



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

**Modelo de pronóstico para estimar el comportamiento de ventas en
postpago digital, de una empresa del sector telecomunicaciones en
Colombia**

**Forecast model to estimate the behavior of postpago digital sales of a
company in the telecommunications sector in Colombia**

Edwin Fabian Arcos Fonseca

efarcosf@libertadores.edu.co

Asesor

José John Fredy González Veloza

jjgonzalezv02@libertadores.edu.co

RESUMEN –

El objetivo de este trabajo es proponer un modelo estadístico que permita pronosticar la cantidad de ventas mensuales de planes postpago de una empresa de telecomunicaciones, esto debido a que en Colombia en los procesos de activación de planes postpago del canal digital cuenta con unas fechas de tiempo de activación administradas por la ABD¹ (Administrador de Base de Datos) que causa que las ventas sean efectivas hasta aproximadamente 5 días hábiles antes del cierre del mes, por procesos de entrega sim y portabilidad², esto causa que si no se tiene un buen pronóstico a mitad de mes es cuando surgen alertas generando sobre costos de marketing para poder elevar ventas, el modelo

¹ ABD Administrador de base de datos, entidad encargada de la portabilidad telefonía móvil

² Portabilidad: Pasar una línea de celular de un operador a otro.



LOS LIBERTADORES

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

actual todos los meses tenemos desfase superiores a mil incluso llegando a -4765, algo que no es correcto se anexa tabla 1.

Tabla 1. Desfase de proyección actual.

Mes	Proyección	Real	Desfase	% error	Meta	GAP	Cumplimiento
Enero		11442			14.017	-2.575	81,63%
Febrero	12357	13893	-1536	12,4%	14.991	-1.098	92,68%
Marzo	15004	15765	-761	5,1%	18.025	-2.260	87,46%
Abril	17026	20698	-3672	21,6%	21.483	-785	96,35%
Mayo	22354	18426	3928	-17,6%	21.557	-3.131	85,48%
Junio	21458	17587	3871	-18,0%	21.782	-4.195	80,74%
Julio	22354	18253	4101	-18,3%	21.491	-3.238	84,93%
Agosto	20108	17341	2767	-13,8%	20.987	-3.646	82,63%
Septiembre	20546	18954	1592	-7,7%	21.168	-2.214	89,54%
Octubre	20470	15705	4765	-23,3%	18.971	-3.266	82,78%

El costo actual por alta es de aproximadamente 41500 y como observamos todos los meses se esta presentando un GAP negativo vs la meta, se tienen proyecciones con desfase superiores a 2000 casi todos los meses, lo que causa al estar mostrando valores proyectados cercanos a la meta que se tenga algo de tranquilidad a principio de mes y aproximadamente a mitad se da la alerta que estamos en el real por debajo. Actualmente el intentar recuperar lo perdido genera un sobre costo de casi el doble e igual que desde el principio se tiene un presupuesto y cuando se genera un incumplimiento es dinero por ejemplo en el mes de octubre se dejaron de recibir \$-135.539.000 que debería aportar el área para las metas de compañía, esto a futuro puede llegar a causar decisiones mas radicales para el área.

Para realizar el análisis se hizo una comparación los modelos holt-winters y Arima con estos modelos se puede obtener pronósticos para poder tomar decisiones, la data con la que se cuenta es solo la correspondiente desde el año enero 2021, lo complejo del caso es que al no tener comparativo mayor de un año no se puede identificar tendencias ocurridas del mismo mes en años anteriores, con el fin de saber si hay meses que es normal un comportamiento alto o bajo, aunque de igual forma los modelos desarrollados permite saber



LOS LIBERTADORES

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

que las ventas no eran tan altas como se esperaban y poder tener una reacción mas oportuna.

Palabras clave: El Administrado de Base de Datos (ABD), Portabilidad, Holt-winter, Arima.

ABSTRACT

The objective of this work is to propose a statistical model that allows forecasting the monthly sales of postpaid aircraft of a telecommunications company, this is due to the fact that in Colombia in the processes of activation of postpaid aircraft of the digital channel it has time dates of activation managed by the ABD (Data Base Administrator) that causes sales to be effective until approximately 5 business days before the end of the month, due to sim delivery and portability processes, this causes that if you do not have a good forecast at the The middle of the month is when alerts appear that show marketing cost overruns to be able to increase sales, the current model every month we have a gap of more than a thousand even reaching -4765, something that is not correct is annexed table 1.

Table 1. Current projection gap.

Month	Projection	Real	GAP	% mistake	Goal	GAP	Compliance
January		11442			14.017	-2.575	81,63%
February	12357	13893	-1536	12,4%	14.991	-1.098	92,68%
March	15004	15765	-761	5,1%	18.025	-2.260	87,46%
April	17026	20698	-3672	21,6%	21.483	-785	96,35%
May	22354	18426	3928	-17,6%	21.557	-3.131	85,48%
June	21458	17587	3871	-18,0%	21.782	-4.195	80,74%
July	22354	18253	4101	-18,3%	21.491	-3.238	84,93%
August	20108	17341	2767	-13,8%	20.987	-3.646	82,63%
September	20546	18954	1592	-7,7%	21.168	-2.214	89,54%
October	20470	15705	4765	-23,3%	18.971	-3.266	82,78%

The current cost per discharge is approximately 41,500 and as we observe every month a negative GAP is being presented vs. the goal, there are projections with a lag greater than 2000 almost every month, which causes projected values to be showing close to the goal that there is some calm at the beginning of the month and approximately halfway through the alert is given that we are in the real below. Currently trying to recover what was lost



generates an extra cost of almost double and just as from the beginning there is a budget and when a breach is generated it is money, for example in the month of October they stopped receiving \$-135,539,000 that they should contribute the area for company goals, this in the future may cause more radical decisions for the area.

To carry out the analysis, a comparison was made of the Holt-Winters and Arima models with these models, forecasts can be obtained to be able to make decisions, the data available is only that corresponding to January 2021, the complexity of the case is that As there is no comparison for more than one year, it is not possible to identify trends that occurred in the same month in previous years, in order to know if there are months in which a high or low behavior is normal, although in the same way the models developed allow us to know that sales they were not as high as expected and to be able to have a more timely reaction.

Keywords: The Managed Database (ABD), Portability, Holt-winter, Arima.

INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta investigación es poder llegar a pronosticar las ventas mensuales lo cual es fundamental para optimizar todos estos procesos, así como para ser competitivos, rentables y productivos, incluso, afectando a la visión y percepción de la calidad por parte del cliente, por consiguiente, en su fidelización.

Actualmente, la compañía del estudio se dedica a la telefonía, el proyecto se va a enfocar al producto de pospago. Debido a la falta de modelos de pronósticos está sucediendo que al empezar el mes no se tiene un horizonte de si será un mes complicado para cierto producto, si tiene tendencia a la baja o crecimiento de ventas. La empresa en total tiene 7 productos por lo cual se empiezan con unas campañas comerciales que durante el desarrollo del mes se realizan inversiones en marketing pero no se sabe a qué producto se le debería hacer una inversión mayor o menor, causando que se hagan toma de decisiones sin bases estadísticas y llegando a mitad del mes es cuando se observa que productos son críticos, al ser sobre el tiempo se tiene que realizar una inversión más alta para intentar recuperarse.

Estimamos el crecimiento histórico utilizando la descomposición de Holt-Winters y Arima se desarrollan pronósticos de largo plazo.



Debido a la pandemia mucha gente empezó a ser más exigente con sus servicios de telefonía e internet, debido a que el trabajo se volvió virtual haciendo necesario una mejor conectividad y velocidad. Los canales digitales se impulsaron exponencialmente debido a que se empezó a manejar la atención no presencial por la pandemia y en este sector entro también la compañía de telefonía WOM, quien impulso el mercado a través de los precios bajos.

El internet se volvió un servicio público necesario debido a la necesidad del país de alcanzar a los no conectados, objetivo que también inspiró a normas anteriores, sino también a la evidente necesidad de acceso a Internet que desnudó la pandemia de covid-19³.

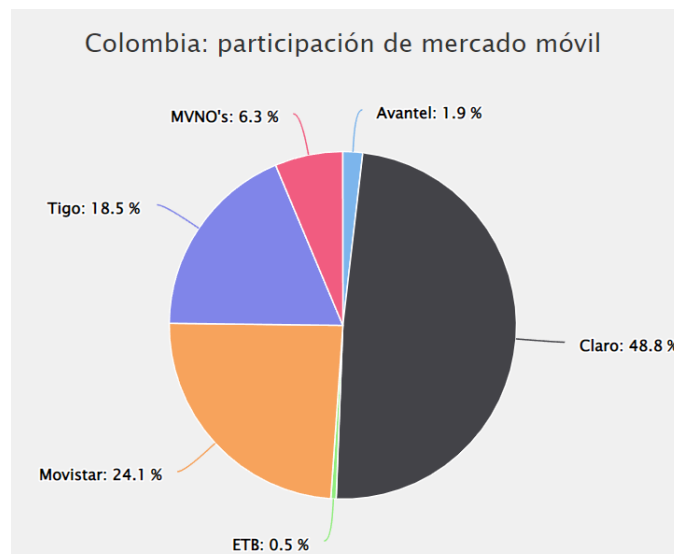


Fig1. Participación de mercado móvil en Colombia. Gráfico extraído de telesemana, 2021 Noviembre, Panorama de mercado Colombia. <https://www.telesemana.com/panorama-de-mercado/colombia/>

Comportamiento líneas móviles en Colombia

³ Panorama de mercado colombiano, por Telesemana, (2021 Noviembre), <https://www.telesemana.com/panorama-de-mercado/colombia/>

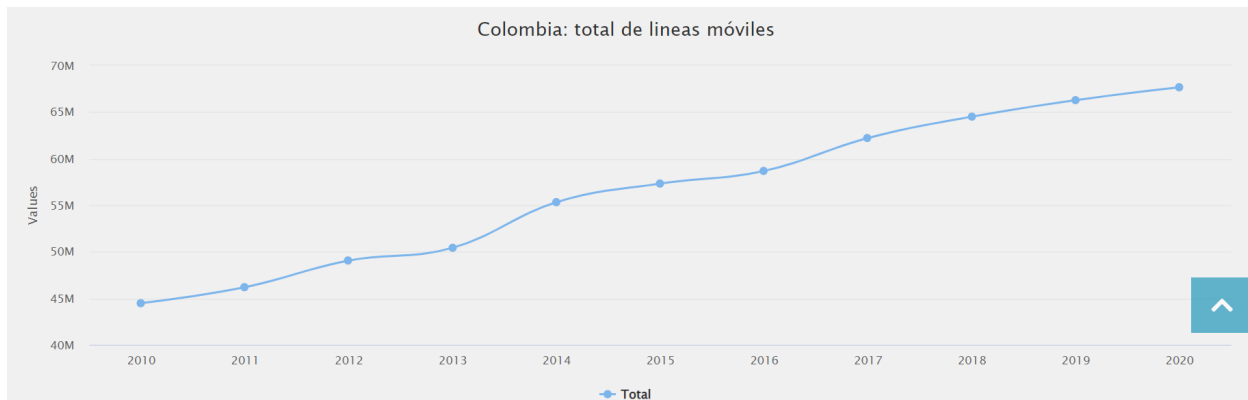


Fig2. Comportamiento líneas móviles en Colombia. Gráfico extraído de telesemana, 2021 noviembre, Panorama de mercado Colombia. <https://www.telesemana.com/panorama-de-mercado/colombia/>

Como se observa en las Figura 1 el operador más fuerte es claro seguido de movistar y tigo. Se ha presentado un aumento constante de las líneas móviles en Colombia, otro factor de gran peso reciente fue el llamado efecto WOM que es el nuevo operador que llegó con precios bajos, generando que todos los operadores bajaran sus precios en casi un 40% en sus planes.

Para el inicio del año hubo un cambio importante en las migraciones netas de Avantel que fue adquirida por la firma Novator Partners que también es dueña de Wom y es que al inicio del 2021 perdió en enero 20.217 usuarios, en febrero 57.898 y en marzo 113.726.

De acuerdo con el informe de operaciones de Portación por Proveedor Receptor, en Abril Wom registraba 109.890 solicitudes de las cuales en neto se habrían hecho al menos durante abril 93.711 cambios⁴.

Incluso este principio de año se observó un gran movimiento en abril por la llegada de Wom obligando a realizar bajas de precio y planes más competitivos, curiosidad de la gente causando aumento de portabilidades búsquedas de nuevos planes opciones, exigencia de servicio. En el caso de la empresa de estudio se observa efectivamente que abril presentó un

⁴ Mas de un millón de personas ha cambiado de operador. (2021). 10 de noviembre de 2021, de Revista Portafolio website: <https://www.portafolio.co/negocios/telefonía-movil-en-colombia-mas-de-un-millon-de-personas-han-cambiado-de-operador-551930>



LOS LIBERTADORES

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

incremento comparado con el resto se observa en la figura 3, siempre que llega un gran competidor se puede creer que causara pérdida de mercado y al contrario se activo durante ese mes y los siguientes volviendo a la normalidad.



Fig.3. Histórico ventas Pospago

En el planteamiento actual la proyección es dada por el área de marketing se estima que cada mes debería subir un 8%, esto debido a que en los primeros meses de este mes se podía observar una dinámica de crecimiento que fue hasta abril, de ese punto en adelante ha estado más estacionaria, razón por la cual todos los meses se está teniendo desfase negativos de cerca del 1000 todos los meses, el principal error de esta metodología es creer que siempre se va a crecer, debido a que cuando se empezó a usar el canal digital se presentó un crecimiento constante por la pandemia por la obligación de la gente de adquirir por medio virtual, pero en este momento esta en una estacionalidad debido a que todos los centros de experiencia están trabajando y la mayoría de la gente le gusta la atención personal. En la tabla 1 se observa las proyecciones que se tenían, valor real y desfase presentado, durante los primeros meses no se tenía preocupación porque los desfases eran positivos, pero desde mayo casi todos fueron negativos y montos muy altos, como sucede en muchas empresas si tenemos desfase positivo no hay problema, en el momento de ser negativos es cuando se tiene preocupación.



Tabla 1. Desfase de proyección actual.

Mes	Proyección	Real	Desfase	% error	Meta	GAP	Cumplimiento
Enero		11442			14.017	-2.575	81,63%
Febrero	12357	13893	-1536	12,4%	14.991	-1.098	92,68%
Marzo	15004	15765	-761	5,1%	18.025	-2.260	87,46%
Abril	17026	20698	-3672	21,6%	21.483	-785	96,35%
Mayo	22354	18426	3928	-17,6%	21.557	-3.131	85,48%
Junio	21458	17587	3871	-18,0%	21.782	-4.195	80,74%
Julio	22354	18253	4101	-18,3%	21.491	-3.238	84,93%
Agosto	20108	17341	2767	-13,8%	20.987	-3.646	82,63%
Septiembre	20546	18954	1592	-7,7%	21.168	-2.214	89,54%
Octubre	20470	15705	4765	-23,3%	18.971	-3.266	82,78%

METODOLOGÍA

Tipo de investigación

En el proyecto se usa una investigación de tipo descriptiva la cual tiene como propósito realizar una descripción del comportamiento del producto pospago de una empresa en telecomunicaciones colombiana, de esa manera poder llegar a hacer pronósticos. En algunos casos los resultados pueden ser usados para predecir. Se utilizan técnicas estadísticas para describir y analizar la variable número de ventas de este producto.

Se realiza investigación de tipo exploratoria debido a que no se tiene ningún tipo de modelo para esta tarea. Se desea realizar un análisis para determinar su comportamiento histórico y proyecciones.

Población y muestra

La población corresponde al alta de productos del segmento pospago de una empresa de telecomunicaciones de Colombia. La muestra que se tiene es los datos de altas o ventas durante los periodos 2021-01 a 2021-10.

Métodos e instrumentos de recolección de datos

El segmento de ventas digital está divididos en proceso automático y asistido pero para el caso del estudio y ejercicios de cumplimiento de ventas del canal digital se unifican, como



se comentó se tienen los datos durante los periodos 2021-01 a 2021-10, que están organizados por su fecha y la cantidad de ventas que se realizaron en ese día.

Etapas

Una vez conformada la base de datos, se realizan los análisis descriptivos y el análisis del comportamiento mediante series de tiempo. Se utiliza el software estadístico RStudio. Realizaremos un análisis de la data inicial validando el comportamiento Se establecen los modelos (Holt-winters y arima) para su análisis y elección del mejor, conforme a las siguientes:

El método Holt- Winters es una extensión del método Holt que considera solo dos exponentes suavizantes. Holt-Winters según el nivel, tendencia y estacional de una determinada serie de tiempos. Este método se divide en dos modelos, según la estacionalidad:

- El modelo multiplicativo estacional: Este modelo se observa que a medida que aumenta el eje X o tiempo los valores de Y estarán en aumento. La mayoría de las gráficas de series de tiempo muestran este patrón. En este modelo, la tendencia y los componentes de estación se multiplican y luego se suman al componente de error.
- El modelo aditivo estacional: Un modelo de datos que tienen una tendencia casi línea que a medida que aumenta el tiempo nuestros valores de Y no tienen aumentos considerados, por lo que gráficamente son casi una línea con una inclinación. Un modelo aditivo es opcional para los procedimientos de descomposición y para el método de Winters⁵.

Existen tres fases de trabajo, con tres conjuntos de datos diferentes

primer grupo de datos es para inicializar el modelo, esto es determinar los indicadores de nivel, tendencia y estacionalidad.

Un segundo conjunto de datos es necesario para probar o calibrar los índices de suavización Alfa, Beta y Gamma.

⁵ Aragón, J. (2013). Scientia et Technica. 18(4). Universidad Tecnológica de Pereira.



Un tercer grupo de datos para pronosticar y evaluar el funcionamiento del modelo propuesto. Ejecutar todas las fases en un solo grupo de datos puede conducir a tratar de encajar en exceso el modelo a los datos disponible

Formula Holt- winters

$$A_t = (\alpha) (\text{Ventast}/I_t) + (1-\alpha) (A_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = (\beta) (A_t - A_{t-1}) + (1-\beta) (T_{t-1})$$

$$I_t = (\lambda) (\text{Ventast} / A_t) + (1-\lambda) (I_t)$$

$$Y_{t-l} = (A_t + i * T_t) (I_{t-l+i})$$

Fig4. Laura Mira. Alfredo Trejo Martínez. Daniel López Cruz (2021), CIENCIA UANL, No.90

Donde A_t es la base del pronóstico (nivel de ventas cuando $t = 0$); α el factor entre 0 y 1 para ponderar la base del pronóstico; β es el factor entre 0 y 1 para ponderar la tendencia; I_t representa el factor de estacionalidad del periodo t ; i es el índice del periodo para el que se está pronosticando a partir del actual; l el número de periodos en el ciclo estacional; λ el factor entre 0 y 1 para ponderar la estacionalidad; T_t es la tendencia de las ventas en el periodo t ; t es el periodo de tiempo considerado; Ventast representa las ventas reales del periodo t y Y_t es el pronóstico para el periodo t .

RESULTADOS

Se realizó el análisis de la de manera diaria y mensual, en la figura 5 podemos llegar a ver el comportamiento mensual, en abril se tuvo un incremento comparado con el resto de meses se debió a la llegada de wom, al parecer en lugar de hacer caer las ventas género un gran incremento al comportamiento de ese momento y se ha mantenido cercano,



LOS LIBERTADORES

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

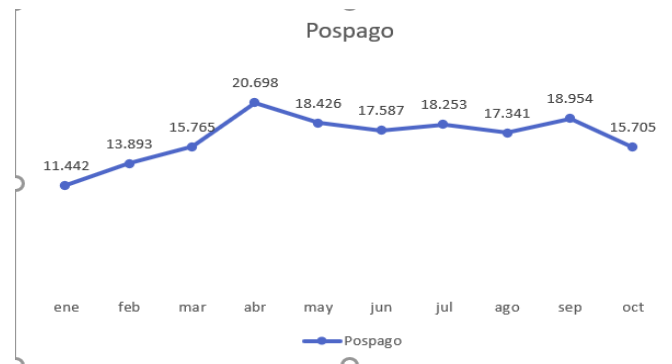


Fig.5. Histórico ventas Pospago

tenemos el análisis diario el cual no se ve muy claro por la cantidad de datos en un gráfico figura7. por lo que se anexo un gráfico más pequeño que corresponde a comparativo diario de ventas donde se puede analizar la caída siempre los fines de semana siendo los días más críticos domingos y festivos siempre cae al punto de 1, en la figura 7

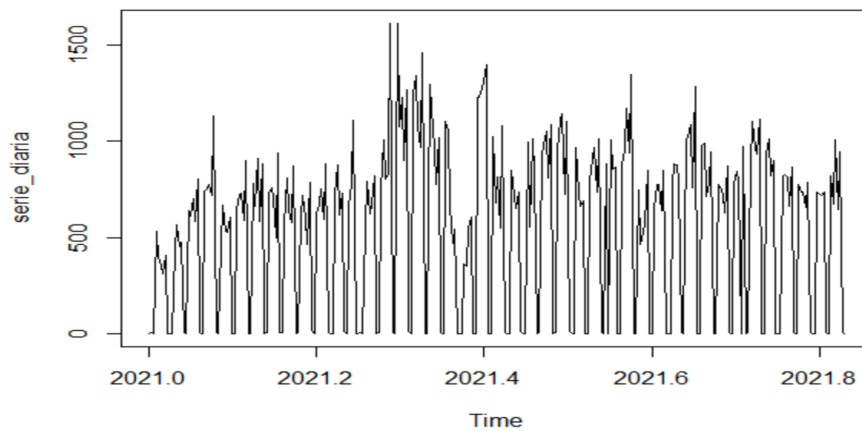


fig.6. Histórico ventas diarias



LOS LIBERTADORES

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

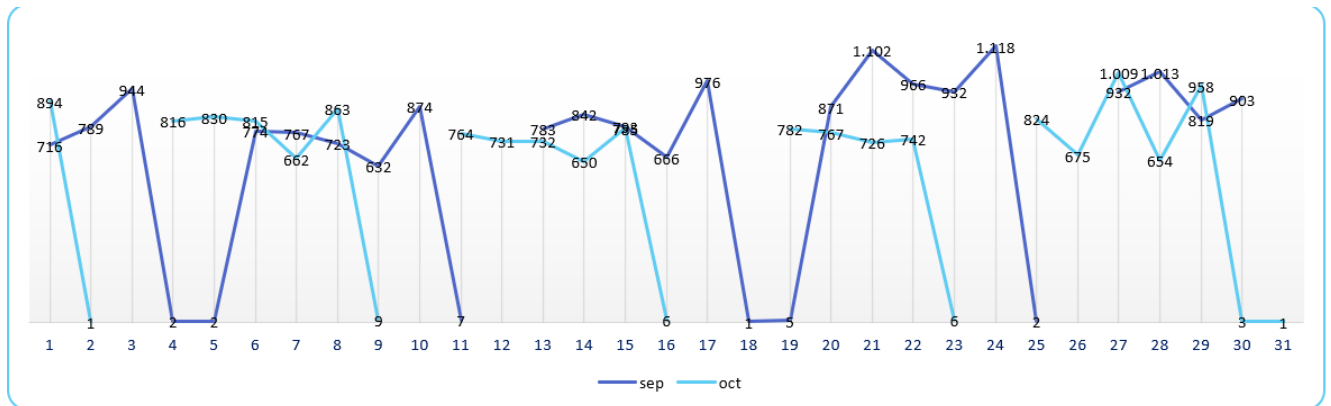


Fig.7. Comparativo de meses diario

Para el análisis del modelo se realiza el análisis también semanal, ya que en el caso de meses tenemos muy poca data y diario es demasiado volátil lo cual puede generar dificultad de un buen modelo y entrenamiento, se observa este grafico en la figura 8.

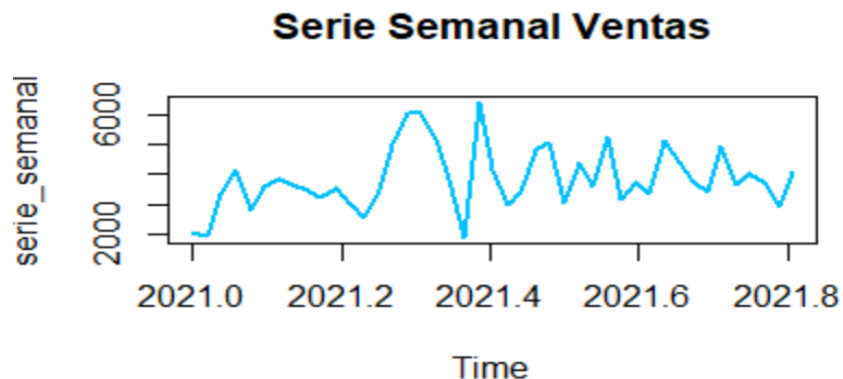


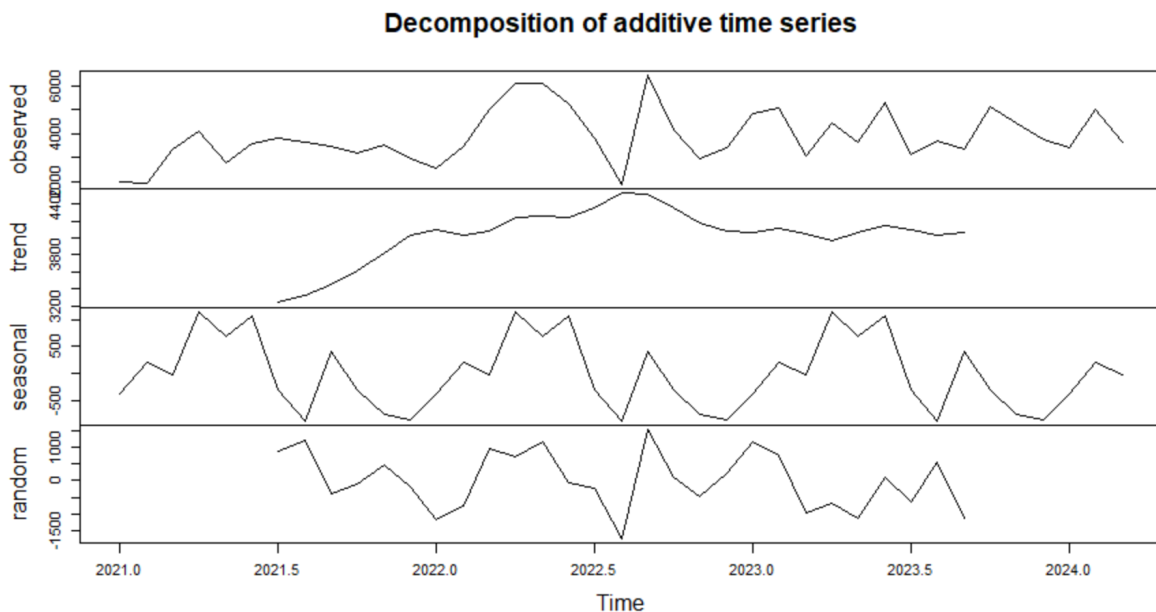
Fig.8. Histórico ventas semanales

A continuación, observamos la descomposición de la serie en semanas figura9. el pico mas notorio es en el mes de abril directamente proporcionales al efecto Wom, inversamente antes se ve un comportamiento mas bajo que en el resto de año después de abril al igual que las caídas después del efecto de este mes mostrando de que abril fue atípico y octubre similar que tiene una caída fuerte, aunque no se sabe con certeza cual puede ser la razón de



esta caída tan fuerte, también en la semana hay una tendencia de crecimiento en las primeras semanas y después decrece.

Fig.9. Descomposición del histórico ventas semanales



Observando las graficas se puede llegar a pensar que tenemos un comportamiento de estacionalidad, pero hacemos una prueba de dickey- Fuller para estar seguros la cual nos dice que hipótesis nula no es estacionaria y la alternativa es que, si es estacionaria, esta nos da un p-value de 0.01 por lo cual esto es menor al valor de significancia del 5% lo cual nos indica que se rechaza y nos dice que serie es estacionaria.

Dickey-Fuller Test

Dickey-Fuller = -4.2836, Lag order = 3, p-value = 0.01

alternative hypothesis: stationary

A continuación, iniciamos con un modelo arima se realizan 3 modelos, pero se mostrará el que nos dio mejor resultado, se hizo una autocorrelación simple y parcial, se realiza con



periodo de 4, se tiene en cuenta la parte autorregresiva el rezago número uno, no tenga en cuenta diferencias, en la parte estacional rezago 0 y en la parte autorregresiva estacional también 0.

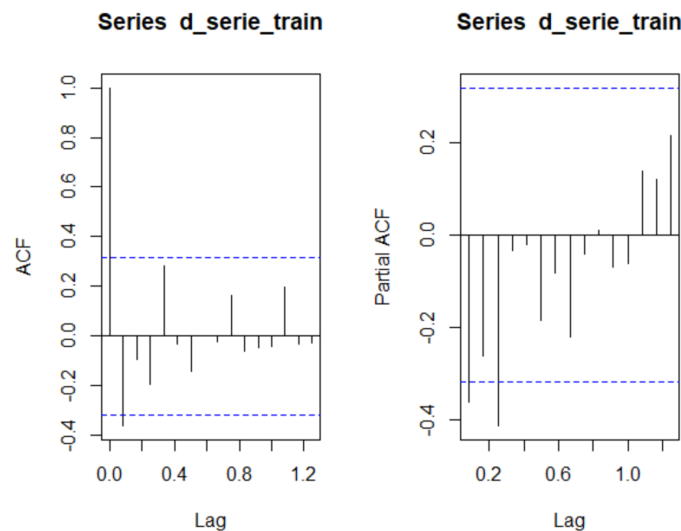


Fig.10. Gráfico ACF

Se hizo la función de autocorrelación Fig 10. de que la media de los residuales es 0, nuestro $p\text{-value} = 0,9005$ lo cual significa que la media de los residuales no es 0.

$t = 0.12581$, $df = 38$, $p\text{-value} = 0.9005$
alternative hypothesis: true mean is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-298.7292 338.3216
sample estimates:
mean of x
19.79618



LOS LIBERTADORES

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

Cuando se realiza la prueba de normalidad shapiro que el supuesto es los residuales tienen una distribución normal y nuestro p value = 0,7887, lo cual acepta la hipótesis diciendo que los residuales se distribuyen normal.

Shapiro-Wilk normality test

data: res3

W = 0.98239, p-value = 0.7887

Por último, se realiza el test de generaly box o blanquitu, lo cual nos dice si hay presencia de autocorrelación en los residuales, se obtuvo un p-value que nos indica que no existe correlación entre residuales.

Box-Ljung test

data: res3

X-squared = 0.012187, df = 1, p-value = 0.9121

Al tener todos estos datos se puede concluir que el modelo esta bien ajustado por lo que se procede a generar la predicción y nuestro error estándar

\$pred

Time Series:

Start = c(2021, 40)

End = c(2021, 43)

Frequency = 52

[1] 3282.170 3595.072 3869.515 3734.832

\$se

Time Series:

Start = c(2021, 40)

End = c(2021, 43)

Frequency = 52

[1] 1003.353 1046.741 1048.226 1048.270



LOS LIBERTADORES

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

Con esto hacemos la comparación de los 3 modelos arima y el holt Winter donde se puede observar el error cuadrático medio, error porcentual absoluto medio y el error absoluto medio, en valores absolutos con estos datos se decide que de estos modelos que se desarrollaron el mejor es 3.

Modelos

Arima 1 (3,1,1)

Arima 2 (2,1,1)

Arima 3 (1,0,1)

Modelo	CME	MAPE	EAM
uno	1102.01	22.17	684.40
dos	1064.20	21.12	646.48
tres	623.35	15.52	534.86
Holt	2341.95	62.31	5817.34

Fig.11. Comparación de modelos

En este caso el modelo 3 nos genera datos de un mejor resultado figura 11 los datos están dados en Q (cantidad o unidad de ventas), todos los modelos estaban presentando un crecimiento y lamentablemente este mes por venir con tendencia positiva se usaron recursos mayores en otros productos, al final del mes fue necesario aumentarlos, pero no se logró recuperar.



LOS LIBERTADORES

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

Se muestra la gráfica de proyección del modelo 3 en la figura 12 y el resultado que teníamos en la proyección de Holt winters la cual se tenía una proyección elevada por lo que su desface fue el mayor de todos.

Figura 12 Proyección Arima 3

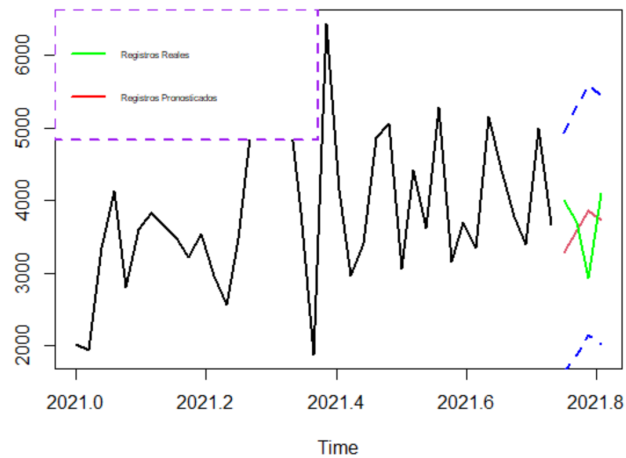
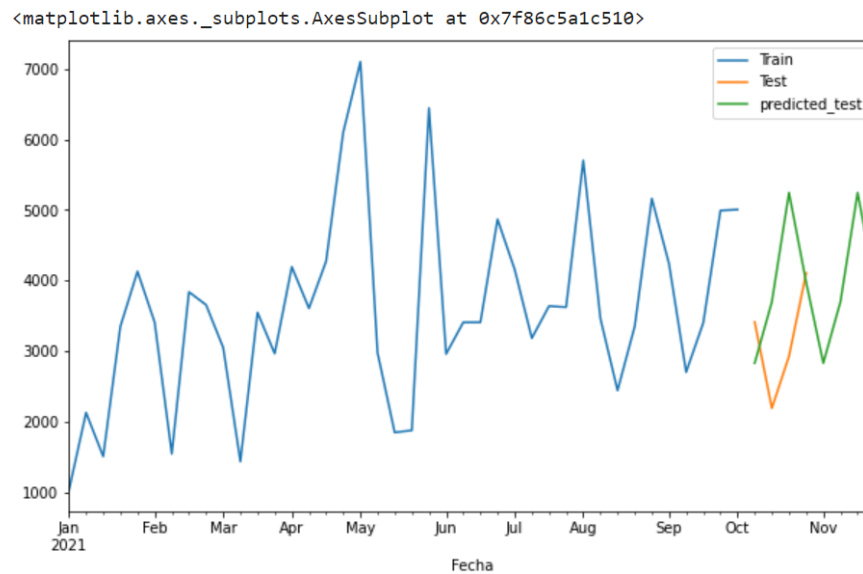


Fig.13. Proyección Holt-winter





CONCLUSIONES

Analizamos que el producto de pospago en el canal digital puede estar teniendo una gran variación en este año principalmente por la pandemia que obligó a la gente a optar por estos canales y la llegada del nuevo operador causando eventos atípicos que generan errores en la proyección, por lo que se debería poder analizar con el área de marketing posibles variables que nos indiquen cambios.

Con tanta volatilidad se puede llegar a preguntar si realmente es bueno tener este modelo o continuar con el anterior, pero como se explicó el primer problema del modelo actual de marketing es siempre suponer que se va a crecer y como se sabe ya no se está teniendo este comportamiento,

La duda principal después de tener los modelos es si realmente es bueno comparado con el de marketing, pero con las tablas del error cuadrático en el modelo 3 se tiene un error cuadrático de 623 unidades mientras con el modelo actual fue de 4765 para el último mes valor mucho más amplio.

Para este caso a pesar del desfase puede llegar a considerarse alto es mejor al actual en este último mes del ejercicio nos dio 4766 unidades mayor de ventas, razón por la que al principio de mes los esfuerzos se centraron en otro producto, en caso de solo haber tenido las 623 unidades se tendría la alerta de la baja con el fin de hacer un mayor esfuerzo en este producto, debido a que como se comentó anteriormente al tener una reacción a mitad de mes se tiene que subir el presupuesto por lo que termina siendo menos rentables los productos, se sube el costo de venta.



Por otro lado, se sugiere poder hacer estos ejercicios con históricos de un año o superior para poder llegar a tener históricos de comportamiento, el área de analítica de canales digitales solo tiene un año de creada razón por la cual no se tenía históricos más amplios para las comparaciones lo cual será fundamental para poder también mirar si por ejemplo el mes de octubre las ventas suelen bajar o fue otro evento que causo esto e incluir posibles variables. En conclusión, el modelo de Arima3 presenta una mejora comparado con la forma actual de proyección, razón por lo cual se sugiere hacer pruebas a medida que se completa un año de data y poder analizar comportamientos, posiblemente llegar a hacer proyecciones más acertadas un escenario ideal sería tener un error de 500Q, para poder hacer el cambio ya que el error presentado es menor al actual que está causando sobrecostos porque al ser muy positiva y tener que hacer inversiones fuertes para recuperar lo perdido que por lo general llega a ser el doble o más del costo normal generando un posible ahorro con estas alertas temprana y empezar a trabajar con el área de marketing con el fin de llegar a incluir variables externas que puedan causar afectación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Participación de mercado móvil en Colombia, por Telesemana, (2021 Noviembre), <https://www.telesemana.com/panorama-de-mercado/colombia/>

Comportamiento de líneas móviles en Colombia, por Telesemana, (2021 Noviembre), <https://www.telesemana.com/panorama-de-mercado/colombia/>

Aragón, J. (2013). Scientia et Technica. 18(4). Universidad Tecnológica de Pereira.

Berenson, M.L. (1996). Estadística básica en administración: conceptos y aplicaciones. México. Prentice Hall.

Fogarty, D., Blackstone, J.H., y Hoffmann, T.R. (2011). Administración de la producción e inventarios. México. Grupo Editorial Patria.

Hanke, J.E., y Wichern, D.W. (2006). Pronósticos en los negocios. Pearson Prentice Hall. México.



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

Heizer, J., y Render, B. (2001). Dirección de la producción. Decisiones tácticas. Madrid, España. Pearson Education.

Parada, O. (2009). Un enfoque multicriterio para la toma de decisiones en la gestión de inventarios. Cuadernos de Administración. Enero-junio, 169-187.

Snyder, R.D., Koehler, A.B., y Ord, J.K. (2002). Forecasting for inventory control with exponential smoothing. International Journal of Forecasting 18.

ANEXO

1. Código (2).R