



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Estudios de Postgrado
Maestría en Artes en Estadística Aplicada

**MODELIZACIÓN ESTADÍSTICA EN LA VALIDACIÓN DE LA LEY DE OKUN PARA LA
ECONOMÍA GUATEMALTECA: RELACIÓN MARGINAL DE LA TASA DE DESEMPLEO CON
BASE AL CRECIMIENTO ECONÓMICO**

Lic. Luis Roberto López Raxón

Asesorado por la M.A. Hasell Carolina Morales Arana

Guatemala, enero de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MODELIZACIÓN ESTADÍSTICA EN LA VALIDACIÓN DE LA LEY DE OKUN PARA LA
ECONOMÍA GUATEMALTECA: RELACIÓN MARGINAL DE LA TASA DE DESEMPLEO CON
BASE AL CRECIMIENTO ECONÓMICO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

LIC. LUIS ROBERTO LÓPEZ RAXÓN

ASESORADO POR LA MTRA. HASELL CAROLINA MORALES ARANA

AL CONFERIRSELE EL TÍTULO DE

MAESTRO EN ESTADÍSTICA APLICADA

GUATEMALA, ENERO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
DIRECTOR	Mtro. Edgar Darío Alvarez Coti
EXAMINADOR	Mtro. Edwin Adalberto Bracamonte Orozco
EXAMINADOR	Mtro. William Eduardo Fagiani Cruz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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:

MODELIZACIÓN ESTADÍSTICA EN LA VALIDACIÓN DE LA LEY DE OKUN PARA LA ECONOMÍA GUATEMALTECA: RELACIÓN MARGINAL DE LA TASA DE DESEMPLEO CON BASE AL CRECIMIENTO ECONÓMICO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 8 de febrero de 2021.

Lic. Luis Roberto López Raxón

Facultad de Ingeniería

Decanato
24189101-
24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.012.2022

La Decana 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 Estudios de Posgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **MODELIZACIÓN ESTADÍSTICA EN LA VALIDACIÓN DE LA LEY DE OKUN PARA LA ECONOMÍA GUATEMALTECA: RELACIÓN MARGINAL DE LA TASA DE DESEMPLEO CON BASE AL CRECIMIENTO ECONÓMICO**, presentado por: **Luis Roberto López Raxón**, que pertenece al programa de Maestría en artes en Estadística aplicada, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



ing. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana

Guatemala, enero de 2022

AACE/gaoc



Guatemala, enero de 2022

LNG.EEP.OI.012.2022

En mi calidad de Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor, verificar la aprobación del Coordinador de Maestría y la aprobación del Área de Lingüística al trabajo de graduación titulado:

“MODELIZACIÓN ESTADÍSTICA EN LA VALIDACIÓN DE LA LEY DE OKUN PARA LA ECONOMÍA GUATEMALTECA: RELACIÓN MARGINAL DE LA TASA DE DESEMPLEO CON BASE AL CRECIMIENTO ECONÓMICO”

presentado por **Luis Roberto López Raxón**, correspondiente al programa de **Maestría en artes en Estadística aplicada**; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Mtro. Ing. Edgar Danilo Alvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería



Guatemala, 29 de julio de 2021.

Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí.
Director de la Escuela de Estudios de Postgrado.
Facultad de Ingeniería
USAC.
Presente.

Estimado Maestro Álvarez Cotí:

De la manera más atenta me dirijo a usted, para hacer de su conocimiento que el estudiante de la Maestría en Estadística Aplicada, **Luis Roberto López Raxón** quien se identifica con registro académico número **200114544** y código único de identificación CUI **2536 53371 0101**, me presentó el protocolo de su trabajo de graduación titulado **MODELIZACIÓN ESTADÍSTICA EN LA VALIDACIÓN DE LA LEY DE OKUN PARA LA ECONOMÍA GUATEMALTECA: RELACIÓN MARGINAL DE LA TASA DE DESEMPLEO CON BASE AL CRECIMIENTO ECONÓMICO**

Luego de revisar el protocolo el cual fue aprobado por el Mtro. William Eduardo Fagiani Cruz y que el estudiante **López Raxón**, ha realizado las correcciones solicitadas por el suscrito, le doy mi aprobación, solicitándole le sea elaborada la carta de aprobación correspondiente.

Sin otro particular, me suscribo.

Atentamente,



Edwin Adalberto Bracamonte Orozco
Coordinador
Maestría en Estadística Aplicada

Guatemala, 30 de julio de 2021

M.A. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí

Director

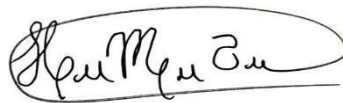
Escuela de Estudios de Postgrado

Presente

Estimado M.A. Ing. Álvarez Cotí

Por este medio informo a usted, que he revisado y aprobado el Trabajo de Graduación y el Artículo Científico: **“MODELIZACIÓN ESTADÍSTICA EN LA VALIDACIÓN DE LA LEY DE OKUN PARA LA ECONOMÍA GUATEMALTECA: RELACIÓN MARGINAL DE LA TASA DE DESEMPLEO CON BASE AL CRECIMIENTO ECONÓMICO”** del estudiante **Luis Roberto López Raxón** del programa de Maestría en **Estadística Aplicada**, identificado con número de carné: **200114544**.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.



Hasell Carolina Morales Arana
Economista
Colegiada 27663

M.A. Licda. Hasell Carolina Morales Arana

Colegiado No. 27663

Asesor de Tesis

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme todo lo necesario para seguir creciendo en el ámbito académico.
- Mis padres** Carlos Rufino López y María Raquel Raxón de López por inculcar en mí, los valores necesarios para seguir creciendo como persona.
- Mi esposa** Mónica Ivett Herrera Gómez, por ser el apoyo incondicional y quien me alentó a seguir adelante aún en los momentos difíciles, este logro es tuyo también.
- Mis hijos** Elián Roberto y Renata Isabel López Herrera, porque sé que su sacrificio en la espera del tiempo invertido en mi crecimiento profesional ha sido el mejor apoyo brindado.
- Mis hermanos** Por su apoyo incondicional.
- Mis amigos** Porque no tengo la menor duda que es una alegría compartida.

AGRADECIMIENTO A:

**Universidad de
San Carlos de
Guatemala**

Por ser la casa de estudios que me ha formado profesionalmente por muchos años.

Facultad de Ingeniería

Por ser una importante influencia en mi formación académica.

**Mis amigos de la
maestría**

Por todo el conocimiento y el apoyo que me brindaron en todo el transcurso de la carrera.

A mi asesora

Hasell Carolina Morales Arana, por el apoyo brindado en todo momento.

Al maestro

Ingeniero William Fagiani, por su apoyo en todo momento

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	III
LISTA DE SÍMBOLOS	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN.....	IX
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XI
OBJETIVOS.....	XV
RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XXIII
1. MARCO REFERENCIAL.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 Modelo de regresión lineal.....	7
2.1.1 Modelización Estadística	8
2.1.2 Paradigmas de la modelización	10
2.1.3 Series temporales.....	12
2.1.4 Correlación	13
2.1.4.1 Significancia del nivel de correlación .	13
2.1.5 Inferencia estadística.....	14
2.1.6 Regresión lineal simple (MCO)	14
2.1.7 Función lineal.....	15
2.1.8 Coeficiente de determinación R cuadrado	16
2.1.9 Transformaciones por anamorfosis	16
2.2 Ley de Okun	17
2.2.1 Postulados de la Ley de Okun.....	18

2.2.2	Ley de Okun en otros países.....	19
2.3	Producto Interno Bruto de Guatemala.....	20
2.3.1	Sistema de Cuentas Nacionales (SCN)	20
2.3.2	Aspectos conceptuales y metodológicos.....	21
2.4	Mercado laboral de Guatemala	23
2.4.1	Tasa de desempleo.....	23
2.4.2	Encuesta Nacional de Empleo e Ingresos (ENEI) ...	24
3.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	27
3.1	Análisis descriptivo de la variable crecimiento económico	29
3.2	Análisis de series temporales.....	32
3.3	Análisis descriptivo de la variable tasa de desempleo	38
3.4	Análisis de Series temporales	42
3.5	Análisis de correlación	47
4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	53
4.1	Análisis Interno.....	53
4.1.1	Análisis estadístico de las variables	53
4.1.2	Ajuste del modelo de regresión lineal simple	55
4.2	Análisis externo.....	55
	CONCLUSIONES.....	57
	RECOMENDACIONES	59
	REFERENCIAS	61
	APÉNDICE	65

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ley de Okun hipotética para Guatemala	XX
2.	Proceso de modelización	10
3.	Relación entre el PIB real y la tasa de desempleo, España	20
4.	Estructura del mercado laboral de Guatemala	23
5.	Normalidad crecimiento económico de Guatemala	31
6.	Tasas de variación del PIB de Guatemala Período 1999 - 2019.....	31
7.	Serie de tiempo del comportamiento anual del crecimiento económico período 1999 - 2019	32
8.	Comportamiento de los residuos.....	34
9.	Comportamiento de autocorrelación parcial de los residuos.....	35
10.	Transformación de la variable original.....	35
11.	Serie estacionaria del crecimiento económico Período 1999 - 2019.....	36
12.	Comportamiento de normalidad de la variable tasa de desempleo de Guatemala.....	41
13.	Comportamiento de la tasa de variación de la tasa de desempleo de Guatemala Período 1999 - 2019	42
14.	Serie de tiempo del comportamiento anual de la tasa de desempleo período 1999 - 2019	43
15.	Comportamiento de los residuos.....	45
16.	Comportamiento de autocorrelación parcial de los residuos.....	45
17.	Presentación del modelo que mejor se ajusta a la serie temporal período 1999 - 2019.....	46
18.	Comportamiento de ambas variables.....	47
19.	Modelo lineal	48

20.	Modelo lineal 2.....	49
21.	Modelo de regresión lineal.....	51
22.	Modelo de Okun aplicado a la Economía Guatemalteca	51

TABLAS

I.	Variables del estudio	XVIII
II.	Porcentaje de variación del PIB por el origen de la producción Período 1999 – 2019	28
III.	Análisis descriptivo de la variable crecimiento económico	29
IV.	Prueba de normalidad de la serie (Shapiro-Wilks)	30
V.	Prueba de normalidad de la serie (Kolmogorov-Smirnov) para una muestra.....	30
VI.	Prueba de aleatoriedad de la serie original y la serie transformada ...	33
VII.	Prueba de Raíz Unitaria (Dickey Fuller) para determinar estacionalidad en la serie	34
VIII.	Resultado del modelo	36
IX.	Porcentaje de población desempleada de Guatemala Período 1999 – 2019	37
X.	Análisis descriptivo de la variable tasa de desempleo.....	39
XI.	Prueba de normalidad de la serie (Shapiro-Wilks)	40
XII.	Prueba de normalidad de la serie (Kolmogorov-Smirnov) para una muestra.....	40
XIII.	Prueba de aleatoriedad de la serie original y la serie transformada ...	43
XIV.	Prueba de raíz unitaria (Dickey Fuller) para determinar estacionalidad en la serie	44
XV.	Resultado del modelo	46

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
β	Beta.
r^2	Coeficiente de determinación
Y	Crecimiento Económico
\underline{Yt}	Crecimiento natural de la productividad
s	Desviación estándar muestral
H_a	Hipótesis alterna
H_o	Hipótesis nula
\underline{X}	Media aritmética
σ	Sigma desviación estándar para una pobla
n	Tamaño de la población
U	Tasa de desempleo
x	Valor de estimación del modelo
p	Valor de significancia
Y_t	Variable respuesta al modelo de regresión
σ^2	Varianza

GLOSARIO

Ciclo	Fluctuaciones que forman un patrón que tiende a repetirse.
Desempleo	Persona que se encuentra en condiciones de trabajar, pero no se encuentra empleada.
<i>Dickey-Fuller</i>	Prueba de raíz unitaria
Excel	Hojas de cálculo que forman parte de un de Microsoft Office.
INFOSTAR	Paquete de software estadístico.
JAMOVI	Paquete de software estadístico.
PIB	Producto Interno Bruto.
SPSS	Paquete de software estadístico.
Tendencia	Significado de un comportamiento que puede ser hacia arriba o para abajo.
Variación	Describe la relación de un valor pasado con un valor presente.

RESUMEN

El propósito de la investigación fue aplicar la teoría económica denominada Ley de Okun para la economía guatemalteca, a través de un modelo de regresión lineal simple y con ello lograr identificar si dicha ley cumple el comportamiento esperado en función de la información que presentan las entidades rectoras del país.

El objetivo general del estudio fue inferir a través del mejor modelo de regresión lineal el comportamiento que presenta la ley de Okun, haciendo el uso de las condiciones normales de las variables y así mismo, realizando transformaciones para una mejor adaptación a lo esperado.

Para cumplir con dicho propósito la metodología empleada consistió en realizar la modelización y caracterización de las principales variables macroeconómicas que utilizó en su momento el autor de la ley, esto a través de un modelo de regresión lineal que presenten la mejor correlación posible.

Se identificó que, al realizar una transformación en la variable del crecimiento económico, se logra establecer el comportamiento inverso que supone la comprobación de la ley de Okun. Descartando cambios en la variable de desempleo por no presentar cambios significativos en el período de estudio.

Se concluyó que al aplicar el modelo de transformación y el planteado por Okun con las variables macroeconómicas del país, se apegan al comportamiento marginal esperado, a mayor crecimiento económico menor tasa de desempleo.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- Contexto general

En los últimos años la actividad económica de Guatemala, medida a través del Producto Interno Bruto, se ha visto afectada tanto por la no generación de empleo en el sector formal de la economía, el incremento progresivo del empleo informal y el incremento en el nivel general de precios de los bienes y servicios de consumo a los que está destinada la población, medido a través del Índice de precios al consumidor (IPC).

Las encuestas realizadas por el Instituto Nacional de Estadística (INE) referentes al comportamiento del mercado laboral, especialmente al pleno empleo y los informes mensuales del comportamiento de la inflación, han manifestado en un contexto general que no representan comportamientos como los observados en las economías avanzadas o emergentes.

En ese contexto, se espera que tanto el comportamiento de la tasa de desempleo y la dinámica de la actividad económica de Guatemala, presenten una relación inversa como lo establecido en la Ley de Okun. Por lo que, bajo esa expectativa, se hace necesario establecer si dicha ley se cumple en el marco macroeconómico de Guatemala y a la vez si se toman en cuenta, en ellas, las particularidades de las economías como la guatemalteca.

- Descripción del problema

Para el caso de Guatemala que presenta variables macroeconómicas como las estudiadas en la Ley de Okun, se hace necesario aplicar el modelo de dicha ley para la economía guatemalteca, es decir, tomando en cuenta que, al aplicar un modelo estadístico de regresión lineal, ajustado al comportamiento inverso, las variables del desempleo y el crecimiento económico del país siguen una conducta inversa a lo señalado por dicha ley.

- Formulación del problema

En el siguiente apartado se planteó la pregunta central de la investigación y las preguntas auxiliares que sirvieron de guía para realizar el proceso de comprobación de la ley de Okun.

- Pregunta central

¿Cuál es el comportamiento que siguen las variables macroeconómicas del desempleo y el crecimiento económico de Guatemala, para que al aplicar lo establecido por la Ley de Okun, se cumpla?

- Preguntas auxiliares

- ✓ ¿Cuál ha sido el comportamiento del Producto Interno Bruto de Guatemala por el cual ha presentado tasas de variación inferiores al cinco por ciento en los últimos veinte años?

- ✓ ¿Cuál ha sido el comportamiento de la tasa de desempleo en el mercado laboral de Guatemala en los últimos veinte años?

- ✓ ¿Cuál es el mejor modelo que se ajusta a lo establecido en la Ley de Okun para las variables macroeconómicas como el desempleo y crecimiento económico de Guatemala?

- Delimitación del problema

El problema se analizará con información histórica de la tasa de desempleo del país, principalmente de las encuestas realizadas por el INE con relación al comportamiento del mercado laboral así como también, la información del Banco Mundial y con las estadísticas del cálculo del Producto Interno Bruto a través del Sistema Nacional de Cuentas Nacionales para la determinación del crecimiento de la productividad, ambas variables en un período de veinte años para contar con una base representativa y que muestre si existe un grado de correlación inversa en el comportamiento. Los años a tomar en cuenta serán de 1999 a 2019.

OBJETIVOS

- General

Inferir a través de un modelo de regresión lineal, si el efecto del modelo teórico establecido por la Ley de Okun practicado en la economía estadounidense cumple con el comportamiento para la economía de Guatemala, proyectando cambios marginales en el comportamiento de la tasa de desempleo en relación con el crecimiento económico del país.

- Específicos

- Caracterizar el crecimiento económico de Guatemala a través de la tasa de variación interanual del Producto Interno Bruto mediante un análisis de serie temporal, para describir el comportamiento que han presentado los datos observados en el período de estudio.
- Caracterizar la tasa de desempleo anual en Guatemala mediante un análisis de serie temporal, para describir el comportamiento que han presentado los datos observados en el período de estudio.
- Estimar el efecto marginal descrito por la Ley de Okun para las variables macroeconómicas desempleo y crecimiento económico, a través de un modelo de regresión para determinar si dicha ley consideró las particularidades de las economías como la guatemalteca.

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

A continuación, se presentan las características del estudio cuantitativo, las unidades y variables de análisis que se analizaron en el desarrollo de la investigación y las fases que integra la metodología planteada

- Características del estudio

El enfoque del estudio realizado es cuantitativo, debido a que las variables que fueron utilizadas se analizaron con información estadística histórica (1999 a 2019), describiendo el comportamiento que presenta la tasa de desempleo respecto a la dinámica del crecimiento económico.

El diseño adoptado es no experimental debido a que únicamente se extrajo la información de las fuentes principales como el Banco Mundial, INE y el Banco dado que, en función de los objetivos planteados fue necesario analizar cada una de las variables en estudio para identificar comportamientos marginales.

El alcance es descriptivo y correlacional, debido a que se caracterizaron las variables de estudio siendo la tasa de desempleo y el crecimiento económico, identificando comportamientos a lo establecido por la Ley de Okun. Siendo el estudio de investigación de manera explicativo y descriptivo.

- Unidades de análisis

La población en estudio será principalmente la población desempleada guatemalteca y la cantidad de bienes y servicios registrados a través del Producto Interno Bruto, esta última se encuentra dividida en actividades económicas medidas por medio del origen de la producción y el gasto. Para ambas unidades

de análisis se extraerán las variaciones porcentuales que presenten a lo largo del período en estudio.

- Variables

Las principales variables que se involucran en la investigación se describen en la tabla siguiente:

Tabla I. **Variabes del estudio**

Variable	Definición teórica	Definición operativa
Producto Interno Bruto (Y)	El Producto Interno Bruto (PIB) constituye la suma de todos los bienes y servicios que produce un país en un período determinado. Variable cuantitativa y cualitativa	El método de medición se realiza a través del Sistema de Cuentas Nacionales (SCN), por el origen de la producción y el gasto. Abarca todas las actividades y subactividades económicas del país y se mide a una escala numérica de razón composicional.
Tasa de Desempleo (U)	También conocida como tasa de paro, mide el nivel de desocupación en relación con la población activa. Es la determinación de la población que está en edad de trabajar, pero no cuentan con un puesto de trabajo formal. Variable cuantitativa y cualitativa.	El método de medición se realiza a través de la Encuesta Nacional de Empleo e Ingreso EN, la cual constituye la evolución y composición del comportamiento del mercado laboral del país. Se expresa en porcentajes, por tanto, corresponde a una escala numérica de razón composicional

Fuente: elaboración propia.

- Fases del estudio

A continuación, se presentan las fases del proceso del estudio de investigación:

- Fase 1: Revisión de literatura.
 - ✓ Fundamentos sobre la Ley de Okun y macroeconomía:

Se realizó la investigación de información documental en las diferentes encuestas realizadas por el Instituto Nacional de Estadística (INE) respecto al mercado laboral y condiciones de vida de la población guatemalteca. En cuanto al crecimiento económico, el Banco de Guatemala a través del Sistema de Cuentas Nacionales (SCN), determinó a nivel cuantitativo el monto de la producción nacional y por ende la variación interanual.

- ✓ Fundamentos Estadístico:

Se realizó la revisión literaria sobre los conceptos y aplicaciones de regresión lineal simple y características principales de la modelación de series de tiempo. Identificando los componentes principales que describen el comportamiento de las variables en estudio.

- Fase 2: Recolección de la información

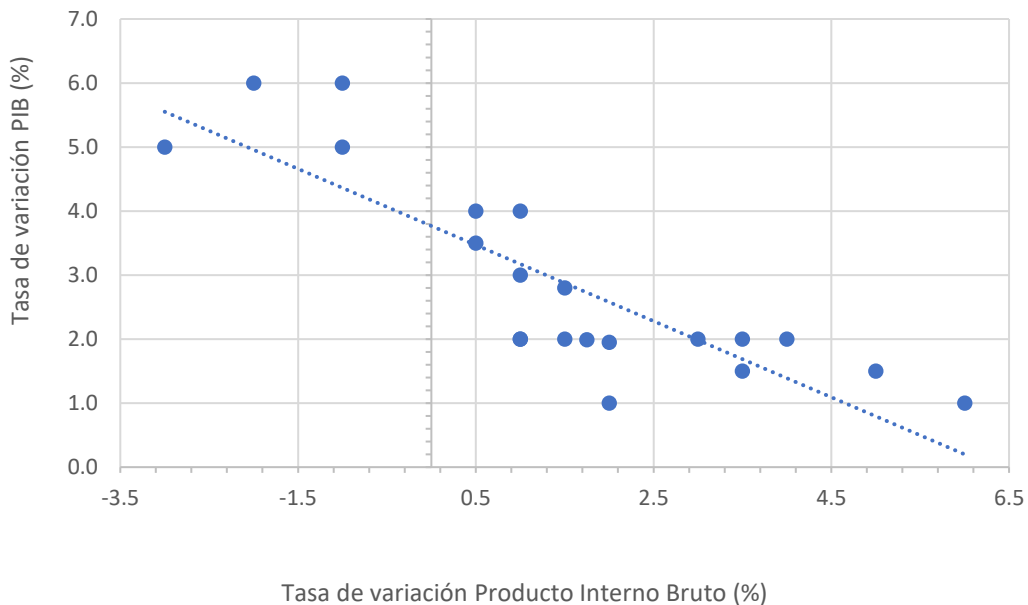
Se realizó la conformación de la información estadística de las variables en estudio, desde 1999 a 2019, de la tasa de desempleo de la población guatemalteca y la tasa de variación del producto interno bruto de Guatemala.

- Fase 3: Análisis de la información

Se analizó la información obtenida de las diferentes encuestas del INE y de otras fuentes que se relacionan con el mercado laboral (Ministerio de Trabajo de Guatemala) para determinar la consistencia en la información. Así mismo se analizará las variaciones del producto interno bruto de Guatemala para determinar el grado de consistencia de esta.

En la siguiente gráfica, se ejemplifica el comportamiento que deberían marcar las variables, para que se cumpla lo establecido por dicha ley. Bajo el supuesto que, a mayor crecimiento económico, menor será la tasa de desempleo.

Figura 1. **Ley de Okun hipotética para Guatemala**



Fuente: elaboración propia.

- Fase 4: Interpretación de información.

Se correlacionaron las series históricas de los datos estadísticos de las variables en estudio a través de un modelo de regresión, evaluación de ajustes, transformaciones y análisis de residuos. Con esto se determinará el grado de correlación existente y de tal manera comprobar si existe la relación inversa como lo indica la ley de Okun.

- Fase 5: Análisis de los resultados.

Con base a los resultados obtenidos, se realizó la interpretación de estos, obteniendo el modelo que mejor se ajuste a lo estipulado en la investigación estadísticas y con ello, dar respuesta a los objetivos planteados.

- Fase 6: Redacción de informe final.

Con los resultados obtenidos y considerando los lineamientos establecidos, se incluyeron gráficas y tablas para la presentación de los resultados.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se enmarca principalmente en la aplicación estadística del modelo de regresión simple y el análisis de series de tiempo sobre una ley macroeconómica denominada Ley de Okun, considerando el comportamiento que han presentado la economía nacional juntamente con el mercado laboral.

El problema de investigación radica en que, la actividad económica de Guatemala, medida a través del Producto Interno Bruto, en los últimos años se ha visto afectada tanto por la no generación de empleos en el sector formal e incrementos progresivos del empleo informal, lo cual conlleva al incremento en el nivel general de precios de los bienes y servicios a los cuales está destinado el consumo de la población en general.

Por ello, la investigación enmarca la aplicación de un modelo teórico de comportamiento inverso entre la tasa de desempleo y el crecimiento económico de la economía guatemalteca, dando lugar a establecer a través de la aplicación del modelo que mejor se ajuste a lo establecido por dicha ley. Por tal razón se hace necesario realizar la investigación del plano estadístico y de tal forma caracterizar las principales variables en su estado original.

La investigación empleada es con un enfoque cuantitativo, debido a que se contó con información estadística histórica y la descripción del comportamiento de la tasa de desempleo y el PIB, siendo fundamental para comprender el fenómeno del estudio. El alcance es correlacional y con diseño experimental.

Siendo las fases del estudio la revisión literaria, la recolección de información, análisis de la información e interpretación de resultados.

En el desarrollo metodológico, se analiza cada una de las variables para dar a conocer Los resultados obtenidos; existiendo ajustes y transformaciones. Para ello, fue importante caracterizar a través del análisis descriptivo de la información recabada y así también presentar el análisis de series de tiempo para conocer si las variables son estadísticamente significativas al modelo lineal.

La factibilidad del estudio de investigación se llevó a cabo con los requerimientos que estos conllevan, teniendo un asesor para brindar apoyo en relación con la revisión, supervisión en las diferentes etapas del trabajo. Se consideraron los recursos financieros, tecnológicos y de infraestructura para la elaboración de este. Cabe resaltar que existen varios softwares estadísticos que apoyaron mucho en la elaboración de los modelos y el análisis descriptivo de la información.

El informe se encuentra estructurado en cuatro capítulos los cuales se describen a continuación: En el capítulo uno se describen los antecedentes los cuales dan el sustento literario del trabajo de investigación, obteniendo de ellos referencias y técnicas para la realización y comprobación de la ley económica en estudio. En el capítulo dos se presentan los fundamentos teóricos sobre el análisis de regresión lineal y series de tiempo, así como también la descripción de las variables de estudio.

En el capítulo tres se presentan los resultados obtenidos del análisis efectuado, esto a través de análisis cuantitativo y de manera gráfica para mayor comprensión y dar respuesta a cada uno de los objetivos planteados. Y por último en el capítulo cuatro, se presenta la discusión de resultados, a través de un

análisis interno y externo de la investigación, así como también conclusiones, recomendaciones y bibliografía.

1. MARCO REFERENCIAL

El mercado laboral de Guatemala se ha caracterizado por presentar una alta concentración en los niveles de empleo informal, con tasas desiguales en la participación de género y una baja legislación para la creación de nuevas plazas de trabajo en el sector formal. Bajo ese contexto, las estadísticas que presenta el Instituto Nacional de Estadística -INE- representan un factor importante para la estimación de la tasa de desempleo y, por tanto, evaluar la incidencia que esta representa en el crecimiento económico del país.

Por su parte la Política Monetaria Cambiaria y Crediticia que adopta el Banco Central de Guatemala, es orientada, entre otros aspectos, a preservar la estabilidad en el nivel general de precios para lograr mantener compatible y sostenible el crecimiento económico y el empleo, por ende, el desarrollo de la economía nacional. En los últimos años, el Producto Interno Bruto -PIB- en términos reales a registrado tasas de crecimiento interanuales entre 2.0% a 4.0%, significando un crecimiento promedio del PIB per cápita del 0.5% a 0.7%, considerando el PIB no como una medida de bienestar de la población, sino como la medición de flujos de producción, ingresos y gastos.

Álvarez (2014) indica que la llamada ley de Okun es una observación empírica que fue propuesta por el economista Estadounidense Arthur Okun en el año de 1962, la cual señala la correlación existente entre los cambios en la tasa de desempleo y el crecimiento de una economía. En la investigación, indica que para mantener los niveles de empleo y no experimentar un aumento en la tasa de desempleo, la economía necesitaba crecer cada año aproximadamente en 2.6 % y 3.0 %, como lo indica la siguiente expresión:

$$\frac{\Delta Y}{Y} = k - c\Delta u$$

Donde Y representa el Producto Interno Bruto real o producción, ΔY es la variación del nivel de la producción, c una constante que relaciona las variables de producción y desempleo, k es el porcentaje anual de crecimiento de la producción de pleno empleo y u corresponde a la variación de la tasa de desempleo.

Palley (1993) en su artículo La Ley de Okun y el comportamiento cíclico asimétrico y cambiante de la economía estadounidense, examina la composición del ciclo económico que ha tenido dicha economía desde la década de los setenta. En el cual concluye que el ciclo se ha vuelto más asimétrico, lo cual se debe a cambios en el crecimiento del empleo, que se ha vuelto más sensible a los ciclos económicos que ha tenido la economía, especialmente al comportamiento de la oferta laboral femenina que se ve menos afectada por las recesiones.

Ibañez (2013) en un estudio realizado para el Banco de Guatemala, indica que aún existe incertidumbre entre el comportamiento de la inflación y el crecimiento económico en Guatemala, el cual cita a Okun (1971) y Friedman (1977) para especificar la relación que existe entre esas variables macroeconómicas. Indica que, así como no hay un consenso en la literatura sobre la relación entre inflación y crecimiento, también los argumentos están divididos con la relación inversión y la producción.

Daly, Fernald, Jordá y Nechio (2008) describen la relación constante entre los cambios en la producción y los cambios en el desempleo que se ha convertido en una herramienta estándar para los encargados de la formulación de políticas

monetarias y los pronosticadores. La relación estadística que descubrió se conoce como la ley de Okun. Una forma simple de esta regla general popular dice que una caída del 2.0 % en el crecimiento del PIB ajustado a la inflación en relación con la tendencia se asocia con un aumento de aproximadamente 1 punto porcentual en la tasa de desempleo.

Cualquier crecimiento inferior significaba un incremento del desempleo debido a la mejora de la productividad. La ley de Okun señala, además, que una vez mantenido el nivel de empleo como consecuencia al crecimiento del 3.0%, para conseguir disminuir el desempleo es necesario crecer dos puntos porcentuales por cada punto de desempleo que se quiera reducir.

Esta ley, es solo una observación empírica, ya que se basó en datos de los años 1950 en Estados Unidos, y además avisó que esta teoría solo es efectiva cuando la tasa de desempleo está entre el 3.0 % y 7.5 %. A pesar de eso, la regla se ha cumplido aproximadamente en la mayoría de los casos y por eso es considerada como una observación muy fiable en macroeconomía.

O'kean (2005) indica que el desplazamiento hacia la derecha de la producción nos debe sugerir, igualmente, que dicho desplazamiento puede deberse no a disminuciones de la tasa natural de desempleo (TND), sino a aumentos de la productividad del trabajo. Año tras año se producen amortizaciones de capital que incorporan equipos de más avanzada tecnología y más productivos, la organización empresarial mejora, los trabajadores tienen una formación más adecuada a las tareas que desempeñan, etc. Además, la demanda de inversión aumenta igualmente el stock de capital y la producción potencial de la economía.

Arthur Okun señaló que una economía necesitaba crecer cada año entre un 2.5 % y un 3.0 % para mantener el empleo. Crecer un 1.0 %, según su ley, es aumentar el desempleo. De nada sirve, pues, crecer un año un 6.0 % y el resto un 0.5 %. Es preferible, por tanto, una senda de crecimiento duradera próxima al 3.0 a 3.5 %, que una economía con grandes altibajos.

Ninguna economía occidental en la actualidad puede crecer en un año un 13.0 %; el sistema productivo no podría adecuarse a este impresionante tirón de la demanda, y los precios se dispararían. Creciendo en cambio un 4.0 % durante cinco años seguidos se podría reducir el desempleo al 5.0 %, pero cinco años es un periodo muy largo, y es difícil que en tanto tiempo no ocurra alguna perturbación que rompa la senda del crecimiento sostenido, como por ejemplo crisis financieras y/o económica, o como lo observado recientemente la crisis sanitaria.

En ese contexto, las políticas estructurales que mejoren el funcionamiento del mercado de trabajo y adecuen la formación de los trabajadores a las necesidades productivas y una senda continuada de crecimiento por encima del 3.0 %, son las mejores acciones para llevar a la economía al pleno empleo y tener una TND ajustada”.

Huang y Yeh (2013) En su artículo contribuyeron a la literatura empírica de la ley de Okun en tres aspectos. El primero hace referencia a la limitación de información que existe en otros estudios empleados sobre esta teoría. El segundo enmarca la posibilidad de correlación entre desempleo y producción en el corto plazo y largo plazo y, por último, mencionar que los vínculos entre el desempleo y el producto son negativos y significativos, confirmando la validez de la ley de Okun para ambos casos (corto y largo plazo).

Garavito (2000) en su artículo Ley de Okun en el Perú: 1970-2000, exploran la relación entre el empleo, el desempleo y el producto, estimando el coeficiente de Okun. También realizan el cálculo de la elasticidad empleo-producto. Ambos parámetros son utilizados para el diseño de política macroeconómica y evaluación de sus efectos sobre el empleo y el bienestar de la población.

Saavedra (1998) en su artículo presenta un análisis de los mecanismos de ajuste del mercado de trabajo entre 1986 y 1997, como un antes y después de la crisis de expectativas y crisis reales. Explica que el mercado de trabajo es capaz de absorber el aumento de la oferta de empleo en dichos períodos. Dando a conocer que los empleos en el sector público se reducen en época de crisis y el privado aumenta.

También habla del sector informal que representa más de la mitad del empleo urbano, lo cual se puede hacer una comparación con la informalidad de Guatemala, que según cifras del INE se aproximan a un 70.0 %.

León (2015) en su estudio Ley de Okun para la economía colombiana, período 1985-2009, se prueba que la relación entre la tasa de desempleo y el Producto Interno Bruto, lejos de ser una simple relación empírica, como ha sido determinada en el lenguaje científico, es realmente una ley. Puesto que, existe dependencia teórica del PIB con respecto al trabajo, aunque este es solo una causa parcial.

Andújar (2015) comenta sobre el artículo Producto, desempleo y la ley de Okun en la República Dominicana que, a través de los años, dicha ley ha sido estimada para países desarrollados, particularmente Estados Unidos (EE. UU.), con otras técnicas econométricas, arrojando resultados que indican una relación

menos fuerte entre crecimiento y desempleo. Es por ello por lo que es indudable que la Ley de Okun ha sido una de las regularidades empíricas más testeadas por la literatura económica, siendo los casos de América Latina como México, Chile, Perú y Colombia.

2. MARCO TEÓRICO

El trabajo de investigación se basa en la aplicación de un modelo de regresión lineal o el que mejor se ajuste a lo estudiado por el economista Arthur Okun, basando su teoría en los cambios que surgen en la tasa de desempleo respecto al comportamiento de la actividad económica principalmente de la economía estadounidense.

2.1 Modelo de regresión lineal

Los modelos de regresión lineal abarcan gran parte de los estudios estadísticos de carácter social, económico, etc. Es por ello, que en la práctica en donde se encuentran diversos tipos de variables, es razonable pensar qué grado de relación existe entre ellas.

Tusell (2011) indica que del modelo de regresión lineal “es de sumo interés, conociendo los valores de algunas variables, efectuar predicciones sobre los valores previsibles de otra, es decir la relación de una variable sobre otra. Para ello se presenta la siguiente ecuación

$$Y = f(X_0, X_1, X_2 \dots X_p) + e \quad (\text{Ec.01})$$

Siendo Y la variable dependiente, aleatoria que estará en función de los valores que representen $(X_0, X_1, X_2 \dots X_p)$ son consideradas como variables explicativas. Y considerando e como el error existente de la estimación”.

Navarro (2010) define los modelos de regresión lineal como “el estudio de influencia cuantitativa que sobre una variable dependiente (regresora o respuesta) denominada Y ejerce otra independiente X (regresor o estímulo). De lo que se trata extraer de grandes cantidades de datos, las características esenciales de una relación que no es evidente, ajustando a ellos una ecuación empírica que sea razonablemente precisa.

Como no se espera que estas variables hayan sido observadas bajo condiciones controladas para el análisis de regresión, existen varias pruebas que experimentan la confiabilidad de los resultados obtenidos.

Considerando una variable aleatoria Y (regresora, respuesta, o variable endógena) de la que suponemos que se genera así:

$$Y = \beta_0 X_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_{p-1} X_{p-1} + \epsilon \quad (\text{Ec.02})$$

Siendo:

$\beta_0, \dots, \beta_{p-1}$, parámetros fijos desconocidos

X_0, \dots, X_{p-1} , variables explicativas no estocásticas, regresores, cuyos valores son fijados por el experimentador. Frecuentemente X_0 toma el valor constante “uno”.

ϵ una variable aleatoria inobservable.”

2.1.1 Modelización Estadística

La modelización estadística según Mario Miguel Ojeda (2016) son modelos que han sido utilizados en las aplicaciones, para resolver problemas concretos de las diferentes áreas de estudios y constituyen la base de la formulación teórica de la inferencia de los métodos estadísticos. Considerando la modelización estadística como un área de estudio y especialización, en la que

convergen aspectos teóricos, metodológicos y computacionales de los modelos estadísticos.

Un modelo matemático, puede concebirse como un constructor mental con el que se aspira a estudiar y entender de mejor forma un fenómeno en el que subyace una relación causa efecto del tipo $X \rightarrow Y$.

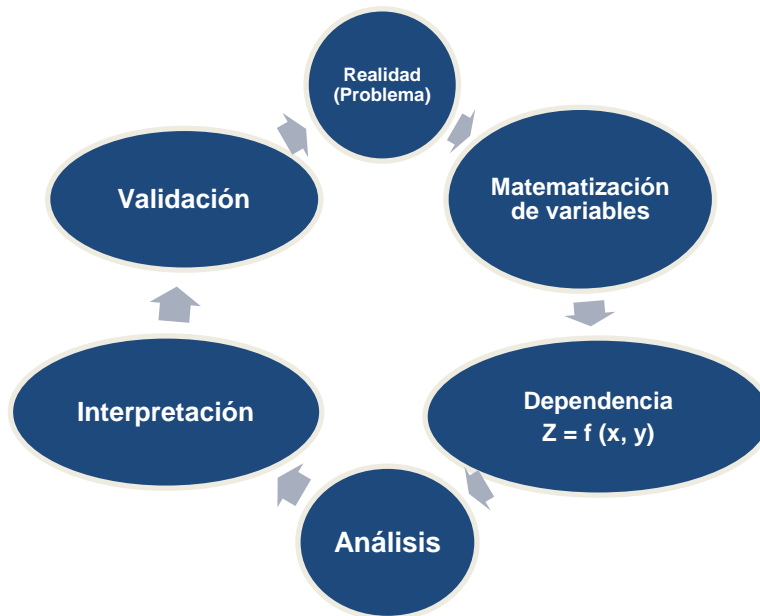
Dicho concepto es clave para definir y entender los procesos de inferencia estadística el cual es considerado como modelización estadística; planteando la medición en una variable explicativa, sobre una unidad de estudio u_i , que produce una observación $y_i = Y(u_i)$.

Esta observación se concibe en dos componentes que se denominan genéricamente la parte sistémica ($f(x)$) y la parte aleatoria (e), de tal manera se conforma el modelo estadístico como una ecuación del tipo:

$$Y_i = f(x_i) + e_i \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (\text{Ec. 03})$$

Donde las observaciones sobre un colectivo de estudio (u_1, u_i, \dots, u_n) , explican la respuesta a partir de las condiciones x_i , que son a las que sometió a las que se asocia u_i al momento de la medición.

Figura 2. **Proceso de modelización**



Fuente: elaboración propia.

2.1.2 Paradigmas de la modelización

Los paradigmas de la modelización se describen como una herramienta importante para definir la funcionalidad del proceso de investigación. Con base a ello, a continuación se definen los métodos más importantes de la investigación científica.

- **Método deductivo**

Cervera (2014) define el método deductivo como “la determinación de las características o enunciados de la realidad particular que se investiga por derivación o consecuencia de las características o enunciados contenidos en proposiciones o leyes científicas de carácter general formuladas previamente”

(pág. 28). Específicamente se trata de llevar el proceso de investigación de lo general a lo particular.

Método axiomático-deductivo. Como concepto generalizado se extrae un conjunto de teoremas (proposiciones) a partir de un conjunto de axiomas (premisas) dados de antemano, empleando series de razonamientos lógicos.

Método hipotético-deductivo. A partir de la observación de un fenómeno, se aventura una hipótesis interpretativa que luego se somete a comparación por razonamientos lógicos de tipo deductivo. Este es el método que emplea el conocimiento científico.

- Método Inductivo o Inferencia inductiva

Cervera (2014) define el método como observar, estudiar y conocer las características generales o regulares que se aprecian en una diversidad de hechos o realidades para formular, a partir de ellas, una proposición o ley científica de carácter general. En la inducción el razonamiento es, lógicamente ascendente desde lo particular o singular a lo general. Se suele afirmar que la inferencia inductiva es un razonamiento orientado hacia el fin. La inducción no es más que una consecuencia lógica y metodológica de la utilización del método comparativo.

Es el procedimiento mediante el cual se diferencian las causas originarias de las restantes a partir de la comparación entre una amplia diversidad de realidades, para poder inferir en la formulación de una ley o proposición científica.

2.1.3 Series temporales

Los datos que se obtienen cuando conforman una variable en el tiempo, conforman lo que es una serie de tiempo. Con ello, el objetivo es, primero entender el mecanismo estocástico que dé como resultado el análisis de una serie de tiempo con datos observados o datos históricos y el segundo para pronosticar los valores futuros basado en esos hechos históricos. Los cuatro componentes son:

- **Tendencia**
Puede ser definida por el cambio de la media a lo largo del período. Esta puede definirse como los cambios económicos, demográficos y sociales.
- **Ciclo**
Caracterizado por oscilaciones alrededor de la tendencia, los cuales pueden ser de corta o larga duración y sus factores no son claros.
- **Estacionalidad**
Son movimientos periódicos que se producen dentro de un período corto de tiempo.
- **Aleatoriedad**
Se consideran como movimientos erráticos que no siguen un patrón o comportamiento uniforme en el tiempo.

Los detalles temporales se refieren al período en estudio (horario, diario, semanal, mensual, anual, interanual) teniendo propiedades como la longitud, datos faltantes, consistencia, homogeneidad, independencia y tendencia.

- Modelo ARIMA (p,d,q)

Un proceso ARIMA pertenece a una clase de modelos que explican una serie de datos basados en los valores pasados de una serie de tiempo, siendo sus retrasos y los errores la principal fuente para proyectar valores futuros.

Se define P como el número de retrasos de Y que serán usados como predictores.

D es el número de diferencias requeridas para hacer la serie estacionaria. Y, es el orden o número de retrasos proyectados de los errores usados como predictores.

2.1.4 Correlación

Se definen los atributos más importantes de la correlación para las variables antes explicadas.

2.1.4.1 Significancia del nivel de correlación

Fallas (2012) El diagrama de dispersión expresa gráficamente la relación entre dos variables cuantitativas utilizando un sistema de ejes cartesianos. La distribución conjunta de dos variables está formada por la interacción tanto del comportamiento de una con base a la otra. En ese sentido existe un grado de correlación lineal entre las dos variables. La naturaleza de la asociación puede describirse adecuadamente por una recta.

La presencia o ausencia de correlación entre las variables en estudios cuantifican el grado de dirección de la correlación. Karl Pearson, publicó un artículo titulado “Contribuciones matemáticas a la teoría de la evolución, III. Regresión herencia y panmixia”, en el cual analizó las características del coeficiente de correlación.

El coeficiente de correlación de Pearson es apropiado únicamente para aquellos casos en los que la asociación es lineal y la escala de medición cuantitativa (intervalo o razón). Es necesario determinar la ausencia o presencia de correlación entre observaciones a un nivel de medición nominal u ordinal.

2.1.5 Inferencia estadística

A través de los métodos y técnicas de la inferencia estadística se pueden establecer métodos y parámetros que contrastan la hipótesis planteada, por lo cual, en la investigación planteada se obtendrá una muestra de datos que establecerán el comportamiento de dos variables.

El primer método que es estimación de parámetros se utiliza para asignar un valor a la variable en estudio y a través de ello se establecen intervalos de confianza.

En el segundo método se plantean hipótesis y el objetivo principal es determinar su comprobación.

$$\min \sum (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (\text{EC.04})$$

Donde:

y_i = al valor observado de la variable dependiente para la i-ésima observación

\hat{y}_i = al valor estimado de la variable dependiente para la i-ésima observación.

2.1.6 Regresión lineal simple (MCO)

Sea la ecuación de regresión lineal simple para la población

$$\hat{\mu}_Y = \beta_0 + \beta_1 * x \quad (\text{EC.05})$$

Y para una muestra

$$\hat{y} = b_0 + b_1 * x \quad (\text{EC.06})$$

MCO

$$\sum_{i=1}^n y_i = n * b_0 + b_1 * \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\sum_{i=1}^n (y_i * x_i) = n * b_0 * \sum_{i=1}^n x_i + b_1 * \sum_{i=1}^n x_i^2$$

Resolviendo

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^n [(x_i - \tilde{x})(y_i - \tilde{y})]}{\sum_{i=1}^n (x_i - \tilde{x})^2} = \frac{S_{xy}}{S_{xx}}$$

$$b_0 = \tilde{y} - b_1 * \tilde{x} \quad (\text{EC.08})$$

2.1.7 Función lineal

Armella y Waldegg (1985) definen la función lineal como “la ecuación de la recta que pasa por el origen y tiene pendiente m ”:

$$y = mx \quad (\text{Ec.09})$$

Esta ecuación expresa una dependencia funcional: el valor de la ordenada y en cada punto de la recta depende del correspondiente valor de la abscisa x .

$$y = f(x) = mx \quad (\text{Ec.10})$$

Stewart y Redlin (2012) definen la función lineal “como una función f de la forma $f(x) = mx + b$, denominada función lineal porque su gráfica es la ecuación de la línea recta que representa una pendiente m y punto de intersección b en y . Un caso especial de una función lineal se presenta cuando la pendiente es $m = 0$. La función $f(x) = b$ es un número determinado, recibe el nombre de función constante, porque todos sus valores son el mismo número, es decir, b .

2.1.8 Coeficiente de determinación R cuadrado

El coeficiente de determinación se define como la proporción de la varianza total de la variable explicada sobre la variable de respuesta, es también llamado R cuadrado porque refleja la bondad de ajuste de un modelo que se pretende explicar. Según Navidi (2006) “es una medida numérica de la fuerza lineal entre dos variables”

$$R^2 = \frac{\sum_{t=1}^T (\hat{Y}_t - \bar{Y})^2}{\sum_{t=1}^T (Y_t - \bar{Y})^2} \quad (\text{Ec.11})$$

2.1.9 Transformaciones por anamorfosis

Ortiz (2014) La aplicación de los métodos de regresión consiste en buscar transformaciones que permitan construir modelos lineales para describir las relaciones entre las variables.

- Modelo exponencial

$$y = \beta_0 e^{\beta_1 x} \quad (\text{Ec.12})$$

Las estimaciones de mínimos cuadrados se obtienen buscando b_0 y b_1 correspondientes al menor valor de la función.

- Modelo potencial

$$y = \beta_0 x^{\beta_1} \quad (\text{Ec.13})$$

Al igual que el modelo exponencial, la estimación de mínimos cuadrados se obtienen buscando b_0 y b_1 correspondiente al menor valor de la función.

La aplicación de transformaciones sobre la variable dependiente en los modelos con el fin de linealizarlos no conduce a soluciones de mínimos cuadrados. Dependiendo del procedimiento que se utilice, se ajustan modelos diferentes en cuanto al papel que cumplan los errores y a los supuestos acerca de su distribución y en cuanto a las consecuencias que traen sobre la distribución condicional de la variable dependiente.

2.2 Ley de Okun

Belmonte (2004) establece que La ley de Okun muestra cómo varía la tasa de desempleo en función de la tasa de crecimiento de la producción o, a la inversa, cómo varía la tasa de crecimiento de la producción cuando varía la tasa de desempleo. La estabilidad e intensidad de esta relación empírica ha sido objeto de numerosos estudios utilizando datos de numerosos países, generalmente desarrollados.

$$u_t - u_{t-1} = -\beta(Yg_t^Y - \hat{Y}g_t^T), \quad Y > 0 \quad (\text{Ec.14})$$

donde u_t y g_t^Y son las tasas de desempleo y crecimiento de la producción respectivamente de un año t , y u_{t-1} y $\hat{Y}g_t^T$ es la diferencia entre la producción media y la tasa de desempleo del año anterior.

2.2.1 Postulados de la Ley de Okun

Existen diferentes corrientes del pensamiento en las cuales se basan las leyes económicas, para ello se presentan las más importantes que describen la productividad y la ocupación.

- Corriente del Pensamiento Keynesiana

Sevilla (1998) define la teoría de Keynes como el intervencionismo del Estado, defendiendo la política económica como la mejor herramienta para salir de una crisis económica. Su política consiste en aumentar el gasto público y de tal manera aumentar la producción, la inversión y el empleo.

Dentro de las teorías más importantes de Keynes según muchos economistas es la “Teoría General de la Ocupación, el Interés y el Dinero” la cual indica que la única manera que hay para evitar la desocupación es por medio de la inflación, pero no se tomó en cuenta las repercusiones fatales que tiene esta política a mediano y largo plazo.

- Teoría de la desocupación:

Si el precio de cierto bien o servicio está por encima del equilibrio, se quedará un sobrante que no se venderá. Esto es cierto para todo tipo de bienes o servicios y la mano de obra no es ninguna excepción. En el caso de la oferta de mano de obra no sucede lo mismo. Asegura la teoría de la desocupación que

la única manera de incrementar el nivel de empleo es aumentando el nivel de salario nominal de las personas. Al bajar el salario real aumentará el nivel de empleo, los sindicatos y los obreros nunca estarían dispuestos a aceptar esta medida y harían presiones para evitarlas.

Las personas están más interesadas en el salario nominal que en el salario real, si se crea un aumento en los precios. La propuesta por Keynes fue que el Gobierno emitirá medio circulante con lo cual crea nuevas plazas para trabajadores que antes no estaban empleadas, de esta manera se llega al pleno empleo”.

Butler (1989) de acuerdo con Friedman, “la revolución keynesiana de los años treinta había establecido una nueva ortodoxia según la cual, los precios dependían más de los niveles de empleo y de la tasa de remuneración a los factores y que mientras existiera desempleo en la economía los aumentos en la cantidad de dinero se traducirían en incrementos en la actividad económica y en los precios” (pág. 36).

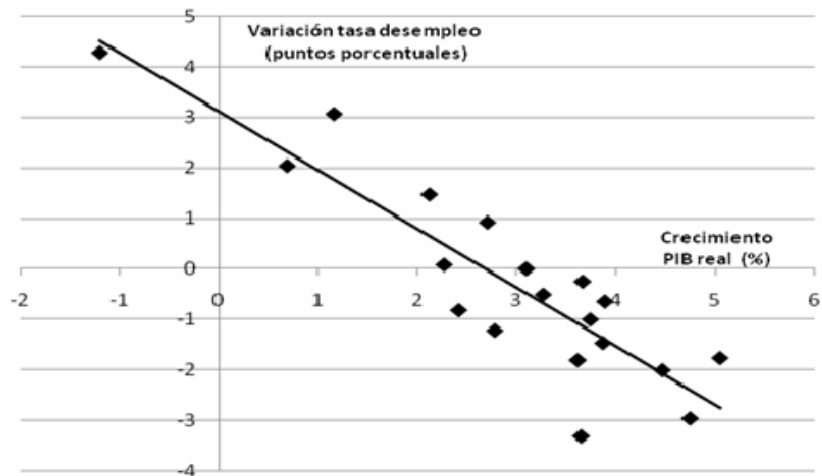
2.2.2 Ley de Okun en otros países

Se presenta la Ley de Okun para España, tomando en consideración los avances que dicha economía ha tenido en los últimos años.

Usabiaga (2010) presentan a través de un estudio para las economías regionales de España, calculando el comportamiento del PIB y la tasa de desempleo a través de la Ley de Okun de cada una de las Comunidades Autónomas obtenida mediante una regresión por mínimos cuadrados, la variación del PIB anual que haría que su número de ocupados, tasa de desempleo y número de desempleados no varíen.

Los valores de la tasa de desempleo, de Asturias (1.24 %) y el País Vasco (1.53 %) son las dos comunidades que tendrían que crecer menos para mantener sus tasas de paro, mientras que Madrid (3.06 %) y Murcia (3.07 %) son las que deberían aumentar en mayor medida su producción para alcanzar este objetivo. En el ámbito nacional, España debería crecer un 2.68 % para mantener su tasa de desempleo, cifra cercana a la de Andalucía, Cataluña y la Comunidad Valenciana”.

Figura 3. **Relación entre el PIB real y la tasa de desempleo, España**



Fuente: Usabiaga (2012) *La Ley Okun para las regiones españolas: Distintas aproximaciones econométricas.*

2.3 Producto Interno Bruto de Guatemala

A continuación, se presenta la metodología que conforma el cálculo de la productividad en el país, realizado por el Banco Central de Guatemala.

2.3.1 Sistema de Cuentas Nacionales (SCN)

El Banco de Guatemala (2019), indica que el Sistema de Cuentas Nacionales (SCN) es el conjunto normalizado y aceptado internacionalmente de recomendaciones relativas a la elaboración de mediciones de la actividad económica de acuerdo con convenciones contables escritas, basadas en principios económicos. El marco contable permite elaborar y presentar los datos económicos en un formato destinado al análisis económico, a la toma de decisiones y al diseño de política económica de Guatemala.

Las cuentas presentan en forma condensada un gran volumen de información detallada, organizada de acuerdo con determinados principios y percepciones acerca del funcionamiento de la economía.

El objeto principal del SCN es ofrecer un marco conceptual y contable completo que pueda utilizarse para el seguimiento del comportamiento de la economía, para el análisis macroeconómico y realizar diversas comparaciones internacionales.

2.3.2 Aspectos conceptuales y metodológicos

El Sistema de Cuentas Nacionales, presenta las siguientes características que permiten considerarlo como un sistema de propósitos múltiples, ofreciendo un marco contable amplio del cual pueden presentarse datos económicos.

En ese sentido, es global, porque tiene un marco conceptual y contable completo, diseñado para ser aplicable a todos los países, independiente del sistema político, económico e institucional, sin tomar en consideración el nivel de desarrollo.

Es consistente e integrado, porque aplica los mismos conceptos y clasificaciones para todas las cuentas que hacen énfasis integrado de datos para el análisis económico y social.

Es armonizado, porque es comparable con otros sistemas estadísticos, utilizando la clasificación industrial internacional uniforme (CIIU) revisión 4, entre otras.

Es flexible, porque su aplicación depende de las necesidades analíticas y disponibilidad de la información con la que cuenta el país. Cabe indicar que la metodología de cálculo de la producción se origina de varias fuentes de información, por lo que se realiza un proceso de conciliación con el objetivo de armonizar y dar consistencia por medio de la utilización de equilibrio de oferta-utilización

$$P + M + A = CI + CF + FBK + X \quad (\text{Ec. 15})$$

Donde cada uno de los componentes de la estimación del PIB son:

P = producción, M = importaciones, A = ajustes, CI = consumo intermedio, CF = consumo final, FBK = formación bruta de capital y X = exportaciones

- Origen de la producción

El Banco de Guatemala define el enfoque de la producción desde el punto de vista del valor agregado *VA*. Su valoración no es idéntica a consecuencia de los impuestos y de las subvenciones a los productos. Sin embargo, el valor agregado y el PIB mide el valor adicional de los bienes y servicios generados en la economía y están disponibles para uso final local o para exportarlos.

Es por ello por lo que se define el enfoque de la producción, para tomar en consideración el conjunto de actividades económicas.

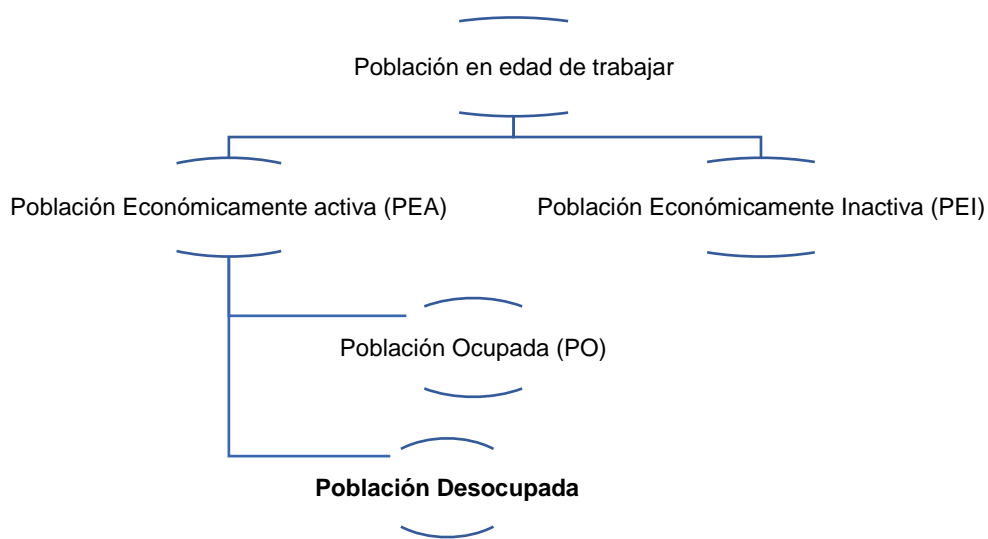
$$PIB = \sum VA + Ip - Sp \quad (\text{Ec.16})$$

Siendo *Ip* los impuestos a los productos y *Sp* impuestos de subvenciones.

2.4 Mercado laboral de Guatemala

Con base a la Encuesta Nacional de empleo e ingresos (ENEI 2-2019), el mercado laboral de Guatemala está compuesto de la siguiente manera:

Figura 4. **Estructura del mercado laboral de Guatemala**



Fuente: INE (2019). *Encuesta nacional de empleo e ingreso ENEI*,

2.4.1 Tasa de desempleo

En Guatemala el desempleo en el mercado de trabajo hace referencia a la situación del trabajador que carece de empleo y por tanto de salario. Es la parte de la población que estando en edad de trabajar, carece de un puesto de trabajo.

La población desempleada de Guatemala presenta serias dificultades en su medición, debido a la poca formalización de la economía en su conjunto. Es

complicado debido a que existe una mayoría de trabajadores informales, que no cuentan con un seguro social, situación que limita la medición estadística para determinar con mayor precisión la tasa de desempleo, siendo este alrededor del 3.0 % compuesta por personas en edad de trabajar que no aportan su trabajo para producir bienes y servicios, pese a encontrarse disponibles.

El registro del desempleo presenta serias dificultades en su medición, debido a la poca formalización de la economía en su conjunto. Es complicado debido a que existe una mayoría de trabajadores informales, que no cuentan con un seguro social y limitan a través de la medición estadística, determinar con mayor precisión la tasa de desempleo.

La tasa de desempleo se calcula con el número de desempleados, dividido entre la población activa y se expresa en forma porcentual. No es una proporción entre el total de la gente desempleada y el total de la población, sino aquella que se denomina población económicamente activa.

2.4.2 Encuesta Nacional de Empleo e Ingresos (ENEI)

En las Encuestas que realiza el Instituto Nacional de Estadística (INE) respecto a la medición del mercado laboral, incluyen los diferentes aspectos y dimensiones, estructura y funcionamiento de dicho mercado, siendo los aspectos más representativos como la demanda de empleo y sus características. Destacan las mediciones de la población económicamente activa, el empleo, el desempleo en sus diferentes formas y los salarios.

También se presenta la base monetaria o los ingresos a la que están sujetos los diferentes agentes económicos, siendo estos los montos y distribución de los ingresos; beneficios sociales y laborales; transferencias, remesas familiares y el autoconsumo.

- Aspectos conceptuales y metodológicos

La metodología realizada por el INE que, a través de los diferentes estudios sin periodicidad puntual, ha presentado la situación actual del comportamiento del mercado laboral, ocupación y salario en la economía guatemalteca. El operativo de campo de la recolección de datos es la forma principal de obtener la información. Se realiza un proceso de cartografía de los sectores censales seleccionados en la muestra. Dicha recolección se realiza mediante entrevistas directas a los miembros de todos los hogares, aplicando el formulado diseñado para los fines de la encuesta.

- Política económica del gobierno central

La intervención del estado para fomentar el empleo se tropieza con grandes dificultades, las políticas expansivas pueden producir desagradables efectos provocando inestabilidad monetaria y otros desequilibrios de liquidez. Si lo establecido por el Gobierno es otorgar ofertas de empleo bien remuneradas sostenidas a largo plazo, tendrá que actuar de forma cuidadosa al aumento de la demanda de trabajadores para conseguir con medidas fiscales la reducción de los costes salariales para las empresas.

El mercado laboral de Guatemala está regulado por la Constitución Política estipulando normas generales del mercado laboral, como el Código de Trabajo que regula las relaciones laborales de los trabajadores del sector privado, la Ley de Servicio Civil que regula a los trabajadores del Estado y sus entidades.

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo con los objetivos propuestos, se presentan los siguientes resultados. Con la búsqueda de la aplicación de la Ley de Okun en la economía guatemalteca, se utilizaron los datos estadísticos de la tasa de desempleo que presenta el Instituto Nacional de Estadística INE y el Banco de Guatemala en cuanto a la medición de la productividad del país por medio del PIB.

Los datos observados corresponden a la medición de razón de la población que está en edad de trabajar y no poseen una fuente de empleo formal y la variación del crecimiento económico de Guatemala, que también está en una escala de razón interanual.

- Objetivo 1

Caracterizar el crecimiento económico de Guatemala a través de la tasa de variación interanual del Producto Interno Bruto mediante un análisis de serie temporal, para describir el comportamiento que han presentado los datos observados en el período de estudio.

La siguiente tabla presenta la muestra de datos observados, que fueron recopilados en la publicación Guatemala en Cifras, que año con año realiza el banco central y con ello establecer en los diferentes sectores económicos la dinámica en general que presenta la economía de Guatemala.

Tabla II. **Porcentaje de variación del PIB por el origen de la producción Período 1999 – 2019**

Años	% de variación interanual del PIB
1999	3.70
2000	2.50
2001	2.40
2002	4.20
2003	2.60
2004	3.00
2005	3.10
2006	5.38
2007	6.30
2008	3.30
2009	0.51
2010	2.87
2011	4.16
2012	2.97
2013	3.70
2014	4.20
2015	4.09
2016	2.68
2017	3.02
2018	3.21
2019	3.85

Fuente: elaboración propia.

Por medio de un análisis descriptivo, se presentan los principales indicadores estadísticos del comportamiento que ha presentado el crecimiento económico de Guatemala en el período de estudio. Así también, se presenta un análisis de series temporales para caracterizar los componentes principales de la información obtenida.

3.1 Análisis descriptivo de la variable crecimiento económico

A través de la estadística descriptiva como lo muestra la tabla siguiente, se presenta la primera caracterización del crecimiento económico de Guatemala, esto medido a través del Producto Interno Bruto por el origen de la producción.

Tabla III. **Análisis descriptivo de la variable crecimiento económico**

Descriptivos	Crecimiento económico
Promedio	3.42
Media	3.21
Moda	3.70
Varianza	1.36
Desviación Estándar	1.17
Curtosis	2.28
Asimetría	0.195
Error estándar de la media	0.255
Mínimo	0.510
Máximo	6.30
Percentil 25	2.87
Percentil 50	3.21
Percentil 75	4.09

Fuente: elaboración propia.

Dado los principales resultados, se realizó la prueba estadística de Shapiro-Wilks W, la cual determina la normalidad de los datos extraídos para conformar la muestra de la serie de datos. Para ello se plantea las hipótesis nula y alternativa correspondiente, dando como resultado lo siguiente:

H₀: La distribución es normal H₁: La distribución no es normal

Tabla IV. **Prueba de normalidad de la serie (Shapiro-Wilks)**

Test	Estadístico	gl	Sig.
Shapiro-Wilks	0.932	21	0.152

Fuente: elaboración propia.

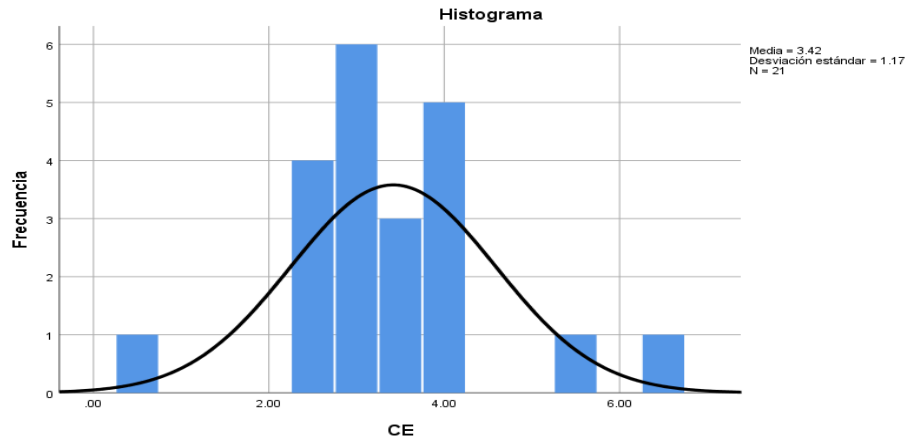
Tabla V. **Prueba de normalidad de la serie (Kolmogorov-Smirnov) para una muestra**

	Descripción	Crecimiento Económico
Parámetros normales	Media	3.4162
	Desviación	1.16764
Máximas diferencias extremas	Absoluto	0.156
	Positivo	0.156
	Negativo	-0.144
Estadístico de prueba		0.156
Sig. asintótica(bilateral)		0.200

Fuente: elaboración propia.

Dado que el resultado de la prueba el valor da mayor a la significancia, se acepta H₀, determinando que los datos comprenden una distribución normal. Así mismo, se establece el gráfico de frecuencias de la variable para ejemplificar el comportamiento de normalidad.

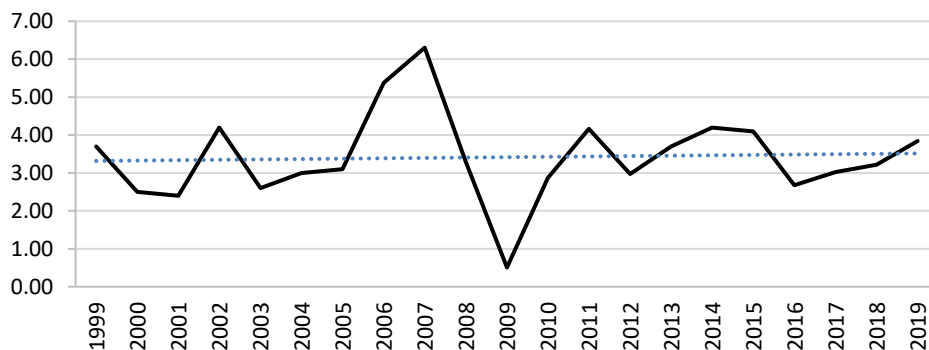
Figura 5. Normalidad crecimiento económico de Guatemala



Fuente: elaboración propia.

Para dar a conocer el comportamiento que ha presentado las tasas de variación del cálculo de PIB se presenta el gráfico de barras, correspondiente al período de estudio, en el cual el PIB se caracteriza por tener una dinámica creciente a excepción de los años 2008 y 2009 donde se visualiza la crisis financiera.

Figura 6. Tasas de variación del PIB de Guatemala Período 1999 - 2019



Fuente: elaboración propia

Obteniendo la descripción de la variable, se establece el análisis de series temporales para caracterizar el comportamiento que ha presentado el crecimiento económico en el período de estudio.

3.2 Análisis de series temporales

En ese sentido, las principales características se basan en los siguientes aspectos:

- Tendencia y aleatoriedad

Esta se analizó a través de los incrementos o decrementos a lo largo de la serie, identificando una tendencia cíclica durante el período de estudio, con una leve inclinación positiva. Esta última se determina con una prueba de estacionalidad más adelante.

Figura 7. **Serie de tiempo del comportamiento anual del crecimiento económico período 1999 - 2019**



Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Prueba de aleatoriedad de la serie original y la serie transformada**

	Hipótesis nula	Prueba
1	La secuencia de valores definida por Crecimiento Económico ≤ 3.21 y >3.21 es aleatoria	Rachas para una muestra
2	La secuencia de valores definida por CE_normal ≤ 3.21 y >3.21 es aleatoria	Rachas para una muestra

Fuente: elaboración propia.

- Ciclo

Se observaron oscilaciones que pueden ocurrir alrededor de la tendencia con una corta duración, los cuales están claramente identificados.

- Estacionalidad

Corresponde a movimientos erráticos que no siguen un patrón específico y que obedecen a diversas causas. Con base a ello, la serie del crecimiento económico presenta aleatoriedad.

Para determinar el comportamiento de la serie y verificar si posee tendencia, se utilizó el test de Dickey Fuller para raíces unitarias, siendo el resultado el siguiente:

Tabla VII. **Prueba de Raíz Unitaria (Dickey Fuller) para determinar estacionalidad en la serie**

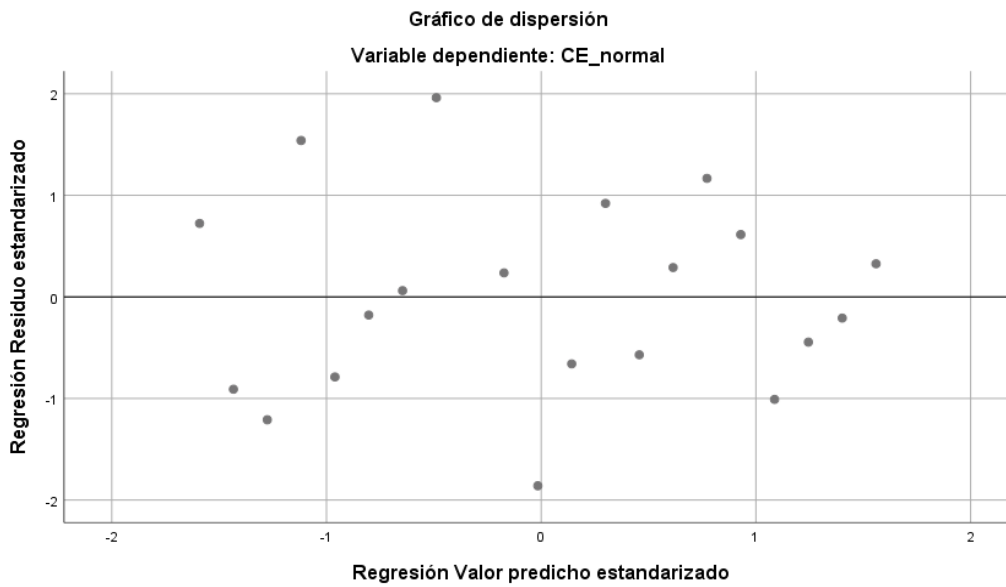
Parámetro	Estimación	Estadístico T
Constante	2.480	2.350
Tendencia	0.010	0.001
Raíz unitaria	-0.780	-0.170

Fuente: elaboración propia.

- Residuos

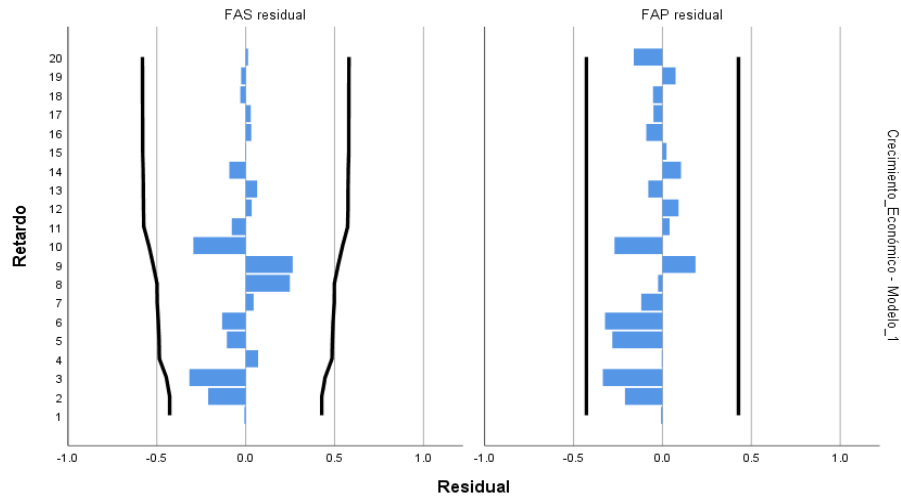
Fluctuaciones irregulares e impredecibles

Figura 8. **Comportamiento de los residuos**



Fuente: elaboración propia.

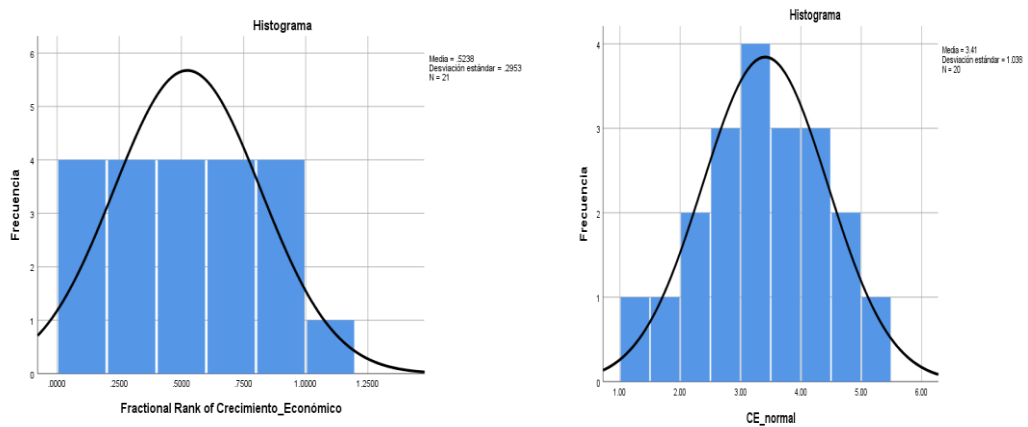
Figura 9. Comportamiento de autocorrelación parcial de los residuos



Fuente: elaboración propia

Con la descripción de la variable Crecimiento Económico, la modelización de la serie de tiempo trascendió desde el punto de vista de la transformación de la serie original, comenzando desde la normalización de los datos como lo muestran las figuras siguientes:

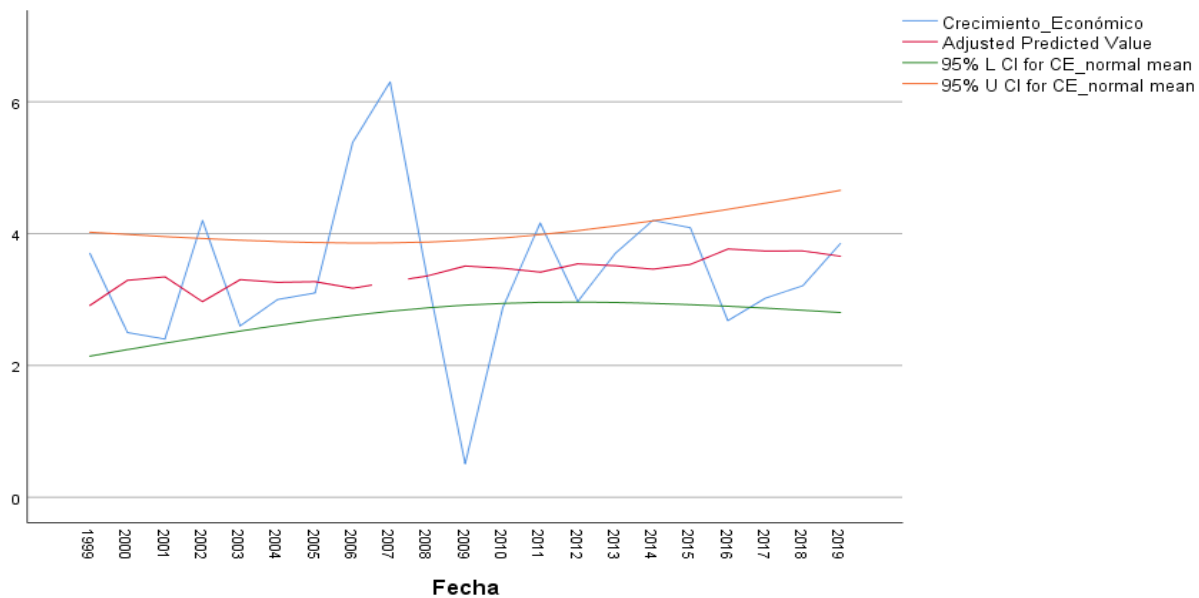
Figura 10. Transformación de la variable original



Fuente: elaboración propia.

La transformación a variable estacionaria y con ello la representación gráfica del ajuste de la información

Figura 11. **Serie estacionaria del crecimiento económico**
Período 1999 - 2019



Fuente: elaboración propia.

Se determinó el mejor modelo que representa mayor ajuste, el cual está dado por el modelo exponencial.

Tabla VIII. **Resultado del modelo**

R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
0.855	0.731	0.714	0.033

Fuente: elaboración propia.

- Objetivo 2.

Caracterizar la tasa de desempleo anual en Guatemala mediante un análisis de serie temporal, para describir el comportamiento que han presentado los datos observados en el período de estudio.

La siguiente tabla presenta la muestra de datos observados, respecto al porcentaje de población desempleada de Guatemala.

Tabla IX. **Porcentaje de población desempleada de Guatemala**

Período 1999 – 2019	
Años	% de población desempleada
1999	3.06
2000	3.16
2001	3.26
2002	3.36
2003	3.46
2004	3.33
2005	3.35
2006	3.34
2007	3.32
2008	3.31
2009	3.29
2010	3.74
2011	4.13
2012	2.87

Continuación de tabla IX

Años	% de población desempleada
2013	2.99
2014	2.91
2015	2.70
2016	3.10
2017	2.10
2018	2.00
2019	2.00

Fuente: elaboración propia.

A través de un análisis descriptivo, se presentan los principales resultados estadísticos del comportamiento que ha mostrado el desempleo en Guatemala en el período de estudio. Así también, se presenta un análisis de series temporales para caracterizar los componentes principales de la información obtenida.

3.3 Análisis descriptivo de la variable tasa de desempleo

A través de la estadística descriptiva como lo muestra la tabla siguiente, se presenta la primera caracterización de la tasa de desempleo de Guatemala, esto medido a través de la medición que realiza el INE en las encuestas nacionales de empleo e ingresos ENEI y que han establecido un comportamiento sin mayor variación a lo largo del periodo de estudio.

Tabla X. **Análisis descriptivo de la variable tasa de desempleo**

Descriptivos	Desempleo
Promedio	3.08
Media	3.26
Moda	2.00
Varianza	0.284
Desviación Estándar	0.533
Curtosis	0.818
Asimetría	-0,150
Error estándar de la media	0.116
Mínimo	2.00
Máximo	4.13
Percentil 25	2.91
Percentil 50	3.26
Percentil 75	3.34

Fuente: elaboración propia.

Dado los principales resultados, se realizó la prueba estadística de Shapiro-Wilks W, la cual determina la normalidad de los datos extraídos para conformar la muestra de la serie de datos. Para ello se plantea las hipótesis nula y alternativa correspondiente, dando como resultado lo siguiente:

H₀: La distribución es normal H₁: La distribución no es normal

Tabla XI. **Prueba de normalidad de la serie (Shapiro-Wilks)**

Test	Estadístico	gl	Sig.
Shapiro-Wilks	0.893	21	0.025

Fuente: elaboración propia.

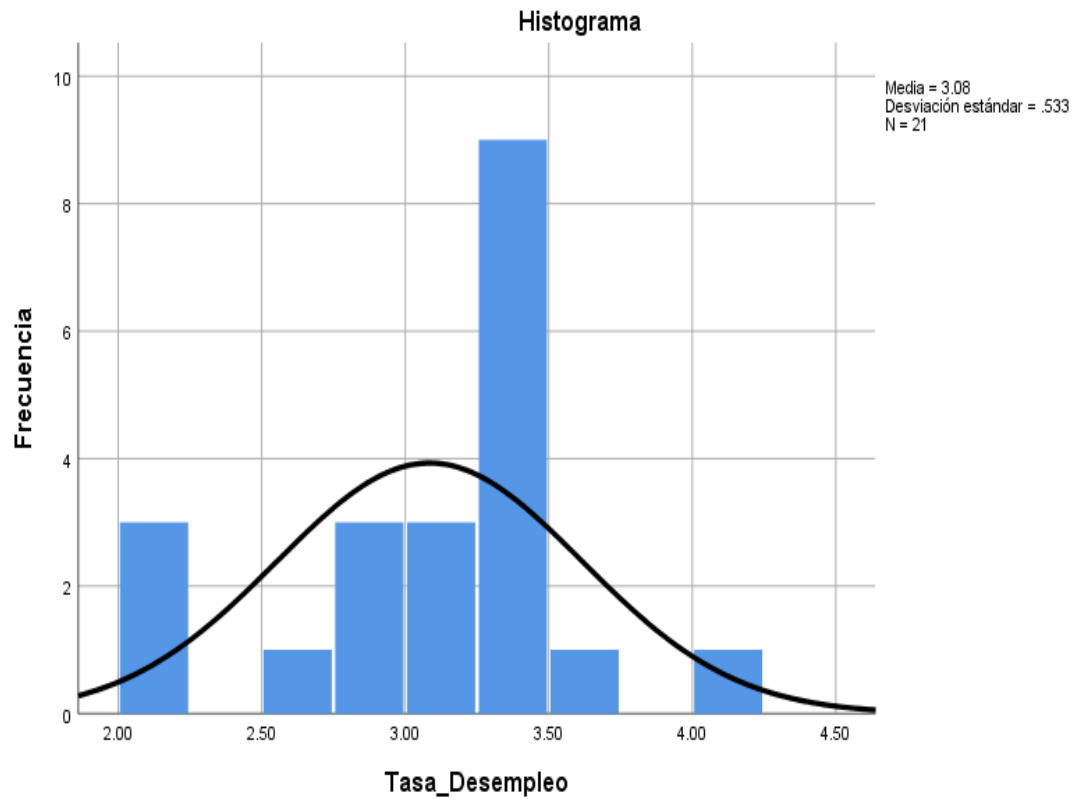
Tabla XII. **Prueba de normalidad de la serie (Kolmogorov-Smirnov) para una muestra**

	Descripción	Tasa de Desempleo
Parámetros normales	Media	3.0848
	Desviación	0.53274
Máximas diferencias extremas	Absoluto	0.160
	Positivo	0.160
	Negativo	-0.153
Estadístico de prueba		0.160
Sig. asintótica(bilateral)		0.171

Fuente: elaboración propia.

Dado que el resultado de la prueba el valor da mayor a la significancia, se acepta H_0 , determinando que los datos comprenden una distribución normal. Así mismo, se establece el gráfico de frecuencias de la variable para ejemplificar el comportamiento de normalidad.

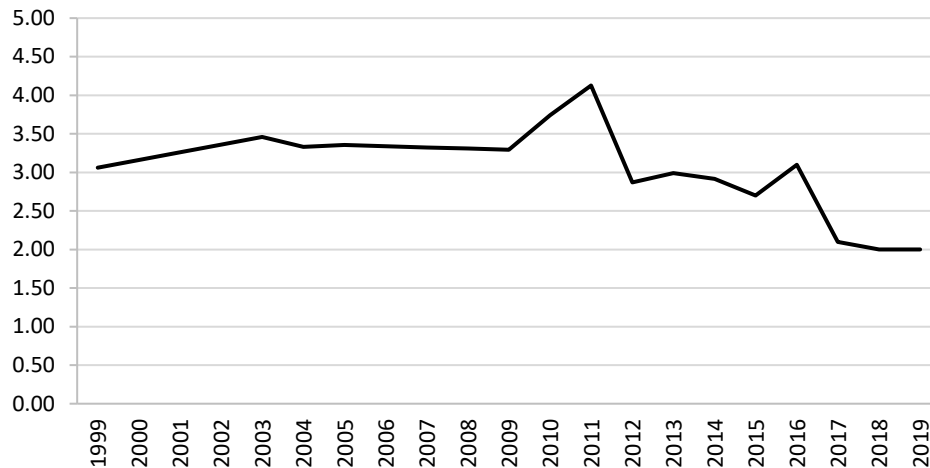
Figura 12. **Comportamiento de normalidad de la variable tasa de desempleo de Guatemala**



Fuente: elaboración propia.

Para dar a conocer el comportamiento que ha presentado las tasas de desempleo se presenta el gráfico de barras, correspondiente al período de estudio, en el cual la tasa según las mediciones efectuadas, no presentan una dinámica de cambio, esto debido al comportamiento observado en el mercado laboral del país.

Figura I3. **Comportamiento de la tasa de variación de la tasa de desempleo de Guatemala Período 1999 - 2019**



Fuente: elaboración propia.

Obteniendo la descripción y el comportamiento de la variable, se establece el análisis de series temporales para caracterizar el comportamiento que ha presentado el crecimiento económico en el período de estudio.

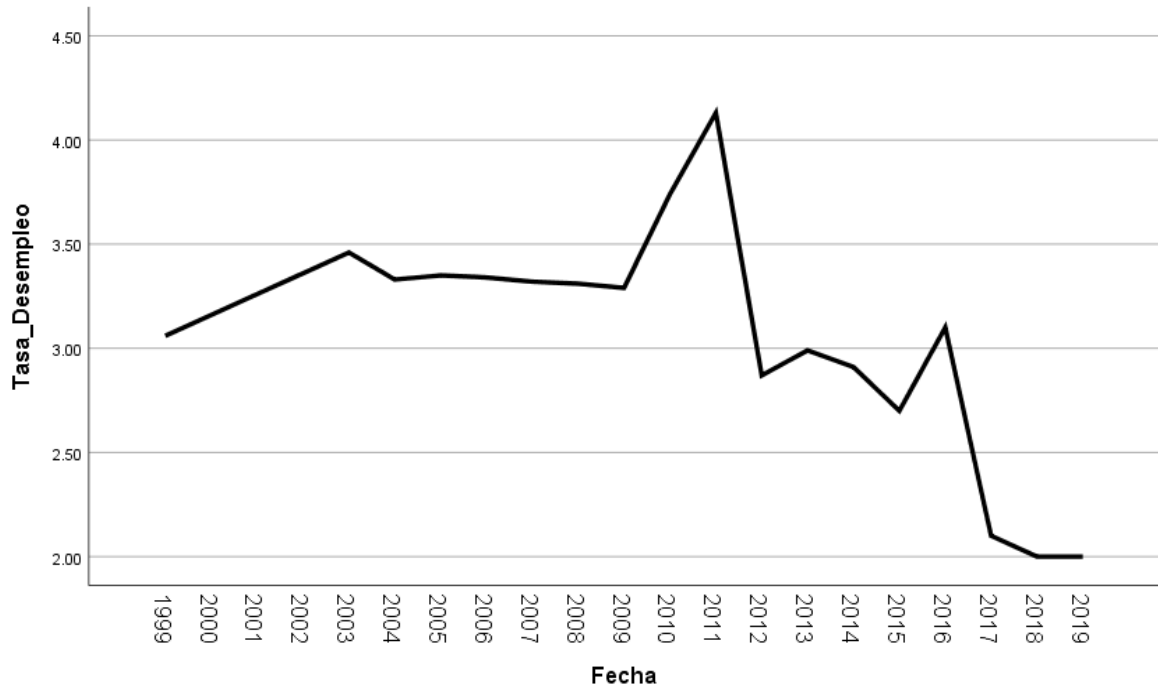
3.4 Análisis de Series temporales

En ese sentido, las principales características se basan en los siguientes aspectos:

- Tendencia y aleatoriedad

Se establece una tendencia de pendiente negativa, tomando valores mayores a 4.0 % y menores a 3.0 %. Se observa una fluctuación sin algún patrón definido durante el período de estudio, según lo muestra la gráfica siguiente.

Figura 14. **Serie de tiempo del comportamiento anual de la tasa de desempleo período 1999 - 2019**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Prueba de aleatoriedad de la serie original y la serie transformada**

	Hipótesis Nula	Prueba
1	La secuencia de valores definida por Tasa Desempleo ≤ 3.26 y >3.26 es aleatoria	Rachas para una muestra
2	La secuencia de valores definida por TD_normal es aleatoria	Rachas para una muestra

Fuente: elaboración propia.

- Ciclo

Se observaron oscilaciones que pueden ocurrir alrededor de la tendencia con una corta duración, las cuales están claramente identificadas.

- Estacionalidad

Corresponde a movimientos erráticos que no siguen un patrón específico y que obedecen a diversas causas. Con base a ello, la serie de la tasa de desempleo presenta aleatoriedad.

Para determinar el comportamiento de la serie y verificar si es una serie estacionaria, se utilizó la prueba de Dickey Fuller para raíces unitarias, siendo el resultado el siguiente:

Tabla XIV. **Prueba de raíz unitaria (Dickey Fuller) para determinar estacionalidad en la serie**

Parámetro	Estimación	Estadístico T
Constante	1.79	1.29
Tendencia	-0.04	0.0000
Raíz unitaria	-0.450	-0.09

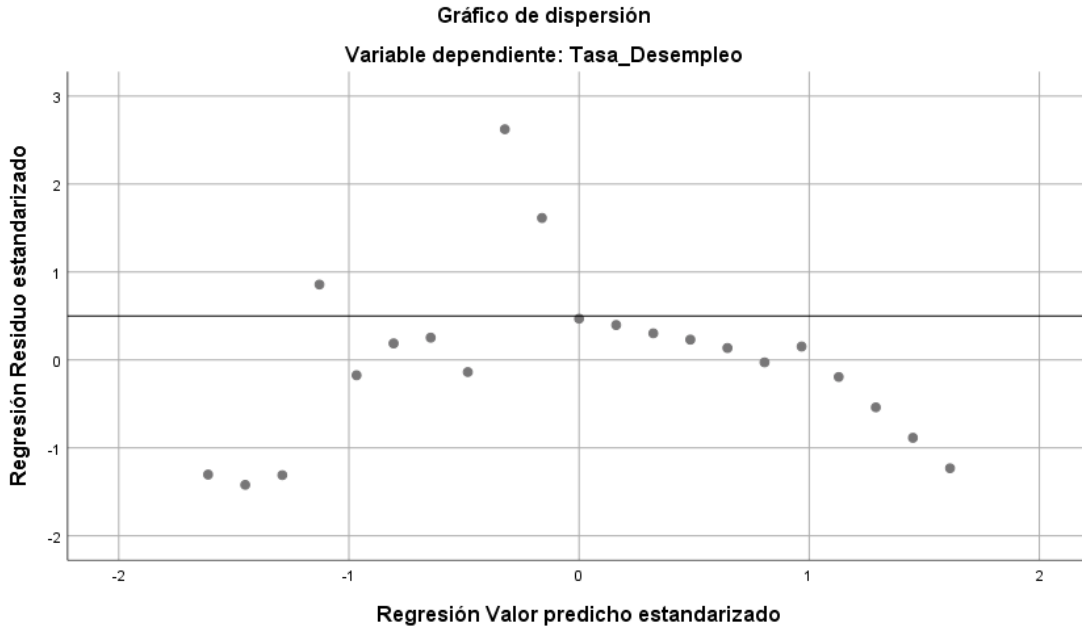
Fuente: elaboración propia.

Con base en los resultados, se determina que la serie no es estacionaria.

- Residuos

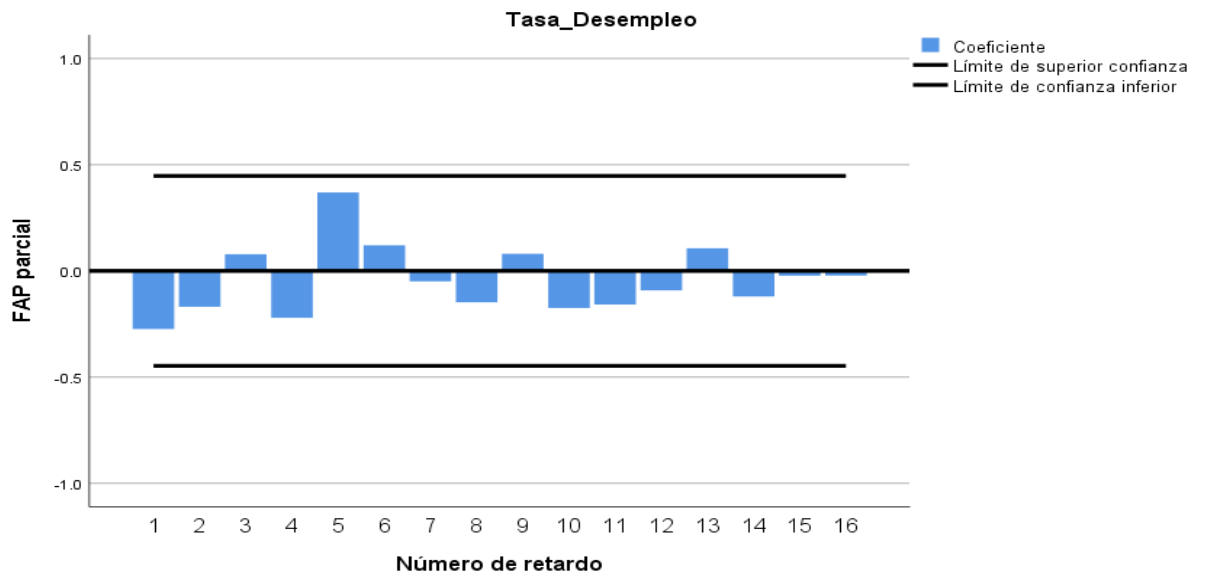
Fluctuaciones irregulares e impredecibles.

Figura 15. **Comportamiento de los residuos**



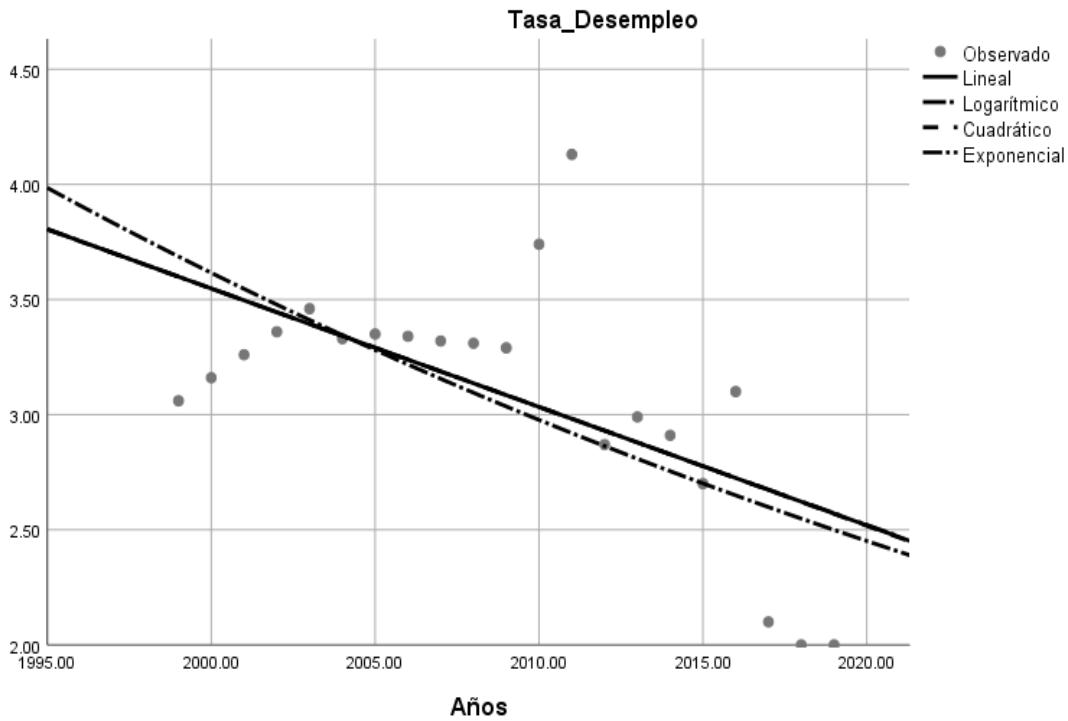
Fuente: elaboración propia.

Figura 16. **Comportamiento de autocorrelación parcial de los residuos**



Fuente: elaboración propia.

Figura 17. **Presentación del modelo que mejor se ajusta a la serie temporal período 1999 - 2019**



Fuente: elaboración propia.

Se determinó el mejor modelo que representa mayor ajuste, el cual está dado por el modelo exponencial.

Tabla XV. **Resultado del modelo**

R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
0.855	0.401	0.369	0.151

Fuente: elaboración propia.

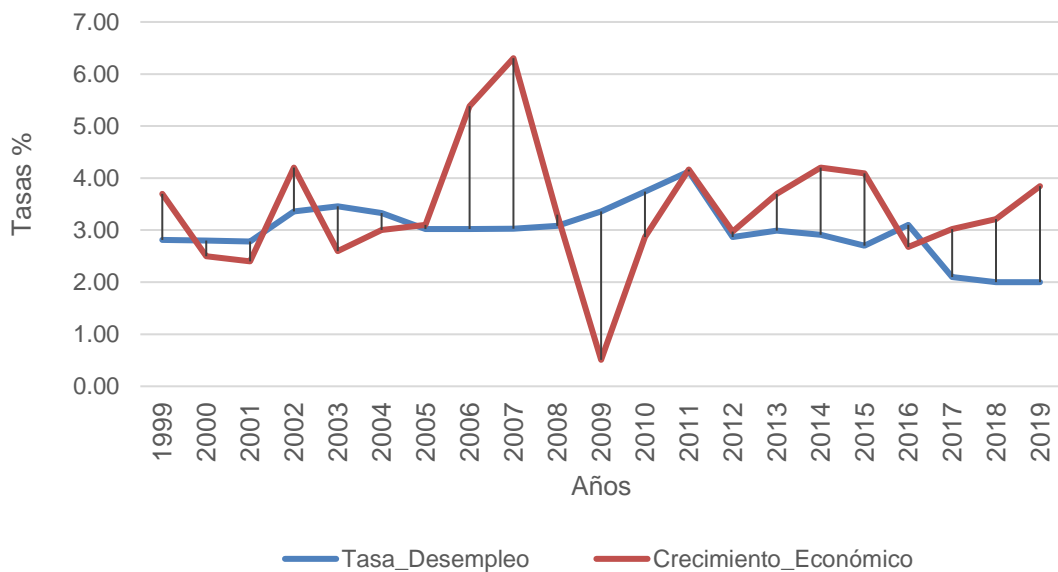
- Objetivo 3

Estimar el efecto marginal descrito por la Ley de Okun para las variables macroeconómicas desempleo y crecimiento económico, a través de un modelo de regresión para determinar si dicha ley consideró las particularidades de las economías como la guatemalteca.

3.5 Análisis de correlación

Dada la caracterización de las variables de estudio, para estimar el modelo que describe la Ley de Okun, se realizan los siguientes análisis.

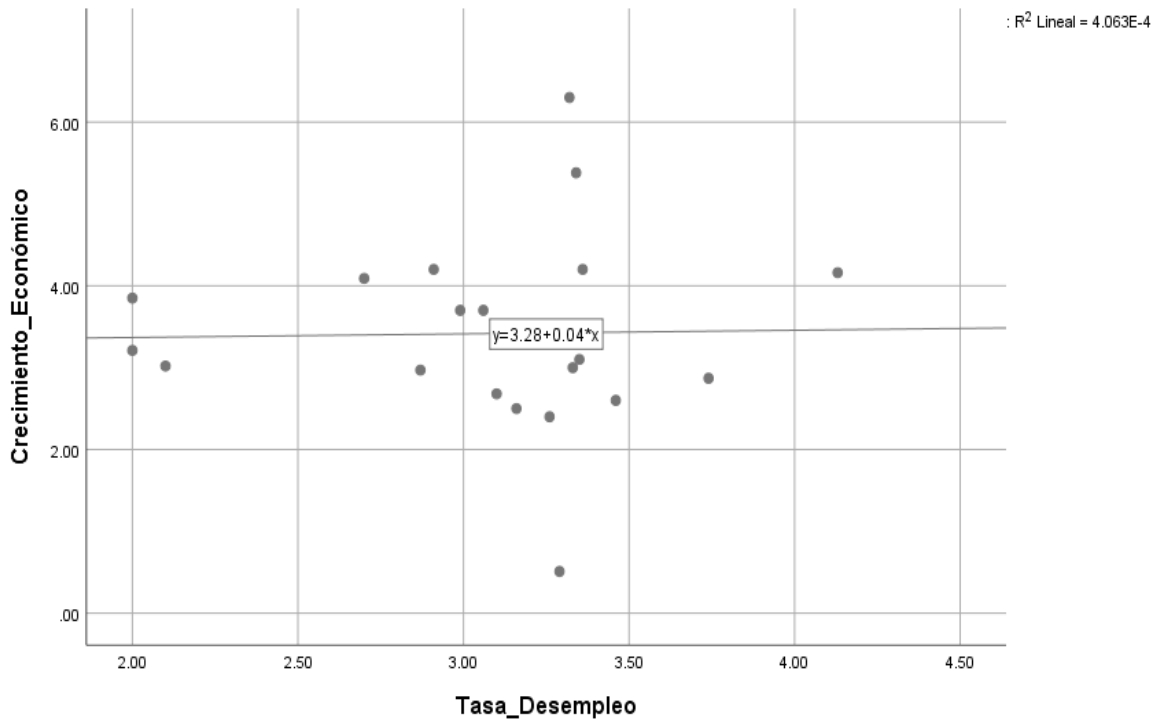
Figura 18. Comportamiento de ambas variables



Fuente: elaboración propia.

Al presentar la regresión lineal de los datos originales, se obtiene el siguiente gráfico de dispersión.

Figura 19. **Modelo lineal**

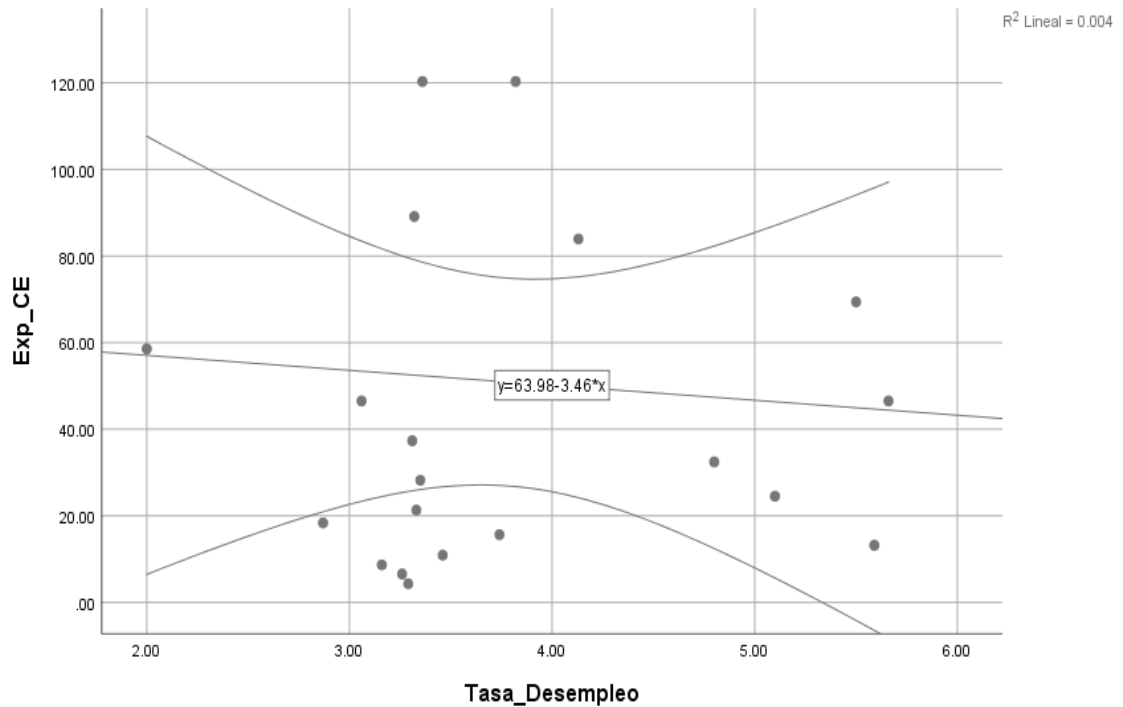


Fuente: elaboración propia.

Con base al modelo original, se determina la transformación por anamorfosis de las variables haciendo pruebas para definir la que mejor se ajusta al modelo original de Okun.

Con ello se presenta el ajuste al modelo lineal para determinar la relación inversa esperada con el comportamiento de los datos observados.

Figura 20. **Modelo lineal 2**



Fuente: elaboración propia.

Las particularidades de una economía en vías de desarrollo, como la guatemalteca, están basadas en la construcción de políticas monetarias que van en función del manejo de la volatilidad de los precios de los bienes y servicios de una sociedad.

Es por eso que una Ley como la que desarrolló Okun, existe una política económica que desarrolla aspectos globales, es decir, comprenden una perspectiva integral (Población, ingresos, productividad y desarrollo) para el funcionamiento de los supuestos económicos, uno de ellos es contrarrestar el nivel de paro de la población económicamente activa a raíz del crecimiento de la productividad.

- Objetivo general

Inferir a través de un modelo de regresión lineal, si el efecto del modelo teórico establecido por la Ley de Okun practicado en la economía estadounidense cumple con el comportamiento para la economía de Guatemala, proyectando cambios marginales en el comportamiento de la tasa de desempleo en relación con el crecimiento económico del país.

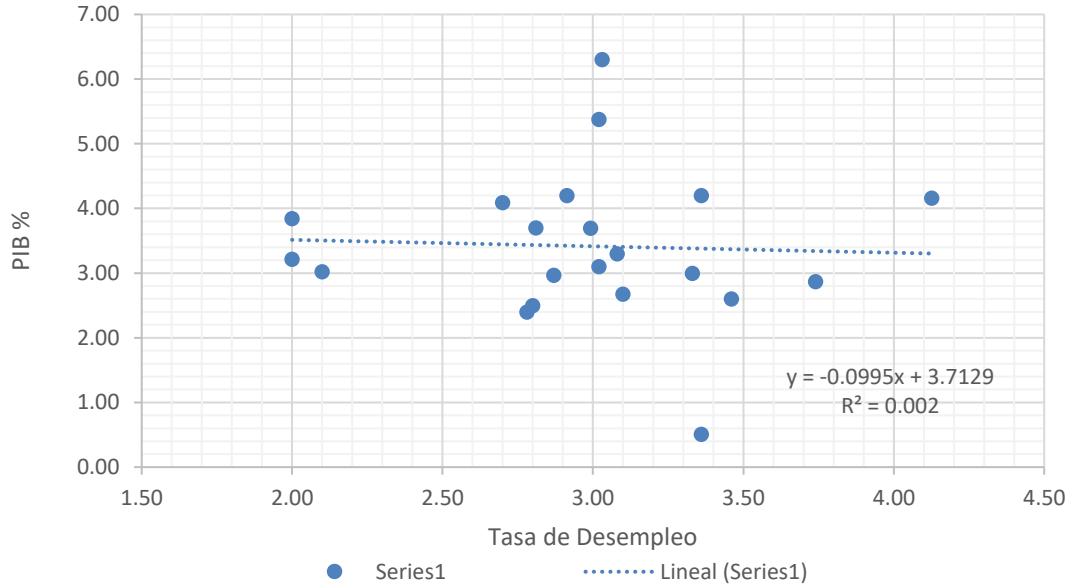
- Modelación de regresión lineal y modelo de la Ley de Okun

Con base a las series de tiempo establecidas en cada una de las variables de estudio, la inferencia estadística se realizó específicamente en la prueba de modelos de regresión lineal.

Para lograr influir en el comportamiento de un modelo que mejor se ajuste a lo establecido por la ley de okun, se transformó la variable del crecimiento económico a un estado exponencial. Dado que, a raíz de la modelación con los datos originales, no se logró establecer el comportamiento esperado.

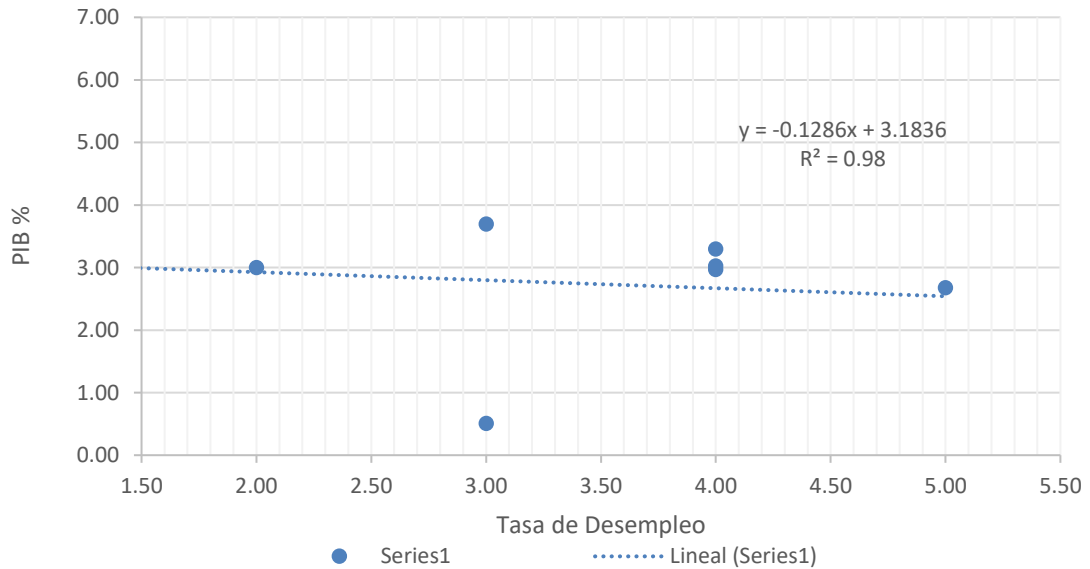
Según el modelo utilizado por el autor, donde se establece la diferencia de las tasas de desempleo ($u_t - u_{t-1}$)

Figura 21. Modelo de regresión lineal



Fuente: elaboración propia.

Figura 22. Modelo de Okun aplicado a la Economía Guatemalteca



Fuente: elaboración propia.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Con la caracterización de las variables en estudio a través de la estadística descriptiva y el análisis de series de tiempo, se realizó la modelación de regresión lineal simple utilizando las series históricas tomadas en consideración en el estudio de la Ley de Okun.

4.1 Análisis Interno

A continuación, se presenta la interpretación de los resultados obtenidos según los objetivos establecidos.

4.1.1 Análisis estadístico de las variables

Para el caso de la variable macroeconómica del crecimiento económico, proviene de la variación que presenta la generación de bienes y servicios del país en un período y en un lugar determinado, lo cual constituye el elemento principal que marcará la medición de la otra variable. Con ello, se presenta la caracterización que ha mostrado a través del análisis de serie temporal, en la cual dicha muestra observada posee tendencia, ciclo y no comprende estacionalidad, por lo que al momento de presentar el modelo que mejor se ajustó, se tuvo que efectuar la transformación de la variable. Cabe destacar que se realizaron las pruebas estadísticas pertinentes para demostrar la normalidad de la serie temporal.

Por su parte, la variable de la tasa de desempleo, la cual es medida por las personas económicamente inactivas, que están en edad de trabajar pero que no poseen un trabajo formal y están en búsqueda de ello. En ese sentido, se realizó la caracterización que poseen los datos observados a través de un análisis de series temporales, dando como resultado un comportamiento con tendencia negativa e inexistencia de estacionalidad. Es por ello que, al momento de ser modelada la serie de tiempo, fue pertinente transformar la variable.

Al contar con las características principales de las variables de estudio, se efectuó la modelización a través de una regresión lineal, para determinar el grado de correlación que marca la Ley de Okun para la economía guatemalteca.

Los resultados al momento de aplicar las series originales de ambas variables dan como resultado una dispersión alejados de la media, por lo que se hicieron varias pruebas para definir el mejor modelo, dando como resultado que la transformación con mayor certeza lo marca el cambio exponencial para la variable de crecimiento económico. Debido a que se cumple el supuesto de la ley de Okun en ciertos períodos de tiempo, es decir, que al presentarse una tasa de crecimiento positivo el desempleo presenta una baja.

En lo que corresponde a la verificación de independencia de los residuos estimados de los modelos efectuados para cada una de las variables, se realizaron las gráficas de autocorrelación parcial según la figura 16, en donde se observó que el comportamiento de estos se mantuvo dentro de las bandas de confianza, lo cual nos indicó que el modelo cumple con los supuestos.

En el caso de la normalidad de los datos observados, al principio con la prueba de Shapiro-Wilks se infiere que ambas variables contaban con una distribución normal. Sin embargo, existe la posibilidad de transformar las

variables a datos fraccionados, por lo que al aplicar la prueba de Kolmogorov-Smirnov y aplicando el gráfico de frecuencias, los datos se ajustaron de mejor manera, cumpliendo con los supuestos de normalidad.

4.1.2 Ajuste del modelo de regresión lineal simple

Es importante describir que se realizaron varias pruebas para definir el mejor modelo tanto en las series de tiempo como en los modelos de regresión lineal, ya que al no contar con uno de los elementos principales como la estacionalidad de los datos observados no fue posible aplicar modelos ARIMA y ejemplificar de mejor manera el comportamiento de los datos.

A manera interna, es importante indicar que el mercado laboral de Guatemala presenta tasas con una variabilidad poco significativa, obteniendo a través de las encuestas de empleo e ingresos que realiza el INE, en los últimos años se ha mantenido en un promedio anual del 3.0 %, lo que hace reflexionar que la mayor proporción de fuerza laboral se encuentra en el sector informal, siendo este alrededor del 70.0 % por lo que no existe una medición representativa para dicho sector.

4.2 Análisis externo

En el contexto externo, se presentan interpretaciones de otros autores respecto al comportamiento de la ley de Okun, ejemplificando España, en el cual el modelo se ajusta de mejor manera. Sin embargo, lo establecido por la ley es representativo para las variables macroeconómicas de Guatemala, por lo que en ciertos años se produce el efecto marginal esperado.

Un elemento interno importante que se pudo describir dentro del análisis de la Ley de Okun es que la economía guatemalteca no presenta cambios abruptos en la tasa de crecimiento, obteniendo niveles de crecimiento de alrededor del 3.0 % a 4.0 %, siendo un factor importante para la disminución de la tasa de desempleo, por lo que no en toda la serie ocurre.

Estos factores externos, hacen que el comportamiento de las variables en estudio no se ajuste significativamente como en otros países, donde las políticas macroeconómicas se ajustan en conjunto para ser analizadas de mejor manera. Con ello, en el estudio se ha mencionado los elementos principales para la construcción de un modelo de regresión lineal y las técnicas de transformación de variables por anamorfosis, lo cual establece que si es posible en ciertos períodos de tiempo apegarse a los objetivos planteados que es verificar comportamientos marginales.

CONCLUSIONES

1. A través de la estadística descriptiva y el análisis de las series temporales del crecimiento económico en el período de estudio, se infiere que la serie se ajusta a una distribución normal y curva leptocúrtica; con media, moda y varianza alrededor del 3.0 % y en cuanto a los componentes principales, posee tendencia ciclo positiva, aleatoriedad y los datos no son estacionarios.
2. El comportamiento que presenta la tasa de desempleo en el período de estudio se caracterizó principalmente a través de la estadística descriptiva, siendo su tasa promedio de 3.0 % con una distribución normal y curva platicúrtica y en relación con el análisis de las series temporales presenta un comportamiento de tendencia negativa, aleatoriedad y los datos no presentan estacionalidad.
3. Con base a todas las pruebas efectuados para encontrar el mejor modelo de regresión lineal y que mejor interpreta lo definido por la Ley de Okun se define como el siguiente $Y = 63.98 - 3.46(U)$, dicho resultado se presenta al efectuar transformación exponencial a la variable de crecimiento económico y operando la variable desempleo en su estado original.
4. Con la inferencia estadística a través de la construcción de modelos de regresión lineal y series de tiempo para la aplicación de la Ley de Okun en la economía guatemalteca, se logró establecer la relación inversa de las variables en estudio, lo que indica que para una tasa de desempleo del

3.0 %, la economía tendría que crecer aproximadamente a una tasa mayor que el crecimiento natural de la economía.

RECOMENDACIONES

Con base a los resultados obtenidos y de las conclusiones planteadas, se sugiere lo siguiente:

1. Es necesario que se continúe con los análisis que efectúa el Banco de Guatemala respecto al ejercicio de medición de la productividad del país medido a través del PIB, derivado que existe información amplia para inferir de manera estadística a través de las series de tiempo, buscando de esta forma la correlación con otras variables y modelos macroeconómicos.
2. Continuar por parte del INE el monitoreo de los datos estadísticos de las encuestas, especialmente las que caracterizan el mercado laboral. Esto con el fin de establecer con mayor exactitud el grupo de personas en edad de trabajar que están en búsqueda de empleo y que son parte de la población económicamente inactiva.
3. Utilizar el análisis del modelo de regresión lineal y el análisis de series temporales en los próximos años, para continuar con la caracterización de las variables que inciden en la Ley de Okun y de tal manera identificar si en los años siguientes al período de estudio, sigue existiendo correlación inversa.
4. Tomar en consideración que, al tratar la inferencia estadística para las variables en estudio, los entes rectores que procesan y presentan la información, no son de periodicidad continua, específicamente las

encuestas realizadas por el Instituto Nacional de Estadística. Lo cual conlleva a que el monitoreo de los datos estadísticos representados en las encuestas para medir el comportamiento del mercado laboral (ENEI), se vean afectados por otros factores externos.

REFERENCIAS

1. Álvarez, N. (8 de noviembre de 2014). Nuestro mercado de trabajo y la Ley de Okun. *El Diario*. <https://www.eldiario.es>
2. Banco de Guatemala (2019). *Sistema Nacional de Cuentas Nacionales Matriz de Empleo e Ingresos*. Guatemala. Banco de Guatemala
3. Casasola, A. (25 de julio, 2021). Mirada a la relación entre crecimiento y desempleo. *Portafolio*, p. 1-5
4. Fallas, J. (2012). *Correlación lineal - Midiendo la relación entre dos variables*. (Tesis de Maestría). Universidad para la Cooperación Internacional. Costa Rica.
5. Garavito, C. (2018). *Demanda de trabajo del hogar remunerado en el Perú urbano*. *economía*, 41(82), 35–60. doi.10.18800
6. Gordon, E. y Miller, S. (1984). *Grievances: A review of research and practice*. *Personnel Psychology*, 37(1), 117–146.
7. Guerrero, V. (2003). *Análisis estadístico de series de tiempo económicas*. I.T.P. Latín América. Recuperado <http://amazon.com>
8. Huang, H. (2013). *Ley de Okun en paneles de países y estados*. *Economía aplicada*, 45 (2), 191-199.

9. Ibañez, J. (2013). *Incertidumbre, inflación y crecimiento económico en Guatemala: Evidencia y Lecciones para la Política Monetaria*. Recuperado <http://www.banguat.gob.gt>
10. Laguna. C. (2014). Correlación y Regresión Lineal. *IACS*. 1-18 Recuperado <http://www.ics-aragon.com>
11. Lizarazu, E. (mayo, 2021). Soluciones numéricas de un modelo neokeynesiano mediante los métodos Blanchard-Khan (1980) y Klein (2000). *Revista análisis económico* 36(92), 1-10. Recuperado <https://doi.org/10.24275/uam/azc/dcsh/ae/2021v36n92/lizarazu>
12. Loría, E. y Ramos, M. (2007). *La ley de Okun: Una relectura para México*. 19-55. Recuperado <http://www.jstor.org/stable/40311523>
13. Malley, J. y Molana, H. (2008). *Producción, desempleo y ley de Okun: algunas evidencias del G7*. *Cartas Económicas*, 101 (2), 113-115. doi.10.1016
14. O'kean, J. (2005). Economía (M. Hi. Educación, Ed.; págs. 241–246). Recuperado <https://web.archive.org>
15. Ortiz, J. (2014). Transformaciones logarítmicas en regresión simple. *RevComEst*, 7(1), 80.
16. Pérez, C. (2016). *El Modelo Lineal de Regresión Múltiple Ejercicios Con R, SAS, SPSS y Estadística*. North Charleston, SC: Plataforma de publicaciones independientes.

17. Prachowny, M. (1993). Ley de Okun: fundamentos teóricos y estimaciones revisadas. *Revista JSTOR*, 75 (2), 331–336.
18. Palley. T (noviembre, 2006). Ley de Okun y el comportamiento cíclico asimétrico y cambiante de la economía estadounidense. *Revista Internacional de Economía Aplicada*, 7 (2), 144–162.
19. Rez, M. (2012). *Elementos de Estadística Descriptiva*. España, España: Académica Española.
20. Webster, A. (2011). *Estadística Aplicada a los negocios y economía*. Bogotá, Colombia. McGrawHill. Recuperado de <https://wordpress.com>

APÉNDICE

Apéndice 1. Resumen de gastos mensuales

Elemento	Unidad	Costo Unitario/(Q.)	Cantidad necesaria	Costo /(Q.)
FASE 1 y 2: Revisión literaria y Recolección de información				
Libros electrónicos	texto	0.00	10	0.00
Uso de internet	mes	410.00	1	410.00
FASE: Análisis de la información				
Software estadístico	programa	0.00	1	0.00
Uso de internet	mes	410.00	1	410.00
FASE 4: Interpretación de la información				
Acceso a internet	mes	410.00	1	410.00
FASE 5: Informe Final				
Impresiones	hoja	0.50	50	25.00
Total				1,255.00

Fuente: elaboración propia.

