

Universidad de las Américas Puebla  
San Andrés Cholula a 4 de mayo de 2020

# PRONÓSTICO DE LOS PRECIOS DE GAS NATURAL EN ESTADOS UNIDOS UTILIZANDO ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO





## **INTEGRANTES:**

Adriana Camarillo Durán: 155474  
Ariel Arturo Ortega Alegría: 155804



## **PROFESORA:**

Dra. Daniela Cortés Toto



01

## INTRODUCCIÓN

Una breve descripción del problema de investigación

02

## METODOLOGÍA

Los métodos usados para el análisis

03

## RESULTADOS

Al final de todo ¿a qué llegamos?

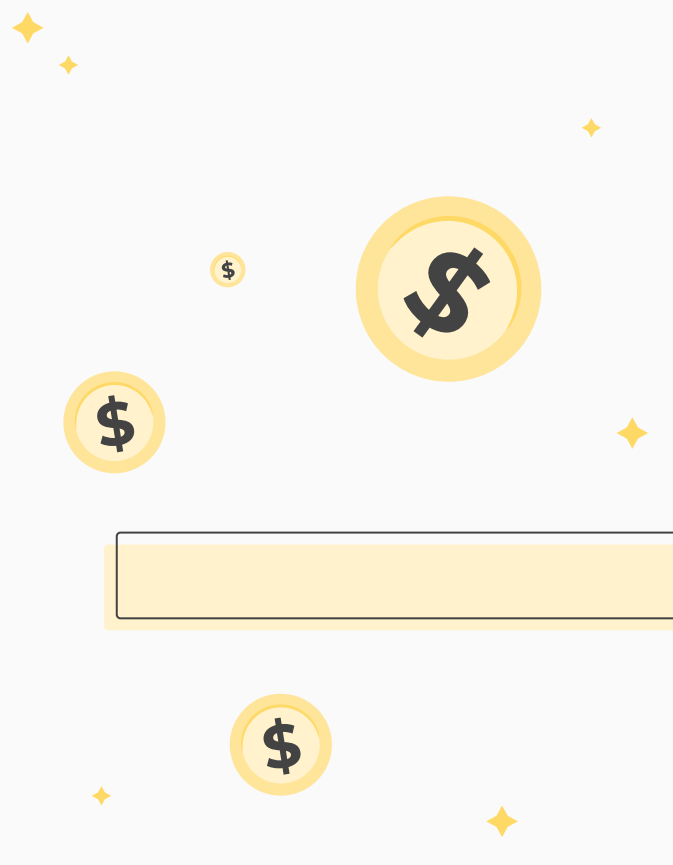
04

## CONCLUSIONES

Reflexiones finales

# 01. INTRODUCCIÓN





“Cada día, creamos 25 quintillones de bytes de información”

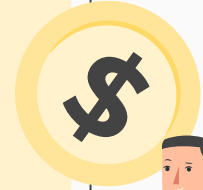
—IBM

Uno de los grandes retos de empresas, productores, distribuidores y es utilizar dicha información a su favor.

Una de las maneras en las que pueden hacerlo es a través de pronósticos, pues estos son de gran utilidad en la toma de decisiones, sirven para anticiparse a posibles situaciones de estrés y ayudan a realizar ajustes en las actividades de una empresa.

## EN ESTE PROYECTO

proponemos modelos ARIMA, una poderosa herramienta de pronóstico de series de tiempo, con el propósito de encontrar un modelo adecuado para pronosticar los precios de gas natural en Estados Unidos. Además, una vez encontrado este modelo, se realizará la predicción de los precios en los siguientes doce meses, de abril de 2020 a marzo de 2021.



## ANTECEDENTES

**2016**

**HOSSEINIPOOR, SAEID**

Utilizó ecuaciones diferenciales estocásticas, redes neuronales autorregresivas y series de tiempo para realizar un pronóstico sobre los precios de gas natural en E.E.U.U para pronosticar los precios de 2017.

**02**

**XU, FENG ET AL**

Utilizaron suavizamiento exponencial, análisis relacional de Grey, RNs, SVMs y modelos ARIMA para predecir los precios de gasolina en China en 2018 y 2019, los cuales tendrían un comportamiento similar a aquellos que presenta el gas natural.



## 02. METODOLOGÍA



# METODOLOGÍA DE BOX-JENKINS

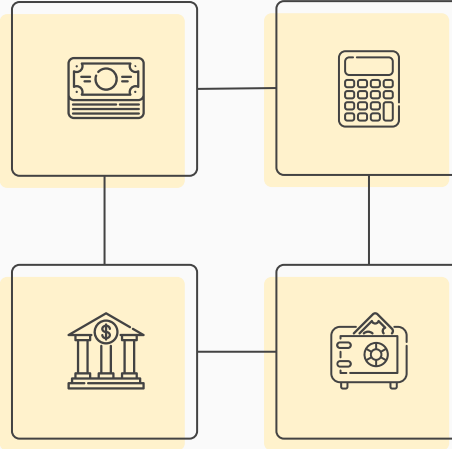
A continuación se describe de manera breve la metodología de Box-Jenkins para el análisis de series de tiempo

## IDENTIFICACIÓN 01

De un modelo que pueda describir el comportamiento de la serie

## USO DEL MODELO 04

Para realizar pronósticos, en caso de que este sea adecuado



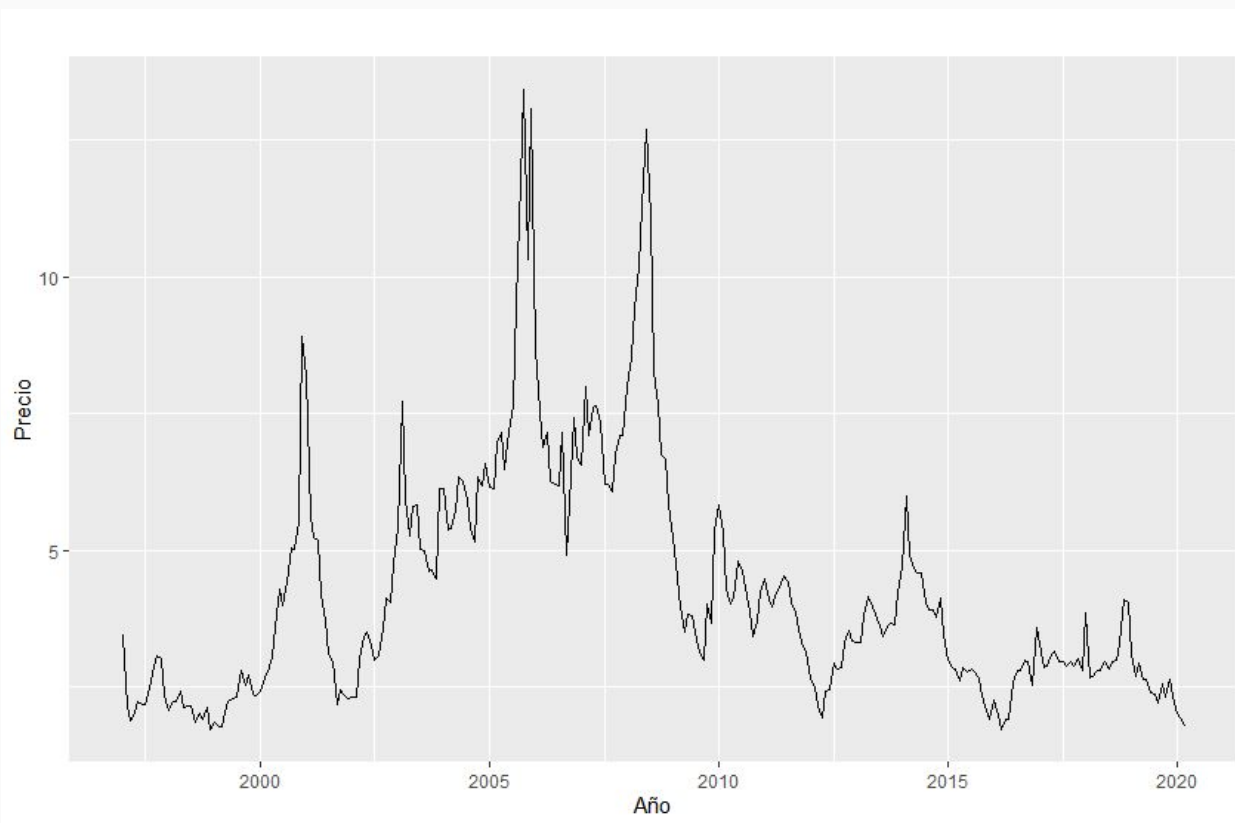
## ESTIMACIÓN 02

De los parámetros del modelo identificado en el paso 1

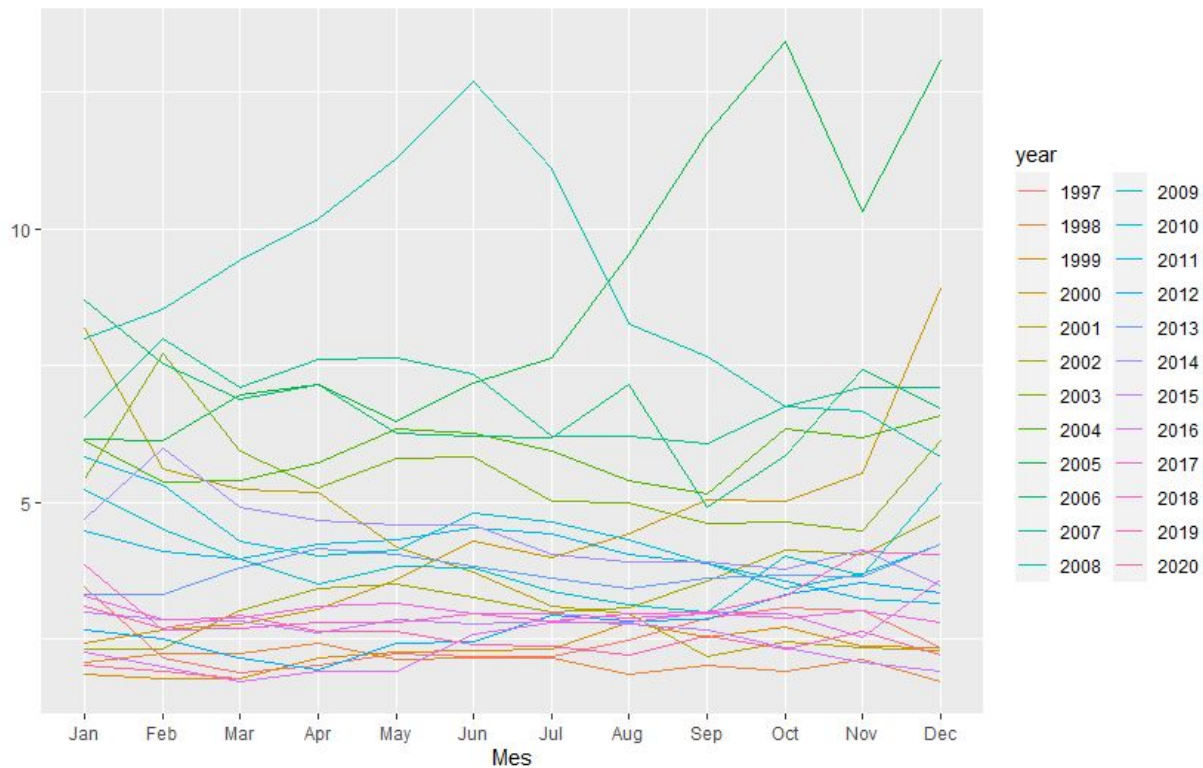
## VERIFICACIÓN 03

De los supuestos que deben cumplir los residuales y los parámetros del modelo

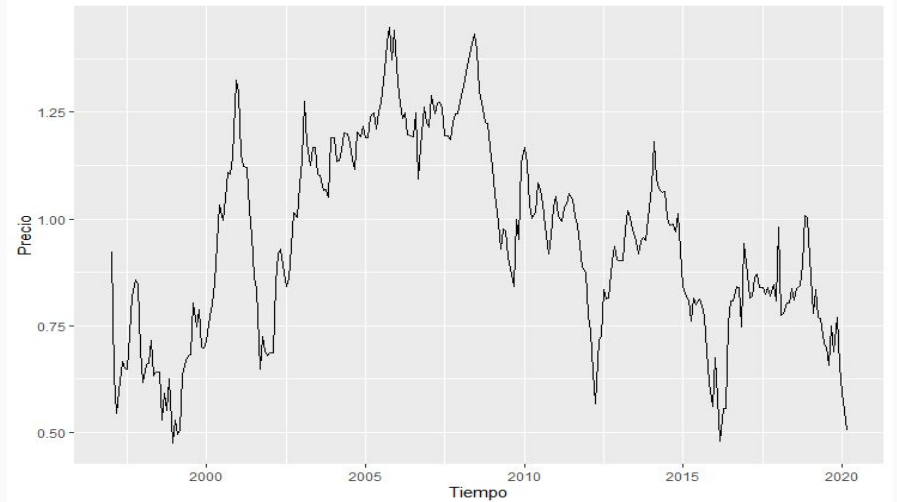
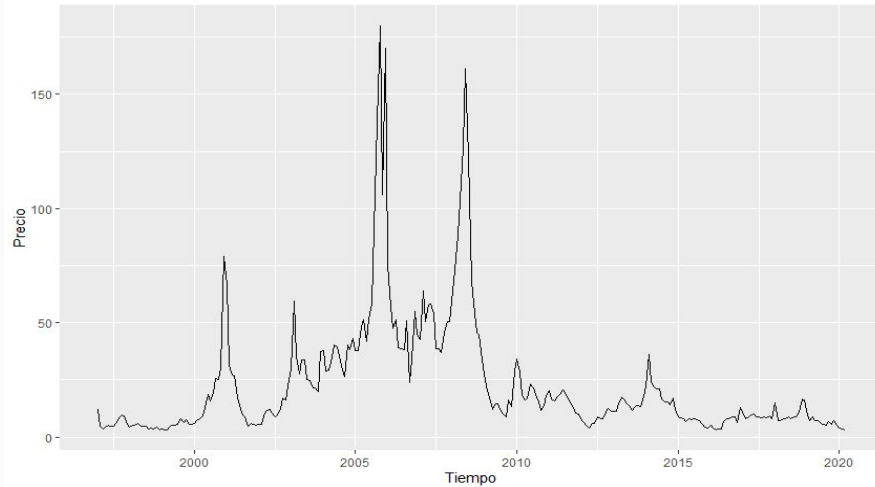
**DATOS**



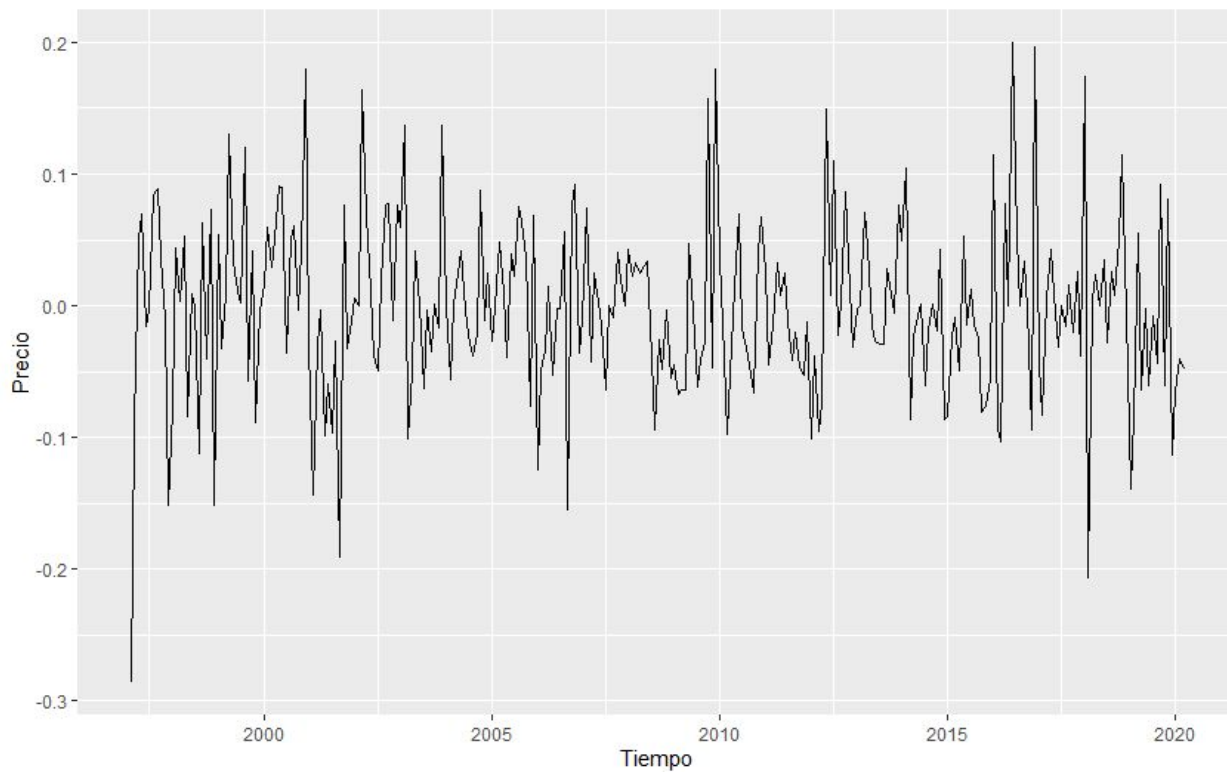
## GRÁFICO PARA IDENTIFICAR COMPORTAMIENTO ESTACIONAL



## TRANSFORMACIONES ESTABILIZADORAS DE VARIANZA



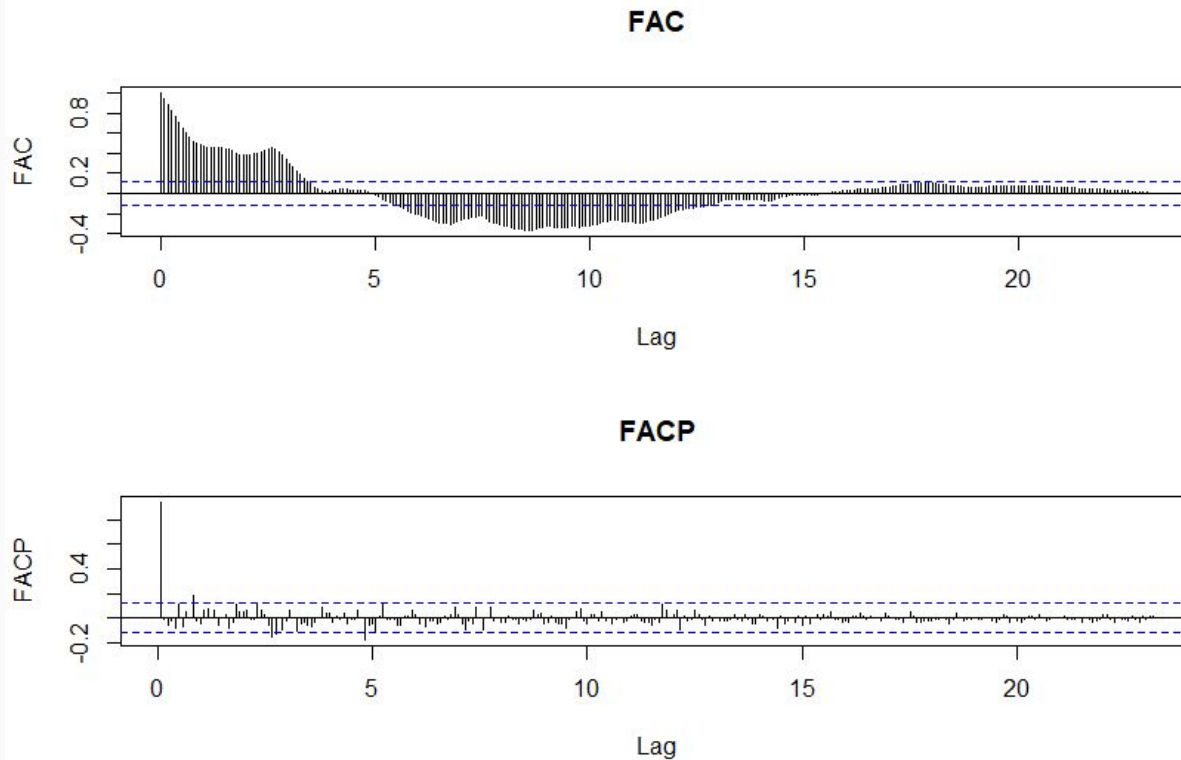
## ESTABILIZACIÓN DE NIVEL



Ahora analizaremos la FAC y FACP de la serie para identificar algún comportamiento característico de algún modelo

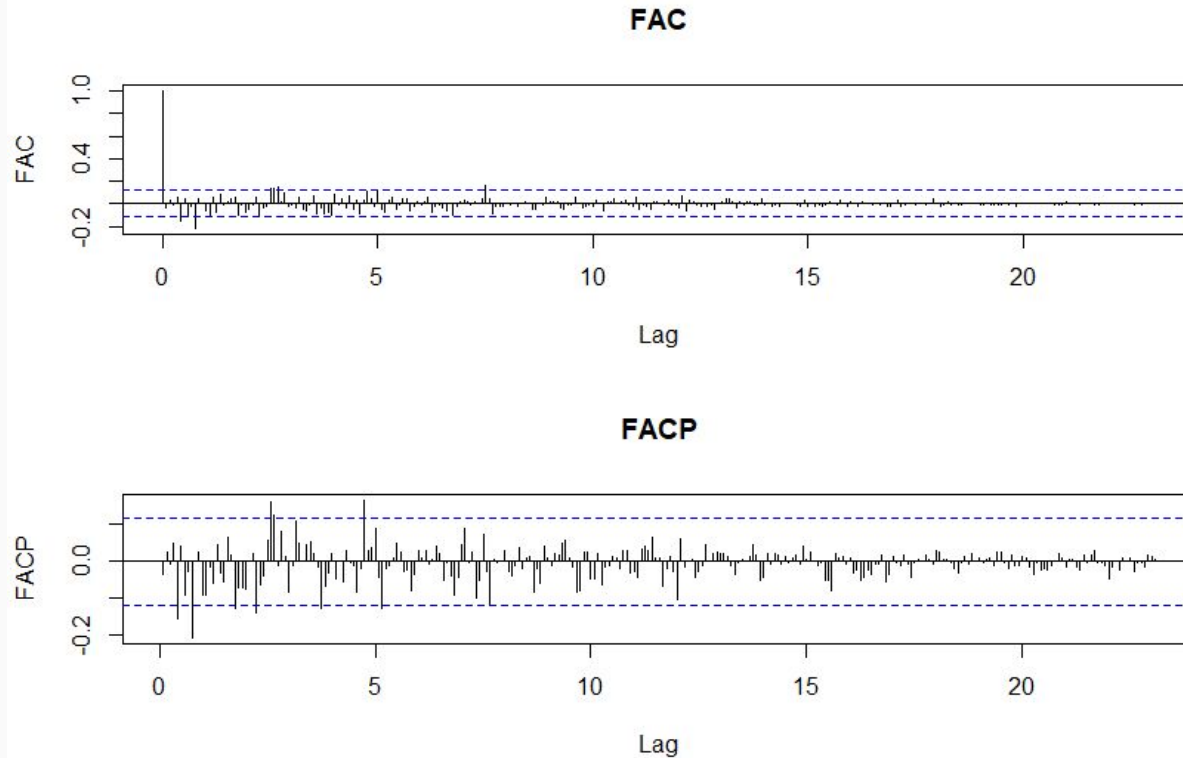


## FAC Y FACP: SERIE ORIGINAL

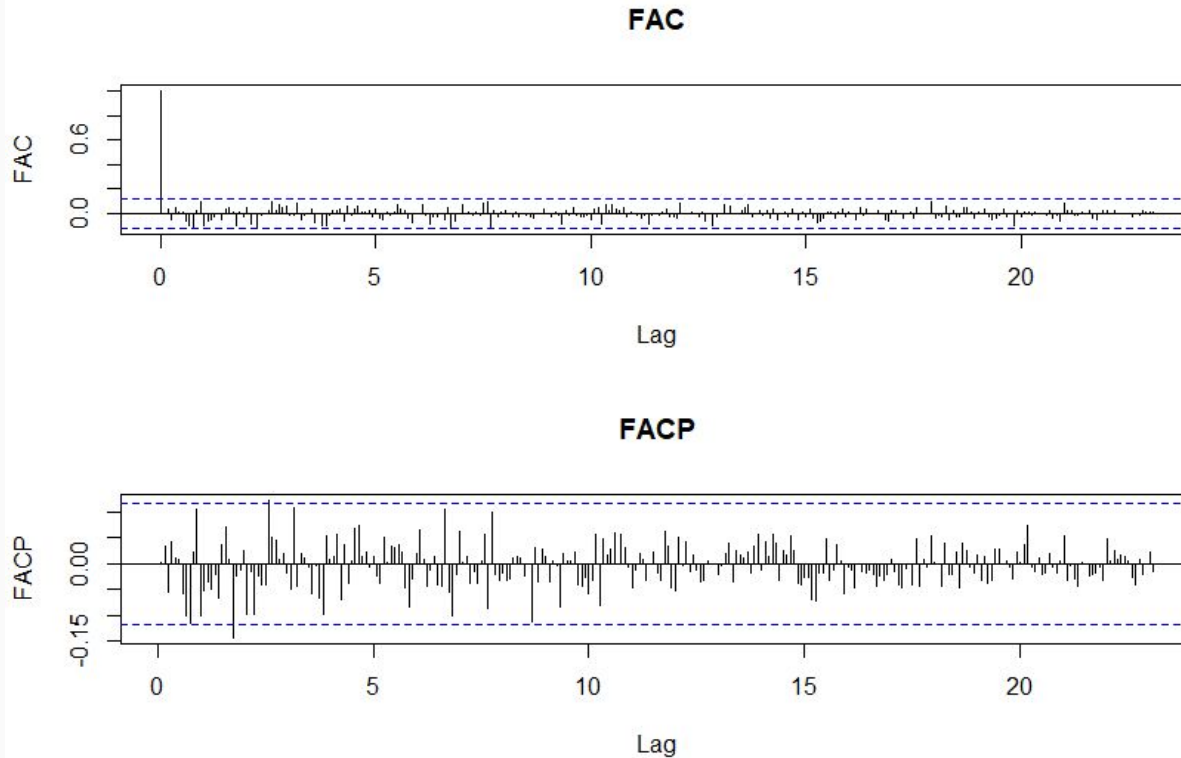




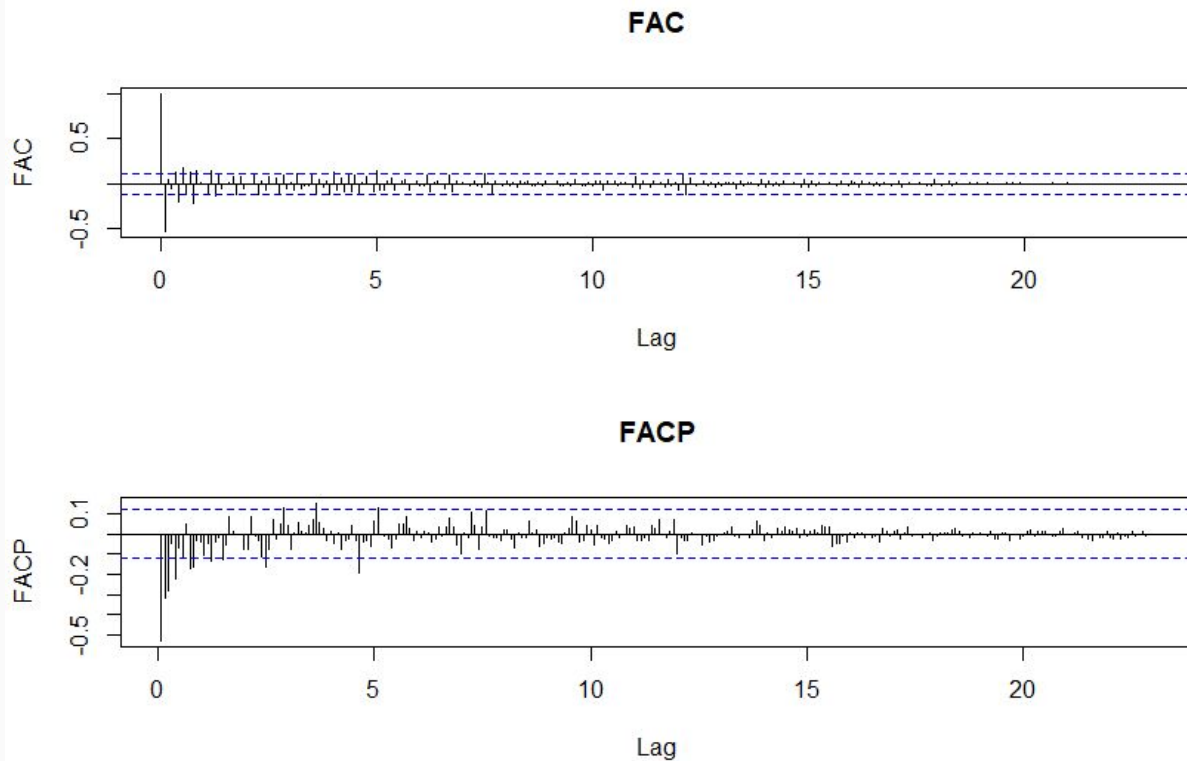
## FAC Y FACP: SERIE CON PRIMERA DIFERENCIA



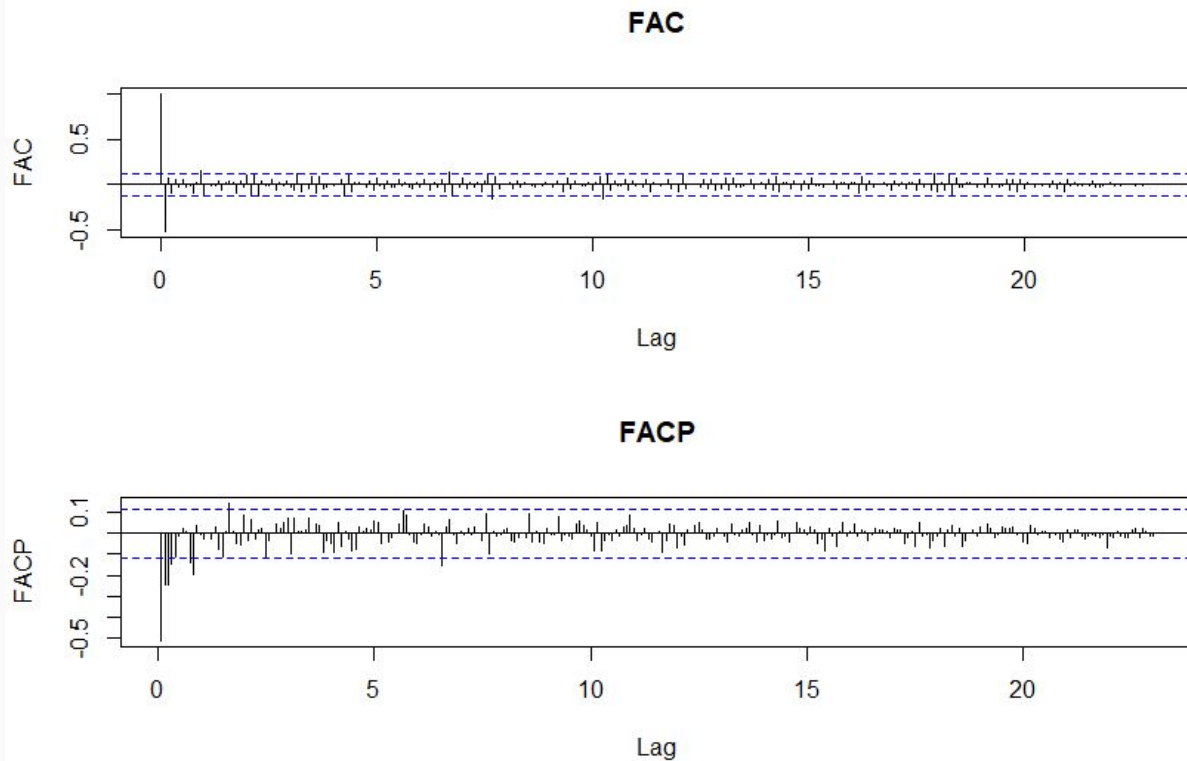
## FAC Y FACP: SERIE CON BOX-COX Y PRIMERA DIFERENCIA



## FAC Y FACP: SERIE CON SEGUNDA DIFERENCIA



## FAC Y FACP: SERIE CON BOX-COX Y SEGUNDA DIFERENCIA

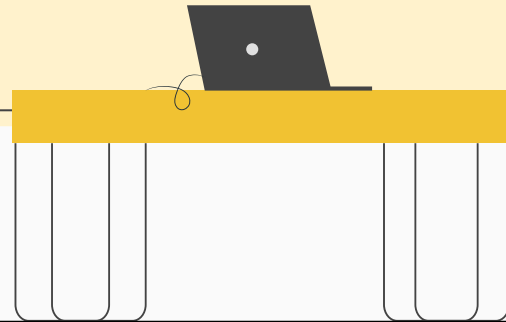
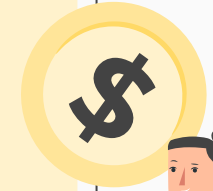


Además de los modelos propuestos, analizamos el  
estudiado por Saeid Hosseinipoor en 2016, un  
 $ARIMA(5,1,9)$



# MODELOS PROPUESTOS

ARIMA(0,1,0)    ARIMA(5,1,9)    ARIMA(0,2,1)



# SUPUESTOS

de la metodología de Box-Jenkins

## 01 MEDIA CERO

Media no  
significativamente distinta  
de cero

## 03 INDEPENDENCIA

Independencia entre  
residuales

## 02 VARIANZA CONSTANTE

De los residuales, a través  
del tiempo

## 04 DISTRIBUCIÓN NORMAL

Simetría en la distribución  
de los residuales





## 05 SIN OBSERVACIONES ABERRANTES

Sin observaciones fuera del intervalo de tres desviaciones estándar

## 06 PARSIMONÍA

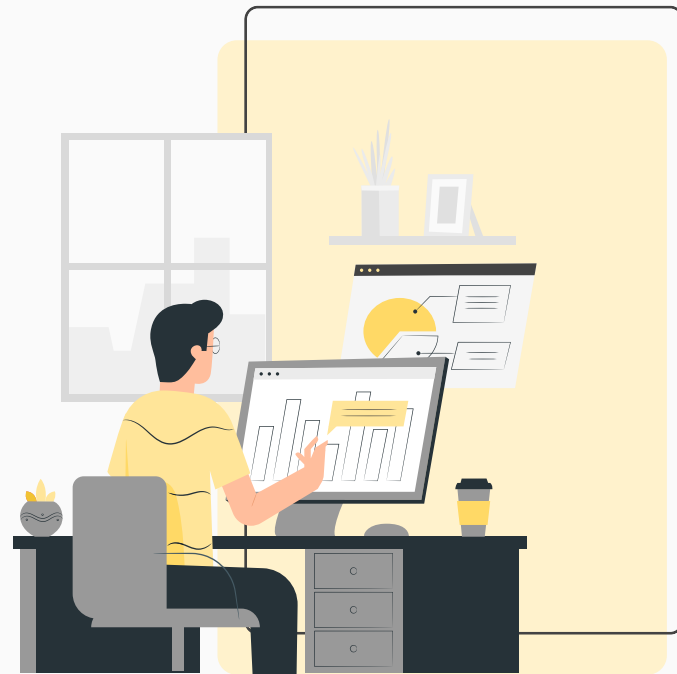
Todos los parámetros son importantes

## 07 ADMISIBILIDAD

Los parámetros están en las regiones admisibles

## 08 ESTABILIDAD

No existen correlaciones fuertes entre parámetros



## LOS RESIDUALES TIENEN MEDIA CERO



Se construye el cociente para cada modelo y si este es menor a 2 en valor absoluto, la media no es significativamente distinta de 0

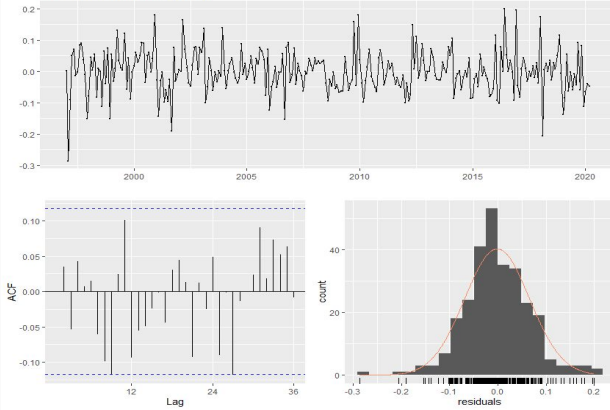
$$\left| \frac{\sqrt{N-d-pm}(\hat{a})}{\hat{\sigma}_a} \right| < 2$$

ARIMA(0,1,0)	ARIMA(5,1,9)	ARIMA(0,2,1)
0.3715048	0.4490245	0.5763247

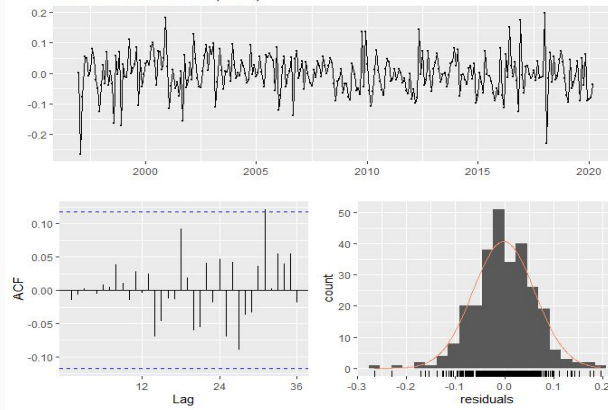
## LOS RESIDUALES TIENEN VARIANZA CONSTANTE



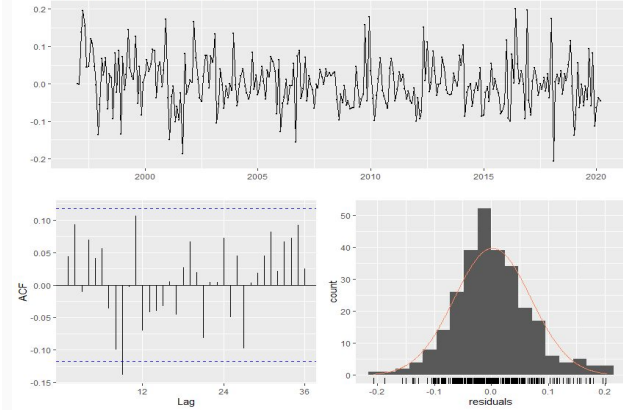
Residuals from ARIMA(0,1,0)



Residuals from ARIMA(5,1,9)



Residuals from ARIMA(0,2,1)



## LOS RESIDUALES SON INDEPENDIENTES



Se aplicó la prueba de Ljung-Box para verificar la hipótesis nula de independencia

ARIMA(0,1,0)	ARIMA(5,1,9)	ARIMA(0,2,1)
0.4454	1	0.1452

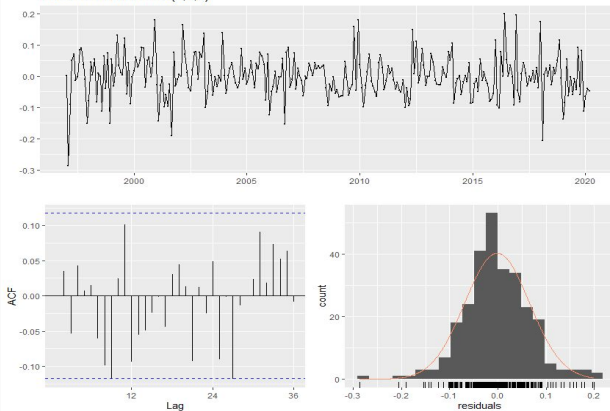
Con estos valores p, no rechazamos el supuesto de independencia

# LOS RESIDUALES SE DISTRIBUYEN NORMAL

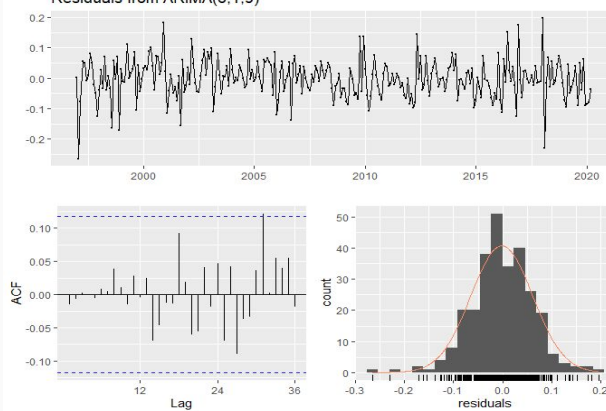


	ARIMA(0,1,0)	ARIMA(5,1,9)	ARIMA(0,2,1)
$\hat{\sigma}_a$	0.06731234	0.06301909	0.06727079
$n$	18	14	20
%	$\sim 6,4516\%$	$\sim 5,0179\%$	$\sim 7,1684\%$

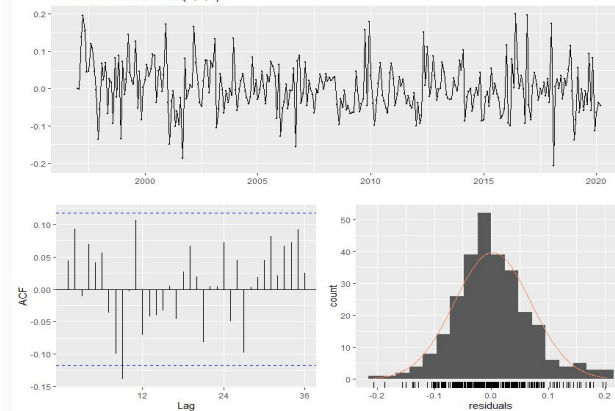
Residuals from ARIMA(0,1,0)



Residuals from ARIMA(5,1,9)



Residuals from ARIMA(0,2,1)



## NO OBSERVACIONES ABERRANTES



Se busca un bajo porcentaje fuera del intervalo  $[-3\sigma, 3\sigma]$

	ARIMA(0,1,0)	ARIMA(5,1,9)	ARIMA(0,2,1)
$\sigma$	0.06731	0.063019	0.067270
n	2	3	1
%	~0.7168%	~1.0752%	~0.3584%

## EL MODELO ES PARSIMONIOSO



Se buscan intervalos de confianza que no incluyan al 0.

ARIMA(0,2,1)	
$\theta_1$	[-1.013,-0.9868]

ARIMA(5,1,9)			
Parámetro	Intervalo	Parámetro	Intervalo
$\phi_1$	[0.006,0.521]	$\theta_3$	[-1.125,-0.337]
$\phi_2$	[-1.106,-0.726]	$\theta_4$	[0.293,0.820]
$\phi_3$	[0.293,0.976]	$\theta_5$	[-1.058,-0.391]
$\phi_4$	[-0.611,-0.249]	$\theta_6$	[-0.108,0.287]
$\phi_5$	[0.296,0.849]	$\theta_7$	[-0.364,0.038]
$\theta_1$	[-0.525,0.015]	$\theta_8$	[-0.255,0.061]
$\theta_2$	[0.802,1.212]	$\theta_9$	[-0.424,-0.049]

# ARIMA (5,1,9)

EL MODELO ES ESTABLE



Parámetros	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\varphi_3$	$\varphi_4$	$\varphi_5$	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$	$\theta_4$	$\theta_5$	$\theta_6$	$\theta_7$	$\theta_8$	$\theta_9$
$\varphi_1$	1	0	0.8	0	0.6	0	0	0	0	0	0	0.4	0	0.5
$\varphi_2$	0	1	0	0.4	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0
$\varphi_3$	0.8	0	1	0.4	0.8	0	0	0	0	0	0	0.4	0	0.6
$\varphi_4$	0	0.4	0.4	1	0.4	0	0	0	0	0	0	0.3	0.4	0
$\varphi_5$	0.6	0	0.8	0.4	1	0	0	0	0	0	0	0.3	0.4	0.6
$\theta_1$	0	0	0	0	0	1	0	0.8	0	0.4	0	0	0	0
$\theta_2$	0	0	0	0	0	0	1	0	0.6	0	0	0	0	0.3
$\theta_3$	0	0	0	0	0	0.8	0	1	0	0.8	0	0	0	0
$\theta_4$	0	0	0	0	0	0	0.6	0	1	0	0.6	0	0	0
$\theta_5$	0	0.3	0	0	0	0.4	0	0.8	0	1	0	0	0	0
$\theta_6$	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	1	0	0.6	0
$\theta_7$	0.4	0	0.4	0.3	0.3	0	0	0	0	0	0	1	0	0.7
$\theta_8$	0	0	0	0.4	0.4	0	0	0	0	0	0.6	0	1	0
$\theta_9$	0.5	0	0.6	0	0.6	0	0.3	0	0	0	0	0.7	0	1

Se busca una baja correlación en pares de los parámetros



## 03. RESULTADOS



## EVALUACIÓN DE SUPUESTOS



### SUPUESTOS

ARIMA (0,1,0)

ARIMA (5,1,9)

ARIMA (0,2,1)

1



2



3



4



5



6



7

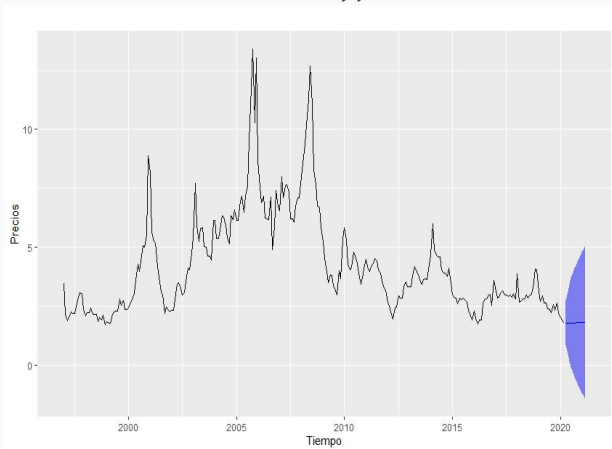


8

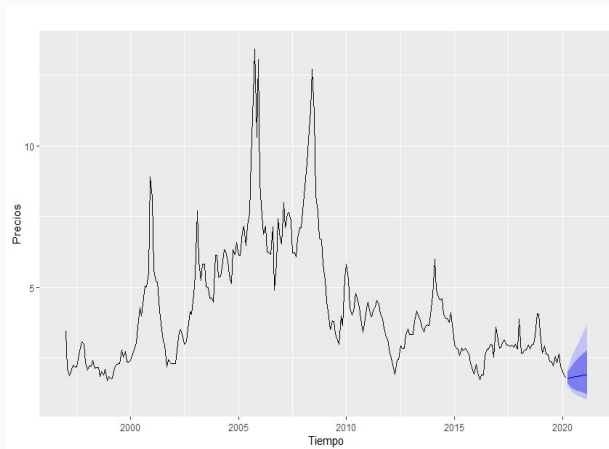


# PRONÓSTICOS

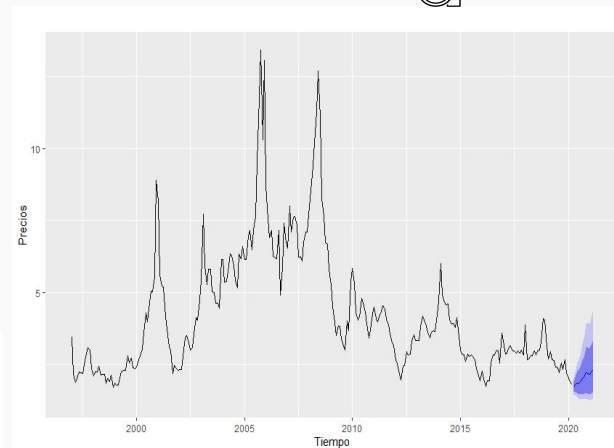
**ARIMA (0,1,0)**



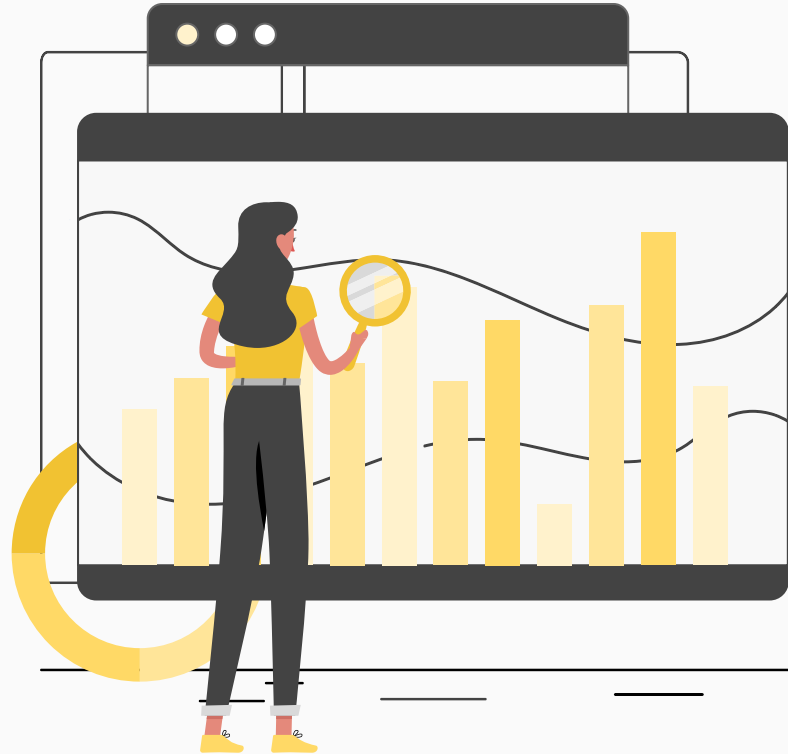
**ARIMA (0,2,1)** 



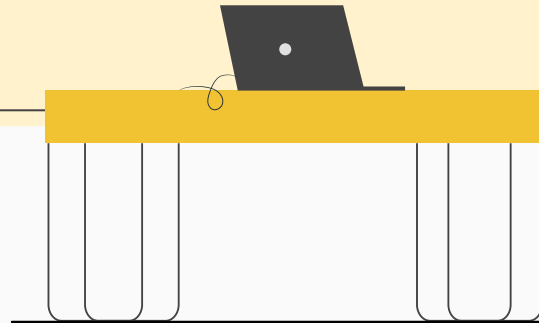
**ARIMA (5,1,9)** 



## 04. CONCLUSIONES



- El mejor es el modelo  $ARIMA(0,1,0)$  o  $I(1)$ , ya que cumple con todos los supuestos.
- El modelo  $ARIMA(0,2,1)$  también parece ser un buen modelo, pues sólo no cumple un supuesto.
- Los pronósticos con el modelo  $ARIMA(0,1,0)$  muestran una línea recta indicando que el precio del gas se mantendrá.
- Los pronósticos de una caminata aleatoria, pero esto podría no reflejar mucho la realidad de los precios a futuro.



Al realizar este análisis, comprendimos la importancia de los pronósticos en áreas de inversión y lo necesario que es hacer una verificación para corroborar que el modelo que se propone se acerque a la realidad, debido a la utilidad que se les da en la toma de decisiones y al hecho de que pueden significar grandes ganancias o grandes pérdidas para empresas, productores, distribuidores o inversionistas, tal y como se está viendo en la actualidad con la baja en los precios de petróleo crudo.



## REFERENCIAS

<b>U. S. ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION</b>	2020	Henry Hub Natural Gas SpotPrice. Información obtenida el 26 de abril de 2020 de la Administración de Información Energética (EIA), de <a href="https://www.eia.gov/dnav/ng/hist/rngwhhdM.htm">https://www.eia.gov/dnav/ng/hist/rngwhhdM.htm</a> .
<b>SAEID HOSSEINIPOO</b>	2016	"Forecasting Natural Gas Prices in the United States Using Artificial Neural Networks". Tesis doct. Mayo de 2016. doi:10.13140/RG.2.1.1284.8248.
<b>VÍCTOR M. GUERRERO</b>	2009	Análisis estadístico y pronóstico de series de tiempo económicas.
<b>FENG XU ET AL</b>	2018	"Time-Series Forecasting Models for Gasoline Prices in China". En: International Journal of Economics and Finance 10 (nov. de 2018), pág. 43. doi:10.5539/ijef.v10n12p43.