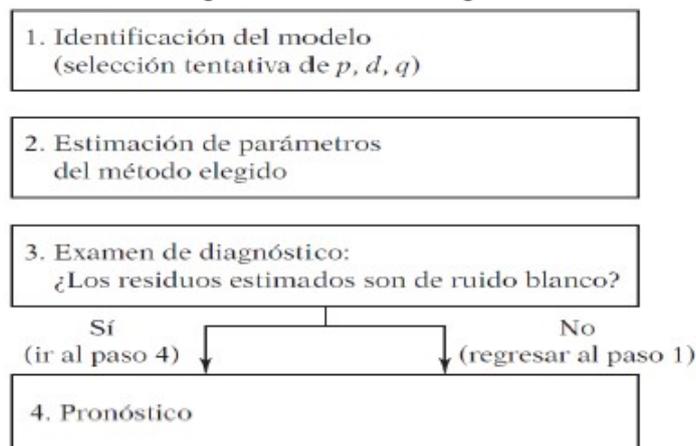
La metodología Box - Jenkins es conocida en el medio estadístico como $ARIMA$, es decir, proceso autorregresivo integrado de promedios móviles. Otra forma de expresarlo es $ARIMA(p, d, q)$, donde p denota el número de términos autorregresivos, d el número de veces que la serie se diferencia para hacerse estacionaria y q el número de términos de promedios móviles. El objetivo de Box - Jenkins es:

Identificar y estimar un modelo estadístico que se interprete como generador de los datos muestrales. Entonces, si se va a pronosticar con este modelo estimado, debe suponerse que sus características son constantes a través del tiempo y, en particular, en periodos futuros. Así, la sencilla razón para requerir datos estacionarios es que todo modelo que se infiera a partir de estos datos pueda interpretarse como estacionario o estable en sí mismo, y proporcione, por consiguiente, una base válida para pronosticar [2].

La metodología estima cuatro pasos para elaborar un modelo $ARIMA$. El primer paso es la identificación, el segundo es la estimación, el tercero, es el examen de diagnóstico y el cuarto paso es el pronóstico.

En la identificación se encuentran los valores adecuados de p , d y q con ayuda del correlograma y el correlograma parcial. La estimación establece los parámetros de los términos autorregresivos y de medias móviles incluidos en el modelo, es decir, se selecciona el modelo $ARIMA$. El examen de diagnóstico consiste en evaluar si el modelo $ARIMA$ se ajusta a los datos de forma razonablemente buena, en tal caso que no suceda se realiza el procedimiento de nuevo, por eso, se efectúa una prueba a los residuales del modelo para observar que son ruido blanco y determinar que el modelo $ARIMA$ es el adecuado. El pronóstico se realiza con base a modelo $ARIMA$, que en términos generales es confiable para periodos a corto plazo. La imagen presenta una síntesis de la metodología Box-Jenkins 3.1 :

Figura 3.1: Metodología Box - Jenkins



Fuente:[8]

Cabe recordar que para utilizar la metodología Box- Jenkins, se debe tener una serie de tiempo estacionaria o una serie de tiempo que sea estacionaria después de una o más diferenciaciones [8], además, se recomienda que no se diferencie la serie más de dos veces.

3.5 BIC

El criterio de información Bayesiano (BIC), introducido por Gideon Schwartz en 1978, es una medida para obtener información sobre el mejor modelo que se puede utilizar. El BIC se define como

$$BIC = -2\log(L) + k\log(T), \quad (3.0)$$

Donde k es el número de parámetros que varían ($k = p + q$ en los modelos ARMA) y T es la cantidad de datos disponibles. El modelo con el menor valor de BIC es óptimo; un BIC bajo implica un número menor de variables implicadas y mejor ajuste.

3.6 BIC

Criterio de información de Akaike, fue el primero y sigue siendo el más utilizado en análisis de datos ecológicos. El AIC se define como

$$AIC = 2k - 2\ln(L), \quad (3.0)$$

Donde k es el número de parámetros y L es el valor máximo en la función verosimilitud (Maximum likelihood). Por lo tanto AIC mide la bondad de ajuste a partir de la máxima verosimilitud del modelo, y la complejidad a partir el número de parámetros.

3.7 in-sample y out-sample

Son pruebas estadísticas del rendimiento de pronóstico de un modelo se realizan comúnmente dividiendo un conjunto de datos dado en un período dentro de la mues-

tra, utilizado para la estimación inicial de parámetros y la selección del modelo , y un período fuera de muestra, utilizado para evaluar el rendimiento del pronóstico.

Capítulo 4

Marco Metodológico

La propuesta metodológica, estuvo orientada por una metodología estadística descriptiva con enfoque de tipo cuantitativo, el tipo del diseño es no experimental observacional. Se realiza esta investigación pues no se realiza una manipulación deliberada de la variable de interés, es decir, se trata de un estudio donde no hacemos variar en forma intencional la variable independiente.

4.1 Base de datos

La información en su totalidad fue suministrada por los directivos de la empresa los cuales están de acuerdo en la elaboración del trabajo, los datos se encuentran en un archivo de excel 4.1 de las ventas totales, corresponden a la suma de las ventas de los mercados original, reposición, arquitectura e industrial, desde enero del 2014 hasta mayo del 2019 que se actualiza mensualmente, además, se encuentra un valor proyectado para las ventas mensuales del resto del año.

El valor proyectado que estiman los directores de la empresa lo realizan teniendo en cuenta el mercado, tipo de contrato según las necesidades que presenta cada cliente y estudio de economía del país.

Figura 4.1: Base de datos ventas totales

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL	PROMEDIO
HISTORICO 2014	782.956.927	872.348.362	909.383.083	1.114.068.733	763.967.954	653.388.836	857.862.375	784.852.382	759.886.555	984.776.465	947.312.713	909.613.216	10.340.419.615	861.701.635
HISTORICO 2015	906.070.369	1.043.795.030	983.260.990	985.049.024	839.880.313	1.072.065.469	1.073.939.753	991.575.545	1.039.816.539	1.113.139.387	1.389.706.137	1.260.447.392	12.698.747.963	1.058.228.997
HISTORICO 2016	1.027.264.662	1.387.912.994	1.390.658.859	1.344.532.702	1.228.714.684	1.270.540.275	1.044.382.131	1.105.053.465	1.107.492.108	1.109.028.645	1.213.937.903	1.642.615.415	14.872.133.843	1.239.344.487
HISTORICO 2017	1.057.125.859	1.283.544.832	1.341.996.062	1.070.849.404	1.199.064.227	1.015.556.352	917.800.984	915.070.477	1.153.571.074	1.303.183.704	1.442.704.208	1.382.956.539	14.083.423.722	1.173.618.644
HISTORICO 2018	1.101.812.337	1.439.454.862	1.173.385.896	1.329.931.290	1.406.756.528	1.204.491.205	1.212.210.930	1.530.739.294	1.521.718.540	1.562.182.367	1.757.163.778	1.432.103.621	16.671.950.648	1.389.329.221
PROYECTADO 2019	1.432.099.190	1.735.847.997	1.547.541.379	1.607.359.385	1.631.824.326	1.499.196.944	1.521.435.079	1.792.642.951	1.698.165.565	1.755.097.189	1.898.429.415	1.641.274.196	19.760.913.616	1.646.742.801
VENTA 2019	1.577.868.627	1.866.688.228	1.608.863.189	1.630.212.434	613.308.012								7.296.940.490	1.459.388.098
CUMPLIMIENTO	110	108	104	101	37,6	0	0	0	0	0	0	0	37	
CRECIMIENTO	43	30	37	23	-56	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-63	
													19.760.913.616	

Fuente:[4]

Las venta total mensual que genera la empresa es la suma de la venta que cada mercado obtiene en el mes, donde sus clientes tienen diferentes necesidades. El mercado original se centra en el sector automotriz de automóviles, buses, biarticulados (transmilenios). El mercado Reposición responde a las tiendas menores clientes de la empresa. El mercado arquitectónico sus clientes son edificaciones para interiores o exteriores. Por último, el mercado industrial son clientes que utilizan los productos para elaboración de electrodomésticos, mostradores y refrigeradores.

Figura 4.2: Participación por mercados en las ventas.

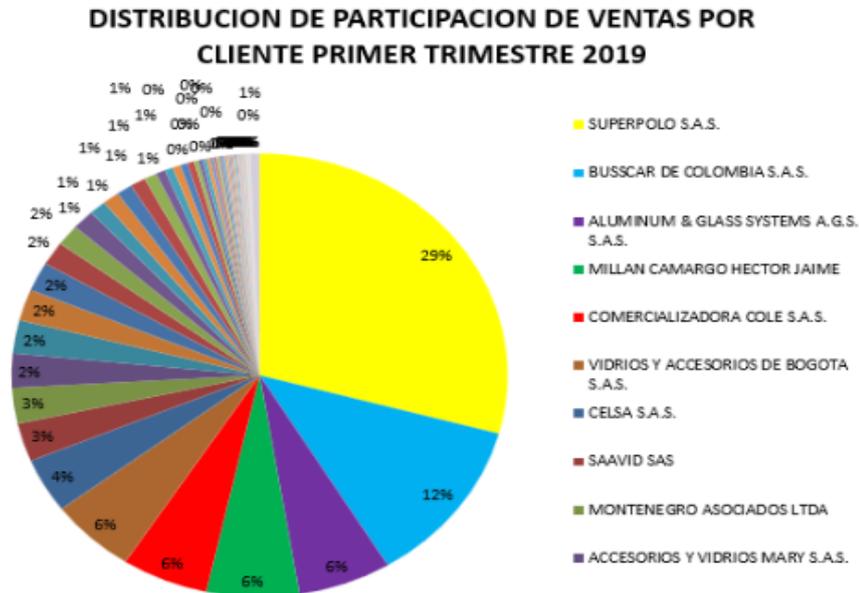
MERCADO	PROMEDIO 2016	PROMEDIO 2017	PROMEDIO 2018	PARTICIPACION OBJETIVO 2019	PARTICIPACION DE MERCADOS 2019												PARTICIPACION DE MERCADOS 2019
				%	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ACUMULADO 2019
ORIGINAL	32	34	36	40	41	51	50	47									47
REPOSICION	33	28	27	25	25	19	24	18									21
ARQUITECTURA	23	22	20	20	21	17	13	19									18
INDUSTRIAL	12	15	17	15	14	13	13	17									14

Fuente:[4]

El porcentaje de participación en las ventas que realiza cada mercado es un registro que llevan desde el año 2016, veamos 4.2, una relación general entre estos y algunos de sus clientes representativos se muestran en el gráfico 4.3:

- Original 37%: Superpolo S.A.S. y Busscar de Colombia S.A.
- Reposición 28%: Vidrios y accesorios de Bogota S.A.S, y Millan Camargo
- Arquitectura 21%: Montenegro Asociados LTDA
- Industrial 14%: Celsa S.A.S. y Cold Line S.A.S.

Figura 4.3: Participación por clientes.



Fuente:[4]

4.2 Tratamiento a la base de datos

Para pronosticar las ventas de los meses de julio a diciembre del presente año de la empresa VISEG S.A. Tomaremos la base de datos principal de las ventas totales de la empresa, se realizará un diagnóstico descriptivo de los datos y su representación gráfica [5]. Con estos resultados se procederá a construir los modelos de pronóstico, con la metodología Box - Jenkins tomando en cuenta el ACF y el PACF de sus datos para estimar los parámetros, de los modelos obtenidos se evalúa los residuos AIC y BIC para escoger el mejor modelo y se valida dichos modelos aplicando pruebas estadísticas in-sample y out-sample.

Elegido el modelo que mejor se ajuste a los datos se obtiene el pronóstico las ventas totales en los meses de julio a diciembre del 2019 de la empresa. Esta proyección se contrasta con los proyectados por la empresa en su base de datos.

Capítulo 5

Análisis y Resultados

En el presente capítulo se muestra la construcción de los modelos, luego se analizar la serie de tiempo que obtenemos de la base de datos de las ventas totales en la empresa Viseg S.A.

5.1 Análisis inicial

La serie de tiempo de las ventas totales de la empresa Viseg S.A tiene 65 observaciones correspondientes a los meses de enero del 2014 hasta mayo del 2019. A continuación se presenta los datos 5.1 y la gráfica inicial correspondiente de la serie de tiempo 5.2:

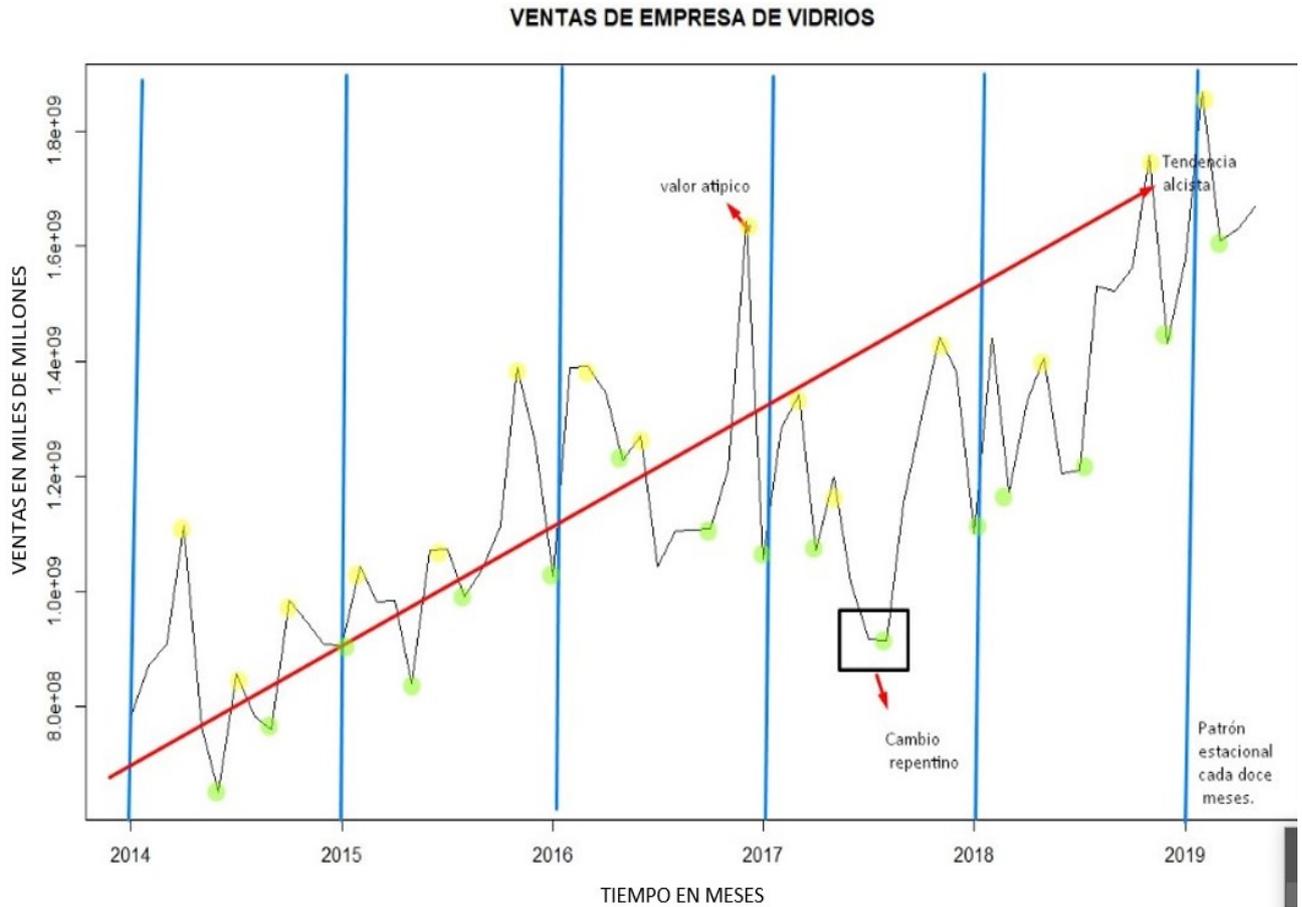
Figura 5.1: Datos iniciales, venta VISEG S.A

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun
2014	782956927	872348362	909383083	1114068733	763967954	653388836
2015	906070369	1043795030	983260990	985049024	839880313	1072065469
2016	1027264662	1387912994	1390658859	1344532702	1228714684	1270540275
2017	1057125859	1283544832	1341996062	1070849404	1199064227	1015556352
2018	1101812337	1439454862	1173385896	1329931290	1406756528	1204491205
2019	1577868627	1866688228	1608863189	1630212434	1669122151	
	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2014	857862375	784852382	759886555	984776465	947312713	909613216
2015	1073939753	991575545	1039816539	1113139387	1389706137	1260447392
2016	1044382131	1105053465	1107492108	1109028645	1213937903	1642615415
2017	917800984	915070477	1153571074	1303183704	1442704208	1382956539
2018	1212210930	1530739294	1521718540	1562182367	1757163778	1432103621
2019						

Fuente: Autor

Inicialmente se realiza la fase de identificación y caracterización visual de la serie según la gráfica 5.2; muestra una tendencia creciente, encontramos un valor atípico en el mes de diciembre del 2016, un cambio repentino en la mitad del año del 2017 y muestra un patrón estacional cada 12 meses. Además no muestra estacionariedad en media ni varianza.

Figura 5.2: Análisis inicial, venta total de vidrios mensual en la empresa VISEG S.A.



Fuente: Autor

Esto puede ser apoyado viendo los resultados descriptivos de la serie de tiempo, en la siguiente tabla 5.1:

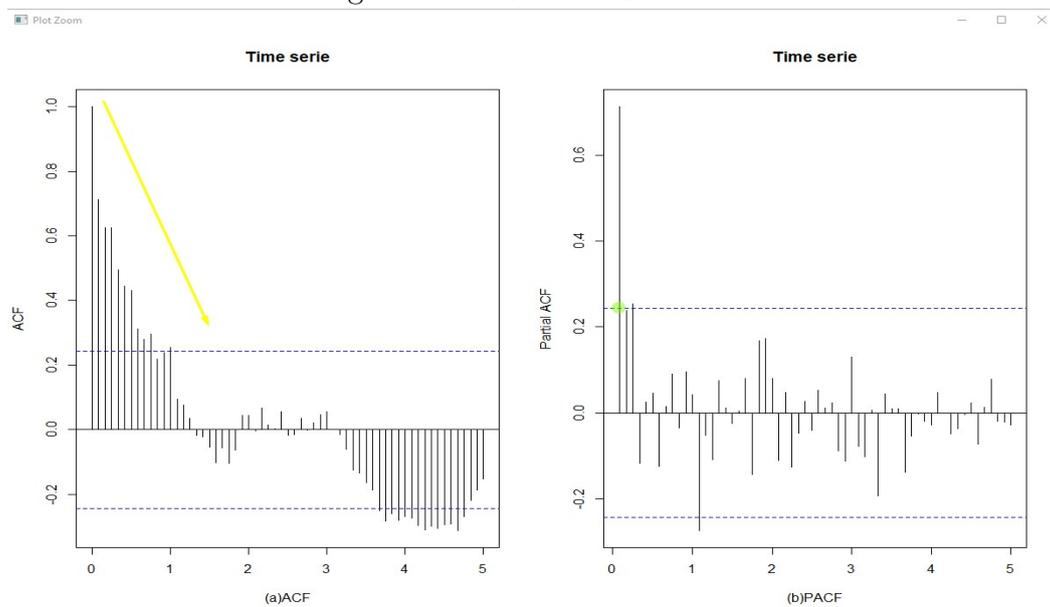
Cuadro 5.1: Resultados estadísticos de la serie original.

Estadístico	Valor MILES DE MILLONES *10 ⁹
Media	1.18
Varianza	7.41
Desviación estándar	2.72
Valor Mínimo	6.53
Valor Máximo	1.87

En el cuadro anterior 5.1 se observa que la desviación estándar es el 45 % de la media aritmética, es decir la desviación esta por encima de la media, demostrando que los datos estan dispersos como se evidencia en la gráfica y no son estacionarios. Con la prueba de raíz unitaria Dickey - Fuller se confirma que la serie no presenta estacionariedad debido

a que el p-valor es de 0.1676 , siendo mayor a 0.05.

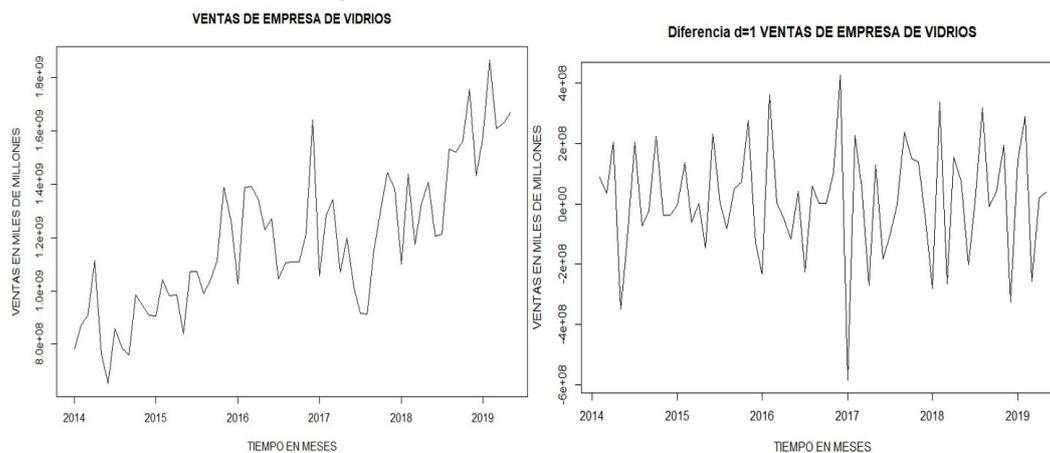
Figura 5.3: ACF - PACF inicial.



Fuente: Autor

Recordando la prueba Dickey - Fuller y el PACF 5.3 que me indicaba que la serie inicial no es estacionaria procedemos a realizar la primera diferenciación de los datos. Mostraremos en paralelo la serie original y serie diferenciada 5.4.

Figura 5.4: Serie diferenciada d=1

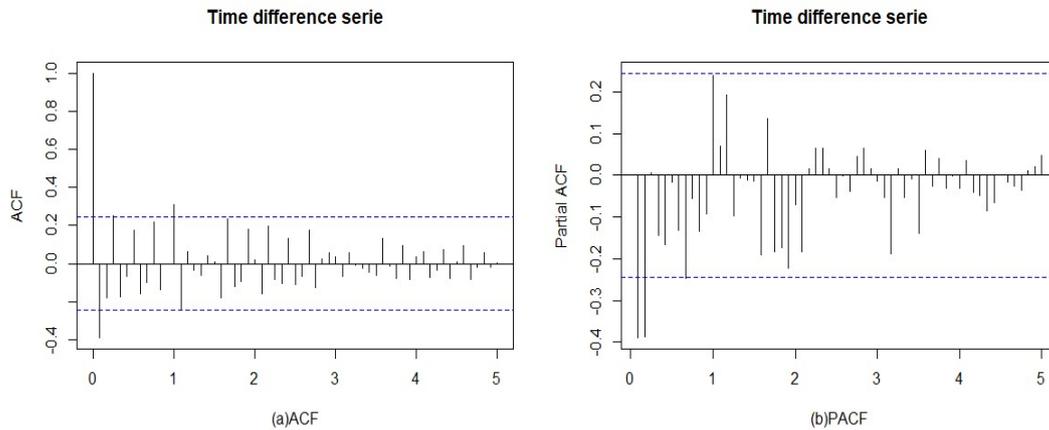


Fuente: Autor

Con la serie diferenciada identificamos un comportamiento estacionario lo probamos

con la prueba Dickey - Fuller obtenemos un p-valor 0,01. Veamos los ACF y PACF se la serie diferenciada 5.5.

Figura 5.5: ACF y PACF de la serie diferenciada



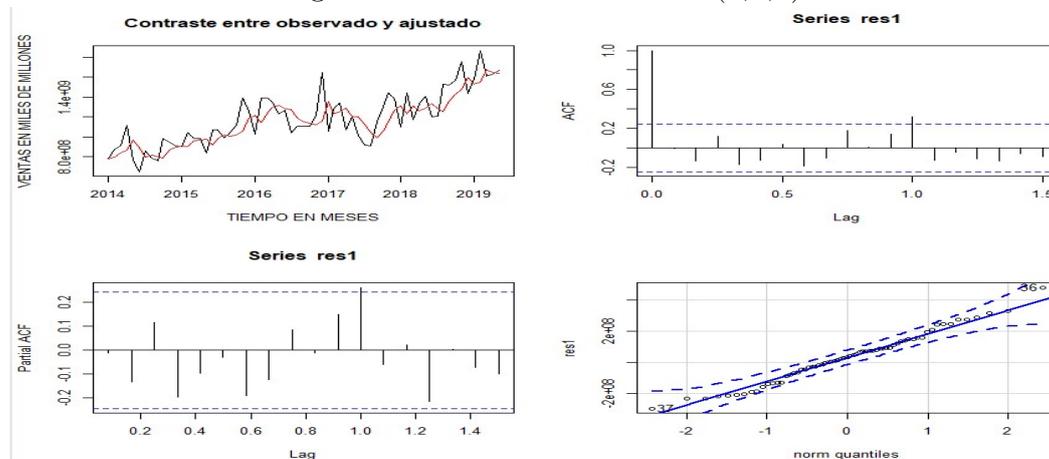
Fuente: Autor

Por el ACF y PACF se la serie diferenciada vemos un corte en el primer rezago podemos iniciar proponiendo el modelo $d = 1$ y $q = 1$, es decir, $ARIMA(0, 1, 1)$, así mismo, esta primera estimación la sugiere la función *auto.arima*.

5.1.1 Modelo $ARIMA(0, 1, 1)$

En la figura 5.6 se presentan las gráficas iniciales para el diagnóstico del modelo. Se presentan los datos originales (línea azul) vs. los datos ajustados (línea roja) los cuales muestran una aproximación. Según el ACF y PACF de los residuos se identifica un corte en el rezago 12 y no se muestra una correlación de los datos, esta afirmación se puede verificar con la prueba Ljung - Box más adelante.

Figura 5.6: MODELO $ARIMA(0,1,1)$



Fuente: Autor

Teniendo en cuenta los coeficientes obtenidos del modelo ajustado se puede escribir como 5.1.1:

$$y_t = e_t - 4,306472u_{t-1} \quad (5.0)$$

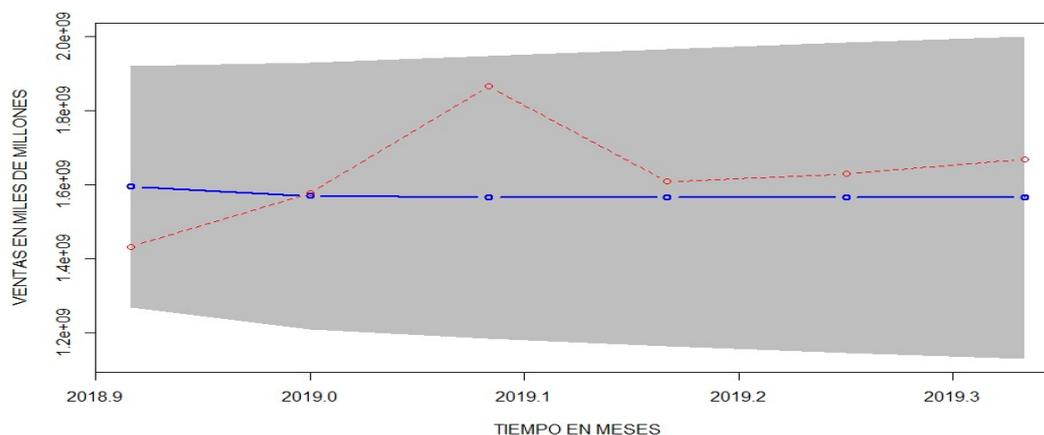
Para visualizar la aproximación del modelo eliminamos los seis últimos datos de las ventas reales para hacer uso del modelo ARIMA (0,1,1). En la tabla 5.2 la predicción de los datos de los últimos seis meses que se obtiene el modelo y los contrastamos con los valores reales:

Cuadro 5.2: Modelo 1. Últimos seis meses Modelo Vs Reales.

FECHA	REALES	ESTIMACIÓN DEL MODELO MILES DE MILLONES *10 ⁹
DIC 2018	1.43	1.60
ENR 2019	1.58	1.57
FEB 2019	1.87	1.57
MAR 2019	1.61	1.51
ABR 2019	1.63	1.53
MAY 2019	1.67	1.55

En la siguiente figura 5.7 mostramos la gráfica de la predicción del modelo y los datos reales. Vemos que sigue la tendencia pero no modela algunos picos de los datos iniciales.

Figura 5.7: Reales Vs. Predicción
Pronóstico fuera de la muestra

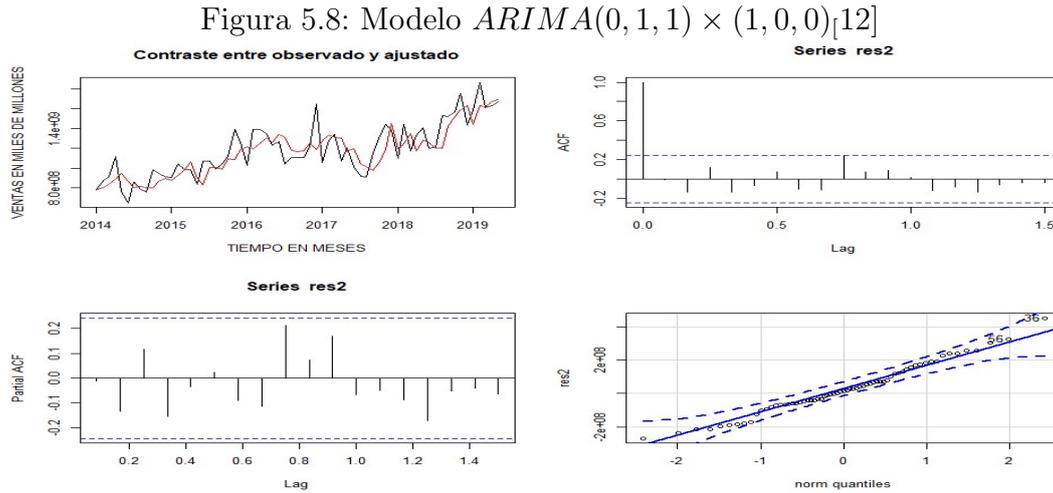


Fuente: Autor

En la prueba Jarque Bera que verifica la normalidad obtenemos un p -valor = 0,9326, es decir, se observa el p valor de la prueba al ser mayor a 0.05 cae en la zona de aceptación, por lo cual los datos provienen de una población con distribución normal y en la prueba Box - Ljung que verifica la independencia de los datos obtenemos un p -valor = 0,7324, lo que sugiere que con una significancia estadística del 5% no hay evidencia para rechazar la hipótesis de no correlación serial en los residuos.

5.1.2 Modelo $SARIMA(0, 1, 1) \times (1, 0, 0)_{12}$

La siguiente figura 5.8 muestra los datos contrastados de los datos iniciales y los datos del modelo, al ACF, al PACF y la normalidad del modelo. Este modelo hace una buena aproximación de los datos, tiene en cuenta los picos y los bajos del modelo, el ACF y PACF se encuentra en las bandas de confianza excepto en el rezago 9, lo que nos lleva a tomar $q = 9$ en el siguiente modelo.



Fuente: Autor

Teniendo en cuenta los siguientes coeficientes obtenidos este modelo la expresión matemática de este se puede escribir 5.1.2:

$$(1 - 3,060171B^{12})(1 - B)y_t = (1 - 5,297080B^{12})u_t \quad (5.0)$$

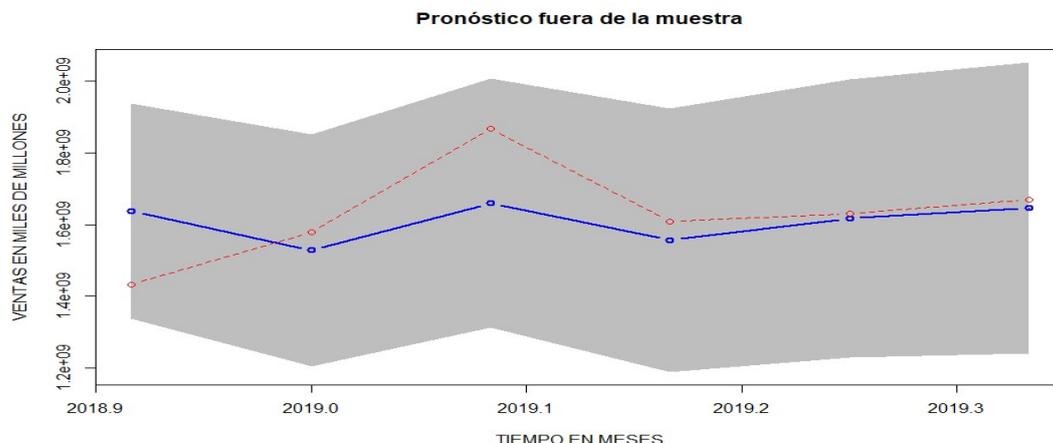
Ahora veamos en la tabla 5.3 la predicción de los datos de los últimos seis meses que se obtiene el modelo y los contrastamos con los valores reales:

Cuadro 5.3: Modelo 2. Últimos seis meses Modelo Vs Reales.

FECHA	REALES	MODELO MILES DE MILLONES *10 ⁹
DIC 2018	1.43	1.64
ENR 2019	1.58	1.52
FEB 2019	1.87	1.66
MAR 2019	1.61	1.55
ABR 2019	1.63	1.62
MAY 2019	1.67	1.65

En la siguiente figura 5.9 mostramos la gráfica de la predicción del modelo y los datos reales, muestra una muy buena aproximación de nuestro modelo.

Figura 5.9: Reales Vs. Predicción

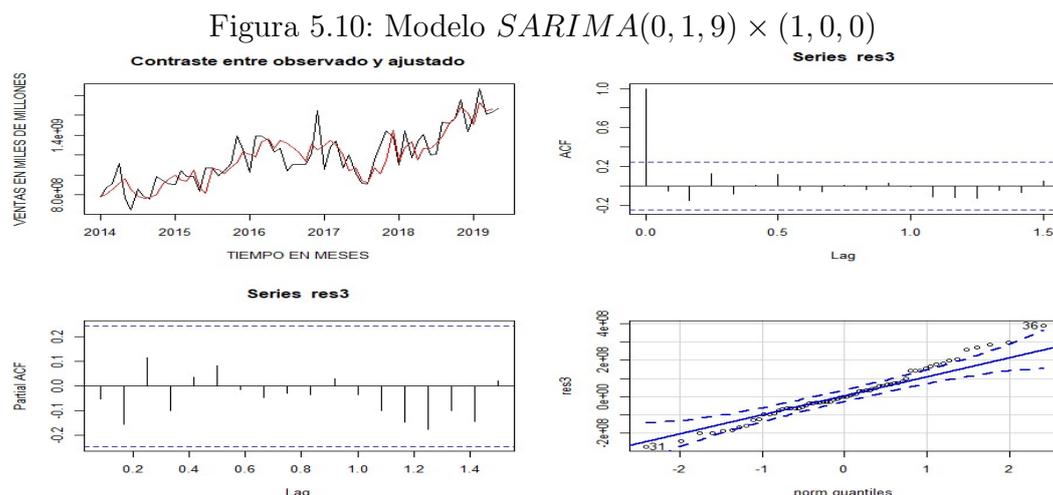


Fuente: Autor

En la prueba Jarque Bera que verifica la normalidad obtenemos un $p\text{-valor} = 0,5337$, es decir, existe normalidad entre los datos y en la prueba Box - Ljung que verifica la independencia de los datos obtenemos un $p\text{-valor} = 0,9766$, es decir, que con una significancia estadística del 5% no hay evidencia para rechazar la hipótesis de no correlación serial en los residuos.

5.1.3 Modelo $SARIMA(0, 1, 9) \times (1, 0, 0)_{12}$

La siguiente figura 5.10 muestra los datos contrastados de los datos iniciales y los datos del modelo, al ACF, al PACF y la normalidad del modelo.



Fuente: Autor

Reescribiendo la expresión matemática que representa el modelo teniendo en cuenta

los coeficientes obtenemos 6.0:

$$(1 - 3,27736022B^{12})(1 - B)y_t = (1 - 4,62858995B)(1 - 0,18418339B)(1 + 1,90386221B)(5.1) \\ (1 - 0,30997233B)(1 + 0,09940727B)(1 + 0,13988121B) \\ (1 - 0,58981024B)(1 + 3,77496803B)(1 + 3,27736022B)u_t$$

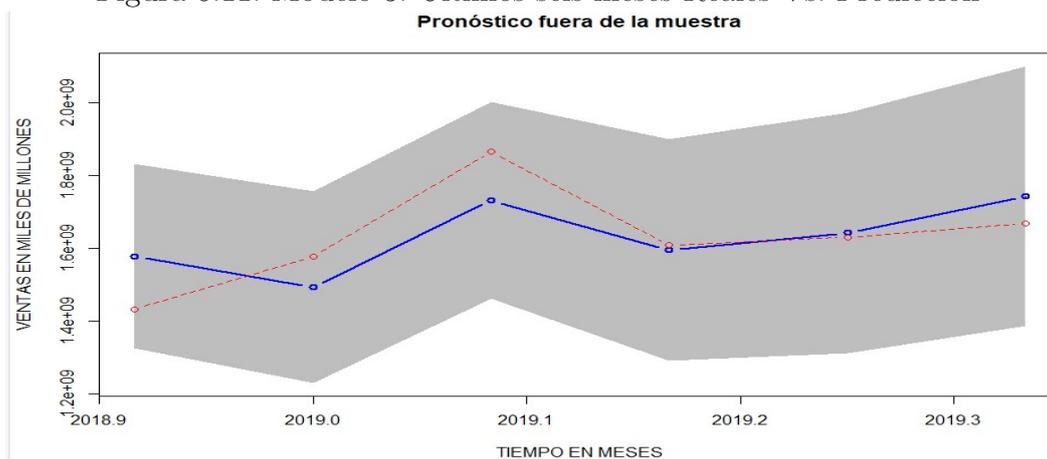
Ahora veamos en la tabla 5.4 la predicción de los datos de los últimos seis meses que se obtiene el modelo y los contrastamos con los valores reales, podemos ver una aproximación significativa:

Cuadro 5.4: Modelo 3. Últimos seis meses Modelo Vs Reales.

FECHA	REALES	MODELO MILES DE MILLONES *10 ⁹
DIC 2018	1.43	158
ENR 2019	1.58	1.49
FEB 2019	1.87	1.73
MAR 2019	1.61	1.59
ABR 2019	1.63	1.64
MAY 2019	1.67	1.74

En la siguiente figura 5.11 mostramos la gráfica de la predicción del modelo y los datos reales:

Figura 5.11: Modelo 3. Últimos seis meses Reales Vs. Predicción
Pronóstico fuera de la muestra



Fuente: Autor

En la prueba Jarque Bera que verifica la normalidad obtenemos un p -valor = 0,01939, es decir, es decir, existe normalidad entre los datos y en la prueba Box - Ljung que verifica la independencia de los datos obtenemos un p -valor = 0,8562.

5.2 Elección del mejor modelo y pronóstico

En nuestro estudio hemos considerado tres modelos $ARIMA(0, 1, 1)$, $ARIMA(0, 1, 1) \times (1, 0, 0)_{12}$ y $ARIMA(0, 1, 9) \times (1, 0, 0)_{12}$, cada uno de ellos cumple las pruebas de normalidad e independencia de los datos, también muestran ruido blanco por la lectura de los ACF y PACF de los residuos, dos de ellos demuestran gráficamente y en la predicción de los últimos seis meses una muy buena aproximación. Veamos los valores del AIC, BIC y RMSE de los modelos en la tabla 5.5:

Cuadro 5.5: Valores AIC y BIC serie diferenciada.

MODELO	AIC	BIC	RSME
$ARIMA(0, 1, 1)$	2366.848	2373.081	0.165
$ARIMA(0, 1, 1) \times (1, 0, 0)_{12}$	2359.243	2365.475	0.110
$ARIMA(0, 1, 9) \times (1, 0, 0)_{12}$	2362.365	2345.218	0.105

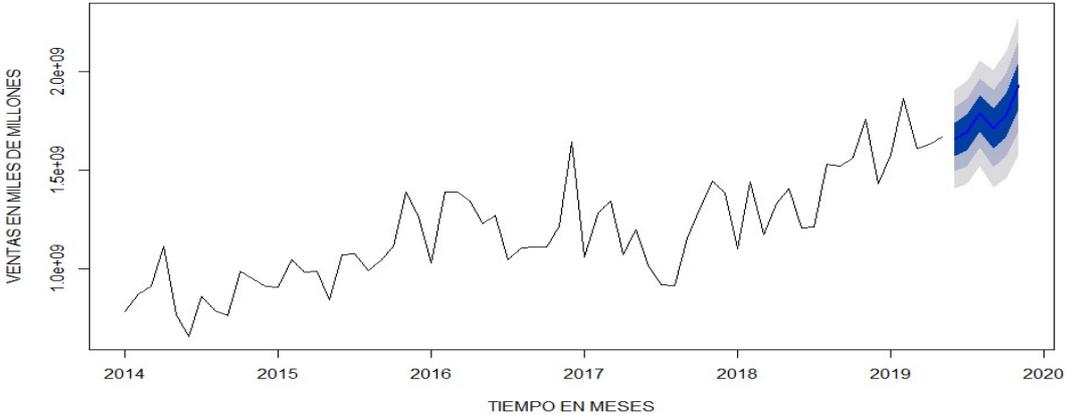
De acuerdo con la información de la tabla y utilizando la metodología Box- Jenkins se escoge el modelo $ARIMA(0, 1, 9) \times (1, 0, 0)_{12}$ debido a que los valores del AIC y BIC son menores con respecto a los otros dos modelos. Además es una buena aproximación a los datos iniciales con menor RSME en los residuos del modelo.

Así que el pronóstico del modelo $ARIMA(0, 1, 9) \times (1, 0, 0)_{12}$ considerado el mejor modelo para nuestros datos dentro de los siguientes seis meses, obtenemos sus datos 5.6 y su representación gráfica 5.12 que muestra un comportamiento similar a los datos iniciales.

Cuadro 5.6: Pronóstico 12 meses.

Mes	Pronóstico MILES DE MILLONES $\cdot 10^9$
Junio 2019	1.66
Julio 2019	1.69
Agosto 2019	1.79
Septiembre 2019	1.71
Octubre 2019	1.78
Noviembre 2019	1.93
Diciembre 2019	1.83

Figura 5.12: Pronóstico. Proximos seis meses.
Forecasts from ARIMA(0,1,9)(1,0,0)[12]



Fuente: Autor

Capítulo 6

Conclusiones y Recomendaciones

En este capítulo presentamos las conclusiones del trabajo respondiendo a los objetivos propuestos.

- El modelo que optimiza la predicción de las ventas mensuales de vidrios para la empresa Viseg S.A. es el modelo $ARIMA(0, 1, 9) \times (1, 0, 0)_{12}$, cumple con el menor valor en los criterios de información Akaike (AIC) y el criterio de información Bayesiano (BIC). Además la ecuación que representa este modelo esta dada por:

$$(1 - 3,27736022B^{12})(1 - B)y_t = (1 - 4,62858995B)(1 - 0,18418339B)(1 + 1,90386221B)(6.1) \\ (1 - 0,30997233B)(1 + 0,09940727B)(1 + 0,13988121B) \\ (1 - 0,58981024B)(1 + 3,77496803B)(1 + 3,27736022B)u_t$$

- Con base en la información de las ventas mensuales desde el año 2014 proporcionada por la empresa se encontró unos datos adecuados para considerar como serie de tiempo y después de algunos procedimientos estadísticos generar un pronóstico óptimo en sus ventas.
- El modelo obtenido cumplió con el procedimiento de la metodología Box Jenkins y su pronóstico se encuentra dentro de los intervalos de confianza, muestra una tendencia de crecimiento respetando la estacionariedad de los datos.
- Los valores pronosticados fueron evaluados y validados en el esquema in-sample y out-sample donde se observa que dichos valores muestran un comportamiento razonablemente similar a los registros de la empresa. Este modelo se muestra como una posible solución para la planeación en la producción de la empresa, reduciendo el desperdicio de material, de mano de obra y el tiempo de entrega.

Bibliografía

- [1] J.S. Santana y E. M. Farfán. “El arte de programar en R: un lenguaje para la estadística”. En: *Instituto Mexicano de Tecnología del Agua* 1 (2014).
- [2] A.V. Metcalfe y P.S. Cowpertwait. *Introductory time series with R*. Springer, 2009.
- [3] Departamento Nacional de Planeación. “Vidrio”. En: *Disponible en la página web: <http://www.dnp.gov.co>* (2003).
- [4] Vidrios de seguridad. S.A.S. “Brochure empresarial. Viseg.” En: *Disponible en la página web: <http://www.viseg.com>* (2012).
- [5] J. M. Navarro. *El vidrio*. España: Editorial CSIC-CSIC Press, 2003.
- [6] Legiscomex. “Vidrio en Colombia”. En: *Disponible en la página web: <http://www.legiscomex.com>* (2017).
- [7] D. Anderson y col. *Estadística para administración y economía*. International Thomson, 2001.
- [8] D. Gujarati. *Econometría*. Ed. por Editorial MacGrawHill.
- [9] C. Chatfield. *The analysis of times an introduction*. Ed. por New York: CAhpmann Hall.
- [10] F.S Ardila. “Evaluación de modelos de pronóstico de series temporales para el Índice del mercado colombiano COLCAP”. En: *Universidad Santo Tomás, Bucaramanga* (2018).
- [11] G.J. Jiménez, F.R. Sánchez y A.J. Gázquez. “La capacidad predictiva en los métodos Box-Jenkins y Holt-Winters: una aplicación al sector turístico”. En: *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa* 15.3 (2006), págs. 185-198.
- [12] M.J. Zapata y A. Garrido. “Modelo de pronóstico de la demanda para la unidad de negocio laboratorio farmacoop.” En: *Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá*. (2009).
- [13] J.A. Guevara y L.C. Moreno. “Modelo de pronóstico para las ventas semanales en la empresa Américas BPS en la campaña ETB”. En: *Fundación Universitaria Los Libertadores, Bogotá*. (2016).

- [14] C.A. Guavita y A. M. Vergel. “Metodologías para el pronóstico de series de tiempo”. En: *Pontificia universidad javeriana, Bogotá*. (2018).
- [15] E. M. Sarmiento. “Predicción con series de tiempo y regresión”. En: *Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano, Bogotá 2* (2008).
- [16] A.M. Jaramillo y col. “Análisis de series de tiempo univariante aplicando metodología de Box-Jenkins para la predicción de ozono en la ciudad de Cali, Colombia”. En: *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia* (2007).
- [17] J. D. Henao, Y. O. Morales y F.C. Cardona. “Análisis y predicción de series de tiempo en mercados de energía usando el lenguaje R”. En: *Dyna - Portal de Revistas UN* 78.165 (2011), págs. 287-296.
- [18] G.G. Garduño. “Metodología para calcular el pronóstico de ventas y una medición de su precisión en una empresa Farmacéutica: Caso De Estudio”. En: *Intituto Politécnico Nacional, México* (2011).
- [19] E. Yacuzzi y G. Paggi. “Diseño e implementación de un sistema de pronóstico de ventas en Whirlpool Argentina”. En: *Serie Documentos de Trabajo* (2002).
- [20] J. Contreras, E. Molina y P. Arteaga. “Introducción a la programación estadística con R para Profesores”. En: *Universidad de Granada, Grupo de Educación Estadística* (2010).

Apéndice A

Scripts de los modelos construidos.

Prueba de Dickey - Fuller a la serie de tiempo

Augmented Dickey-Fuller Test

```
data: ventas
Dickey-Fuller = -3.0049, Lag order = 3, p-value =
0.1676
alternative hypothesis: stationary
```

Prueba de Dickey - Fuller a la serie de tiempo diferenciada

Augmented Dickey-Fuller Test

```
data: diff(ventas)
Dickey-Fuller = -5.195, Lag order = 3, p-value = 0.01
alternative hypothesis: stationary
```

AIC - BIC Para cada modelo

```
> AIC(ajuste1)
[1] 2366.848
> bic02ventas=AIC(ajuste1,k = log(length(ventas_inp)))
> bic02ventas
[1] 2373.081
> AIC(ajuste2)
[1] 2359.243
> bic02ventas2=AIC(ajuste2,k = log(length(ventas_inp)))
> bic02ventas2
[1] 2365.475
```

```
> AIC(ajuste)
[1] 2362.365
> bic02ventas3=AIC(ajuste,k = log(length(ventas_inp)))
> bic02ventas3
[1] 2345.218
```

Pronóstico de cada modelo

```
> forecast(ajuste1, h=6)
      Point Forecast      Lo 80      Hi 80      Lo 95      Hi 95
Dec 2018    1595332905 1382176711 1808489098 1269338638 1921327171
Jan 2019    1570157613 1334617691 1805697536 1209930387 1930384840
Feb 2019    1566241208 1316622062 1815860355 1184481667 1948000749
Mar 2019    1565631951 1303532605 1827731297 1164785592 1966478309
Apr 2019    1565537171 1291649167 1839425176 1146661616 1984412727
May 2019    1565522427 1280351076 1850693778 1129390482 2001654372
```

```
> #####
```

```
> forecast(ajuste2, h=6)
      Point Forecast      Lo 80      Hi 80      Lo 95      Hi 95
Dec 2018    1637467932 1441194298 1833741567 1337293312 1937642552
Jan 2019    1528152643 1316288452 1740016833 1204134325 1852170961
Feb 2019    1659435771 1433052179 1885819363 1313211945 2005659598
Mar 2019    1555982078 1315955774 1796008381 1188893525 1923070631
Apr 2019    1616850504 1363916279 1869784729 1230020989 2003680019
May 2019    1646721912 1381507249 1911936575 1241111087 2052332737
```

```
> #####
```

```
> forecast(ajuste3, h=6)
      Point Forecast      Lo 80      Hi 80      Lo 95      Hi 95
Dec 2018    1578472890 1412579655 1744366125 1324761081 1832184699
Jan 2019    1492817205 1320366406 1665268005 1229076466 1756557944
Feb 2019    1732092784 1555262560 1908923007 1461654295 2002531273
Mar 2019    1595060321 1395696820 1794423822 1290160157 1899960484
Apr 2019    1642543691 1426012052 1859075331 1311387126 1973700257
May 2019    1743510300 1509360367 1977660233 1385408880 2101611721
```

```
>
```