UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN NEGOCIOS INTERNACIONALES

IMPACTO DE LA INVERSIÓN EXTRANJERA DIRECTA DE ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA Y CANADÁ EN LA DEGRADACIÓN AMBIENTAL EN MÉXICO (PERÍODO 1990 – 2019)

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS EN NEGOCIOS INTERNACIONALES

PRESENTA:

ING. ABRAHAM DAVID VILLICAÑA VILLA

DIRECTOR DE TESIS:

DR. MARIO GÓMEZ AGUIRRE

MORELIA, MICHOACÁN, MARZO 2024.

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN NEGOCIOS INTERNACIONALES

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de Morelia, Mich., el día 4 de marzo de 2024, los miembros de la Mesa de Sinodales designada por el H. Consejo Técnico del Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales (ININEE) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), aprobaron presentar el examen de grado la tesis titulada:

"IMPACTO DE LA INVERSIÓN EXTRANJERA DIRECTA DE ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA Y CANADÁ EN LA DEGRADACIÓN AMBIENTAL EN MÉXICO (PERÍODO 1990 – 2019)"

Presentada por el alumno:

Abraham David Villicaña Villa

Aspirante al grado de **Maestro en Ciencias en Negocios Internacionales**. Después de haber efectuado las revisiones necesarias, los miembros de la Mesa de Sinodales manifestaron SU APROBACIÓN DE LA TESIS, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA MESA DE SINODALES

Director de la Tesis

Dr. Mario Gómez Aguirre

Dr. José Carlos Alejandro Rodríguez Chávez

Dr. Jerjes Izcoatl Aguirre Ochoa

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN NEGOCIOS INTERNACIONALES

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de Morelia, Michoacán, el día 4 de marzo de 2024, el que suscribe **ABRAHAM DAVID VILLICAÑA VILLA**, alumno del programa de la Maestría en Ciencias en Negocios Internacionales adscrito al Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales (ININEE), manifiesta ser el autor intelectual del presente trabajo de tesis, desarrollado bajo la dirección del Dr. MARIO GÓMEZ AGUIRRE y cede los derechos del trabajo titulado **"IMPACTO DE LA INVERSIÓN EXTRANJERA DIRECTA DE ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA Y CANADÁ EN LA DEGRADACIÓN AMBIENTAL EN MÉXICO (PERÍODO 1990 – 2019)"** a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo para su difusión con fines estrictamente académicos.

No está permitida la reproducción total o parcial de este trabajo de tesis ni su tratamiento o transmisión por cualquier medio o método sin la autorización escrita del autor y/o director del mismo. Cualquier uso académico que se haga de este trabajo, deberá realizarse conforme a las prácticas legales establecidas para este fin.

ABRAHAM DAVID VILLICAÑA VILLA

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y al Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales por la oportunidad para seguir preparándome académicamente.

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnología por el apoyo brindado para el estudio de la Maestría en Ciencias en Negocios Internacionales.

A mi director de tesis Dr. Mario Gómez Aguirre a quien le tengo un profundo respeto y admiración por su disposición, conocimientos, consejos y apoyo brindado durante la elaboración de esta investigación.

A mis sinodales Dr. José Carlos Alejandro Rodríguez Chávez y Dr. Jerjes Izcoatl Aguirre Ochoa por sus valiosos comentarios, aportaciones y retroalimentaciones brindadas a lo largo de esta investigación.

A mi coordinador Dr. Enrique Armas Arévalos por su gran apoyo, orientación, motivación y amistad durante mi estancia en el instituto.

También agradezco a mis profesores que con gran profesionalismo compartieron su valioso conocimiento, así como a todo el personal del instituto que siempre me brindaron su apoyo y orientación para poder utilizar herramientas y espacios en el interior del instituto.

A mis amigos Alma, Martha, Julio, Daniela, Edith, Hiram, Monse y compañeros de clase quienes además de compartir su valioso conocimiento y consejos, también me brindaron su amistad creando un excelente equipo en diferentes actividades.

DEDICATORIA

A mi querida esposa Efigenia, por su apoyo, paciencia y aliento en los momentos más complicados en el desarrollo de la maestría, gracias por ser mi motivo para cada día ser mejor persona.

A mi madre Ma. Auxilio y hermanas Denisse y Lorna, por ser siempre el pilar y motor en mi vida para nunca darme por vencido.

A mi familia, en especial mis tías Sandra y Silvia, por el soporte, apoyo y consejos brindados.

ÍNDICE

ÍNDICE DE GRÁFICAS **10**

ÍNDICE DE TABLAS **11**

SIGLAS Y ABREVIATURAS **14**

INTRODUCCIÓN **16**

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN **21**

1.1 Planteamiento del Problema 21

1.2 Descripción del Problema 21

1.3 Preguntas de Investigación 28

1.3.1 Pregunta General 28

1.3.2 Preguntas Específicas 28

1.4 Objetivos de la Investigación 29

1.4.1 Objetivo General 29

1.4.2 Objetivos Específicos 29

1.5 Justificación del Tema 29

1.5.1 Horizonte Temporal y Espacial 30

1.5.2 Viabilidad de la Investigación 30

1.6 Tipo de Investigación 30

1.7 Método de la Investigación 30

1.8 Hipótesis de la Investigación 31

1.8.1 Hipótesis General 31

1.8.2 Hipótesis Específicas 31

1.9 Identificación de las Variables 32

1.10 Instrumentos de Medición 32

1.11 Universo de Estudio 32

1.12 Alcances y Limitaciones de la Investigación 32

CAPÍTULO 2. CONTEXTO DE LA INVERSIÓN EXTRANJERA DIRECTA Y LA DEGRADACIÓN AMBIENTAL 33

2.1 Antecedentes del cambio climático 33

2.1.1 Emisiones de dióxido de carbono en el mundo 38

2.1.2 Emisiones de dióxido de carbono en países latinoamericanos 39

2.1.3 Emisiones de dióxido de carbono en México 40

2.1.4 Curva Ambiental de Kuznets 43

2.2 Inversión Extranjera Directa 45

2.2.1 Inversión Extranjera Directa en México. 46

2.2.2 Inversión Extranjera Directa en México por país de origen 47

2.2.3 Inversión Extranjera Directa en México por sector económico. 48

2.2.4 Inversión Extranjera Directa de EUA y Canadá en México. 51

2.3 Producto Interno Bruto 53

2.3.1 Producto Interno Bruto en México 54

2.3.2 Producto Interno Bruto per cápita en México. 55

2.4 Apertura comercial 57

2.4.1 Apertura comercial de México 57

2.5 Energía renovable 59

2.5.1 Energía renovable en México 60

CAPÍTULO 3. TEORÍAS DE INVERSIÓN EXTRANJERA DIRECTA Y DEGRADACIÓN AMBIENTAL 64

3.1 Economía y ambiente 64

3.1.1 Hipótesis Paraíso de contaminación 65

3.1.2 Hipótesis Halo de contaminación. 66

3.2 Teorías de Inversión Extranjera Directa 66
3.2.1 Modelo de Heckscher-Ohlin 66
3.2.2 Teoría del ciclo del producto de Vernon 67
3.2.3 Teoría de la internalización 69
3.2.4 El paradigma ecléctico de Dunning 70
CAPÍTULO 4. REVISIÓN DE LITERATURA EMPÍRICA 73
4.1 Literatura empírica 73
CAPÍTULO 5. MODELOS ECONOMÉTRICOS 78
5.1 Econometría 78
5.2 Modelo econométrico Mínimos Cuadrados Ordinarios 79
5.3 Modelo Mínimos Cuadrados Completamente Modificados 80
5.4 Pruebas del modelo econométrico 80
5.4.1 Prueba de raíz unitaria 81
5.4.2 Prueba de cointegración 81
5.4.3 Prueba de autocorrelación 84
5.4.4 Prueba de heterocedasticidad 86
5.4.5 Prueba de normalidad 86
5.4.6 Prueba t-Student 88
5.5 Datos del modelo 89
CAPÍTULO 6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS 93
6.1 Pruebas de Raíz unitaria 93
6.2 Prueba de cointegración 94
6.3 Estimación de los coeficientes en el largo plazo 95
6.3.1 Estimación por los modelos OLS y FMOLS 95
6.3.2 Pruebas de diagnóstico en los residuales 97

CONCLUSIONES **98**

RECOMENDACIONES **101**

BIBLIOGRAFÍA **103**

ANEXOS **112**

Anexo 1. Pruebas econométricas con Software Eviews versión 12 112

Anexo 2. Tabla de Distribución t de Student 127

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Grados de diferencia con promedio de temperatura de 1951 a 1980 en los meses de agosto. Periodo 1880 a 2019 22
Gráfica 2. Aumento del nivel del mar (milímetros) a nivel mundial, durante el período 1993 a 2019 23
Gráfica 3. Escenarios de incremento del nivel del mar (metros) de acuerdo a las emisiones de gases de efecto invernadero, período 1950 a 2300 24
Gráfica 4. Principales países emisores de CO2 (millones de toneladas anuales), en el 2017 26
Gráfica 5. Inversión Extranjera Directa en México acumulada por país de origen durante el período 1990 – 2019 27
Gráfica 6. Países con mayores tasas de emisiones de dióxido de carbono en el año 2019 38
Gráfica 7. Emisiones CO2 en países latinoamericanos (kilo toneladas) durante el período 1990 – 2019 39
Gráfica 8. Emisiones CO2 per cápita en países latinoamericanos (toneladas métricas per cápita). Período 1990 – 2019 40
Gráfica 9. Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (INEGYCEI) en México, período 1990 a 2019 41
Gráfica 10. Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (INEGYCEI) en México del año 2019 42
Gráfica 11. Curva Ambiental de Kuznets (CAK) 43
Gráfica 12. Flujo de la Inversión Extranjera Directa en México (Millones de dólares). Período 1990 – 2019 47
Gráfica 13. Inversión Extranjera Directa en México de Estados Unidos y Canadá, período 1990 – 2019 48
Gráfica 14. Inversión Extranjera Directa en México por sector económico. Período 1990 – 2019 50
Gráfica 15. Inversión Extranjera Directa en México acumulada por sector destino. Período 1990 – 2019 51

Gráfica 16. Producto Interno Bruto en México (Millones de dólares), durante el período 1990 - 2019 55
Gráfica 17. Producto Interno Bruto per cápita en México (dólares), durante el período 1990 – 2019 56
Gráfica 18. Apertura comercial en México (% del PIB). Período 1990 – 2019 58
Gráfica 19. Consumo de energía renovable en México (% del consumo total de energía final) durante el período 1990 – 2019..... 61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Inversiones de los subsectores manufacturero y servicios provenientes de EUA y Canadá hacia México durante el período 1999 al 2020 52
Tabla 2. Indicadores de variables..... 90
Tabla 3. Prueba de Raíz unitaria Dickey – Fuller Aumentada 93
Tabla 4. Prueba de cointegración de Johansen 94
Tabla 5. Estimación de los coeficientes al largo plazo. 95
Tabla 6. Pruebas de diagnóstico. 97

RESUMEN

Dada la importancia que ha adquirido el tema del cambio climático en la política ambiental, aumentan las preocupaciones por los efectos del comercio entre naciones de las llamadas “Fugas de carbono”. La presente investigación tiene por objetivo examinar el impacto de la Inversión Extranjera Directa de EUA y Canadá (IED), el Producto Interno Bruto (PIB), la apertura comercial (AC) y el consumo de energías renovables (ER), en las emisiones de dióxido de carbono (CO2) en México durante el período 1990 – 2019. Para ello se utilizaron herramientas econométricas. Los principales resultados muestran que las variables son de orden de integración I(1) y existe una relación de equilibro a largo plazo entre las variables. Se estimaron modelos de largo plazo, demostrando que existe una relación positiva entre la IED, el PIB y la AC con las emisiones de CO2, así que un aumento en la IED, el PIB y la AC contribuyen al incremento de las emisiones de CO2. Y una relación negativa entre el consumo de ER con las emisiones de CO2, por lo que un incremento en el consumo de ER ayudará a reducir las emisiones de CO2. Los resultados validan la Hipótesis Paraíso de contaminación debido a que la IED de EUA y Canadá contribuyó al incremento de las emisiones de CO2 generando degradación ambiental, convirtiendo a México en un país paraíso de contaminación.

Palabreas Clave: Inversión Extranjera Directa, Producto Interno Bruto, apertura comercial, consumo de energías renovables, emisiones de dióxido de carbono, paraíso de contaminación.

ABSTRACT

Given the importance that the issue of climate change has acquired in environmental policy, concerns are increasing about the effects of trade between nations of so-called “Carbon Leakage.” The objective of this research is to examine the impact of Foreign Direct Investment from the USA and Canada (FDI), the Gross Domestic Product (GDP), trade openness (AC) and the consumption of renewable energy (RE) on carbon dioxide emissions (CO2) in Mexico during the period 1990 – 2019. For this, econometric tools were used. The main results show that the variables are of integration order I(1) and there is a long-term equilibrium relationship between the variables. Long-term models were estimated, demonstrating that there is a positive relationship between FDI, GDP and AC with CO2 emissions, so that an increase in FDI, GDP and AC contribute to the increase in CO2 emissions. And a negative relationship between RE consumption with CO2 emissions, so an increase in RE consumption will help reduce CO2 emissions. The results validate the Pollution Paradise Hypothesis because FDI from the USA and Canada contributed to the increase in CO2 emissions, generating environmental degradation, turning Mexico into a pollution paradise country.

Keywords: Foreign Direct Investment, Gross Domestic Product, trade openness, consumption of renewable energy, carbon dioxide emissions, pollution paradise.

SIGLAS Y ABREVIATURAS

AC	Apertura comercial
AELC	Asociación Europea de Libre Comercio
ARDL	Modelo Autoregresivo de Rezagos Distribuidos
AP	Alianza Pacífico
APEC	Foro de Cooperación Económica Asia - Pacífico
BM	Banco Mundial
CKA	Curva de Kuznets Ambiental
COP	Conferencia de las Partes
CO2	Dióxido de Carbono
CPTPP	Tratado Integral y Progresista de Asociación Transpacífico
ER	Energías renovables
EUA	Estados Unidos de América
FMOLS	Mínimos Cuadrados Completamente Modificados
GATT	General Agreetment on Tarifs and Trade
GCA	Global Carbon Atlas
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GYCEI	Gases y Compuestos de Efecto Invernadero
ID	Inversión Directa
IED	Inversión Extranjera Directa.
IMCO	Instituto Mexicano para la Competitividad A.C.
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
INEGYCEI	Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
LM	Lagrange Multiplier
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration

OLS	Mínimos Cuadrados Ordinarios
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PIB	Producto Interno Bruto
RNIE	Registro Nacional de Inversiones Extranjeras
SAT	Secretaría de Administración Pública
SE	Secretaría de Economía
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
TLCAN	Tratado Libre Comercio de América del Norte
TLCUEM	Tratado Libre Comercio entre México y la Unión Europea
T-MEC	Tratado de Libre Comercio México - Estados Unidos - Canadá
UCS	Union of Concerned Scientists
UNCTAD	Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo
USD	Dólar estadounidense
VAR	Modelo Vector Auto Regresivo.

INTRODUCCIÓN

Una de las causas más importantes que provoca la degradación ambiental es el cambio climático. El cambio climático es inducido por las emisiones de gases de efecto invernadero donde predomina el dióxido de carbono (CO2). De acuerdo a las previsiones científicas, el aumento de dióxido de carbono provoca un progresivo aumento de la temperatura media en la tierra que puede causar alteraciones graves del sistema climático, la elevación del nivel del mar y fuertes desequilibrios ecológicos y socioeconómicos (Jiménez, 2001).

Es por ello que dada la importancia que ha adquirido el tema del cambio climático en la política ambiental, aumentan las preocupaciones por los efectos del comercio entre naciones de las llamadas “Fugas de carbono”, esto es que los países en vía de industrialización o en desarrollo, sean o se conviertan en paraíso de contaminación de los países industrializados o desarrollados (Labandeira et al., 2007).

México es un país en vías de industrialización con altos niveles de contaminación a nivel mundial, catalogado dentro de los principales países con mayores emisiones de dióxido de carbono. Durante el periodo de análisis de 1990 al 2019 México fue el país Latinoamericano con mayores emisiones de CO2 (GCA, 2019).

En la presente investigación se abordan variables que guardan relación con el impacto ambiental como la Inversión Extranjera Directa de EUA y Canadá (IED), el Producto Interno Bruto (PIB), la apertura comercial (AC), el consumo de energías renovables (ER) y las emisiones de dióxido de carbono (CO2) en México.

La Inversión Extranjera Directa (IED) ha crecido en México a partir de su apertura comercial convirtiéndose en un país atractivo para los inversionistas, sin embargo, el mayor incremento de la IED fue evidente al entrar en vigor en 1994 el Tratado de

Libre Comercio de América del Norte con los socios comerciales Estados Unidos de América (EUA) y Canadá, siendo estos países industrializados y de los principales emisores de CO2 a nivel mundial. Durante el período de la presente investigación México recibió el 55% de IED proveniente de EUA y Canadá del total de las inversiones de todo el mundo (RNIE, 2021).

La IED beneficia al país porque genera mayor empleo, deja derramas tecnológicas, mejora el desarrollo económico, incrementa el Producto Interno Bruto, hay mayor flujo de divisas, genera mayor competencia e incrementa las exportaciones. Sin embargo, la IED puede perjudicar (paraíso de contaminación) o beneficiar (halo de contaminación) ambientalmente al país anfitrión en desarrollo, como es el caso de México, puesto que las empresas extranjeras, por un lado, operan con normas ambientales menos estrictas, permitiendo mayor contaminación y emisiones de dióxido de carbono, y por otro lado, las empresas extranjeras transmiten derramas tecnológicas más amigables con el medio ambiente incentivando menores emisiones de dióxido de carbono (Field, 1995).

Con la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio de América del Norte además de incrementar la IED también ayudo a México a tener mayor apertura comercial tomando un importante papel ya que aumentó significativamente el comercio en el país manteniendo tendencia positiva en el periodo de esta investigación, tomando una gran participación en el PIB del país. (SE, 2016).

Otro factor que está ligado al deterioro del medio ambiente y aumento de emisiones de CO2 es el limitado uso de energías limpias también llamadas energías renovables. El acceso y uso de los recursos naturales, las tecnologías necesarias para su explotación y consumos vigentes, ejercen una gran y fuerte presión sobre el medio ambiente. (SEMARNAT, 2001).

De acuerdo al análisis de la literatura y teorías respecto a la economía ambiental, en México se espera una relación positiva entre las emisiones del CO2 con la IED

de EUA y Canadá, apertura comercial y PIB, es decir que aumento en estas variables, se espera un incremento en las emisiones de CO2. En cambio, se espera una relación negativa entre las emisiones de CO2 y el uso de energías renovables, es decir que un aumento en el uso de energías renovables, se espera una reducción de emisiones de CO2 en México (Field, 1995).

Es importante mencionar que hay diversos estudios que analizan la relación de las emisiones de dióxido de carbono con la Inversión Extrajera Directa y diversas variables económicas de diversos grupos de países desarrollados y en desarrollo, donde los principales resultados mencionados son si los países en desarrollo son o no paraísos de contaminación.

Sin embargo, no hay un análisis sobre la degradación ambiental en México durante el periodo propuesto. Por lo tanto, la mayor contribución de esta investigación es dar a conocer como impactó la Inversión Extranjera Directa de EUA y Canadá, Producto Interno Bruto, apertura comercial y consumo de energía renovable en las emisiones de CO2 en México durante el periodo 1990 – 2019.

Por lo anterior se realiza la pregunta de investigación: ¿Cuál es el impacto de la Inversión Extranjera Directa de EUA y Canadá, Producto Interno Bruto, apertura comercial y consumo de energía renovable en las emisiones de dióxido de carbono en México durante el período 1990 - 2019? En el mismo sentido el objetivo es examinar el impacto de la Inversión Extranjera Directa de EUA y Canadá, Producto Interno Bruto, apertura comercial y consumo de energías renovables en las emisiones de dióxido de carbono en México durante el período 1990 – 2019.

Esta investigación está dividida por 6 capítulos. En el capítulo 1 se desarrollan los fundamentos de la investigación, donde se abordan las variables de estudio: Inversión Extranjera Directa por país de origen, Producto Interno Bruto, apertura comercial y consumo de energías renovables, así como la relación que guarda con las emisiones de dióxido de carbono.

En el capítulo 2 se contextualizan cada una de las variables para conocer cómo se han desarrollado en México durante el periodo de 1990 - 20219 para entender con mayor detalle la relación que guardan tanto individual como colectivamente con las emisiones de dióxido de carbono. También se aborda, la situación internacional y mundial, sobre los principales países emisores de dióxido de carbono en este mismo período.

En el capítulo 3 se explican las hipótesis que existen alrededor de la contaminación ambiental debido a la Inversión Extranjera Directa, es decir la hipótesis de paraíso de contaminación y la hipótesis de efecto halo. También se exponen las teorías de internacionalización que explican la IED como son: Modelo de Heckscher-Ohlin, Teoría del ciclo del producto de Vernon, Teoría de la internalización y el paradigma ecléctico de Dunning.

En el capítulo 4 se muestra la revisión empírica sobre estudios alrededor de la inversión extranjera directa de países industrializados o desarrollados a países en proceso de industrialización o en vías de desarrollo y la degradación ambiental. Los hallazgos de estas investigaciones dan evidencia si los países receptores son paraísos de contaminación, contaminando más en estos países que al de su origen, o halo de contaminación, comportándose ambientalmente mejor o contaminado menos que las empresas nacionales.

En el capítulo 5 se muestra la metodología empleada en esta investigación. Se explica cada uno de los modelos econométricos series de tiempo empleados, es decir modelos de mínimos cuadrados ordinarios y mínimos cuadrados, completamente modificados, además de las pruebas, supuestos y el análisis de las hipótesis de cada una de ellas.

En el capítulo 6 se muestran los resultados de las estimaciones de los modelos econométricos de serie de tiempo empleados, es decir el modelo mínimos

cuadrados ordinarios y mínimos cuadrados completamente modificados, así como las pruebas diagnóstico de normalidad, heterocedasticidad y correlación, correspondientes para cada uno de los modelos. Además, se realiza un análisis, discusión de los resultados presentados e implicaciones, así como el contraste de resultados con las investigaciones y literatura revisada previamente.

Posteriormente se muestran las conclusiones, implicaciones, recomendaciones finales y limitaciones, así como futuras líneas de investigación.

CAPÍTULO 1
FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación es una herramienta que se utiliza para obtener nuevos conocimientos y dar explicación a problemas con carácter científico. De acuerdo a Hernández (1991) el plantear un problema no es sino afinar y estructurar más formalmente la idea de investigación. En este capítulo se describe la problemática de estudio, así como las preguntas, objetivos e hipótesis que fundamentan esta investigación.

1.1 Planteamiento del Problema

El problema a resolver de esta investigación radica en conocer el impacto de la Inversión Extranjera Directa proveniente de Estados Unidos de América (EUA) y Canadá, Producto Interno Bruto, apertura comercial y consumo de energía renovable en las emisiones de dióxido de carbono en México durante el período 1990 al 2019. Para facilitar la comprensión del problema se exponen las variables a estudiar de la presente investigación de forma individual para posteriormente integrarlas y entender la relación que guardan.

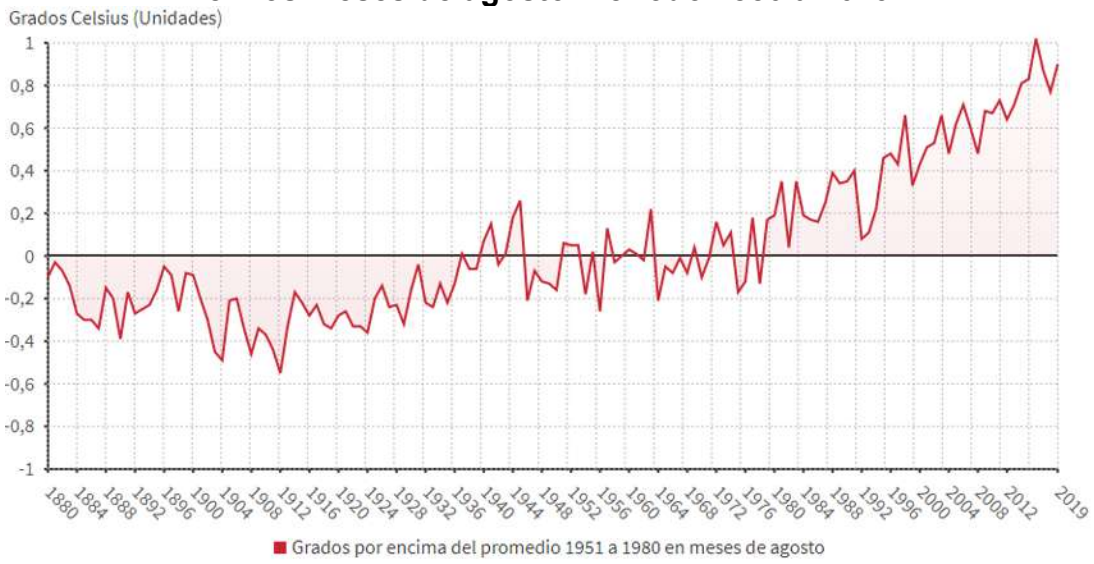
1.2 Descripción del Problema

El cambio climático se refiere a los cambios a largo plazo en la temperatura y el clima que ocurren en este planeta. Estos cambios pueden ser naturales, como los cambios en el ciclo solar. Sin embargo, desde el siglo XIX, la actividad humana ha sido la principal causa del cambio climático, principalmente a través de la quema de combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas. La quema de combustibles fósiles produce gases de efecto invernadero que actúan como una manta alrededor de la Tierra, atrapando el calor del sol y elevando la temperatura (ONU, 2021).

Los gases de efecto invernadero que provocan el cambio climático son gases como el dióxido de carbono y el metano. Son causados por el uso de gasolina para conducir un automóvil o por el uso de carbón para calentar un edificio. El dióxido de carbono también puede ser liberado por la tala de tierras y bosques. Los vertederos son una fuente importante de emisiones de metano. Las mayores fuentes de contaminación son la energía, la industria, el transporte, los edificios, la agricultura y el cultivo (Jiménez, 2001).

El efecto invernadero que naturalmente permite la vida en la Tierra tal y como la conocemos, es la temperatura media global de 14.5ºC que es esencial para retener parte del calor del Sol y con ello la Tierra la devuelva al espacio, como un tejado de cristal de un invernadero. Sin éste, la temperatura promedio sería de -18ºC y nuestro planeta sería un lugar helado (UE, 2022). De acuerdo a la ONU (2021), las concentraciones de gases de efecto invernadero están en sus niveles más altos de los últimos 2 millones de años. Estas emisiones siguen aumentando, como resultado, las temperaturas globales ahora son 1.1°C más altas que a fines del siglo XIX. La última década (2010-2019) fue la más cálida registrada como se muestra en la siguiente gráfica (NOAA, 2021):

Gráfica 1. Grados de diferencia con promedio de temperatura de 1951 a 1980 en los meses de agosto. Periodo 1880 a 2019

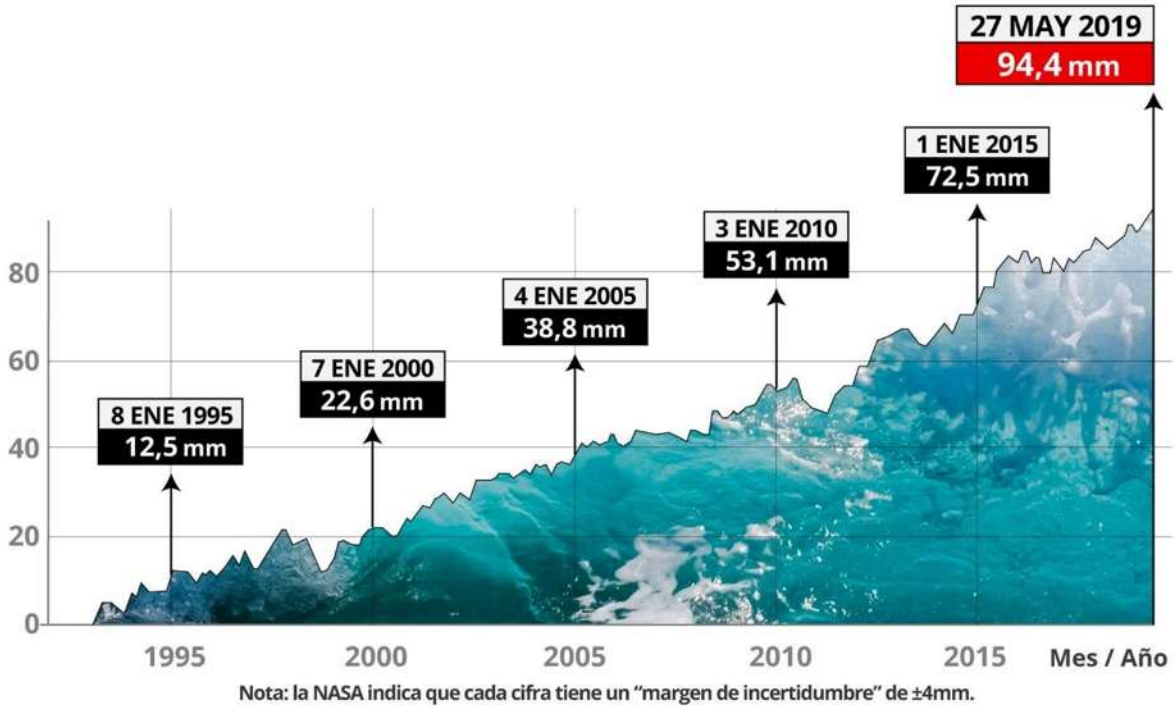


Fuente: National Oceanic and Atmospheric Administration (2021).

El cambio climático no solo tiene que ver principalmente con el calentamiento global pues el aumento de las temperaturas es sólo el comienzo de la historia. Debido a que la Tierra es un sistema interconectado, los cambios en un área pueden afectar los cambios en todas las demás.

Las consecuencias del cambio climático actualmente incluyen, entre otras, sequías severas, escasez de agua, incendios severos, aumento del nivel del mar, inundaciones, derretimiento del hielo polar, tormentas catastróficas y pérdida de biodiversidad. En las siguientes gráficas se muestran una de las graves consecuencias del calentamiento global (NASA, 2021):

Gráfica 2. Aumento del nivel del mar (milímetros) a nivel mundial, durante el período 1993 a 2019



Fuente: National Aeronautics and Space Administration (2021).

Como se observa en la gráfica anterior, en el año 1995 el nivel del mar aumentó aproximadamente 12.5mm, empezando a dar indicios del daño ambiental por el efecto invernadero. 15 años más tarde, es decir en el año 2010, el nivel aumentó a

53.1mm, es decir, incrementó (40.6mm tomando de referencia el año 1995), dejando ver que el incremento del nivel tiene una tendencia más acelerada con respecto a los años anteriores. Nueve años más tarde, en el año 2019, el nivel del mar incrementó 41.3mm para llegar a 94.4mm, dando una clara alerta que la tendencia de incremento del nivel del mar seguirá subiendo año con año.

Dando continuidad a la gráfica 2, se muestra a continuación el pronóstico de dos escenarios posibles que tiene como consecuencia un aumento en el nivel del mar (IPCC, 2020):

Gráfica 3. Escenarios de incremento del nivel del mar (metros) de acuerdo a las emisiones de gases de efecto invernadero, período 1950 a 2300

Fuente: Intergovernmental Panel on Climate Change (2020).

En el escenario más bajo de emisiones de gases de efecto invernadero, está pronosticado que el nivel del mar incremente cerca de un metro. En el escenario más alto de emisiones, se pronostica que incremente el nivel de mar cerca de cuatro metros. En ambos casos habrá pérdida del territorio mundial y se continuará afectando comunidades y habitantes cerca de las costas, además de otras implicaciones ambientales (NOAA, 2021).

El cambio climático afecta a las personas de diversas maneras. El cambio climático puede afectar la salud, la capacidad para cultivar alimentos, vivienda, seguridad y trabajo. Actualmente ya se encuentra a cierta población que son vulnerables a los impactos climáticos, como las personas que viven en pequeñas naciones insulares y otros países en desarrollo. Condiciones como el aumento del nivel del mar y la intrusión de agua salada han progresado hasta el punto en que comunidades enteras han tenido que ser reubicadas y las sequías prolongadas representan la amenaza de hambruna, como se vio anteriormente (IPCC, 2020).

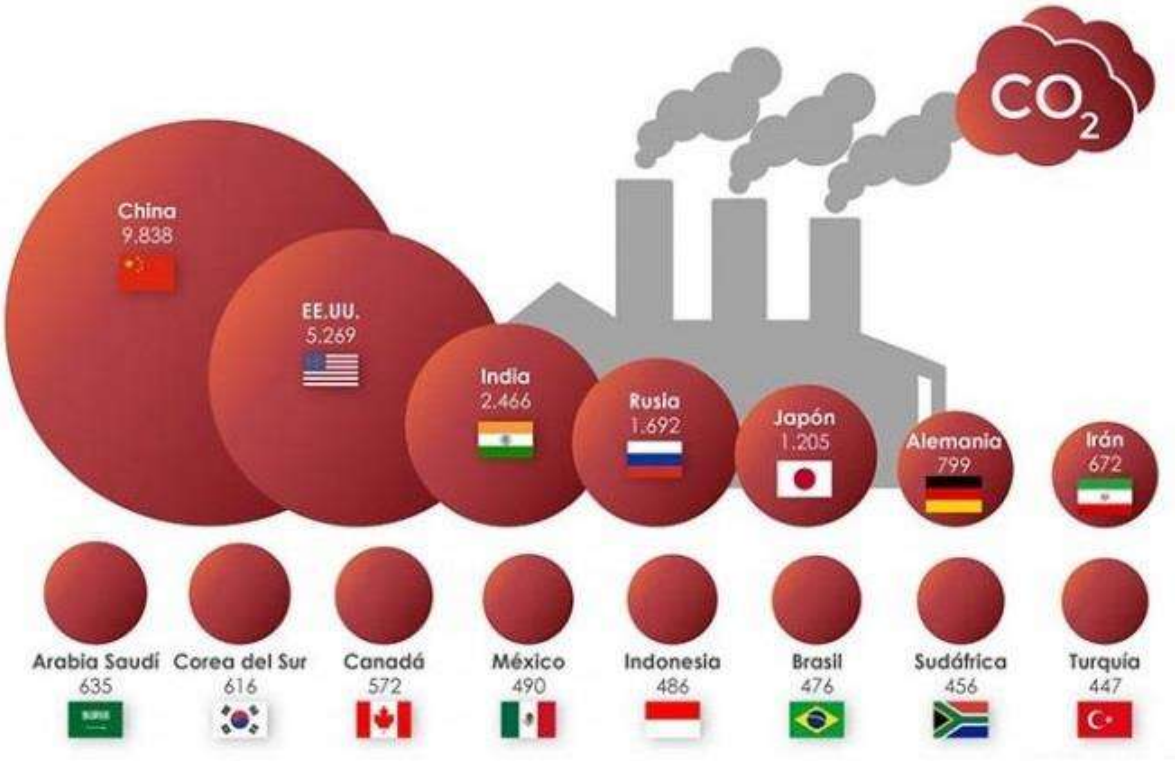
De acuerdo a los últimos informes de la ONU (2021), innumerables científicos y funcionarios gubernamentales han acordado que limitar el aumento de la temperatura global a 1,5 grados ayudará a evitar los peores impactos climáticos y a mantener un clima habitable. Sin embargo, las prácticas que hoy en día se desarrollan, apuntan a un aumento de temperatura de 2,8 °C para fines de siglo.

Las emisiones que provocan el cambio climático provienen de diferentes países del mundo afectando a toda la población del planeta. De hecho, un total de 100 países producen la menor cantidad de emisiones, es decir producen el 3 por ciento de las emisiones totales. En contraste, sólo diez países más grandes producen el 68 por ciento de las emisiones totales (BM, 2022).

México, es un país con altos niveles de contaminación a nivel mundial. Está catalogado dentro de los principales países con mayores emisiones de dióxido de carbono, y en primer lugar en Latinoamérica (GCA, 2019).

En la siguiente gráfica, se muestran los principales países en el mundo emisores de dióxido de carbono:

Gráfica 4. Principales países emisores de CO2 (millones de toneladas anuales), en el 2017



Fuente: Global Carbon Atlas (GCA, 2019).

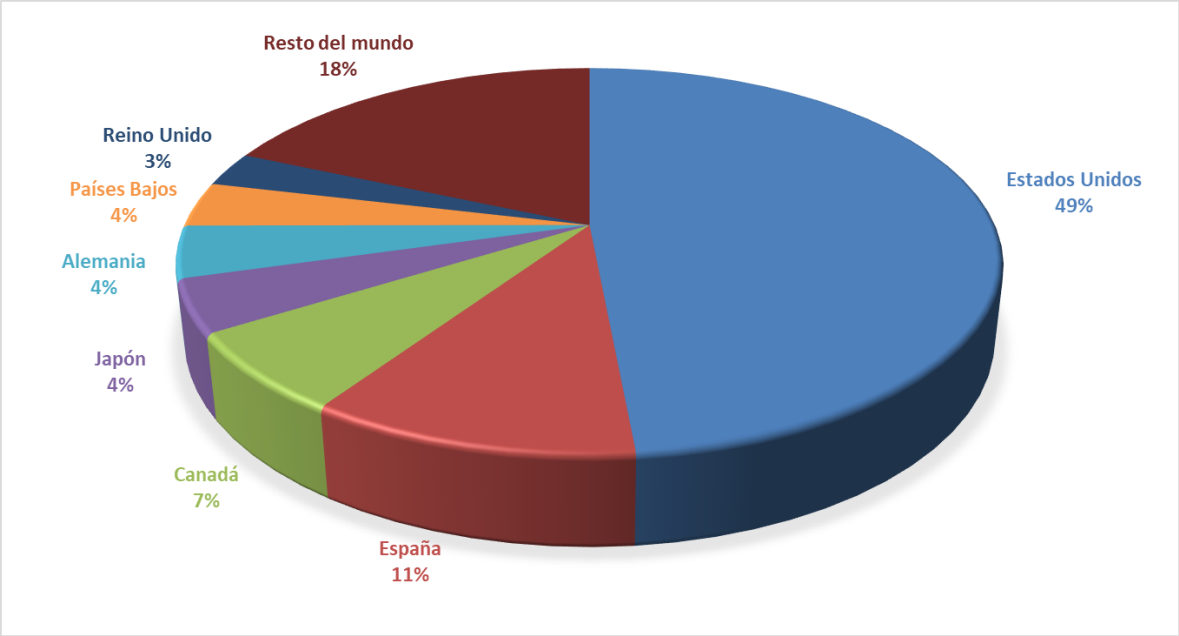
En la gráfica 4 se observa que China, Estados Unidos de América e India son los tres países con los niveles más altos a nivel mundial de emisiones de dióxido de carbono. Además, México en el año 2017, fue de los países con mayores emisiones nivel mundial, colocándose en el número doce, y a nivel Latinoamérica es el país con mayores emisiones, aunque Brasil le sigue muy de cerca.

Ahora se examina la Inversión Extranjera Directa (IED) y la apertura comercial de México. Desde los años ochenta, gracias a la apertura comercial en México, la IED aumentó considerablemente (SE, 2016), y desde entonces ha sido un factor importante para el desarrollo de la economía mexicana.

La ubicación geográfica de México, cercanía con Estados Unidos de América y Canadá, la disponibilidad de recursos naturales y la participación de diversos

acuerdos comerciales, hacen a México muy atractivo colocándolo en uno de los principales países para la IED como se observa en la siguiente gráfica (BM, 2021):

Gráfica 5. Inversión Extranjera Directa en México acumulada por país de origen durante el período 1990 – 2019



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2022).

Durante el periodo propuesto, México recibe de Estados Unidos y Canadá el 55% del total de las inversiones mundiales, es decir más de la mitad de sus inversiones, Además, se observa que los países que Estados Unidos y Canadá son países desarrollados e industrializados.

De acuerdo con Jiménez (2001), el desarrollo industrial se asoció con la contaminación del aire, la excesiva dependencia de los agentes químicos y los desastres en los paisajes. Por otro lado, se pensaba que los países en desarrollo tenían pocos problemas ambientales porque su tecnología industrial era más benigna con el medio ambiente y aún no habían adoptado un estilo de vida materialista y las concesiones negativas que conlleva para muchas personas.

Entonces con la apertura comercial, México ha recibido una importante cantidad de IED y con ello la instalación de diversas industrias extranjeras (la mayoría son manufactureras). Esto abre algunas posibilidades, pues la operación de estas empresas industrializadas, puede impactar de forma negativa o positiva a la degradación ambiental.

El impacto negativo se refiere al incremento en las emisiones de gases contaminantes con alto contenido de dióxido de carbono ya sea porque se les permita contaminar más en México que en su país anfitrión o para satisfacer la demanda del mercado al ofertar nuevos productos, etc. Y, el impacto positivo es la reducción de emisiones de dióxido de carbono, gracias a la transferencia tecnológica que ayuda a ser más eficientes con los recursos naturales (Field, 1995).

1.3 Preguntas de Investigación

1.3.1 Pregunta General

¿Cuál es el impacto de la Inversión Extranjera Directa de EUA y Canadá, Producto Interno Bruto, apertura comercial y consumo de energía renovable en las emisiones de dióxido de carbono en México durante el período 1990 - 2019?

1.3.2 Preguntas Específicas

- ¿De qué forma ha influenciado la Inversión Extranjera Directa de EUA y Canadá en las emisiones de dióxido de carbono en México durante el período 1990 - 2019?
- ¿Cómo incidió el Producto Interno Bruto en las emisiones de dióxido de carbono en México durante el período 1990 - 2019?
- ¿En qué medida impactó la apertura comercial en las emisiones de dióxido de carbono en México durante el período 1990 - 2019?
- ¿Cuál fue la influencia del consumo de energía renovable en las emisiones de dióxido de carbono en México durante el período 1990 - 2019?

1.4 Objetivos de la Investigación

1.4.1 Objetivo General

Examinar el impacto de la Inversión Extranjera Directa de EUA y Canadá, Producto Interno Bruto, apertura comercial y consumo de energía renovable en las emisiones de dióxido de carbono en México durante el período 1990 - 2019.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar de qué forma ha influenciado la Inversión Extranjera Directa de EUA y Canadá las emisiones de dióxido de carbono en México durante el período 1990 - 2019.
- Identificar cómo ha influido el Producto Interno Bruto en las emisiones de dióxido de carbono en México durante el período 1990 - 2019.
- Precisar en qué medida impactó la apertura comercial en las emisiones de dióxido de carbono en México durante el período 1990 - 2019.
- Analizar cuál fue la influencia del consumo de energía renovable en las emisiones de dióxido de carbono en México durante el período 1990 - 2019.

1.5 Justificación del Tema

La presente investigación tiene justificación debido a que las emisiones de dióxido de carbono es un tema de interés mundial.

México es miembro de las Naciones Unidas donde en la Agenda 2030 en los Objetivos de Desarrollo Sostenible se encuentra el Objetivo 13 Acción por el clima, que busca adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y efectos. Es por ello que México ratificó su compromiso ante “El Acuerdo de París” (ONU, 2019), sobre el Cambio Climático, para reducir en un 22% en emisiones de gases de efecto invernadero y en 51% las emisiones de dióxido de carbono para 2030 (GOB, 2014).

Por lo anterior, esta investigación genera conocimiento sobre la situación de México durante el período 1990 – 2019 sobre las emisiones de dióxido de carbono, de acuerdo a la IED de EUA y Canadá

Es importante mencionar que existe suficiente información disponible de diferentes bases de datos de fuentes oficiales que permiten consultar los datos de cada variable para su estudio.

1.5.1 Horizonte Temporal y Espacial

La investigación se realizó en un período desde 1990 hasta 2019. Además, el análisis se centra en México que es un país latinoamericano en vía de desarrollo donde ocurre la mayor recepción de Inversión Extranjera Directa proveniente de los países desarrollados, principalmente de EUA y Canadá (SE, 2018).

1.5.2 Viabilidad de la Investigación

La presente investigación es viable ya que se cuenta con los datos, recursos y tiempo necesario para el análisis.

1.6 Tipo de Investigación

La investigación tiene un alcance descriptivo puesto que se muestran las características de cada una de las variables. A su vez la investigación es correlacional ya que se requiere conocer la relación que guarda la Inversión Extranjera Directa de EUA y Canadá, Producto Interno Bruto, apertura comercial y consumo de energía renovable, con las emisiones de dióxido de carbono que genera México. Por último, el estudio es explicativo pues dará a conocer si la inversión Extranjera Directa de EUA y Canadá impactó y en qué grado a las emisiones de dióxido de carbono.

1.7 Método de la Investigación

Para la elaboración de esta investigación se utiliza el método científico, ya que se siguen las etapas de manera sistematizada y ordenada para la elaboración de la investigación, considerando el planteamiento del problema, los objetivos, hipótesis, marco teórico, la recolección de datos que posteriormente se analizarán y de acuerdo a su naturaleza se elegirá el mejor diseño para su evaluación y análisis,

seguido del reporte de los resultados obtenidos, conclusión y recomendaciones (Hernández et al., 1991).

Además del método científico, se utiliza:

- Método deductivo para analizar la información general y con ello llegar a conclusiones particulares.
- Método inductivo para que a partir de hechos particulares llegar a conclusiones generales.
- Método analítico ya que nos ayudará a descomponer y separar nuestro objeto de estudio para poder analizarla de manera individual.
- Método sintético pues nos permite integrar todos los componentes en un solo objeto de estudio.
- Método de investigación cualitativa y cuantitativa, puesto que se analizan las bases de datos de cada variable propuesta y se da a conocer los impactos tanto individuales como colectivamente (Chávez, 2014).

1.8 Hipótesis de la Investigación

1.8.1 Hipótesis General

La Inversión Extranjera Directa de EUA y Canadá, Producto Interno Bruto, apertura comercial y consumo de energía renovable son factores que impactan en las emisiones de dióxido de carbono en México durante el período 1990 - 2019.

1.8.2 Hipótesis Específicas

- La Inversión Extranjera Directa de EUA y Canadá ha influido en el incremento de las emisiones de dióxido de carbono en México durante el período 1990 - 2019.
- El Producto Interno Bruto ha incidido en el crecimiento de las emisiones de dióxido de carbono en México durante el período 1990 - 2019.
- La apertura comercial ha impactado en el incremento de las emisiones de dióxido de carbono en México durante el período 1990 - 2019.

- El consumo de energía renovable ha influenciado en la disminución de las emisiones de dióxido de carbono en México durante el período 1990 - 2019.

1.9 Identificación de las Variables

Variable dependiente

Y = Emisiones de dióxido de carbono CO2

Variables Independientes

X1 = Inversión Extranjera Directa de EUA y Canadá

X2 = Producto Interno Bruto

X3 = Apertura comercial

X4 = Consumo de energía renovable

1.10 Instrumentos de Medición

Se hará uso de base de datos y del software Eviews / Stata para realizar los modelos econométricos.

1.11 Universo de Estudio

Se analizan los países de EUA y Canadá que en conjunto realizan la mayor Inversión Extranjera Directa en México durante el período 1990 – 2019, que representan el 55% del total de las inversiones (BM, 2022).

1.12 Alcances y Limitaciones de la Investigación

Alcances:

Establecer si la Inversión Extranjera Directa de EUA y Canadá, impactan en México positiva o negativamente en las emisiones de dióxido de carbón durante el período 1990 – 2019.

Limitaciones:

El período de análisis se limita hasta el año 2019, debido a que falta información en algunas bases de datos de las variables propuestas para años más actuales.

CAPÍTULO 2

CONTEXTO DE LA INVERSIÓN EXTRANJERA DIRECTA Y LA DEGRADACIÓN AMBIENTAL

En el presente capítulo se muestran los antecedentes de la degradación ambiental, así como la composición de los gases de efecto invernadero provocados por la quema de combustibles fósiles donde predomina el dióxido de carbono. Además, se aborda a detalle cada una de las variables, es decir, la Inversión Extranjera Directa de EUA y Canadá, el Producto Interno Bruto, la apertura comercial y el consumo de energía renovable, mostrando la relación que guarda cada una con la degradación ambiental y emisiones de dióxido de carbono.

2.1 Antecedentes del cambio climático

El cambio climático es inducido por las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) donde predomina el dióxido de carbono CO2. De acuerdo a las previsiones científicas, el aumento de dióxido de carbono provoca un progresivo aumento de la temperatura media en la tierra que puede causar alteraciones graves del sistema climático, la elevación del nivel del mar y fuertes desequilibrios ecológicos y socioeconómicos (Jiménez, 2001).

La tierra naturalmente genera gases de efecto invernadero que son necesarias para lograr mantener una temperatura media de 15°C que permite la vida en este planeta, de lo contrario no habría posibilidad de concebir la tierra como actualmente la conocemos pues la temperatura sería de 18°C bajo cero. El efecto invernadero ayuda a absorber el 70% de la radiación proviene del sol, es decir los rayos del sol logran atravesar la atmosfera llegando hasta la tierra, esta radiación ayuda al planeta a aumentar su temperatura. El 30% restante de radiación solar a pesar de que llegan a la tierra, es reflejada de regreso al espacio, manteniendo un equilibrio en la temperatura de la tierra (Caballero, 2023).

Los principales gases responsables del efecto invernadero que se generan naturalmente son (Oswaldo et al., 2007):

- H20 Vapor de agua
- CO2 Dióxido de carbono.
- CH4 Metano
- N2O Óxido nitroso
- O3 Ozono.

Estos gases se generan naturalmente de diversas formas: H2O, vapor de agua, se genera al evaporar el agua por las altas temperaturas. CO2, dióxido de carbono, es generado por los seres vivos, tanto animales como humanos en el proceso de respiración se exhala una cierta cantidad de dióxido de carbono, también se da por la descomposición de materia orgánica muerta y por los incendios que ocurren naturalmente. CH4, metano, se generan estos gases por los humedales y por el proceso digestivo de los animales rumiantes, es decir, como ganado vacuno, ovino y caprino entre otros. N2O, óxido nitroso, se genera por la descomposición bacteriana de la materia orgánica. Por último, el O3, ozono, es un proceso natural que ocurre en la atmosfera por los rayos ultravioleta descomponiendo las moléculas de oxígeno (O2), que al combinarse de nuevo se unen tres átomos de oxígeno (O3) formando el ozono (INECC, 2021).

Los gases de efecto invernadero también son generados por la mano del hombre afectando considerablemente la temperatura de la tierra. Una alta concentración de estos gases de efecto invernadero generado principalmente por la quema de combustibles fósiles, provoca que los rayos del sol que llegan a la tierra no sean reflejados al espacio, quedando atrapados y rebotando entre la tierra y la atmosfera que da como consecuencia un aumento de temperatura provocando grandes desequilibrios climáticos y con ellos grandes desastres naturales. Hasta ahora hay un incremento en la temperatura de 1°C y con ello ha provocado con derretimiento del hielo de los polos, aumento en el nivel de mar, migración de población y

especies, aumento de huracanes, alta precipitación de lluvias, sequias e incendios impactando gravemente a la agricultura, climas extremos (Oswaldo et al., 2007).

Los principales gases de efecto invernadero generados por actividades que implica la mano del hombre y que afectan el cambio climático son (INECC, 2021):

- CO2 Dióxido de carbono.
- CH4 Metano
- N2O Óxido nitroso
- HFC Hidrofluorocarbonos
- SF6 Hexafluoruro de azufre
- CN Carbono negro

El principal gas que genera el efecto invernadero es el CO2, dióxido de carbono, este se genera a partir de la quema de combustibles fósiles como carbón, petróleo y gas. CH4, metano se genera con las prácticas ganaderas, así como en rellenos sanitarios. N2O, óxido nitroso, es generado por el manejo de materia fecal de los bovinos, tratamiento de aguas residuales, residuos sólidos entre otros. HFC, hidrofluorocarbonos estos ganes se generan en la industria química y procesos industriales. SF6, Hexafluoruro de azufre, también se genera en procesos industriales, principalmente en la industria eléctrica y electrónica. Además de estos gases existen otros como carbono negro CN, que junto con los gases mencionados son los principales causantes del efecto invernadero provocando el cambio climático (SEMARNAT-INECC, 2022).

Las emisiones de dióxido de carbono han cobrado una atención especial por los efectos negativos al medio ambiente. Es por ello que en los últimos años se han creado cumbres y acuerdos referentes al tema. A continuación, se muestran los principales (ONU, 2019):

- La cumbre de Kyoto, celebrada en 1997 en Kyoto, Japón.

Entró en función el 16 de febrero de 2005. Se considera uno de los acuerdos más importantes, pues se establecieron tres mecanismos para facilitar el logro de los objetivos nacionales, donde se desarrollan en el marco del Mercado de Carbono. Uno de los principales objetivos fue la reducción media de las emisiones del 5% en comparación con los niveles de 1990 en el período 2008-2012 (primer período de compromiso). La decimoctava Conferencia de las Partes (COP 18) sobre cambio climático confirmó el segundo período de vigencia del protocolo hasta el 31 de diciembre de 2020

- Conferencia de Copenhague, celebrado en 2009 en Copenhague, Dinamarca.

  El tema central a tratar fue adquirir el compromiso de fijar un límite máximo para el incremento de la temperatura media global de 2ºC. Adicionalmente se acordó mantener el incremento de la temperatura por debajo de los 1.5ºC.
- Acuerdo de París celebrado el 2015 en París, Francia.

  Se firmó un acuerdo ante la emergencia para luchar contra el cambio climático y fortalecer las acciones para la reducción de las emisiones de CO2. Este acuerdo solicitó que todas las partes hagan lo que esté a su alcance a través de contribuciones determinadas a nivel nacional y que incrementen sus esfuerzos para las siguientes décadas. Además, de que se comprometan a informar habitualmente sobre las emisiones.
- Cumbre sobre la Acción Climática ONU 2019 celebrado en New York, EUA.

  El objetivo de la cumbre fue adelantar la acción para reducir los gases de efecto invernadero para impedir que la temperatura global aumente más de 1.5°C por encima del nivel preindustrial.

Por otro lado, la Asamblea General de la ONU adoptó la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, una agenda para las personas, el planeta y la prosperidad. La Agenda establece 17 objetivos y 169 metas que son de carácter integral e indivisible e incluyen aspectos económicos, sociales y ambientales (ONU, 2019).

Una nueva estrategia guiará los programas de desarrollo global durante los próximos 15 años. Al adoptarlo, los países se comprometieron a movilizar los recursos necesarios para su implementación a través de alianzas que se enfocan principalmente en las necesidades de las personas más pobres y vulnerables.

Dentro de la agenda 2030 existen 17 objetivos los cuales requieren de un compromiso común y universal, pero dado que cada país tiene desafíos especiales en la búsqueda del desarrollo sostenible, los países tienen plena autonomía sobre sus riquezas, recursos y actividades económicas, y cada uno establece sus propias metas nacionales de acuerdo con el principio del desarrollo sostenible.

El objetivo número 13 de la agenda llamado acción por el clima, busca adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. El Secretario General de ONU propuso seis medidas para favorecer el clima para que los Gobiernos de cada país adopten buscando que centren su atención a replantear sus economías y sociedades (ONU, 2019):

1. Transición verde: las inversiones deben estar encaminadas a acelerar dejar de utilizar carbón en todos los aspectos de la economía.
2. Empleos verdes y crecimiento inclusivo y sostenible.
3. Economía verde: buscar que la sociedad y el pueblo sean más resilientes a través de una transición justa y no deje a nadie atrás.
4. Invertir en soluciones sostenibles: deben desaparecer los subsidios a los combustibles fósiles además los contaminadores estarán obligados a pagar por su contaminación.
5. Enfrentar todos los riesgos climáticos.
6. Cooperación: actuar en conjunto ya que ningún país puede triunfar por sí solo.

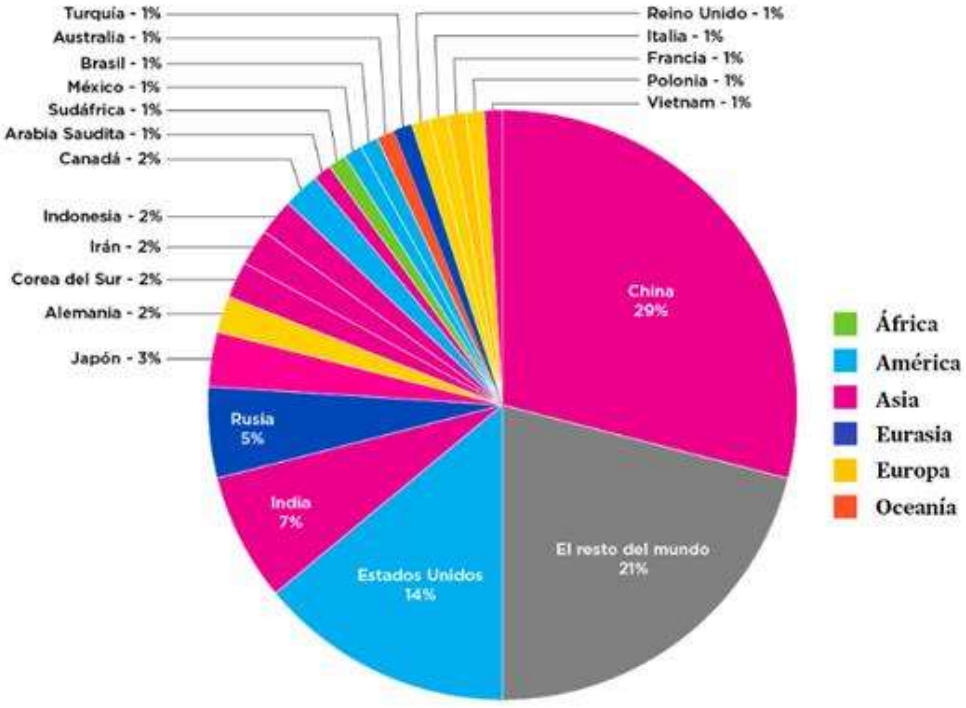
En las metas establecidas en el objetivo 13 se destaca cumplir con el compromiso de los países desarrollados ya que son partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas hacia el Cambio Climático para lograr en el año 2020 el objetivo

de movilizar en conjunto cien mil millones de dólares por año, procedentes de todas las fuentes posibles para afrontar las necesidades de los países en desarrollo buscando la adopción de medidas específicas y concretas de mitigación así como la transparencia de su aplicación, también se busca arrancar y poner en funcionamiento el Fondo Verde para el Clima (ONU, 2019).

2.1.1 Emisiones de dióxido de carbono en el mundo

En los últimos años, a nivel mundial China, EUA e india han mantenido los primeros lugares en los principales países emisores de dióxido de carbono. Sin embargo, México ha estado dentro de los 15 países más contaminantes de los últimos tiempos como se muestra en la siguiente gráfica (UCS, 2020):

Gráfica 6. Países con mayores tasas de emisiones de dióxido de carbono en el año 2019

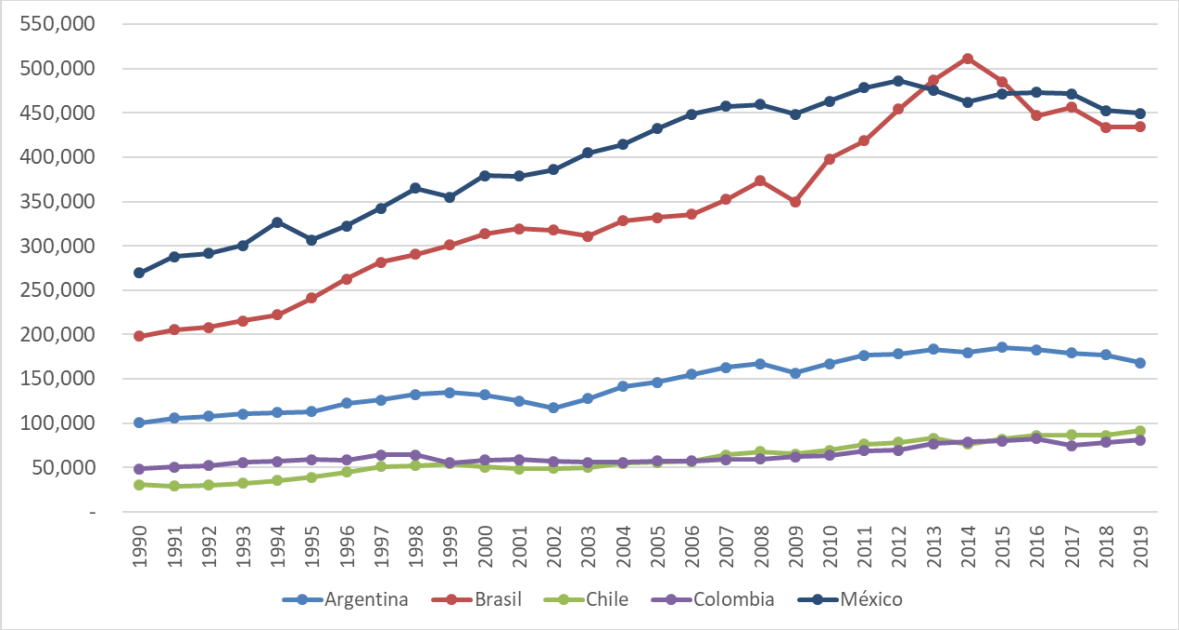


Fuente: Union of Concerned Scientists (2020).

2.1.2 Emisiones de dióxido de carbono en países latinoamericanos

En la gráfica 7, se muestran los principales países en desarrollo en Latinoamérica que de acuerdo al Banco Mundial (2022) son los mayores emisores de dióxido de carbono medidas en kilotoneladas. Además, se muestran las emisiones de toda América Latina y el Caribe.

Gráfica 7. Emisiones CO2 en países latinoamericanos (kilo toneladas) durante el período 1990 – 2019

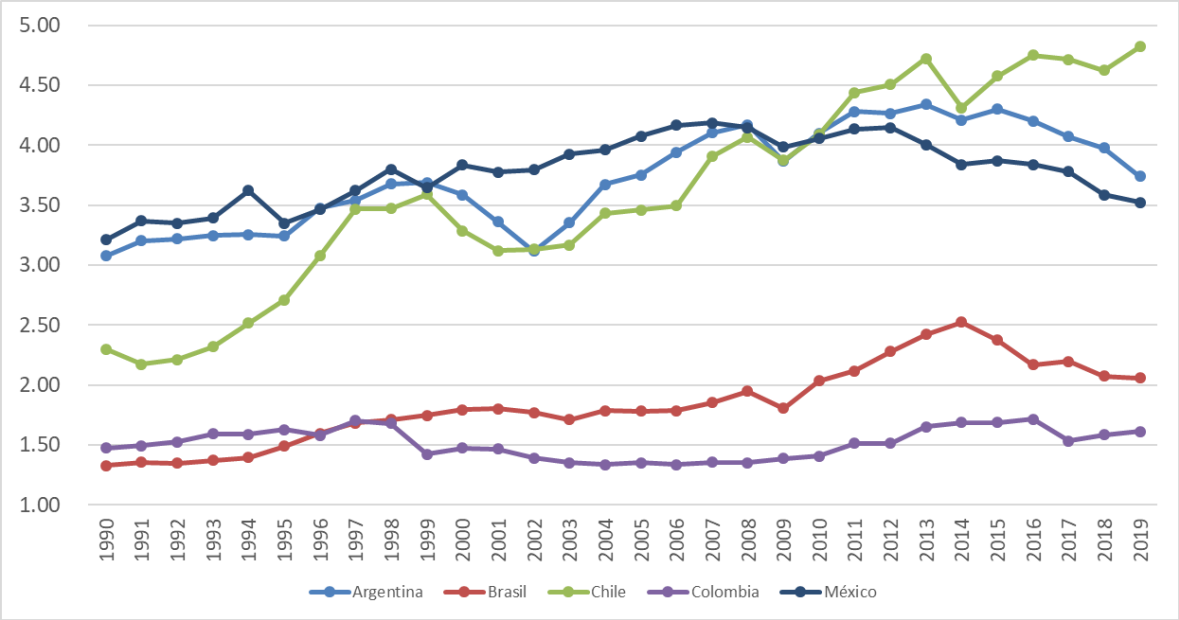


Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2022).

En la gráfica 7, se observa que en el período del 1990 al 2019 México es de los principales países con mayor emisión de dióxido de carbono. Es por ello que es un tema de gran interés de estudio.

Ahora bien, se muestra en la gráfica 8 las emisiones de dióxido de carbono per cápita de estos mismos países en desarrollo en Latinoamérica medidas en toneladas métricas per cápita, donde además de mostrar las emisiones de todo América Latina y el Caribe también se muestran las emisiones a nivel mundial (BM, 2022).

Gráfica 8. Emisiones CO2 per cápita en países latinoamericanos (toneladas métricas per cápita). Período 1990 – 2019



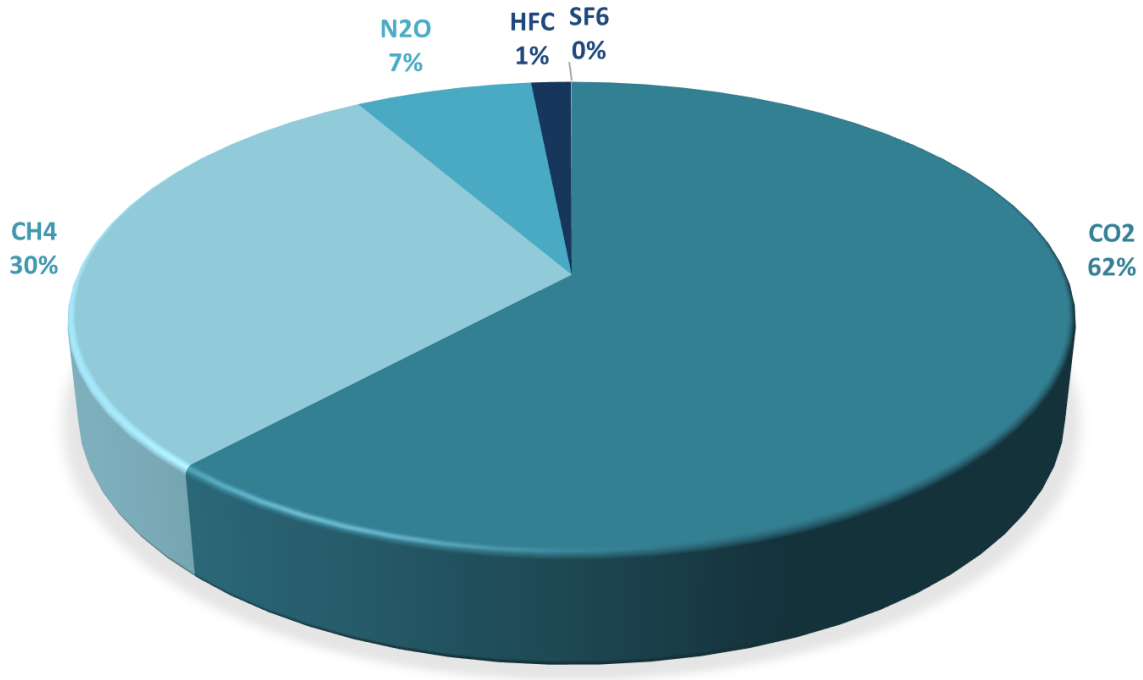
Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2022).

De acuerdo a los datos mostrados en la gráfica 8, se deja en evidencia que México a nivel per cápita, sigue siendo de los principales países latinoamericanos emisores de dióxido de carbono, incluso se encuentra muy por arriba de las emisiones per cápita de toda América Latina y el Caribe, demostrando una vez más su alto nivel de contaminación ambiental.

2.1.3 Emisiones de dióxido de carbono en México

México es uno de los principales países emisores de gases de efecto invernadero donde ha predominado la generación del gas dióxido de carbono en los últimos años. Se muestra a continuación el Inventario de Gases de Efecto Invernadero que México ha generado en diversos periodos para poder comprender y evidenciar el caso de los gases de efecto invernadero en el país (INEGYCEI, 2021).

Gráfica 9. Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (INEGYCEI) en México, período 1990 a 2019

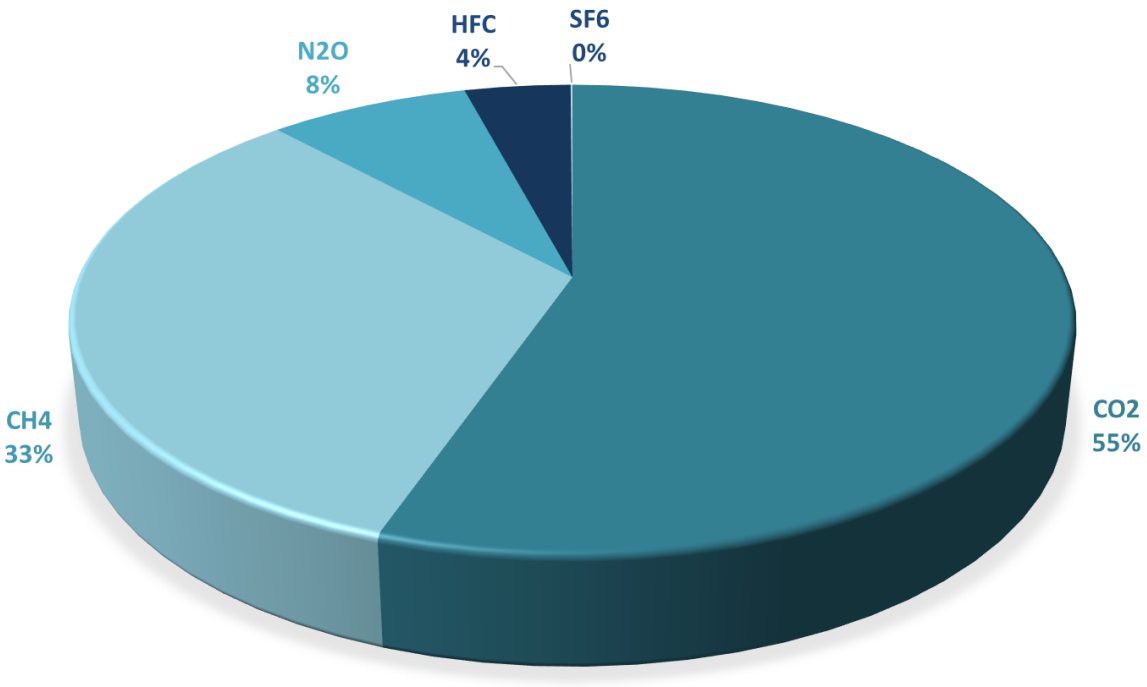


Fuente: Elaboración propia con datos del INEGYCEI (2021).

Como se observa en la gráfica anterior, en el inventario de gases de efecto invernadero en el período 1990 al 2019, se generaron 30% de gas metano (CH4), 7% de gas óxido nitroso (N2O), 1% de gases de Hidrofluorocarbonos o también conocidos como híbrido de fibra coaxial (HFC) y en menor medida con 0.03% gas de hexafluoruro (SF6). Sin embargo, claramente predominan los gases de dióxido de carbono (CO2) con 62% del total de los gases.

A continuación, se muestran los datos más recientes, es decir del año 2019, del reporte inventario de gases efecto invernadero en México (INECC, 2022):

Gráfica 10. Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (INEGYCEI) en México del año 2019



Fuente: Elaboración propia con datos del INECC (2022).

De acuerdo con la gráfica anterior, se generó 0.07% de gas de hexafluoruro (SF6), seguido por 4% de gases de Hidrofluorocarbonos (HFC). El gas óxido nitroso (N2O) contribuyo con 8%. Se generó 33% de gas metano (CH4), y sigue predominando los gases de dióxido de carbono (CO2) con 55% del total de los gases de efecto invernadero en México (INECC, 2022).

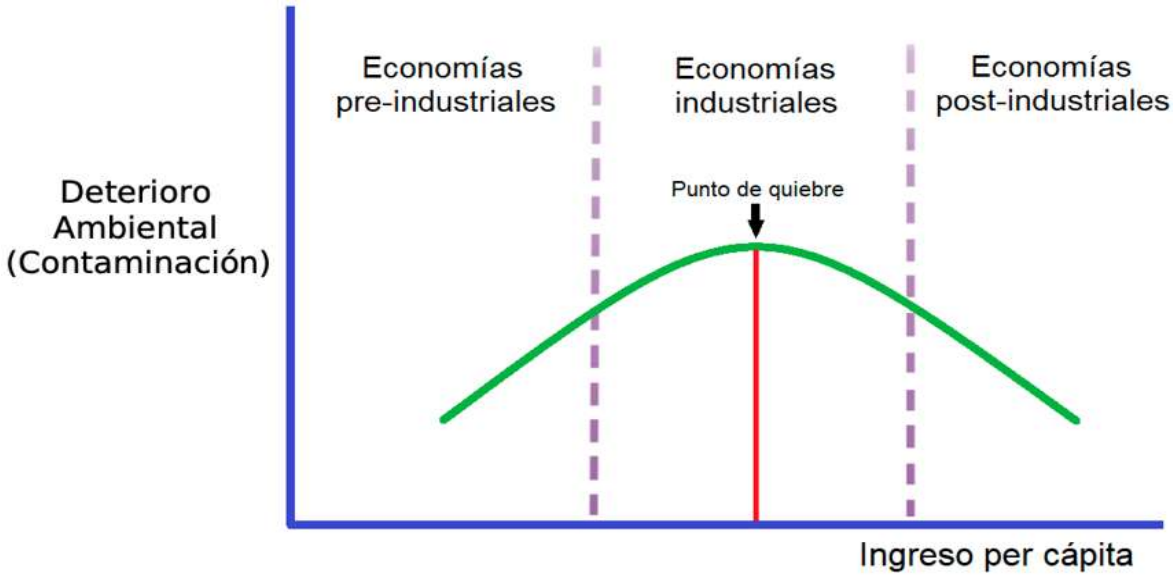
Al comparar las últimas dos gráficas, las emisiones de dióxido de carbono que se inventarió en el período de 1990 al 2019 fueron de 62% del total de los gases, mientras que en el año 2019 se inventarió 55% de CO2 del total de los gases. Se observa una disminución de emisiones de CO2, sin embargo, se siguen generando grandes cantidades CO2 en México que contribuyen al calentamiento global.

2.1.4 Curva Ambiental de Kuznets

Una de las hipótesis más estudiadas referente al medio ambiente es la hipótesis Curva de Ambiental de Kuznets (CAK), llamada así por la semejanza con el trabajo realizado por Kuznets (1955) donde estudia la relación crecimiento económico y desigualdad de ingresos.

La hipótesis Curva de Ambiental de Kuznets, realizada por los trabajos de Grossman y Krueger (1991), Shafik y Bandyopadhyay (1992) y Panayotou (Panayotou, 1993), establecen una relación entre el nivel de ingreso per cápita y el deterioro ambiental representada por una curva en forma de ¨U¨ invertida, donde en un principio a mayor ingreso per cápita está relacionado con mayor deterioro ambiental, hasta un punto crítico o de quiebre, donde a partir de este, a mayor ingreso per cápita hay menor deterioro ambiental como se aprecia en la siguiente gráfica:

Gráfica 11. Curva Ambiental de Kuznets (CAK)



Fuente: Elaboración propia con datos de Grossman y Krueger (1991), Shafik y Bandyopadhyay (1992) y Panayotou (1993).

Como se observa en la gráfica anterior, la relación ingreso – ambiente que guarda las economías en vías de industrialización o en desarrollo es que a mayor ingreso per cápita incentiva mayor contaminación. Esto debido a que en estos países o economías aun no tienen los ingresos suficientes para implementar procesos, industrias más amigables con el medio ambiente por los costos que implica. Además, estas economías buscan, como objetivo primordial, crecer económicamente dejando de lado el cuidado ambiental (Olivares & Hernández, 2021).

Ya en una fase más avanzada de la gráfica, las economías desarrollas, industrializadas y post industrializadas, después del punto de quiebre o punto crítico, estas economías la relación ingreso – ambiente es de a mayor ingreso per cápita entonces menor contaminación se genera. Esto es porque se encuentran en mejores condiciones para obtener transferencia tecnológica y aplicar mejor tecnología en los procesos industriales, invierten en energías limpias, y con ello bajar las emisiones de gases de efectos invernaderos, en especial CO2, contribuyendo a mayor calidad ambiental (Zilio, 2012).

México está catalogado por el Banco Mundial (2023) como un país en desarrollo, es decir, en vías de industrialización. Por lo tanto, en el caso de México la relación del ingreso – ambiente, es decir, que a mayor ingreso per cápita entonces generará mayor contaminación contribuyendo a la degradación ambiental. Entonces, las variables que se proponen en esta investigación, en especial la Inversión Extranjera Directa, Producto Interno Bruto y Apertura comercial están relacionadas directamente con el ingreso económico de México. Entonces tomando en cuenta la teoría de Curva Ambiental de Kuznets, si hay un aumento en alguna de estas variables, entonces hay una posibilidad de que incremente la contaminación en México contribuyendo a la degradación ambiental. Por el contrario, si existe alguna disminución en estas variables, también disminuirá la contaminación en México y por tanto la degradación ambiental será menor (Grossman & Krueger, 1991; Panayotou, 1993; Shafik & Bandyopadhyay, 1992).

2.2 Inversión Extranjera Directa

La Inversión Extranjera Directa (IED) permite a un inversionista extranjero vincularse a un país doméstico con fines económicos y empresariales a largo plazo, normalmente esto sucede de un país desarrollado hacia países en desarrollo o menos desarrollados, que entre otros beneficios incentiva la generación de empleos, incrementa el desarrollo así como derramas tecnológicas que a su vez estimula la capacitación, ayuda a incrementar la competencia y mayor flujo de divisas como de exportaciones (SE, 2016).

La IED se distribuye en tres diferentes apartados de acuerdo a la fuente de financiamiento (SE, 2016)

- Nuevas Inversiones.

  En esta se encuentran movimientos asociados como:

  - Inversiones iniciales que son realizadas por personas físicas o morales del extranjero al establecerse en territorio mexicano.
  - Aportación al capital social de sociedades mexicanas realizadas por los inversionistas extranjeros.
  - Transmisión de acciones de inversionistas mexicanos hacia los inversionistas extranjeros.
  - Contraprestación en fideicomisos que otorguen contraprestación en la IED.

- Reinversión de utilidades.

  Se utiliza una parte de las utilidades para aumentar los recursos de capital propiedad del inversionista extranjero.

- Cuentas entre compañías.

  Son las transacciones originadas por deudas entre sociedades mexicanas con IED en su capital social y otras empresas relacionadas residentes en el exterior.

2.2.1 Inversión Extranjera Directa en México.

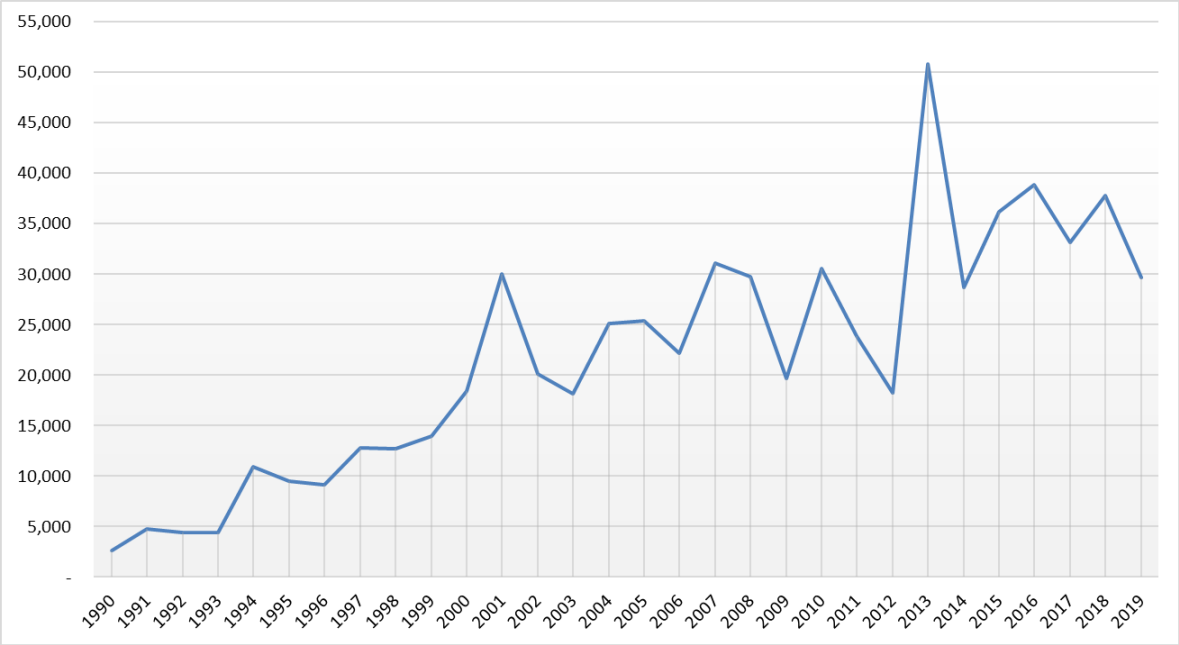
Desde los años ochenta, gracias a la apertura comercial en México, ha crecido la Inversión Extranjera Directa, y desde entonces ha sido un factor importante para el desarrollo de la economía mexicana. La ubicación geográfica de México y cercanía con Estados Unidos de América, la disponibilidad de recursos naturales y la participación de diversos acuerdos comerciales, hacen a México muy atractivo colocándolo en uno de los principales países para la Inversión Extranjera Directa (SE, 2016).

De acuerdo con IMCO (2021), México es uno de los 10 países principales a nivel mundial en la recepción de Inversión Extranjera Directa junto con Estados Unidos, China, Hong Kong, Singapur, India, Luxemburgo, Alemania e Irlanda. Históricamente el país que más invierte en México de la cual recibimos la mayor Inversión Extranjera Directa en México es proveniente de Estados Unidos, esto gracias a su cercanía, tratados y acuerdos comerciales, seguido por España, Canadá, Japón y Alemania (IMCO, 2021)

Los flujos de Inversión Extranjera Directa en México han crecido desde los años ochenta, sin embargo, con la firma en 1992 del Tratado Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) entre Canadá, México y Estados Unidos, entrando en vigor en 1994, la Inversión Extranjera Directa en México creció de forma considerable comparada con años anteriores. Desde entonces, México, ha mantenido apertura comercial (SE, 2016).

Se muestra a continuación la gráfica 12, los flujos de entrada de IED en México de los años 1990 al 2019 (BM, 2022):

Gráfica 12. Flujo de la Inversión Extranjera Directa en México (Millones de dólares). Período 1990 – 2019



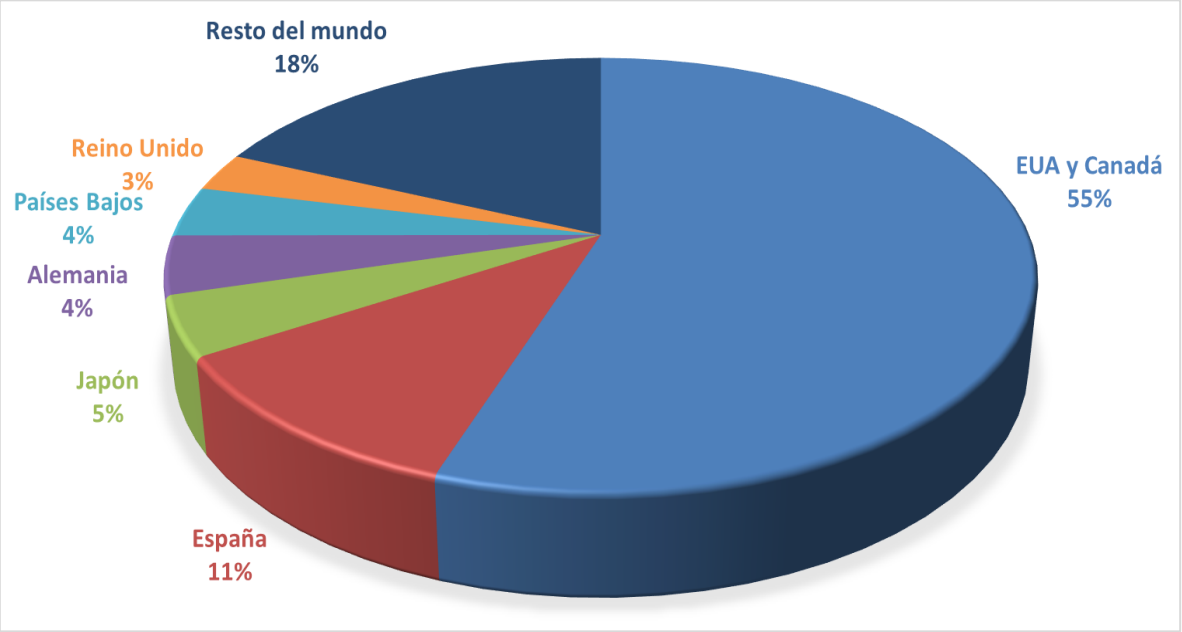
Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2022).

De acuerdo a la gráfica 12, se observa que, entre 1990 hasta 1993, los flujos de Inversión Extranjera Directa no pasaban de los 5 mil millones de dólares, mientras que en 1994 incrementó duplicando su valor sobrepasando los 10 mil millones de dólares. Desde entonces los flujos de la Inversión Extranjera Directa en México mantienen tendencia positiva.

2.2.2 Inversión Extranjera Directa en México por país de origen

En la gráfica 13, se muestra los porcentajes de IED en México del período 1990 al 2019 donde recibió inversiones de Estados Unidos y Canadá de 55%, seguida de España con 11%, Japón 4%, Alemania 4%, Países bajos 4%, Reino Unido 3% y resto de los países del mundo 18% (BM, 2022):

Gráfica 13. Inversión Extranjera Directa en México de Estados Unidos y Canadá, período 1990 – 2019



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2022).

En la gráfica 13, se observa que más de la mitad de las Inversiones Extranjeras Directas que recibe México, provienen de Estados Unidos y Canadá con una participación del 55% del total de las inversiones en el periodo. España participa con 11%, Japón 5%, Alemania y Países Bajos 4% y Reino Unido 3%. Es evidente la gran participación de Estados Unidos y Canadá para invertir en México desde la entrada en vigor del TLCAN, siendo estos países grandes socios comerciales.

2.2.3 Inversión Extranjera Directa en México por sector económico.

El destino de la Inversión Extranjera Directa en México se distribuye en tres grandes sectores económicos: Agropecuario, Industrial y Servicios (RNIE, 2021).

Del sector Agropecuario el principal destino es:

- Agricultura

Dentro del sector Industrial se puede destinar a:

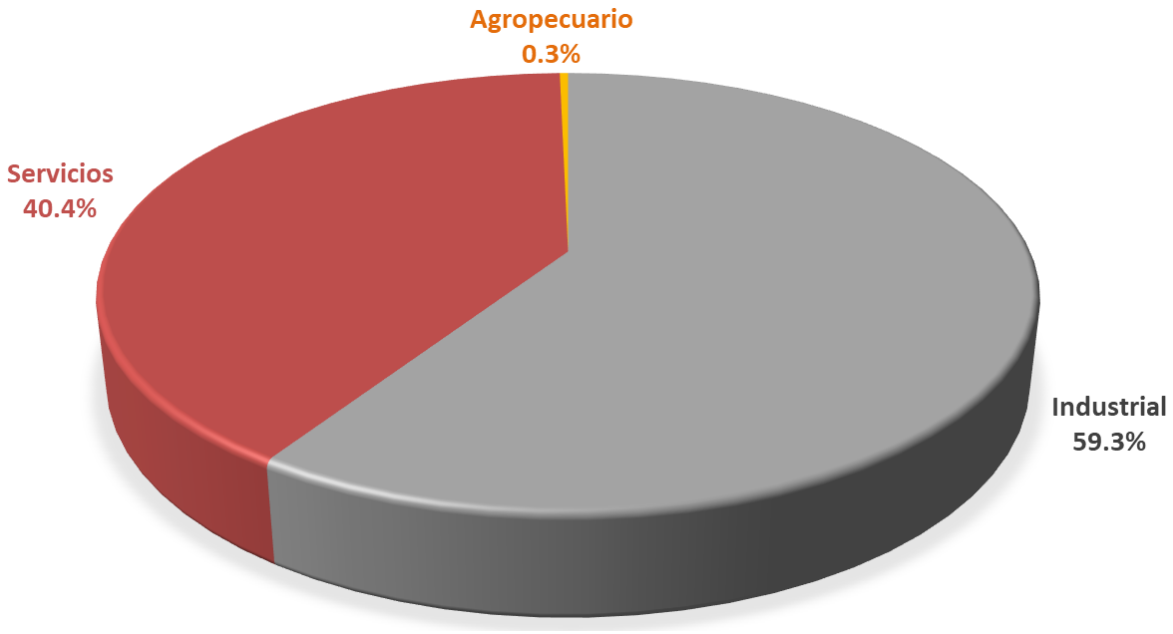
- Minería
- Electricidad y agua
- Construcción
- Manufacturas

En cuanto al sector Servicios los principales destinos son:

- Comercio
- Transportes
- Información en medios masivos
- Servicios financieros
- Servicios inmobiliarios y de alquiler
- Servicios profesionales
- Servicios de apoyo a los negocios
- Servicios educativos
- Servicios de salud
- Servicios de esparcimiento
- Servicios de alojamiento temporal
- Otros servicios

En la gráfica 14 se observa el sector económico en que se recibe la Inversión Extranjera Directa en México durante el período 1990-2019. Durante este periodo predominó en primer lugar, la inversión hacia el sector industrial con un 59.3% del total de las inversiones, dando evidencia directa sobre el interés de invertir en México, siendo muy atractivo para la industria. En segundo lugar de inversión económica está dada por el sector servicios con un 40.4% de participación y por último el sector agropecuario con un 0.3% de participación. Estos datos se muestran a continuación en la gráfica 14:

Gráfica 14. Inversión Extranjera Directa en México por sector económico. Período 1990 – 2019



Fuente: Elaboración propia con datos de Secretaría de Economía (2022).

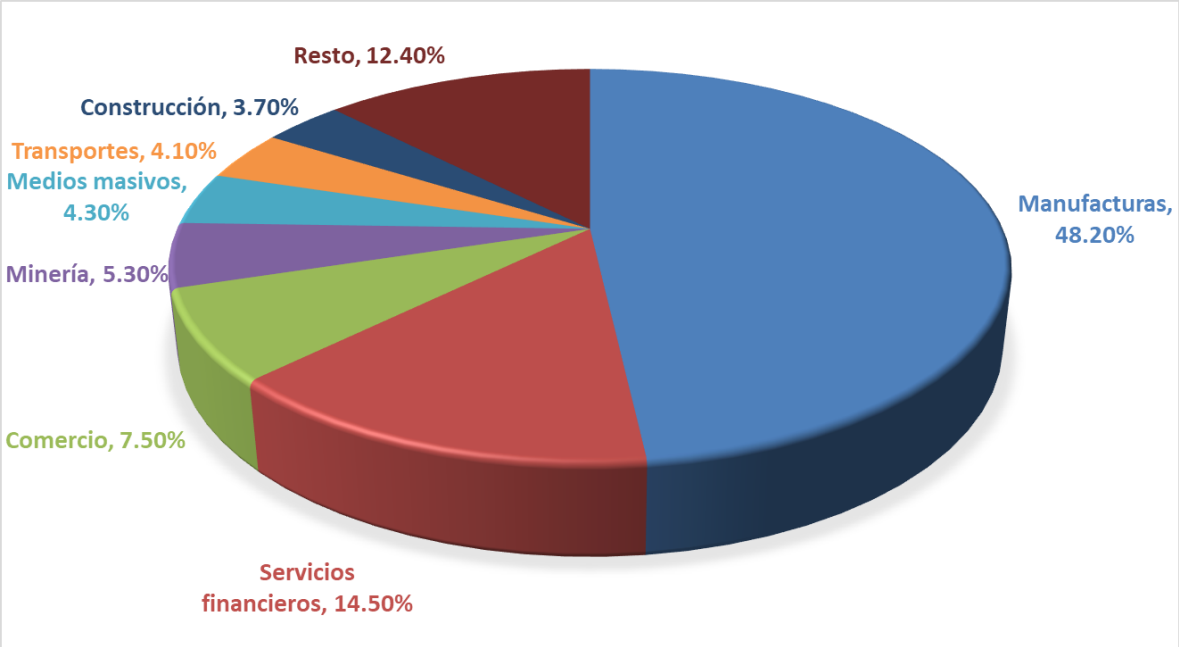
Queda claro que el sector económico predominante es el sector industrial, sin embargo, es importante conocer cuáles son las principales actividades o destinos en los que se invierte en México.

En la siguiente gráfica se muestra el porcentaje acumulado de la Inversión Extranjera Directa en México de los sectores destinos dentro del período 1990 – 2019. El principal destino de la Inversión Extranjera Directa es la manufactura con un 48.2%, seguido por los servicios financieros 14.5%, comercio 7.5%, minería 5.3%, medios masivos 4.3%, transportes 4.1%, construcción 3.7% y el resto 12.4%.

Como se observa, prácticamente la mitad de la Inversión Extranjera Directa en México va destinada al sector industrial liderado por la manufactura, esto quiere decir que la mano de obra en México es muy atractiva para los extranjeros. Por otro lado, al invertir con mayor participación en el sector industrial, entonces esto abre la posibilidad de que, al haber más industrian entonces pueden aumentan las

emisiones de dióxido de carbono contribuyendo a la degradación ambiental y al cambio climático. Se muestra a continuación la gráfica 15:

Gráfica 15. Inversión Extranjera Directa en México acumulada por sector destino. Período 1990 – 2019



Fuente: Elaboración propia con datos de RNIE (2021).

2.2.4 Inversión Extranjera Directa de EUA y Canadá en México.

Para tener un mayor contexto de las inversiones por sector económico provenientes de EUA y Canadá, se muestra a continuación los principales subsectores de manufacturas y servicios de ambos países recopilados durante el periodo 1999 al 2020, donde en el subsector manufacturero EUA invirtió $158,084.4 MDD, mientras que Canadá invirtió $25,555.3 MDD. En cuando al subsector servicios EUA invirtió $125,951.8 MDD, y Canadá $19,401.8 MDD. Es decir, durante este período México recibió de EUA al menos 6 veces mayor inversión que Canadá en ambos sectores, como se muestra en la siguiente tabla (SE, 2021):

Tabla 1. Inversiones de los subsectores manufacturero y servicios provenientes de EUA y Canadá hacia México durante el período 1999 al 2020

Subsector	EUA	Canadá
Manufacturero	**Inversión de $158,084.4 MDD** • 25.9% Fab. de equipo de transporte. • 13.6% Ind. química. • 10.2% Ind. de bebidas y tabaco. • 9.6% Fab. de equipos de computación. • 6.0% Industria alimentaria. • 5.4% Fab. aparatos eléctricos. • 29.1% otros.	**Inversión de $25,555.3 MDD** • 64.4% Minería de minerales metálicos y no metálicos. • 15.5% Fabricación de equipo de transporte. • 8.3% Electricidad. • 2.5% Construcción de obras. • 1.3% Industria del plástico y hule. • 8% Resto.
Servicios	**Inversión de $125,951.8 MDD** • 27.4%Inst. de intermediación crediticia. • 14.6% Comercio en tiendas de autoservicio. • 11.0% Serv. de alojamiento temporal. • 6.8% Serv. Inmobiliarios. • 6.6% Telecomunicaciones. • 3.6%Comercio de materias primas. • 3.2% Serv. Profesionales. • 26.9% Resto.	**Inversión de $19,401.8 MDD** • 32.0% Transporte por ductos • 19.1% Inst. de intermediación crediticia. • 11.4% Serv. relacionados con el transporte. • 9.5% Serv. de alojamiento temporal. • 6.6% Serv. Inmobiliarios • 21.4% Resto

Fuente: Elaboración propia con datos de Secretaría de Economía (SE, 2021).

De acuerdo a la tabla anterior, en el subsector manufacturero, EUA invierte en primer lugar con 25.9% la fabricación de equipo de transporte, seguido con 13.6% de la industria química y en tercer lugar con 10.2% la industria de bebidas y tabaco. Canadá en este mismo subsector, invierte primordialmente con un 64.4% en Minería de minerales metálicos y no metálicos, seguido con un 15.5% en la fabricación de equipo de transporte y en tercer lugar con 8.3% en la electricidad. Es importante resaltar que tanto EUA y Canadá tienen en las principales inversiones la fabricación de equipo de transporte, aunque claro la inversión de EUA es en mucho mayor medida.

En esta misma tabla 1, se observa el subsector servicios, donde EAU invierte en primer lugar con 27.4% instalación de intermediación crediticia, en segundo lugar 14.6% comercio en tiendas de autoservicio y tercer lugar con 11.0% servicios de alojamiento. Por el lado de Canadá en el mismo subsector, tiene en primer lugar con 32.0% transporte por ductos, segundo lugar 19.1% instalación de intermediación crediticia y tercer lugar con 11.4% servicios relacionados con el transporte. Ambos países coinciden en la inversión de instalación de intermediación crediticia, de nuevo EUA en mucho mayor proporción comparado con Canadá.

2.3 Producto Interno Bruto

El Producto Interno Bruto (PIB) es la suma del valor de todos los bienes y servicios de uso final que genera un país durante un periodo de tiempo. El PIB nos ayuda a conocer si la economía del país está creciendo o no, así que es uno de los indicadores más importantes del crecimiento económico (INEGI, 2020).

El país espera que el PIB incremente año a año porque es un indicativo de que la economía va creciendo, en consecuencia, se ofertará más empleo y oportunidades de realizar negocios. Todas las empresas que se encuentren en territorio mexicano suman al PIB mexicano. Por lo tanto, la IED también suma al PIB y por tanto al crecimiento económico (Zúñiga, 2020).

El PIB además mide el ingreso y gasto total de un país, existe una relación directa entre la productividad y el nivel de vida, es decir cuando aumentan los ingresos entonces se eleva el nivel de vida por lo tanto se pueden comprar más bienes y servicios provocando un aumento en la producción. El incremento del ingreso y el valor de producción van de la mano (Parkin, 2007).

El PIB se puede determinar de la siguiente manera:

$$PIB = C + I + G + (X - M)$$

Donde:

C = Consumo

I = Inversión privada interna

G = Gasto Público

X = Exportaciones

M = Importaciones

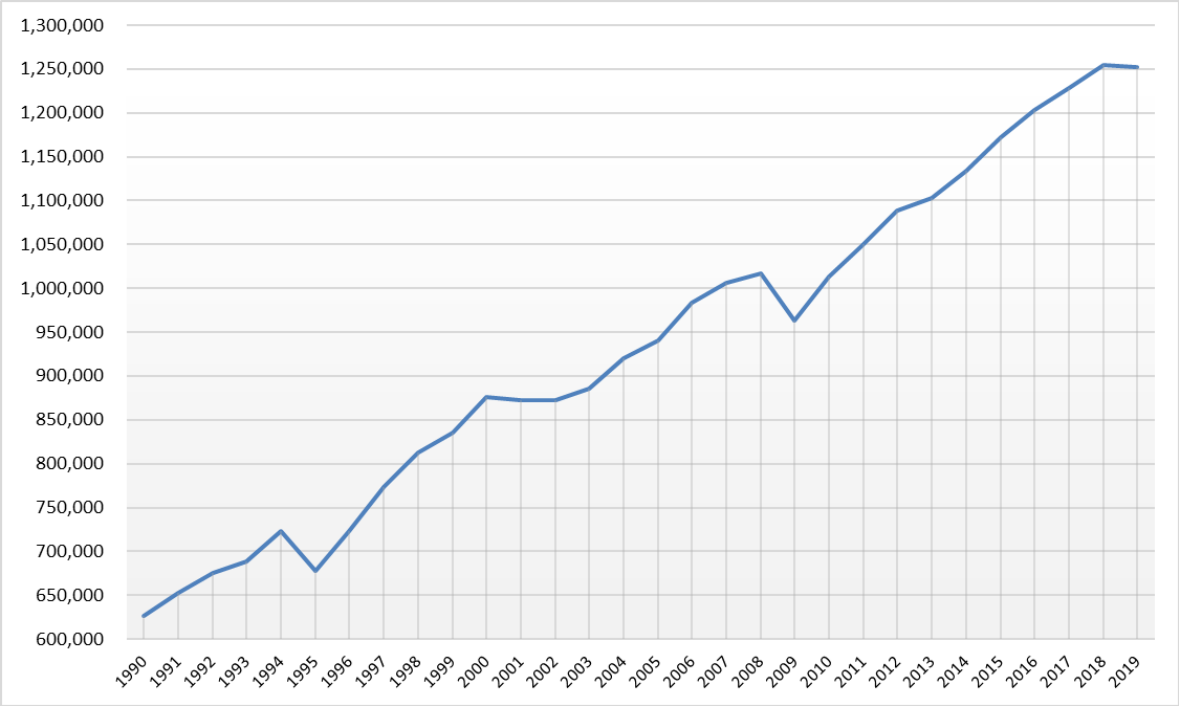
(X – M) = Exportaciones netas, si el resultado es positivo entonces hay un excedente de exportaciones, si por el contrario el resultado es negativo hay un excedente de importaciones.

Este indicador es útil para comparar el crecimiento económico de un país respecto a otro y por lo tanto conocer la calidad de vida de los habitantes. Un aumento al PIB está asociado con una mayor calidad de vida de la población (Parkin, 2007).

2.3.1 Producto Interno Bruto en México

La siguiente gráfica 16, muestra el Producto Interno Bruto en México durante el periodo de 1990 al 2019, donde se aprecia que el Producto Interno Bruto tiene una tendencia positiva, sin embargo, en los años 1995 y 2009 tuvieron una caída recuperándose inmediatamente para seguir creciendo a lo largo del período.

Gráfica 16. Producto Interno Bruto en México (Millones de dólares), durante el período 1990 - 2019



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2022).

2.3.2 Producto Interno Bruto per cápita en México.

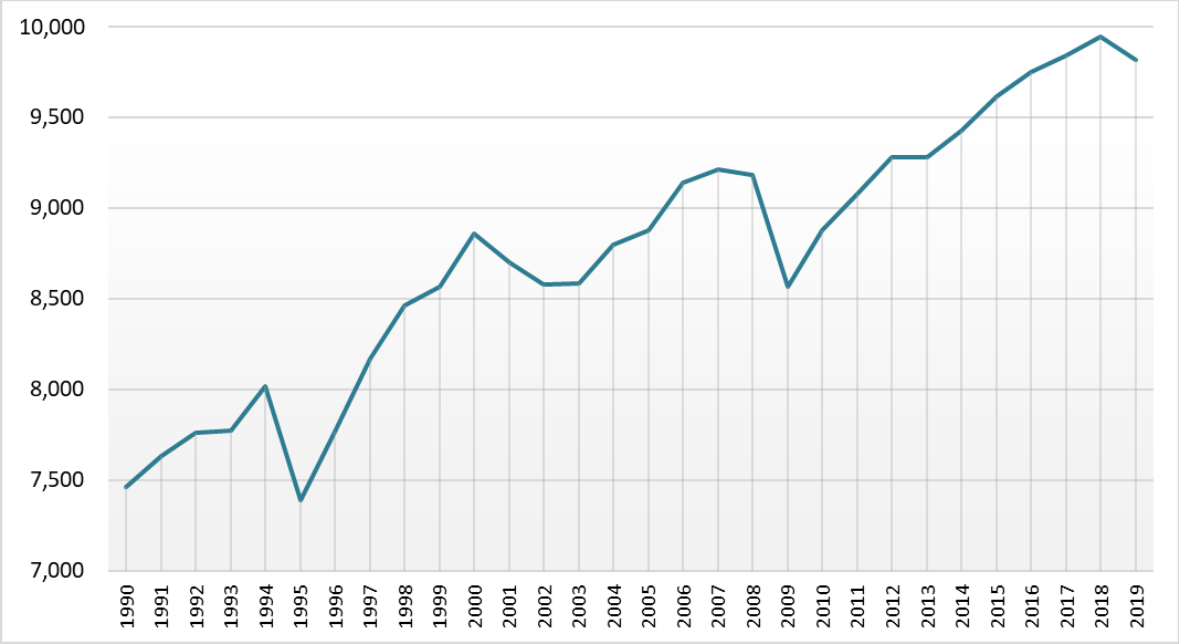
El PIB per cápita representa el valor monetario de todos los bienes y servicios finales producidos en un país que le correspondería a cada persona habitante en el país en un año determinado si la riqueza se distribuye equitativamente. A nivel internacional, los países con mayor Producto Interno Bruto per cápita suelen tener una base material más amplia para promover el desarrollo educativo de su población (INEGI, 2007).

Considerando que este indicador se obtiene dividiendo el PIB entre la población total estimada a mitad del año, si aumenta el Producto Interno Bruto y se mantiene constante la población, entonces este aumenta. Por otro lado, si la población aumenta y el PIB permanece igual, entonces el PIB per cápita disminuye. Por lo tanto, se espera que el crecimiento del PIB per cápita aumente con el tiempo si la

tasa de crecimiento del PIB es mayor que el crecimiento de la población (Parkin, 2009).

Se utiliza internacionalmente para expresar el potencial económico de un país. Dado que el nivel de vida generalmente tiende a aumentar con el crecimiento del PIB per cápita, se utiliza como una medida indirecta de la calidad de vida de la población en una determinada economía (INEGI, 2007).

Gráfica 17. Producto Interno Bruto per cápita en México (dólares), durante el período 1990 – 2019



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2022).

Como se observa en la gráfica anterior, el Producto Interno Bruto per cápita en México, durante el periodo 1990 al 2019, muestra una clara tendencia positiva dejando ver que la riqueza del país va en aumento. Recordando la hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets donde México es un país en vías de industrialización, y debido a que el Producto Interno Bruto per cápita en México en el periodo ha crecido, esto abre la posibilidad de que también aumente la contaminación.

2.4 Apertura comercial

La apertura comercial, es la capacidad que un país tiene para la transferencia de bienes y servicios con el mundo, y esta dependerá de las barreras arancelarias que el país tenga establecidas (González, 2005).

La apertura comercial trae como beneficios:

- Uso eficiente de sus recursos
- Incentiva la competencia.
- La acumulación de capitales y mejoras en procesos tecnológicos.
- Puede ayudar a controlar la inflación
- Entre otras.

Además, la apertura comercial ayuda al crecimiento de la producción, intercambio y consumo, buscando elevar el crecimiento económico del país, dando como consecuencia un nivel de vida más alto (González, 2005).

2.4.1 Apertura comercial de México

La apertura comercial en México inició a principios de los años ochenta, pero en 1985 se incorporó al Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT), en donde México se compromete a no sobrepasar tarifas del 50% (Rodríguez, 2009).

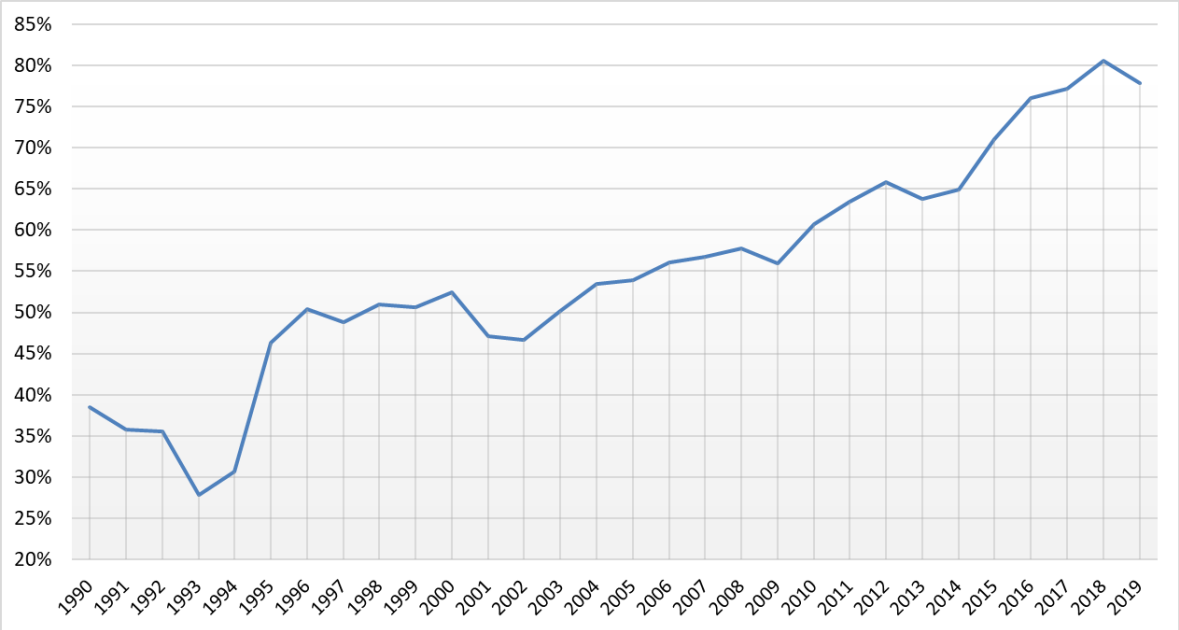
Sin embargo, el proceso de apertura comercial en México que marcó una gran diferencia fue el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) donde tiene como participantes, además de México, a EUA y Canadá. Este tratado concluyó en 1993, entrando en vigor en 1994. A partir de la firma del TLCAN, México ha negociado un considerable número acuerdos comerciales y tratados de libre comercio. De acuerdo con la Secretaría de Economía (2018), México cuenta con 13 Tratados de Libre Comercio firmados con 46 países, 32 Acuerdos para la promoción y protección recíproca de las inversiones con 33 países, 9 Acuerdos de Alcance Limitado en el marco de la Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI) y es

miembro del Tratado de Asociación Transpacífico. Algunos de los principales acuerdos son (SE, 2018):

- Tratado de Libre Comercio México - Estados Unidos - Canadá (T-MEC)
- Tratado de Libre Comercio México - Asociación Europea de Libre Comercio (AELC)
- Tratado Integral y Progresista de Asociación Transpacífico (CPTPP)
- Foro de cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC).
- Tratado de Libre Comercio entre México y la Unión Europea (TLCUEM).
- Acuerdo Transpacífico de Cooperación Económica.
- Alianza del Pacífico (AP).
- Tratado de Libre Comercio entre México y Centroamérica.
- Tratado de Libre Comercio entre México y Japón.

Para conocer el comercio de México durante el período de esta investigación, se muestra la gráfica de la apertura comercial en México:

Gráfica 18. Apertura comercial en México (% del PIB). Período 1990 – 2019



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2022).

Como se aprecia en la gráfica anterior, hay un aumento considerable en la apertura comercial a partir de la entrada en vigor del TLCAN en 1994. Después del TLCAN México ha tenido una mayor apertura comercial dando como resultado una mayor participación porcentual del PIB.

La tendencia del comercio en México es positiva en el período, y como tiene una alta participación del Producto Interno Bruto de México, da a conocer que el comercio ha ayudado a generar mayores ingresos al país. Por lo tanto, esta variable también está directamente relacionada con la hipótesis Curva Ambiental de Kuznets donde México es un país en vías de industrialización, y debido a que el comercio en México en el periodo ha crecido, generando mayores ingresos al país, también abre la posibilidad de que ayude a generar mayor contaminación.

2.5 Energía renovable

Las energías renovables son energías que se derivan de fuentes naturales que se reponen más rápido de lo que se consumen. La generación de energías renovables es más amigable con el medio ambiente debido a que produce muchas menos emisiones contaminantes que la quema de combustibles fósiles (ONU, 2022).

Es fundamental realizar la transición de los combustibles fósiles, que representan en la actualidad una gran parte de las emisiones, a energías renovables para enfrentar la crisis producida por el cambio climático.

Algunas de las fuentes de energías renovables son (ONU, 2022):

- Energía Solar. La energía solar es la que más abunda de todas las fuentes renovables y, además, puede la energía se puede obtener aún con el cielo nublado.
- Energía Eólica. Esta energía aprovecha la energía cinética del aire en movimiento utilizando enormes turbinas eólicas colocadas en superficies terrestres, en alta mar incluso en aguas dulces.

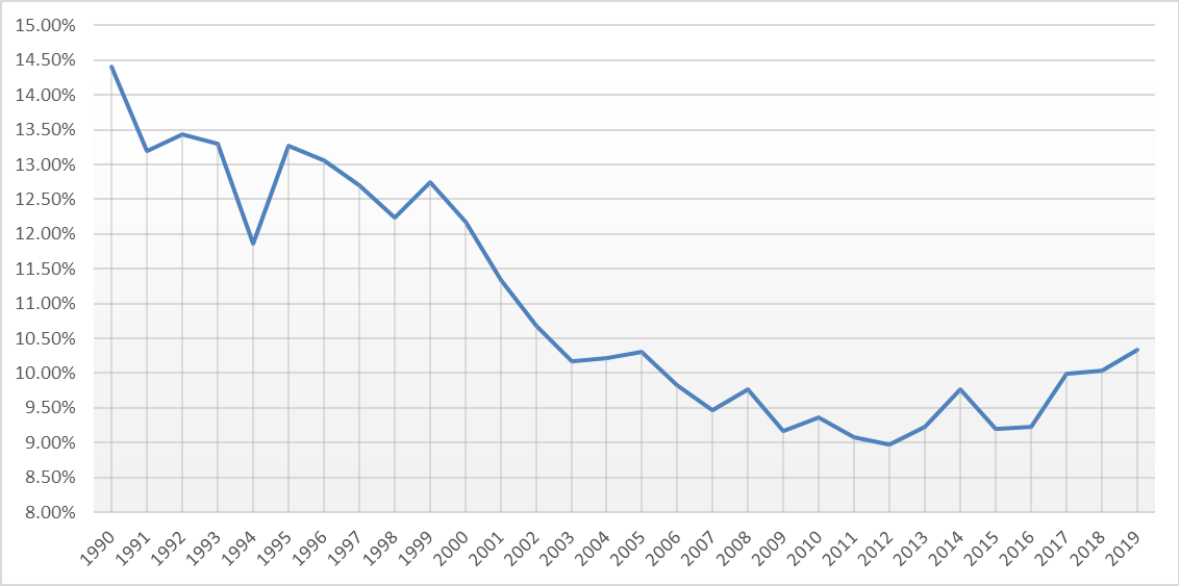
- Energía Geotérmica. Para la obtención de esta energía, se utiliza la energía térmica que se encuentra en el interior de la Tierra. El calor que despide se extrae de depósitos geotérmicos a través de pozos y algunos otros medios.
- Energía Hidroeléctrica. La energía hidroeléctrica utiliza la energía que produce el movimiento del agua ya sea cuando se eleva y también cuando desciende de forma pronunciada.
- Energía Oceánica. La energía oceánica se produce con el uso de las tecnologías que utilizan las energías térmicas del agua de mar, las olas y de las corrientes de agua.
- Bioenergía. Esta se produce a partir de diferentes materiales orgánicos, llamados biomasa, como el carbón, la madera, el estiércol y abonos utilizados para la producción de calor y electricidad además de cultivos agrícolas para producir biocombustibles líquidos.

2.5.1 Energía renovable en México

México cuenta con gran potencial para la generación de energía limpia a través de fuentes renovables, debido a que cuenta con niveles altos de radiación solar, recursos hídricos para la instalación de plantas hidráulicas, vapor y agua para desarrollar campos geotérmicos. También cuenta zonas con intensos y constantes vientos e importantes cantidades de desperdicios orgánicos en las ciudades y el campo (SEMARNAT, 2018).

Como se mencionó anteriormente, México adquirió el compromiso en El Acuerdo de París, sobre Cambio Climático, la reducción en un 22% en emisiones de gases de efecto invernadero y reducir en 51% las emisiones de dióxido de carbono para 2030. Es por lo anterior que se muestra a continuación el porcentaje del consumo total de energía final de energías renovables en México durante el periodo 1990 – 2019.

Gráfica 19. Consumo de energía renovable en México (% del consumo total de energía final) durante el período 1990 – 2019



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2022).

En la gráfica 19 se observa que de 1990 al 2012 el porcentaje de consumo total de energía renovable en México era mayor, y conforme avanzan los años el porcentaje se va reduciendo, con una clara tendencia negativa. Esto es debido al incremento de población y su demanda para satisfacer sus necesidades, provocando una generación mayor de energía basada en combustibles fósiles. Sin embargo, a partir del año 2012 se observa un cambio de tendencia, de negativa a positiva, incrementando el uso de energías renovables en México.

Este cambio de tendencia en el uso de energías renovables en México, coincide con la entrada en vigor de la Reforma Energética (2013), puesto que permitió la inversión privada tanto nacional como extranjera, abriendo la posibilidad de recibir mayor transferencia tecnológica utilizando en mayor medida energías más amigables con el medio ambiente.

La Reforma Energética en México se llevó a cabo en el año 2013. La reforma tuvo como objetivo abrir el sector energético mexicano a la inversión privada y fomentar

la competencia en la industria. Algunos de los puntos más importantes de la Reforma Energética que están relacionados con el cuidado del medio ambiente son (GOB, 2013):

- Apertura a la inversión privada: Se permitió la participación de empresas privadas en la exploración, extracción, refinación, transporte, almacenamiento, distribución y comercialización de hidrocarburos y electricidad.

- Fin al monopolio de Pemex y CFE: Se puso fin al monopolio estatal en la exploración y producción de petróleo y gas, así como en la generación y distribución de electricidad. Petróleos Mexicanos (Pemex) y la Comisión Federal de Electricidad (CFE) ya no serían las únicas empresas autorizadas para llevar a cabo estas actividades.

- Rondas de licitación: Se implementaron rondas de licitación para permitir que empresas nacionales e internacionales compitieran por contratos para explorar y extraer recursos energéticos. Estas rondas se llevaron a cabo mediante subastas en las que los licitantes presentaban ofertas para obtener contratos.

- Contratos de producción compartida y licencias: Se introdujeron nuevos esquemas contractuales, como contratos de producción compartida y licencias, para permitir la participación de empresas privadas en la explotación de recursos energéticos.

- Creación de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA): Se estableció una nueva agencia para supervisar y regular aspectos relacionados con la seguridad industrial y la protección ambiental en el sector de hidrocarburos.

- Creación de la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) y la Comisión Reguladora de Energía (CRE): Se fortalecieron estas instituciones para regular y supervisar las actividades en los sectores de hidrocarburos y electricidad.

CAPÍTULO 3

TEORÍAS DE INVERSIÓN EXTRANJERA DIRECTA Y DEGRADACIÓN AMBIENTAL

En el presente capítulo se explican las hipótesis que existen alrededor de la contaminación ambiental debido a la Inversión Extranjera Directa, es decir la hipótesis de paraíso de contaminación y la hipótesis de efecto halo. También se exponen las teorías relacionadas con el comercio y la internacionalización que explican la Inversión Extranjera Directa.

3.1 Economía y ambiente

El desarrollo industrial se asoció con la contaminación del aire, la excesiva dependencia de los agentes químicos y los desastres en los paisajes. Por otro lado, se pensaba que los países en desarrollo tenían pocos problemas ambientales porque su tecnología industrial era más benigna con el medio ambiente y aún no habían adoptado un estilo de vida materialista y las concesiones negativas que conlleva para muchas personas (Jiménez, 2001).

Existe una contaminación ambiental masiva en los países en desarrollo. En las zonas rurales se ha observado un gran deterioro de la erosión del suelo y de la calidad del aire, así como una disminución de la productividad del suelo. La calidad del aire se ha deteriorado significativamente en las zonas urbanas. Además, la degradación ambiental en los países del tercer mundo no era simplemente un problema de calidad de vida, sino un problema muy grave, acompañado de una disminución de la productividad económica y una aceleración de los desequilibrios sociales (Field, 1995).

3.1.1 Hipótesis Paraíso de contaminación

Se conoce como hipótesis paraíso de contaminación o también llamados refugios para la contaminación a los países en desarrollo que dan lugar a empresas donde operan sin tener estrictos controles ambientales comparados a los países desarrollados o industrializados. Esta hipótesis puede entenderse de dos formas (Field, 1995):

1. Los restrictivos estándares ambientales de los países desarrollados ocasionan que otras empresas, especialmente las intensivas en contaminación, se instalen en países donde los estándares son menos restrictivos.
2. Algunos países en desarrollo intentan atraer empresas intensivas en contaminación, a veces con éxito, con la promesa de operar con menores estándares para el control de contaminación, esperando mantener sus tasas de crecimiento económico.

Por lo general se agrupan dentro de este concepto de empresas multinacionales a las firmas cuya propiedad se encuentra en un país, operando el establecimiento en otro.

Determinadas industrias básicas de manufactura, que pueden ser sucias, a menudo crecerán a primera instancia en el desarrollo de un país y declinarán posteriormente a medida que incrementen los ingresos. Por tanto, estas industrias podrían movilizarse de un país a otro, es decir extendiéndose en algunos países y declinando en otros, en respuesta a la posición que ocupa en dichos países en el ciclo de producto, en vez de responder a las regulaciones ambientales.

Los estudios alrededor de esta hipótesis, dan una mirada a las tasas relativas de crecimiento de las industrias intensivas en tóxicos en los países industrializados y en los países en desarrollo. Una industria intensiva en tóxicos es la que expulsa cantidades relativamente grandes de químicos tóxicos por unidad de producción

generada. Se concluyó que las economías más pobres tienen la mayor tasa de crecimiento en las industrias intensivas en tóxicos, resultando que es consistente con la hipótesis de los refugios para la contaminación (Field, 1995).

3.1.2 Hipótesis Halo de contaminación.

La hipótesis halo de contaminación sucede cuando las empresas de procedencia extranjera al instalarse en los países en desarrollo, presentan un comportamiento ambiental superior con respecto a las nacionales. Es decir, al ingresar mejor tecnología que la nacional y nuevos conocimientos, mejoran los procesos reduciendo las emisiones de CO2 con respecto a los procesos de las empresas nacionales (Xie et al., 2020).

3.2 Teorías de Inversión Extranjera Directa

A lo largo del tiempo han surgido teorías e hipótesis que buscan explicar el movimiento de capital en los mercados internacionales, ya que se espera obtener tasas de rendimiento más altas (Appleyard & Field, 2014). Es por ello que se abordan las teorías más importantes que dan respuesta a la Inversión Extranjera Directa.

3.2.1 Modelo de Heckscher-Ohlin

El modelo de Heckscher-Ohlin, fue creado como una alternativa al modelo de David Ricardo (1817) de ventaja comparativa donde los países se especializaban en producir bienes los cuales sus costos relativos eran menores. El modelo Heckscher-Ohlin (1919) incorpora el mecanismo de precios neoclásico a la teoría del comercio internacional, considera que la ventaja comparativa sólo puede explicarse por diferencias en las condiciones de oferta nacional, especialmente en las dotaciones de trabajo y capital, los cuales son los determinantes de la ventaja comparativa (Heinz, 2022).

El modelo muestra que, dados dos países y dos factores, capital y trabajo, el país con abundancia relativa de uno de los factores, tendrá una ventaja comparativa en

aquellos bienes que necesiten una mayor cantidad de ese factor en su proceso de producción. Por lo tanto, cada país exporta bienes intensivos del factor que abunda porque sus costos relativos de producción son más bajos. Ahora bien, se buscará importar los bienes cuya producción requiere el uso intensivo del factor relativamente escaso y cuyos costos relativos de producción son elevados (Appleyard & Field, 2014).

3.2.2 Teoría del ciclo del producto de Vernon

Vernon (1966) intenta combinar los conceptos clásicos de la teoría del comercio internacional con una perspectiva basada en el comportamiento individual de cada empresa de tal forma que deja en evidencia el nulo realismo de la teoría de la ventaja comparativa e introduce algunos aspectos como la innovación de producto, los efectos de las economías de escala e incertidumbre que afectan al comercio internacional. Por lo tanto, se puede confirmar que el trabajo de Vernon forma un vínculo entre la perspectiva de internacionalización basada en el país respaldada por la teoría del comercio internacional, y la perspectiva basada en la empresa, característica de la teoría de la inversión internacional (Heinz, 2022).

Vernon comenta que las ventajas competitivas de empresas estadounidenses están determinadas por la dotación factores y su estructura del mercado, pero aún es posible que la ventaja competitiva inicial de las empresas innovadoras disminuya o desaparezca a medida que las empresas de otros países se vuelvan más competitivas al fabricar los mismos productos. De acuerdo a lo anterior, el autor cambia su unidad de análisis a la empresa, particularmente al decidir dónde ubicar la producción. En países con alto ingreso per cápita y altos costos laborales, existe un fuerte incentivo para desarrollar nuevos productos que permitan ahorrar costos o que satisfagan los requerimientos de una demanda cada vez más exigente, como fue el caso de Estados Unidos cuando Vernon desarrolló su modelo. Las distintas etapas por las que atraviesan estos nuevos productos, determinan las decisiones sobre la localización productiva de las empresas y por tanto influyen en su internacionalización (Vernon, 1979).

El autor explica el ciclo de vida de un nuevo producto en cuatro etapas (Appleyard & Field, 2014). En la primera etapa de producto nuevo, el producto se produce y consume solo en los Estados Unidos. Las empresas producen en ese país porque es donde hay demanda y quieren estar cerca del mercado para ver la reacción del consumidor al producto. Las características del producto y el proceso de producción cambian durante esta etapa a medida que las empresas se familiarizan con los productos y el mercado. En esta etapa aún no hay comercio internacional.

La segunda se denomina etapa de maduración del producto. En esta etapa comienzan a aparecer los estándares generales del producto y sus características, así que comienzan a introducir técnicas de producción en masa. A medida que el proceso de producción se vuelve más estandarizado, se comienzan a lograr economías de escala. Esta característica difiere de Heckscher-Ohlin y Ricardo, cuyas teorías asumieron rendimientos constantes a escala. De igual forma, la demanda extranjera del producto va en aumento, pero está particularmente relacionada con otros países desarrollados, debido a que el producto se encuentra cumpliendo con las demandas de altos niveles de ingreso. Este aumento de la demanda extranjera conduce a un patrón comercial en el que Estados Unidos exporta el producto a otros países de altos ingresos (Appleyard & Field, 2014).

Durante esta etapa de maduración del producto, también se realizan otros avances. A medida que las empresas estadounidenses venden a otros países de altos ingresos, pueden comenzar a evaluar oportunidades para producir en el extranjero además de la producción estadounidense. Si el panorama de costos es favorable (es decir, fabricar en el extranjero cuesta menos que fabricar en casa más los costos de transporte), las empresas estadounidenses tienden a invertir en fábricas en otros países desarrollados. Esto incentiva a desplazar las exportaciones del producto fabricado en Estados Unidos.

Vernon también sugirió que, durante esta etapa, podría comenzar a fluir desde Europa occidental hacia los Estados Unidos, porque dado que el capital se mueve

más internacionalmente que la mano de obra, es poco probable que el costo del capital varíe entre países como el precio del trabajo. Esto debido a que los costos laborales afectan fuertemente los precios relativos de los bienes, y los costos laborales en Europa son más bajos que en los Estados Unidos, es decir, Europa podría vender este producto por debajo del precio estadounidense.

La última etapa es la etapa del producto estandarizado. En esta etapa del ciclo de vida del producto, las características del producto en sí y el proceso de producción son bien conocidas: el consumidor conoce el producto y los productores conocen el proceso de producción. Vernon asumió que la producción podría trasladarse a los países en desarrollo. Los costos laborales nuevamente juegan un importante papel, y los países desarrollados están ocupados introduciendo productos al mercado. Por lo tanto, el patrón comercial de los países desarrollados es que puedan importar productos de países en desarrollo (Heinz, 2022).

La teoría del ciclo del producto supone una ventaja comparativa dinámica porque el país de origen de las exportaciones cambia durante el ciclo de vida del producto. En un principio, el país innovador exportaba bienes, pero luego fue desplazado por otros países desarrollados, que a su vez fueron desplazados posteriormente por países en vías de desarrollo (Appleyard & Field, 2014).

3.2.3 Teoría de la internalización

La teoría la internalización se origina de la teoría de los costos de transacción, ya que cuando son perfectamente competitivos los mercados, ningún tipo de mecanismo de control será necesario, es decir, las empresas o firmas tienen que actuar eficientemente, de no ser así está la posibilidad de ser sustituidas por otra empresa. Cuando en el mercado exista menos proveedores, baja la posibilidad para la empresa de sustituirlos provocando un incremento en los costos de transacción debido a la necesidad de una negociación y aceptar costos de supervisión para no arriesgar con el cumplimiento de las condiciones establecidas en el contrato. El

análisis de los costos ayuda a predecir que la empresa internacionalizará los mercados si es alta la especificidad de los activos (Trujillo et al., 2006).

La teoría de la internalización se centra en explicar por qué el comercio de bienes intermedios entre países se organiza según jerarquías, en lugar de estar determinado por las fuerzas del mercado. Su premisa principal es que las empresas multinacionales representan un mecanismo de mercado alternativo para gestionar actividades valiosas transfronterizas y que las empresas deben cumplir dos condiciones para realizar inversiones extranjeras directas según Trujillo (2006): a) ubicar actividades en el extranjero que otorguen beneficios y b) organizar estas actividades dentro de la empresa sea más eficaz que venderlos o transferirlos a otras empresas extranjeras.

La esencia del argumento de la teoría de la internalización es la siguiente: los beneficios de la internalización, que, en la medida en que ocurre a través de las fronteras nacionales, requiere la creación de una empresa multinacional, se derivan de evitar los costos asociados en el mercado. En otras palabras, la presencia de estas imperfecciones de mercado les permite beneficiarse de ser multinacional, ya que la empresa internalice las operaciones a menores costos (Trujillo et al., 2006).
De acuerdo con Hennart (1982) la investigación basada en esta teoría de la internacionalización se ha centrado en identificar situaciones en las que es más probable que estos mercados se internacionalicen, distinguiendo diferentes tipos de empresas multinacionales en función de los mercados internacionales.

3.2.4 El paradigma ecléctico de Dunning

La teoría propuesta por Dunning (1988) busca explicar que la extensión, forma y patrón de la producción internacional de una empresa se basa en las ventajas específicas de la empresa, la tendencia a la internacionalización de los mercados exteriores y el atractivo de estos mercados en producir allí. Por lo tanto, la decisión de ingresar al mercado internacional se toma de manera racional, con base en el análisis de los costos y ventajas de la producción en el extranjero. Dicho análisis es

particularmente útil para explicar las decisiones de integración vertical de empresas que evalúan establecer o no una filial en un mercado extranjero (Erramilli & Rao, 1993).

Dunning (1988) menciona cuatro condiciones que una empresa debe cumplir para poder utilizar sus ventajas competitivas a través de la IED, lo que significa convertirse en una empresa internacional.

En primer lugar, y siguiendo un aporte clave de la teoría de la organización industrial, una empresa debe tener ventajas sobre las empresas locales para atender a determinados mercados. Estas ventajas pueden resultar del hecho de que la empresa cuente con bienes o activos intangibles, tales como la estructura de la empresa, capacidad organizativa, trabajo en equipo, know-how; y, por otro lado, las ventajas derivadas de la gestión conjunta de la red de activos, que se pueden dividir en: (a) las ventajas de las empresas consolidadas frente a las nuevas (tales como su tamaño, experiencia, facilidad para la obtención de recursos, economías de alcance y experiencia); y (b) ventajas especiales asociadas con las características de las empresas multinacionales (como flexibilidad operativa que permite el arbitraje, cambios en la producción, abastecimiento global de suministros, la capacidad de explotar las diferencias geográficas en las características de las dotaciones de factores o la intervención del gobierno, y la capacidad de reducir o diversificar el riesgo).

En segundo lugar, debería ser más rentable para una empresa que tiene estas ventajas explotarlas por sí misma, en lugar de venderlas o alquilarlas a otras empresas ubicadas en otros países, es decir, es más rentable internalizar esas ventajas en la cadena de valor o mediante la implementación de nuevas funciones. Los factores que conducen a la internalización de los mercados interesados son los que resultan de la reducción de los costos de transacción (la necesidad del vendedor de proteger la calidad del producto, evitar los costos de búsqueda,

negociación e incumplimiento del contrato, compensar la ausencia, evitar y aprovechar las intervenciones gubernamentales).

En tercer lugar, tomando de referencia las aportaciones sobre ventajas de localización de los autores Vernon (1979) y Kojima (1982), debe ser rentable para una empresa ubicar algunas de sus instalaciones productivas en el extranjero, dependiendo del atractivo de ciertas localizaciones por su dotación específica de factores intransferibles en sus fronteras. Estas específicas variables de localización reflejan aspectos como la distribución espacial de las dotaciones de recursos, precio, calidad, productividad de los factores, los costos de transporte, la comunicación internacional, las barreras comerciales artificiales, la infraestructura de los países de destino y las diferencias ideológicas y culturales.

Finalmente, el autor considera que, teniendo en cuenta la composición de los intereses propios, las ventajas de la internalización y las mencionadas ventajas de localización, para realizar inversiones directas en el exterior, los directivos de la empresa deben considerar que la producción extranjera esté en el mismo camino a las estrategias de largo plazo de la organización (Dunning, 1988).

La principal contribución de Dunning al estudio de la internacionalización empresarial es una respuesta ecléctica a la pregunta de por qué existen las multinacionales, en la medida en que combina todos los factores previamente identificados por otros teóricos como determinantes de la IED **(**Barber & Ortega, 2001).

CAPÍTULO 4
REVISIÓN DE LITERATURA EMPÍRICA

En este capítulo se presenta la revisión de la literatura más reciente con respecto a las emisiones de dióxido de carbono y la relación con la Inversión Extranjera Directa y otras variables económicas, de países industrializados o desarrollados a países en vías de industrialización o en desarrollo, donde está involucrado México o países latinoamericanos.

4.1 Literatura empírica

Los estudios resientes con respecto a las emisiones de dióxido de carbono e Inversión Extranjera Directa se han elaborado de países o grupos de países desarrollados a países en desarrollo, empleando métodos de datos panel y series de tiempo. Los autores (Armijos & Lozano, 2021; Baek & Choi, 2017; Essandoh et al., 2020; Freire et al., 2021; Ochoa et al., 2021; Solarin & Al-Mulali, 2018) coinciden en que la Inversión Extranjera Directa incrementa las emisiones de dióxido de carbono en grupo de países en desarrollo convirtiéndolas en paraíso de contaminación. En el caso de los autores Freire et al. (2021) determinaron que en Latinoamérica la relación se invierte cuando tienen un ingreso per cápita promedio por encima de los 10,380 USD. Por su parte Essandoh et al. (2020) determinaron que esta relación se da solo en el grupo de países de bajos ingresos. El estudio de Solarin y Al-Mulali (2018) encontraron evidencia de que la relación se mantiene a nivel país en desarrollo. Por el lado contrario encontramos el estudio de Trallero (2019) donde la inversión extranjera directa no es significativa respecto a la relación con las emisiones de dióxido de carbono. Esta última investigación no es de países latinoamericanos, además se determinó que, a diferencia de la IED, es el comercio el que incentiva las emisiones de dióxido de carbono. En el mismo sentido González et al. (2018) determinaron que en los países latinoamericanos la inversión extranjera

directa no tiene una relación positiva con las emisiones de CO2, por lo que no genera aumentos en el nivel de contaminación.

A continuación, se muestran más a detalle los estudios de los autores antes mencionados: La investigación de Armijos y Lozano (2021), donde el objetivo del trabajo es encontrar los efectos de la inversión extranjera directa y el desarrollo financiero en las emisiones de CO2 a nivel mundial, durante el periodo 1970 al 2016. El análisis abarca a 160 países, agrupados por ingresos extremos altos, altos, medio altos, medios bajos, bajos y extremos bajos. Las variables que se proponen son: Inversión Extranjera Directa, desarrollo financiero y emisiones de dióxido de carbono, utilizando como metodología datos panel balanceado y pruebas de causalidad de Granger. Los resultados obtenidos de las pruebas de causalidad muestran que, en los países de altos ingresos, países de ingresos medios altos y países de ingresos bajos existe una causalidad unidireccional entre las emisiones de dióxido de carbono per cápita y la inversión extranjera directa.

Otra investigación que busca conocer si América Latina es un paraíso de contaminación (Freire et al., 2021), tiene por objetivo evidenciar si existe relación entre la contaminación, el ingreso por persona y la inversión extranjera directa en América Latina. Para ello utilizan datos panel de mínimos cuadrados generalizados factibles de datos anuales desde 1980 al 2015 en 15 países de América Latina, utilizando la teoría de la curva de Kuznets ambiental y el paraíso de la contaminación ambiental. Los resultados muestran que mayores niveles de inversión extranjera directa están asociados con incrementos de la contaminación, sin embargo, esta relación se invierte cuando las economías latinoamericanas tienen un ingreso per cápita promedio por encima de los 10,380 USD. También se comprueba la hipótesis de la curva de Kuznets ambiental existiendo indicios de que en estos países latinoamericanos son considerados paraísos de contaminación ambiental.

La investigación realizada por Ochoa, Quito y Moreno (2021) tienen por objetivo probar los efectos de la inversión extranjera directa en las emisiones de carbono en 20 países de América Latina durante el período 1990 al 2018. Los países están divididos en tres grupos de acuerdo con su ingreso nacional bruto real per cápita: países de ingresos altos, de ingresos medianos altos y de ingresos medianos bajos. Las variables utilizadas son: las emisiones de dióxido de carbono y la Inversión Extranjera Directa. Utilizaron técnicas de cointegración y pruebas de causalidad para evaluar la relación entre las variables. Los resultados muestran que la entrada de IED en los países de América Latina incrementa las emisiones de dióxido de carbono, afectando la calidad ambiental. Además, estos hallazgos no están de acuerdo con la hipótesis de la curva ambiental de Kuznets, pero están en línea con la hipótesis de paraíso de contaminación.

Analizando a la degradación ambiental en los países latinoamericanos, se encuentra la investigación de (Essandoh et al., 2020), el cual analiza la relevancia a largo plazo entre emisiones de dióxido de carbono, el comercio internacional y las entradas de IED con la consideración de la dinámica a corto plazo en 52 países durante el período de 1991 al 2014. Se basan en la Hipótesis Halo de contaminación, utilizando modelo de datos panel y modelo ARDL. Las variables propuestas son: emisiones de dióxido de carbono, PIB per cápita, apertura comercial, Inversión Extranjera Directa, consumo de energía primaria y consumo de energía renovable. Los resultados arrojados muestran que existe una relación positiva a largo plazo entre emisiones de dióxido de carbono y entrada de Inversión Extranjera Directa exclusivamente para países de bajos ingresos. Además, existe una relación negativa a largo plazo entre emisiones de dióxido de carbono y la apertura comercial únicamente para los países de ingresos altos.

Se han estudiado hasta ahora países latinoamericanos alrededor de la degradación ambiental. Sin embargo, también se revisó literatura de otros países, como es la investigación (Trallero, 2019), donde estudia el impacto que ejercen tanto la Inversión Extranjera Directa como la apertura comercial en la degradación

ambiental, en la emisión de CO2, durante el período 1974 al 2014. Se basa en Hipótesis de la Curva de Kuznets Ambiental, Teoría de los bienes públicos de Wicksell (1896) y Bowen (1948) y la teoría del equilibrio de Walras (1874). Los países de análisis son: Pakistán, Sri Lanka, Filipinas, Malasia, India, Tailandia, Bangladesh y Singapur. Utiliza la metodología de datos panel, Modelo de efectos fijos y Modelo Mínimos cuadrados ordinarios. Utiliza las variables emisiones CO2, PIB per cápita, comercio e Inversión Extranjera Directa. Los resultados de la investigación reflejan un impacto positivo del comercio en la degradación ambiental además que el impacto de la Inversión Extranjera Directa no es significativo.

En el estudio realizado por (Solarin & Al-Mulali, 2018), busca observar la influencia de la inversión extranjera directa en las emisiones de dióxido de carbono, la huella de carbono y la huella ecológica en 20 países en desarrollo y desarrollados de 1982 al 2013 por medio de datos panel utilizando variables como: huella ecológica per cápita, PIB real per cápita, población urbana, consumo de energía e inversión extranjera directa, emisiones de dióxido de carbono y huella de carbono per cápita. Los resultados de datos panel muestran que el producto interno bruto, el consumo de energía y la urbanización son los principales contribuyentes a la degradación ambiental. Por otro lado, los resultados a nivel de país muestran que la inversión extranjera directa y la urbanización incrementan la contaminación en los países en desarrollo mientras baja la contaminación en los países desarrollados. Además, el producto interno bruto y el consumo de energía incrementa la contaminación tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo.

Por su parte en la investigación (González et al., 2018), tienen por objetivo determinar las principales variables de las emisiones de CO2 en los países latinoamericanos durante el período 2009 al 2014. Esta investigación se basa en la hipótesis de Curva ambiental de Kuznets, utilizando como variables: emisiones de dióxido de carbono, PIB per cápita, uso de energía, IED, rentas totales de recursos naturales, industria y las rentas mineras. La metodología empleada fue mínimos cuadrados ordinarios, y en los resultados se encontró que un aumento en el uso de

energía (kg de equivalente de petróleo per cápita), genera a la vez, un aumento en las emisiones de dióxido de carbono, es decir, el mayor consumo de energía genera niveles más altos de contaminación.

También encontramos el estudio a los países latinoamericanos en la investigación (Baek & Choi, 2017), el cual el objetivo es examinar el efecto a largo plazo de las entradas de Inversión Extranjera Directa en las emisiones de dióxido de carbono controlado por ingresos y consumo de energía, utilizando un panel de 17 países latinoamericanos, durante el período 1971 al 2011. Se basa en la Hipótesis de paraíso de contaminación, utilizando la metodología de datos panel. Las variables propuestas son: PIB per cápita, consumo de energía per cápita y la Inversión Extranjera Directa. La investigación brinda evidencia que respalda la hipótesis del paraíso de la contaminación: es decir, la Inversión Extranjera Directa alienta a los países latinoamericanos a especializarse en industrias más sucias.

En ese mismo sentido, la investigación (Blanco et al., 2013) buscaron determinar si los aumentos de IED en sectores intensivos en contaminación están asociados con mayores niveles de emisiones de dióxido de carbono en América Latina, durante el período 1980 al 2007. Como metodología utilizaron el modelo Vector Autoregresivo (VAR) así como la prueba de causalidad de Granger. Las variables propuestas fueron: emisiones de dióxido de carbono Per cápita, PIB Per cápita, IED total, IED sector primario, IED sector secundario e IED sector terciario. Los resultados de la investigación indican que las entradas de IED en los sectores intensivos en contaminación pueden vincularse a aumentos en emisiones de dióxido de carbono, pero la misma relación no es válida para la IED en otros sectores.

CAPÍTULO 5
MODELOS ECONOMÉTRICOS

En la presente investigación los datos de las variables a evaluar son datos series de tiempo, por lo tanto, se utilizan los modelos econométricos: Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS) y Mínimos Cuadrados Completamente Modificados (FMOLS).

La elección de utilizar modelos de Mínimos Cuadrados Ordinarios en datos de series de tiempo se basa en que ayudan a estimar relaciones lineales entre las variables a lo largo del tiempo, permitiendo identificar tendencias y relaciones significativas (Gauss, 1809). Estos modelos de serie de tiempo asumen ciertas suposiciones, como la linealidad, homocedasticidad y normalidad de los errores, así que es posible que exista correlación serial en los errores lo que puede afectar las estimaciones y requerir técnicas más avanzadas, como los Mínimos Cuadrados Completamente Modificados. La necesidad de utilizar los FMOLS radica en su capacidad para corregir la presencia de heterocedasticidad y autocorrelación en los errores. La heterocedasticidad implica que la varianza de los errores cambia a lo largo del tiempo, mientras que la autocorrelación implica que los errores están correlacionados entre períodos. Al utilizar los FMOLS, se emplean técnicas de estimación que ajustan la varianza de los errores y toman en cuenta la posible correlación serial (Phillips & Hansen, 1990). Esto mejora la eficiencia de las estimaciones y proporciona resultados más confiables y robustos en la modelación de las variables en el tiempo.

5.1 Econometría

La econometría significa “medición económica”, es una disciplina que combina la economía y la estadística para analizar y cuantificar las relaciones económicas. Se centra en el desarrollo y la aplicación de métodos estadísticos y matemáticos para modelar, medir e inferir fenómenos económicos. La econometría ayuda a

proporcionar herramientas y técnicas que permitan analizar los datos económicos y evaluar teorías económicas utilizando métodos empíricos (Gujarati & Porter, 2010).

La econometría utiliza modelos económicos para analizar cómo variables económicas interaccionan entre sí y cómo responden a diferentes estímulos o cambios en las condiciones económicas. Estos modelos se construyen utilizando datos observados y se someten a pruebas estadísticas rigurosas para verificar su validez y poder explicativo. A través de la econometría, se obtienen estimaciones de los parámetros económicos, realizar inferencias, y evaluar políticas y estrategias económicas (Wooldridge, 2010).

5.2 Modelo econométrico Mínimos Cuadrados Ordinarios

La metodología de (OLS) Mínimos Cuadrados Ordinarios propuesto por Gauss (1809), es una técnica de estimación ampliamente utilizada en econometría para modelar y analizar relaciones entre variables en una serie de tiempo. El objetivo principal de OLS es encontrar los coeficientes que minimizan la suma de los residuos al cuadrado.

La fórmula general para un modelo de mínimos cuadrados ordinarios en una serie de tiempo es la siguiente:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + u_t$$

Donde:

Y_t es la variable dependiente en el período de tiempo t.

X_t es la variable independiente en el período de tiempo t.

β_0, β_1 son los coeficientes a estimar que representan el intercepto y la pendiente del modelo, respectivamente.

u_t es el término de error que captura la variación no explicada por el modelo.

Una vez que se obtienen las estimaciones, se pueden realizar pruebas estadísticas para evaluar la significancia y la validez de los coeficientes, así como analizar la

calidad de ajuste del modelo utilizando estadísticos como el R cuadrado (Gujarati & Porter, 2010).

Es importante tener en cuenta que OLS asume ciertas suposiciones, como la linealidad, homocedasticidad y normalidad de los errores. Además, en modelos de series de tiempo, es posible que exista correlación serial en los errores, lo que puede afectar las estimaciones y requerir técnicas más avanzadas, como los Mínimos Cuadrados Completamente Modificados (FMOLS) para abordar estos problemas (Phillips & Hansen, 1990).

5.3 Modelo Mínimos Cuadrados Completamente Modificados

Phillips y Hansen (1990) proponen un estimador que emplea una corrección semiparamétrica para eliminar los problemas causados por la correlación de largo plazo entre la ecuación de cointegración y las innovaciones de los regresores estocásticos. El estimador mínimos cuadrados completamente modificados (FMOLS) resultante es asintóticamente imparcial y tiene asintóticas normales mixtas completamente eficientes que permiten pruebas de Wald estándar utilizando inferencia estadística asintótica de chi-cuadrada. El estimador FMOLS emplea estimaciones preliminares de las matrices de covarianza de largo plazo simétricas y unilaterales de los residuos. Es decir, modifica los mínimos cuadrados para tener en cuenta los efectos de correlación serial y la endogeneidad en los regresores que resulta de la existencia de una relación de cointegración.

5.4 Pruebas del modelo econométrico

Coeficiente de determinación

El coeficiente de determinación, denotado como R^2, es una medida estadística que indica la proporción de la variabilidad de la variable dependiente que es explicada por el modelo de regresión. Es una medida de ajuste que permite evaluar la bondad de ajuste del modelo y cuantificar la capacidad del modelo para explicar la variabilidad observada en los datos (Gujarati & Porter, 2010).

El valor de R^2 varía entre 0 y 1. Un valor de R^2 cercano a 1 indica que el modelo es capaz de explicar una gran parte de la variabilidad de la variable dependiente, lo que implica un mejor ajuste del modelo. Por el contrario, un valor de R^2 cercano a 0 indica que el modelo no puede explicar bien la variabilidad observada en los datos, lo que implica un ajuste deficiente.

5.4.1 Prueba de raíz unitaria

La prueba de raíz unitaria, también conocida como prueba de estacionariedad, es una herramienta utilizada en econometría para evaluar si una serie de tiempo es estacionaria o no. La estacionariedad es una propiedad deseable en las series de tiempo, ya que implica que la serie no muestra tendencias o patrones sistemáticos a lo largo del tiempo, es decir, es estacionaria con media constante (Wooldridge, 2010).

En modelos series de tiempo es necesario que las variables sean estacionarias para evitar obtener resultados espurios. Para ello se realizan pruebas como la prueba de Dickey Fuller Aumentada donde si se acepta la hipótesis nula quiere decir que existe raíz untaría en la serie, por lo tanto, tiene media variable; en cambio el aceptar hipótesis alternativa indica que en la serie no existe raíz unitaria, por lo tanto, tiene media constante (Dickey & Fuller, 1979)

5.4.2 Prueba de cointegración

La prueba de cointegración tiene como fin establecer si existe una relación de equilibrio de largo plazo o cointegración entre las variables, es decir, se mueven juntan. Este análisis de cointegración es necesario en presencia de una serie de variables que presentan el mismo orden de integración. Los métodos para la realización de la prueba de cointegración son propuestas por Engle y Granger (1987) utilizado para conocer si existe equilibrio a largo plazo entre solo dos variables, y por Johansen (1988, 1991) que permite conocer si existe equilibrio de más de dos variables, como es el caso de esta investigación (Taboada & Sámano, 2003).

En esta investigación utilizamos la metodología de Johansen (1988, 1991), sin embargo, también mostramos la metodología propuesta por Engle y Granger (1987) para su mejor comprensión como se muestra a continuación:

Consideramos las variables:

$$X_t \sim \mathrm{I}(1)$$

$$Y_t \sim \mathrm{I}(1)$$

Donde:

I(1) indica que las series están integradas en el mismo orden, en este caso es de orden 1.

Entonces esperaríamos una combinación lineal:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + u_t$$

Donde:

Y_t es la variable dependiente en el período de tiempo t.

X_t es la variable independiente en el período de tiempo t.

$\beta_0,\ \beta_1$ son los coeficientes a estimar

u_t es el término de error

Existe la posibilidad de que $u_t \sim \mathrm{I}(0)$:

$$u_t = Y_t - \beta_0 - \beta_1 X_t$$

Si es el caso de que $u_t \sim \mathrm{I}(0)$ entonces se dice que las variables Y_t y X_t están cointegradas. Como el error es estacionario esto indica que las series presentan una tendencia similar. Si las series cointegran entonces la regresión entre las variables son significativas, es decir, no son espurias guardando un equilibrio al largo plazo (Castillo, 2001).

En la metodología de Johansen (1988, 1991) es necesario que las variables tengan el mismo orden de integración. Se realiza la prueba de cointegración basada en un Vector Auto Regresivo (VAR) como se muestra a continuación:

Considerar un VAR de orden P:

$$y_t = A_1 y_{t-1} + \cdots + A_P y_{t-P} + B x_t + \varepsilon_t$$

Donde:

y_t es *k*-vector de variables I(1) no estacionarias.

x_t es un *d*-vector de variables deterministas

ε_t es un vector de innovaciones o termino de error

Ahora se reescribe este VAR como:

$$\Delta y_t = \Pi y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i \, \Delta y_{t-i} + B x_t + \varepsilon_t$$

Donde:

$$\Pi = \sum_{i=1}^{p} A_i - I$$

$$\Gamma_i = -\sum_{j=i+1}^{p} A_j$$

El teorema de Granger afirma que si la matriz de coeficientes Π tiene un rango reducido $r < k$, entonces existe $k \times r$ matrices α y β cada una con rango r tal que $\Pi = \alpha\beta'$y $\beta' y$ es I(0). r es el número de relaciones de cointegración o rango de cointegración y cada columna de β es el vector de cointegración. Los elementos de α se conocen como parámetros de ajuste del modelo VEC. El método de consiste en estimar la matriz Π a partir del VAR y probar si se rechaza las restricciones implicadas por el rango reducido de Π. La prueba de cointegración de Johansen se basa en la teoría de los vectores autoregresivos (VAR) y los procesos de corrección de error (VEC). En un modelo VEC, las variables pueden tener una relación de cointegración, y se busca determinar el número de relaciones de cointegración presentes (Johansen, 1988, 1991).

5.4.3 Prueba de autocorrelación

El término de autocorrelación es también conocido como correlación serial, se refiere a la correlación entre miembros de series de observaciones ordenadas en el tiempo o en el espacio. Es decir, se supone que el término de error o perturbación relacionado con la observación del modelo, no está influenciado por el término de error relacionado con cualquier otra observación. La prueba de autocorrelación se basa en la idea de que, si existe autocorrelación en los errores de un modelo, puede afectar la eficiencia y la validez de las estimaciones de los parámetros del modelo, lo que a su vez puede conducir a inferencias erróneas (Gujarati & Porter, 2010).

Una de las pruebas para identificar si existe autocorrelación serial es la prueba Durbin y Watson (1951). El estadístico d de Durbin Watson se define como:

$$d = \frac{\sum_{t=2}^{t=n}(\hat{u}_t - \hat{u}_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^{t=n} \hat{u}_t^{\,2}}$$

Esta prueba toma valores entre 0 y 4. Un valor de cercano a 2 indica ausencia de autocorrelación en los residuos (especialmente correlación positiva), mientras que valores cercanos a 0 o 4 indican la presencia de autocorrelación (correlación positiva o negativa, respectivamente) en los residuos. La interpretación del estadístico de prueba se basa en los valores críticos asociados con el nivel de significancia deseado. En términos generales, si el estadístico se encuentra entre los valores críticos inferiores, se concluye que hay evidencia de autocorrelación positiva en los residuos. Por otro lado, si el estadístico se encuentra entre los valores críticos superiores, se concluye que hay evidencia de autocorrelación negativa en los residuos. Si el estadístico se encuentra cerca de 2, no se rechaza la hipótesis de ausencia de autocorrelación (Durbin & Watson, 1951).

Es importante tener en cuenta que la prueba de Durbin-Watson asume que no hay correlación serial de orden superior. Si se sospecha que existe autocorrelación de orden superior, se pueden utilizar pruebas más avanzadas, como la prueba de

Breusch-Godfrey, para evaluar la autocorrelación en los residuos. La prueba de Breusch-Godfrey, también conocida como prueba de LM (Lagrange Multiplier), es una prueba que se utiliza para evaluar la presencia de autocorrelación de orden superior en los residuos de un modelo de regresión. Esta prueba es una extensión de la prueba de Durbin-Watson y es especialmente útil cuando se sospecha de autocorrelación en retardos más allá del primer orden. La prueba de Breusch-Godfrey se basa en la hipótesis nula de ausencia de autocorrelación de orden superior en los residuos. Si se rechaza la hipótesis nula, se concluye que existe autocorrelación en los residuos más allá del primer orden. El estadístico es el siguiente:

$$LM = (n - p) * R^2$$

Donde:

$$LM \sim X_p^2$$

La regresión auxiliar se realiza utilizando los residuos del modelo original como variables dependientes y los retardos de los residuos como variables explicativas. En general, se incluyen múltiples retardos para capturar la posible autocorrelación de orden superior. El estadístico LM sigue una distribución chi-cuadrada con grados de libertad igual al número de retardos incluidos en la regresión auxiliar. Por lo tanto, se compara el valor calculado del estadístico LM con los valores críticos de la distribución chi-cuadrada para determinar si se rechaza o no la hipótesis nula (Wooldridge, 2010).

Si el valor calculado del estadístico LM es mayor que el valor crítico correspondiente, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existe autocorrelación de orden superior en los residuos. Por otro lado, si el valor calculado del estadístico LM es menor que el valor crítico, no se rechaza la hipótesis nula y se concluye que no hay suficiente evidencia para afirmar la presencia de autocorrelación de orden superior. La prueba de Breusch-Godfrey es una herramienta útil para evaluar la autocorrelación en retardos más allá del primer orden, lo que proporciona información adicional sobre la estructura de correlación

serial en los datos. Esta prueba ayuda a mejorar la especificación del modelo y garantizar la validez de las inferencias realizadas a partir del mismo (González et al., 2018).

5.4.4 Prueba de heterocedasticidad

La prueba de heterocedasticidad es uno de los supuestos a tomar en cuenta en los modelos de regresión lineal puesto que se evalúa la presencia de heterocedasticidad en los errores o perturbaciones de la función de regresión, es decir si son homocedásticos. La heterocedasticidad se refiere a la variación no constante de la varianza de los errores en un modelo econométrico, lo que implica que la dispersión de los errores puede cambiar a lo largo del tiempo (Wooldridge, 2010).

La presencia de heterocedasticidad puede afectar la eficiencia y la validez de las estimaciones de los parámetros del modelo. También puede generar sesgo en las pruebas de hipótesis y reducir la precisión de las inferencias. Una de las pruebas para probar la heterocedasticidad es mediante la prueba de White, también conocida como prueba de heterocedasticidad de White. Esta prueba se basa en el cálculo de un estadístico de prueba que se compara con valores críticos para determinar si se rechaza o no la hipótesis nula de no heterocedasticidad (White, 1980).

5.4.5 Prueba de normalidad

La prueba de normalidad, también conocida como prueba de bondad de ajuste a la distribución normal, es una técnica utilizada para evaluar si una serie de tiempo sigue una distribución normal. El modelo clásico de regresión lineal normal supone que cada u_i está normalmente distribuida. Este supuesto se expresa de la siguiente forma (Gujarati & Porter, 2010):

$$u_i = \sim N(0, \sigma^2)$$

Donde:

u_i es el termino de error

Símbolo ~ significa distribuido
N significa distribución normal
Los términos entre paréntesis representan los dos parámetros de la distribución normal: la media y la varianza.

La normalidad es un supuesto entonces si suponemos que los errores siguen una distribución normal, entonces se desea que los estimadores del modelo lineal tengan propiedades estadísticas como que sean insesgados, tengan varianza mínima, que $\hat{\beta}_1$ esté normalmente distribuida como se muestra a continuación:

$$\hat{\beta}_1 \sim N(\beta_1, \sigma^2_{\hat{\beta}_1})$$

Para comprobar la normalidad, se realiza la prueba de normalidad de Jarque-Bera. Esta prueba primero calcula la asimetría seguida de la curtosis de los errores o residuos del modelo lineal, con el siguiente estadístico de prueba:

$$\mathrm{JB} = n\left[\frac{S^2}{6} + \frac{(K-3)^2}{24}\right]$$

Donde:
n es el tamaño de la muestra
S es el coeficiente de asimetría
K es el coeficiente de curtosis.
Para una variable normalmente distribuida, S 0 y K 3.

Por lo tanto, se compara el valor calculado del estadístico JB con el valor crítico correspondiente de la distribución chi-cuadrada para determinar si se rechaza o no la hipótesis nula de normalidad. Si el valor calculado del estadístico JB es mayor que el valor crítico, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que los datos no siguen una distribución normal. Por otro lado, si el valor calculado del estadístico JB es menor que el valor crítico, no se rechaza la hipótesis nula y se concluye que los

datos se ajustan a una distribución normal. La lógica detrás de la prueba de Jarque-Bera radica en que, si los datos siguen una distribución normal, se espera que la asimetría sea cercana a cero y la curtosis sea cercana a tres. Por lo tanto, un valor alto del estadístico JB indica desviaciones significativas de la normalidad en los datos. Es importante tener en cuenta que la prueba de Jarque-Bera es una prueba de bondad de ajuste a la normalidad y no proporciona información sobre la forma específica de la distribución de los datos si la hipótesis nula se rechaza. Además, esta prueba puede ser sensible al tamaño de la muestra, por lo que se recomienda su uso en muestras de tamaño moderado a grande para obtener resultados más confiables (Jarque & Bera, 1987).

5.4.6 Prueba t-Student

La prueba t-Student, también conocida como estadístico t, nos permite conocer la significancia individual de cada parámetro, es decir el coeficiente de regresión de cada una de las variables bajo las hipótesis básicas de normalidad, no autocorrelación y homocedasticidad del modelo lineal, además del supuesto que se distribuyen normalmente, cada una de las estimaciones de los coeficientes de la regresión. Por ejemplo $\hat{\beta}_2$, tiene distribución normal, media y varianza igual a β_2. A partir de este estadístico se construyen hipótesis de cada uno de los parámetros con la siguiente desigualdad (Cabrer et al., 2001):

$$Prob\left(-t_{\alpha/2} < \frac{\hat{\beta}_2 - \beta_2}{S_{\hat{\beta}_2}} < t_{\alpha/2}\right) = 1 - \alpha$$

Donde

$\hat{\beta}_2$ es el coeficiente estimado de β_2

α es el nivel de significación

$S_{\hat{\beta}_2}$ es la desviación estándar estimada de β_2

$t_{\alpha/2}$ es el valor tabulado de la tabla de distribución t (ver anexo 2), de acuerdo al grado de significación y los grados de libertad.

Se plantean las hipótesis: nula, H_0: $\beta_2 = 0$, y alternativa H_1: $\beta_2 \neq 0$. Con ello la desigualdad anterior queda de la siguiente forma:

$$Prob\left(-t_{\alpha/2} < \frac{\hat{\beta}_2}{S_{\hat{\beta}_2}} < t_{\alpha/2}\right) = 1 - \alpha$$

Si la desigualdad se cumple, se acepta la hipótesis nula, entonces se determina que las variaciones de la variable independiente no explican las variaciones de la variable dependiente. Si no se cumple la desigualdad se rechaza la hipótesis nula, determinando que las variaciones de la variable independiente explican las variaciones de la variable dependiente.

5.5 Datos del modelo

En esta investigación se utiliza datos anuales de México del periodo de 1990 al 2019 de las siguientes variables:

Variable dependiente

- Emisiones de dióxido de carbono (CO2). Se refiere a las emisiones de dióxido de carbono son las que provienen de la quema de combustibles fósiles y de la fabricación del cemento. Incluyen el dióxido de carbono producido durante el consumo de combustibles sólidos, líquidos, gaseosos y de la quema de gas.

Variables independientes

- Inversión Extranjera Directa de Estados Unidos y Canadá (IED). Es la suma del total de la Inversión Extranjera Directa en México proveniente de Estados Unidos y Canadá durante el periodo 1990al 2019.

- Producto Interno Bruto per cápita (PIB). El PIB per cápita es el producto interno bruto dividido por la población a mitad de año. El PIB es la suma del valor agregado bruto de todos los productores residentes en la economía

más todo impuesto a los productos, menos todo subsidio no incluido en el valor de los productos. Se calcula sin hacer deducciones por depreciación de bienes manufacturados o por agotamiento y degradación de recursos naturales. Los datos se expresan en dólares de los Estados Unidos a precios constantes.

- Apertura comercial (AC). El comercio es la suma de las exportaciones e importaciones de bienes y servicios, medidas como proporción del producto interno bruto.

- Energía renovable (ER). Se refiere al porcentaje de consumo de energía renovable total de la energía final.

Bases de datos

A continuación, se muestra en la siguiente tabla la variable, indicador y fuentes de consulta de la presente investigación.

Tabla 2. Indicadores de variables.

Variable	Indicador	Fuente de consulta
Emisiones de dióxido de carbono	Emisiones de dióxido de carbono (medido en kilotoneladas)	Banco Mundial
Inversión Extranjera Directa	Inversión Extranjera Directa de EUA y Canadá (medido en millones de dólares)	Secretaria de Economía (México)
Producto Interno Bruto	Producto Interno Bruto per cápita (medido en dólares constantes del 2010)	Banco Mundial
Apertura comercial	Comercio (medido como porcentaje del PIB)	Banco Mundial

Energía renovable	Consumo de energía renovable (medido como porcentaje del consumo total de energía total)	Banco Mundial

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial y la Secretaria de Economía (2023).

Como se mencionó anteriormente, debido que se utilizan modelos econométricos de serie de tiempo, el modelo se puede expresar de la siguiente manera (todas las variables se expresan en logaritmos):

$$CO2_t = \beta_{0t} + \beta_{1t} IED_t + \beta_{2t} PIB_t + \beta_{3t} AC_t + \beta_{4t} ER_t + e_t$$

Donde:

- $CO2_t$ son emisiones de dióxido de carbono en el período de tiempo t.
- IED_t es la Inversión Extranjera Directa de EUA y Canadá en el período de tiempo t.
- PIB_t es el Producto Interno Bruto per cápita en el período de tiempo t.
- IAC_t es la Apertura comercial en el período de tiempo t.
- ER_t es el consumo de energías renovables en el período de tiempo t.
- Los parámetros β_1, β_2, β_3, y β_4 representan las elasticidades a largo plazo de las variables independientes, respecto a las emisiones de dióxido de carbono en el período del tiempo.
- u_t es el término de error en el periodo de tiempo t

Relaciones esperadas de las variables:

- $\beta 1 > 0$, porque el cambio incremental en la inversión extranjera directa puede generar un aumento en las emisiones de dióxido de carbono.
- $\beta 2 > 0$, un aumento en el nivel del Producto Interno Bruto genera un aumento en las emisiones de dióxido de carbono.

- $\beta 3 > 0$, debido a que una relación positiva en la apertura comercial puede incrementar las emisiones de dióxido de carbono.
- $\beta 4 < 0$, se espera una relación negativa en el consumo de energías renovables reduciendo las emisiones de dióxido de carbono

CAPÍTULO 6

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

En este capítulo se muestran los resultados de las estimaciones de los modelos econométricos de serie de tiempo empleados, es decir el modelo mínimos cuadrados ordinarios (OLS) y mínimos cuadrados completamente modificados (FMOLS), así como las pruebas diagnóstico de normalidad, heterocedasticidad y correlación, correspondientes para cada uno de los modelos. Además, se realiza un análisis, discusión de los resultados presentados e implicaciones.

6.1 Pruebas de Raíz unitaria

Debido a que utilizamos modelos series de tiempo, es primordial realizar pruebas de raíz unitaria a cada una de las variables para conocer si son estacionarias y que grado de integración son. Para ello se realizó la prueba de raíz unitaria a cada una de las series por medio de la prueba Dickey-Fuller Aumentada (1979).

En la tabla 3 se muestran los resultados de las pruebas de raíz unitaria donde observa que las variables a nivel, todas tienen raíces unitarias. Sin embargo en las primeras diferencias al 1% de significancia, todas las variables son estacionarias, confirmando que todas las variables se integran en orden I(1).

Tabla 3. Prueba de Raíz unitaria Dickey – Fuller Aumentada

Variables a nivel	t - Statistic
CO2	-2.287953
IED	-2.554030
PIB	-1.168198
AC	-0.358654

ER	-2.185120
Variables Primera diferencia	**t - Statistic**
ΔCO2	-4.557314 ***
ΔIED	-8.989747 ***
ΔPIB	-5.247729 ***
ΔAC	-4.082683 ***
ΔER	-6.705161 ***

Nota: *** denotan el rechazo de la hipótesis nula al nivel del 1% de significancia

6.2 Prueba de cointegración

Debido a que todas las variables tienen el mismo grado de integración, es decir grado de integración I(1), entonces abre la posibilidad de que exista una relación de equilibrio de largo plazo o cointegración entre las variables. Para ello se realiza la prueba de cointegración por medio de la metodología de Johansen (1988, 1991) para probar la presencia de equilibrio entre las variables.

En la tabla 4, se muestra la prueba de cointegración utilizando la metodología de Johansen para probar la presencia de un equilibrio o relación de largo plazo entre las variables integradas del mismo orden.

Tabla 4. Prueba de cointegración de Johansen

Hypothesized No. Of CE(s)	**Trace Statistic**
None *	110.7430***
At most 1	62.30309
At most 2	35.63789
At most 3	16.78998
At most 4	6.027377

Nota: *** denota el rechazo de la hipótesis nula al nivel del 1% de significancia

La prueba de cointegración indica que existen al menos una relación de cointegración, ya que se rechaza la hipótesis nula al 1% de significancia, confirmando una relación de equilibrio o de largo plazo entre las variables.

6.3 Estimación de los coeficientes en el largo plazo

Ya que se confirma que las variables cointegran y que existe una relación de equilibrio entre ellas al largo plazo, se aplican los modelos serie de tiempo mínimos cuadrados ordinarios OLS (Gauss, 1809) y mínimos cuadrados completamente modificados FMOLS (Phillips & Hansen, 1990), para estimar las elasticidades de los coeficientes al largo plazo para cada modelo.

6.3.1 Estimación por los modelos OLS y FMOLS

Para estimar las elasticidades de los coeficientes al largo plazo del modelo serie de tiempo, se estiman por medio del modelo mínimos cuadrados ordinarios OLS (Gauss, 1809) y por medio del modelo mínimos cuadrados completamente modificados FMOLS (Phillips & Hansen, 1990). Se utilizan ambos modelos para comparar los resultados arrojados y dar mayor soporte a la relación esperada de cada variable respecto a las emisiones de CO2, así como a la estimación de cada uno de los coeficientes. En la tabla 5, se muestran las estimaciones de los coeficientes de ambos modelos.

Tabla 5. Estimación de los coeficientes al largo plazo.

Variable	OLS		FMOLS	
	Coeficiente	**t - Statistic**	**Coeficiente**	**t - Statistic**
IED	0.037955	2.849999 ***	0.038638	2.589582 **
PIB	0.431548	3.080016 ***	0.482896	2.542676 **
AC	0.095293	2.703751 **	0.147983	2.899585 ***
ER	-0.707397	-11.89337 ***	-0.818876	-10.38590 ***

Nota: *** y ** denotan significación estadística en los niveles 1% y 5%, respectivamente

De acuerdo a los resultados de la tabla anterior, las estimaciones de los coeficientes de las variables IED, PIB, AC y ER son significativos en ambos modelos al 1% y 5%. Además, en ambos modelos guardan la misma relación respecto a las emisiones de CO2, como se esperaba:

- Las elasticidades de largo plazo muestran una relación positiva la Inversión Extranjera Directa de EUA y Canadá, el Producto Interno Bruto y la Apertura Comercial, con las emisiones de dióxido de carbono. Esto implica que un aumento en cualquiera de estas variables provocará que aumenten las emisiones de dióxido de carbono generando mayor degradación ambiental, como se esperaba.

- Por otro lado, existe una relación negativa entre uso de Energías Renovables y las emisiones de dióxido de carbono. Esto implica que el aumento de uso de Energías Renovables ayudará a reducir las emisiones de dióxido de carbono contribuyendo a una menor degradación ambiental.

Los resultados de están investigación, concuerdan con el estudio de Armijos y Lozano (2021), donde el grupo de países de ingresos medios altos y medios bajos incentiva la Inversión Extranjera Directa y desarrollo financiero, al incremento de emisiones de CO2. Otro estudio que concuerda con estos resultados, es el estudio de Freire, Meneses y Cuesta (2021) donde los países latinoamericanos con un ingreso per cápita menor de 10,380 USD, como es el caso de México, son refugio de contaminación gracias a la Inversión Extranjera Directa. En el mismo sentido, también concuerdan con el estudio de Ochoa, Quito y Moreno (2021), en donde investigan a los países latinoamericanos, donde la Inversión Extranjera Directa incrementa las emisiones de dióxido de carbono. Los resultados del estudio de Essando, Islama y Kakinaka (2020), tambien concuerdan con los resultados arrojados, debido a que existe una relación positiva a largo plazo entre emisiones de dióxido de carbono y entrada de Inversión Extranjera Directa exclusivamente para países de bajos ingresos, convirtiéndolos en paraíso de contaminación. Por

último, también los resultados coinciden con el estudio elaborado por Solarin y Al-Mulali (2018), donde la inversión extranjera directa contribuye en las emisiones de dióxido de carbono, la huella de carbono y la huella ecológica en 20 países en desarrollo.

6.3.2 Pruebas de diagnóstico en los residuales

Para conocer si los modelos mínimos cuadrados ordinarios y mínimos cuadrados completamente modificados son confiables para realizar estimaciones, se realizan las pruebas de diagnóstico de normalidad, heterocedasticidad y correlación en los residuales. A continuación, se muestran en la tabla 6 los resultados respectivos de las pruebas de diagnóstico en los residuales de ambos modelos

Tabla 6. Pruebas de diagnóstico.

Pruebas	OLS	FMOLS
Normalidad	Jarque-Bera 1.616 (Prob 0.446)	Jarque-Bera 1.669 (Prob 0.434)
Heterocedasticidad	F-statistic 1.178 (Prob 0.373)	-
Correlación	F-statistic 1.799 (Prob 0.188)	-

Elaboración propia con Software Eviews versión 12

Como se observa en la tabla 6, en el modelo de mínimos cuadrados ordinarios, los residuales siguen una distribución normal, son independientes y homocedásticos.

También se observa que el modelo de mínimos cuadrados ordinarios completamente modificados, los residuales siguen una distribución normal.

Por lo tanto, ambos modelos cumplen con las pruebas de diagnóstico en los residuales por lo tanto son modelos confiables para realizar inferencias y estimaciones.

CONCLUSIONES

El objetivo de esta investigación es examinar el impacto de la Inversión Extranjera Directa de EUA y Canadá, el Producto Interno Bruto, la apertura comercial y el consumo de energía renovable en las emisiones de dióxido de carbono en México durante el período 1990 al 2019, para conocer si ha contribuido y perjudicado en la degradación ambiental de México.

La degradación ambiental está dada por el cambio climático donde este es provocado por las emisiones de gases de efecto invernadero donde predomina el dióxido de carbono. El aumento de dióxido de carbono provoca un progresivo aumento de la temperatura media de la tierra provocando graves alteraciones y desequilibrios medioambientales, desencadenando problemas importantes a nivel mundial, es por ello que aumentan las preocupaciones por los efectos del comercio entre naciones de las llamadas “Fugas de carbono”, es decir, fugas de gases de dióxido de carbono (ONU, 2021).

México es un país en vías de industrialización catalogado como uno de los principales países emisor de gases dióxido de carbono a nivel mundial (GCA, 2019). En el periodo de análisis de 1990 al 2019 México fue el país Latinoamericano con mayores emisiones de dióxido de carbono (BM, 2022). Durante este mismo período México recibió el 55% de Inversión Extranjera Directa proveniente de los países industrializados EUA y Canadá del total de las inversiones de todo el mundo, y más del 59% de la Inversión Extranjera Directa recibida tuvo como sector económico la industria (SE, 2022).

Al recopilar datos históricos sobre el Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero en México (INEGYCEI, 2021), vemos que en el periodo de 1990 a 2019, se registraron predominantemente 62% de gases de

dióxido de carbono, y aunque en el 2019 bajaron las emisiones de gases de dióxido de carbono a 55% siguen siendo un porcentaje alto sobre todo por los compromisos internacionales como el compromiso que adquirió México ante el Acuerdo de París de reducir en 22% las emisiones de gases de efecto invernadero y en 51% las emisiones de CO2 para el 2030 (GOB, 2014).

Esto abrió la posibilidad de que los países industrializados EUA y Canadá que son países contaminantes, principalmente EUA que ocupa el segundo lugar de los países más contaminantes del mundo, invirtieran en México y que la gran mayoría de las inversiones fue destinada a la industria, generando mayores gases de dióxido de carbono, impactando negativamente y contribuyendo en la degradación ambiental en México.

Los principales resultados de las pruebas econométricas para conocer las relaciones que guardan las variables son: la Inversión Extranjera Directa de EUA y Canadá, el Producto Interno Bruto, la apertura comercial, el uso de energías renovables y las emisiones de dióxido de carbono, están integradas en orden I(1) y existe una relación de equilibrio o de largo plazo entre ellas. Las elasticidades de largo plazo muestran una relación positiva entre la Inversión Extranjera Directa de EUA y Canadá, el Producto Interno Bruto y la apertura comercial, con las emisiones de dióxido de carbono. Esto implica que un aumento en cualquiera de estas variables provocará que aumenten las emisiones de dióxido de carbono generando mayor degradación ambiental. Por otro lado, existe una relación negativa entre el uso de energías renovables y las emisiones de dióxido de carbono. Esto implica que el aumento de uso de energías renovables ayudará a reducir las emisiones de dióxido de carbono contribuyendo a una menor degradación ambiental.

Las teorías que dan sustento a las variables son principalmente las teorías relacionadas con la economía y medio ambiente. La primera es la hipótesis paraíso de contaminación o también llamada hipótesis refugio de contaminación (Field, 1995), donde las empresas de países industrializados como EUA y Canadá,

especialmente intensivas en contaminación, se instalan en países en vías de industrialización como el caso de México, donde los estándares ambientales son menos restrictivos, es decir, les permiten contaminar más que en su país de origen. La segunda es la hipótesis halo de contaminación (Xie et al., 2020), que sucede cuando las empresas de estos mismos países industrializados presentan un comportamiento ambiental superior respecto a las nacionales debido a la tecnología utilizada, así como una mayor inversión en procesos más amigables con el medio ambiente.

De acuerdo a los resultados econométricos obtenidos, se afirma que las variables Inversión Extranjera Directa de EUA y Canadá, Producto Interno Bruto, apertura comercial y consumo de energía renovable son variables que impactan en las emisiones de dióxido de carbono en México durante el período 1990 al 2019 coincidiendo con la hipótesis general planteada en esta investigación. Además, las hipótesis específicas también coinciden puesto que, en el caso de la Inversión Extranjera Directa de EUA y Canadá, el Producto Interno Bruto y la apertura comercial, tienen una relación positiva con las emisiones de dióxido de carbono, incentivando que incremente la degradación ambiental, y en el caso del consumo de energías renovables, tiene una relación negativa respecto a las emisiones de dióxido de carbono, ayudando a reducir la degradación ambiental.

Por lo tanto, con base en los resultados de esta investigación se concluye que la Inversión Extranjera Directa de EUA y Canadá contribuyó al incremento de las emisiones de dióxido de carbono en México en el período 1990 al 2019, teniendo un impacto negativo y contribuyendo a la degradación ambiental, convirtiendo a México en un país paraíso de contaminación.

RECOMENDACIONES

México es un país que ha ratificado el Acuerdo de París, lo que significa que está comprometido con la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, en especial con las emisiones de dióxido de carbono. Es por ello que se han implementado diversas políticas y medidas para reducir las emisiones de dióxido de carbono, como el Sistema de Comercio de Emisiones, la Ley General de Cambio Climático y el Programa Nacional de Cambio Climático. La implementación de políticas ambientales y la reducción de emisiones de CO2 es un tema que cada vez toma mayor importancia en México. Sin embargo, la efectividad de las políticas ambientales actuales, no han dado los resultados esperados, pues a pesar de los esfuerzos realizados por el gobierno mexicano, la reducción de emisiones de dióxido de carbono en el país aún representa un desafío. Es por ello que con base en los resultados de esta investigación se recomienda promover el efectivo cumplimiento de las políticas ambientales para la Inversión Extranjera Directa, así como incentivar el uso de energías renovables para contribuir a reducir las emisiones de dióxido de carbono en México, así como realizar futuras investigaciones referente al tema para evaluar el estado de contaminación y degradación ambiental del país. México ha tomado medidas para reducir las emisiones de dióxido de carbono, pero es importante seguir trabajando en la evaluación, implementación y el efectivo cumplimiento de las políticas ambientales para lograr una reducción significativa de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Por otro lado, la estimación del coeficiente de la variable consumo de energías renovables, es el más alto con una relación negativa, por lo tanto, tiene un impacto significativo para reducir las emisiones de dióxido de carbono, y desde el año 2012 el uso de energías renovables en México ha crecido manteniendo una tendencia positiva respecto a años anteriores. Esto abre la posibilidad que en el futuro podría

convertir a México de un país refugio de contaminación hacia un país halo de contaminación, por lo que abre otra línea más de investigación a futuro.

La principal limitación durante el proceso de esta investigación fue que la información más actual disponible fue hasta el año 2019, lo que permite que futuras investigaciones puedan realizar pruebas con datos más recientes.

BIBLIOGRAFÍA

Appleyard, D. R., & Field, A. J. (2014). *International economics*. McGraw-Hill Companies.

Armijos, J., & Lozano, E. (2021). *Efectos de la inversión extranjera directa y el desarrollo financiero en las emisiones de CO2 a nivel global y por grupos de países Effects of foreign direct investment and financial development on CO2 emissions at the global level and by country grouping Fecha de recepción*. *9*.

Baek, J., & Choi, Y. J. (2017). Does foreign direct investment harm the environment in developing countries? Dynamic panel analysis of Latin American countries. *Economies*, *5*(4). https://doi.org/10.3390/economies5040039

Blanco, L., Gonzalez, F., & Ruiz, I. (2013). The Impact of FDI on CO2 Emissions in Latin America. *Oxford Development Studies*, *41*(1), 104–121. https://doi.org/10.1080/13600818.2012.732055

BM. (2022). *Banco Mundial*. Https://Datos.Bancomundial.Org/Indicador/EN.ATM.CO2E.KT.

Caballero, A. (2023, September 21). *Climate Consulting Selectra. Efecto Invernadero: causas y consecuencias en el clima*. Https://Climate.Selectra.Com/Es/Que-Es/Efecto-Invernadero.

Cabrer, B., Sancho, P., & Serrano, D. (2001). *Microeconometría y decisión*. Ediciones Pirámide.

Castillo, R. A. (2001). Remesas: un análisis de cointegración para el caso de México. *Frontera Norte*, *13*(26), 31–50.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73722001000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series With a Unit Root. *Journal of the American Statistical Association*, 427–431.

Dunning, J. (1988). *The Eclectic Paradigm of International Production* (Journal of International Business Studies, Ed.).

Durbin, j, & Watson, G. S. (1951). Testing for Serial Correlation in Least Squares Regression. II. *Oxford University Press*, 159–177.

Engle, R. F., & Granger, C. W. J. (1987). Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. *Econometrica*, *55*, 251–276.

Essandoh, O. K., Islam, M., & Kakinaka, M. (2020). Linking international trade and foreign direct investment to CO2 emissions: Any differences between developed and developing countries? *Science of the Total Environment*, *712*. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136437

Field, B. (1995). *Economía Ambiental*. McGraw-Hill.

Freire, V., Meneses, K., & Cuesta, G. (2021). América Latina: ¿Un paraíso de la contaminación ambiental? *Revista de Ciencias Ambientales*, *55*(2), 1–18. https://doi.org/10.15359/rca.55-2.1

Gauss, C. F. (1809). *Theoria motus corporum coelestium in sectionibus conicis solem ambientum* (Vol. 2). Reimpreso en 1963, Dover.

GCA. (2019). *Global Carbon Atlas*. Http://Www.Globalcarbonatlas.Org/Es/Content/Welcome-Carbon-Atlas.

GOB. (2013, December 20). *Gobierno de la República. Reforma Energética*. Https://Www.Gob.Mx/Cms/Uploads/Attachment/File/10233/Explicacion_ampliada_de_la_Reforma_Energetica1.Pdf.

GOB. (2014, September 23). *Gobierno de la República. Compromisos de mitigación y adaptación ante el Cambio Climático para el período 2020 - 2030*. Https://Www.Gob.Mx/Cms/Uploads/Attachment/File/162974/2015_indc_esp.Pdf.

González, C., Henao, C., & Elías, C. (2018). *Determinantes de las emisiones de CO2 en los países latinoamericanos*.

González P. (2005). *Apertura Comercial*. Https://Www.Billin.Net/Glosario/Definicion-Apertura-Comercial/#:~:Text=una%20Apertura%20Comercial-,%C2%BFQu%C3%A9%20es%20una%20Apertura%20Comercial%3F,Que%20tenga%20el%20pa%C3%ADs%20establecidas.

Grossman, G., & Krueger, A. (1991). Environmental Impact of a North American Free Trade Agreement. *National Bareu of Economic Research*, *Working Paper 3914*.

Gujarati, D., & Porter, D. (2010). *Econometría*. Mc Graw Hill Interamericana Editores S.A. de C.V.

Heckscher, E. (1919). *The Effect of Foreing Trade on the Distribution of come* (Ekonomisk Tidskrift, Ed.).

Heinz, D. (2022). *Breve Historia del Pensamiento Económico* (Fono de Cultura Económica, Ed.).

Hennart, J.-F. (1982). *A Theory of Multinational Enterprise* (University of Michigan, Ed.).

Hernández Sampieri., Fernández Collado., & Baptista Lucio. (1991). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.

IMCO. (2021). *Instituto Mexicano para la Competitividad A.C.* Https://Imco.Org.Mx/Datos-Del-Primer-Semestre-de-2021-de-La-Inversion-Extranjera-

Directa/#:~:Text=En%202020%20M%C3%A9xico%20fue%20el,%2C%20Luxemburgo%2C%20Alemania%20e%20Irlanda.

INECC. (2021). *Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (GYCEI)*. Https://Cambioclimatico.Gob.Mx/Estadosymunicipios/Emisiones.Html.

INECC. (2022). *Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efectos Invernadero, 1990 - 2019*. Https://Www.Gob.Mx/Cms/Uploads/Attachment/File/737226/156_2022_INEGYCEI_1990-2019_NIR.Pdf.

INEGI. (2007). *Producto Interno Bruto per cápita*. Https://Www.Inee.Edu.Mx/Wp-Content/Uploads/2019/03/CS07-2009.Pdf.

INEGI. (2020). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. Https://Cuentame.Inegi.Org.Mx/Economia/Pib.Aspx?Tema=e.

INEGYCEI. (2021, October 5). *Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero*. Https:Www.Gob.Mx/Inecc/Articulos/Presenta-Inecc-El-Inventario-Nacional-de-Emisiones-de-Gases-y-Compuestos-de-Efecto-Invernadero-1990-2019-284532?State=published#:~:Text=Los%20resultados%20de%20la%20actualizaci%C3%B3n,Di%C3%B3xido%20de%20carbono%20(CO2)%2C.

IPCC. (2020). *Intergovernmental Panel on Climate Change, Sea Level Rise and Implications for Low-Lying Islands, Coasts and Communities*. Https://Www.Ipcc.Ch/Srocc/Chapter/Chapter-4-Sea-Level-Rise-and-Implications-for-Low-Lying-Islands-Coasts-and-Communities/.

Jarque, C. M., & Bera, A. K. (1987). A Test for Normality of Observations and Regression Residuals. *International Statistical Review*, 163–172.

Jiménez, L. (2001). *Desarrollo Sostenible y Economía Ecológica*. Síntesis.

Johansen, S. (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Economic Dynamics and Control*, *12*, 231–254.

Johansen, S. (1991). The role of the constant term in cointegration analysis of non stationary variables. *University of Copenhagen, Institute of Mathematical Statistics.*

Journal, S., & Zilio, M. I. (2012). Curva de Kuznets ambiental: la validez de sus fundamentos en países en desarrollo. *Elseiver*, *35*, 43–54. www.elsevier.es/cesjef

Kuznets, S. (1955). Economic Growth and Income Inequality. *American Economic Review*, *45*, 1–28.

Labandeira, X., Leon, C., & Vázquez, M. (2007). *Economía Ambiental*. Pearson Educación, S.A.

NASA. (2021). *National Aeronautics and Space Administration, Rising sea levels.* Https://Climate.Nasa.Gov/Vital-Signs/Sea-Level/.

Navarro Chávez J. (2014). Epistemología y Metodología. In *Book section*. Grupo Editorial Patria.

NOAA. (2021). *National Oceanic and Atmospheric Administration*. Https://Www.Epdata.Es/Datos/Cambio-Climatico-Datos-Graficos/447.

Ochoa, M. W. S., Quito, B. A., & Moreno, H. C. A. (2021). Foreign direct investment and environmental quality: Revisiting the ekc in latin american countries. *Sustainability (Switzerland)*, *13*(22). https://doi.org/10.3390/su132212651

Olivares, M. J. A., & Hernández, R. C. (2021). ¿La Curva Ambiental de Kuznets sigue siendo válida para explicar la degradación? Una revisión teórica. In *Economía Coyuntural* (Vol. 6, Issue 3). Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2415-06222021000300003&lng=es&nrm=iso&tlng=es

ONU. (2019). *Organización de las Naciones Unidas*. Https://Www.Un.Org/Development/Desa/Es/about/Conferences.Html.

ONU. (2021). *Organización de las Naciones Unidas. Acción por el Clima.* Https://Www.Un.Org/Es/Climatechange/What-Is-Climate-Change.

ONU. (2022). *Organización de las Naciones Unidas. ¿Qué son las energías renovables?* Https://Www.Un.Org/Es/Climatechange/What-Is-Renewable-Energy#:~:Text=Las%20energ%C3%ADas%20renovables%20son%20un,Estas%20fuentes%20se%20renuevan%20continuamente.

Oswaldo, H., Ballesteros, B., Esperanza, G., & Aristizabal, L. (2007). *Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático.*

Panayotou, T. (1993). Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development. *World Employment Research Programme. International Labour Office, Geneva*.

Parkin, M. (2007). *Macroeconomía*. Pearson.

Parkin, M. (2009). *Economía*. Pearson Educación.

Phillips, P. C. B., & Hansen, B. E. (1990). *Statistical Inference in Instrumental Variables Regression with I (1) Processes*. https://academic.oup.com/restud/article-abstract/57/1/99/1610097

Ricardo, D. (1817). *Principios De Economía Política y Tributación* (Piramide, Ed.).

RNIE. (2021). *Registro Nacional de Inversiones Extranjeras*. Https://Www.Gob.Mx/Cms/Uploads/Attachment/File/619545/Informe_Congreso-2020-4T.Pdf.

Rodríguez Arana. (2009). Apertura comercial, balanza comercial e inversión extranjera directa en México, 1980–2006. In *Investigación económica* (Vol. 68, Issue 269). Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de

Economía. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-16672009000300003&lng=es&nrm=iso&tlng=es

SE. (2016). *Secretaría de Economía. Inversión Extranjera Directa*. Https://Www.Gob.Mx/Se/Articulos/Que-Es-La-Inversion-Extranjera-Directa.

SE. (2018, April 12). *Secretaría de Economía. Tratados y Acuerdos que México ha firmado con otros países*. Https://Www.Gob.Mx/Se/Articulos/Tratados-y-Acuerdos-Que-Mexico-Ha-Firmado-Con-Otros-Paises?Idiom=es.

SE. (2021a, February). *Inversión Directa de Canadá hacia México, Secretaría de Economía*. Https://Www.Gob.Mx/Cms/Uploads/Attachment/File/616906/Distribucion__de_inversion_de_Canada_2020-4T.Pdf.

SE. (2021b, February). *Inversión Directa de Estados Unidos hacia México, Secretaría de Economía*. Https://Www.Gob.Mx/Cms/Uploads/Attachment/File/616907/Distribucion_de_inversion_de_Estados_Unidos_2020-4T.Pdf.

SE. (2022, March). *Inversión Extranjera Directa en México, Secretaría de Economía*. Https://Www.Google.Com/Url?Sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.Economia.Gob.Mx%2Ffiles%2Fgobmx%2Fied%2Fcarpeta_ied_20224T.Xlsm&psig=AOvVaw0w31ZmZqrCSInAtPpEpcp0&ust=1706673399753000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CAYQn5wMahcKEwigspGxnISEAxUAAAAAHQAAAAAQBA.

SEMARNAT. (2001). *Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales. Impactos ambientales del crecimiento de la población en México*. Https://Paot.Org.Mx/Centro/Ine-Semarnat/Informe02/Estadisticas_2000/Compendio_2000/01dim_social/01_01_Demografia/Data_demografia/Recuadro1.1.1.Htm.

SEMARNAT. (2018, September 24). *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Energías renovables, gran oportunidad para México.* Https://Www.Gob.Mx/Semarnat/Articulos/Energias-Renovables-Gran-Oportunidad-Para-Mexico-172759.

SEMARNAT-INECC. (2022). *México: Tercer Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Https://Www.Gob.Mx/Cms/Uploads/Attachment/File/747507/158_2022_Mexico_3er_BUR.Pdf.

Shafik, N., & Bandyopadhyay, S. (1992). Economic growth and environmental quality: time series and cross-country evidence. *World Bank*, *WPS 094*.

Solarin, S. A., & Al-Mulali, U. (2018). Influence of foreign direct investment on indicators of environmental degradation. *Environmental Science and Pollution Research*, *25*(25), 24845–24859. https://doi.org/10.1007/s11356-018-2562-5

Taboada, I., & Sámano, R. (2003). Análisis de cointegración entre el sistema financiero y la economía real en México. *Análisis Económico*, *18*, 141–166.

Trallero, P. (2019). Estudio del impacto de la Inversión Extranjera Directa y el Comercio en las emisiones de CO2 en el sudeste asiático. *Facultad de Economía y Empresa. Universidad de Zaragoza*.

Trujillo Dávila M, Rodríguez Ospina D, & Guzmán Vázquez A. (2006). *Perspectivas teóricas sobre internacionalización de empresas*. Universidad del Rosario.

UCS. (2020, January). *Union of Concerned Scientists*. Https://Es.Ucsusa.Org/Recursos/Emisiones-de-Co2-Por-Pais.

UE. (2022, January 21). *Fondo Europeo de Desarrollo Regional, Cambio climático.* Https://Www.Aragon.Es/-/El-Cambio-

Climatico#:~:Text=El%20efecto%20invernadero%20%22natural%22%20permite,De%20cristal%20de%20un%20invernadero.

UNCTAD. (2021). *United Nations Conference of Trade an Development*. Https://Unctadstat.Unctad.Org/Wds/ReportFolders/ReportFolders.Aspx.

Vernon, R. (1966). *International Investment and International Trade in the Product Cycle* (The Quartely Journal of Economics, Ed.).

Vernon, R. (1979). *The product cycle hypothesis in a new international environmen* (Oxford bulletin of economics and statistics, Ed.).

White, A. (1980). A Heteroskedasticity-Consistent Covariance Matrix Estimator and a Direct Test for Heteroskedasticity. *Econometrica*, 817–838.

Wooldridge, J. M. (2010). *Introducción a la econometría*. Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.

Xie, Q., Wang, X., & Cong, X. (2020). How does foreign direct investment affect CO2 emissions in emerging countries?New findings from a nonlinear panel analysis. *Journal of Cleaner Production*, *249*. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119422

Zúñiga, S. (2020, November 16). *UNAM Repositorio Universitario*. Http://Ru.Iiec.Unam.Mx/5219/.

ANEXOS

Anexo 1. Pruebas econométricas con Software Eviews versión 12

Prueba de Raíz Unitaria Dickey – Fuller Aumentada. Variable CO2 a nivel

Null Hypothesis: CO2 has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=7)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-2.287953	0.1823
Test critical values:	1% level	-3.679322	
	5% level	-2.967767	
	10% level	-2.622989	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(CO2)
Method: Least Squares
Date: 12/06/23 Time: 03:07
Sample (adjusted): 1991 2019
Included observations: 29 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CO2(-1)	-0.075157	0.032849	-2.287953	0.0302
C	36289.73	13345.59	2.719231	0.0113

R-squared	0.162394	Mean dependent var	6196.207
Adjusted R-squared	0.131372	S.D. dependent var	13051.74
S.E. of regression	12164.25	Akaike info criterion	21.71686
Sum squared resid	4.00E+09	Schwarz criterion	21.81116
Log likelihood	-312.8945	Hannan-Quinn criter.	21.74640
F-statistic	5.234731	Durbin-Watson stat	2.211578
Prob(F-statistic)	0.030195		

Prueba de Raíz Unitaria Dickey – Fuller Aumentada. Variable CO2 en primeras diferencias.

Null Hypothesis: D(CO2) has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=7)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-4.557314	0.0001
Test critical values:	1% level	-2.650145	
	5% level	-1.953381	
	10% level	-1.609798	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(CO2,2)
Method: Least Squares
Date: 12/06/23 Time: 03:15
Sample (adjusted): 1992 2019
Included observations: 28 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(CO2(-1))	-0.840638	0.184459	-4.557314	0.0001

R-squared	0.433782	Mean dependent var	-775.7150
Adjusted R-squared	0.433782	S.D. dependent var	18784.95
S.E. of regression	14135.20	Akaike info criterion	21.98579
Sum squared resid	5.39E+09	Schwarz criterion	22.03336
Log likelihood	-306.8010	Hannan-Quinn criter.	22.00033
Durbin-Watson stat	2.066157		

Prueba de Raíz Unitaria Dickey – Fuller Aumentada. Variable lED a nivel

Null Hypothesis: lED has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=7)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-2.554030	0.1139
Test critical values:	1% level	-3.679322	
	5% level	-2.967767	
	10% level	-2.622989	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(lED)
Method: Least Squares
Date: 12/06/23 Time: 03:23
Sample (adjusted): 1991 2019
Included observations: 29 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
lED(-1)	-0.346645	0.135725	-2.554030	0.0166
C	4519.945	1771.823	2.551014	0.0167

R-squared	0.194585	Mean dependent var	470.3314
Adjusted R-squared	0.164754	S.D. dependent var	4659.465
S.E. of regression	4258.367	Akaike info criterion	19.61763
Sum squared resid	4.90E+08	Schwarz criterion	19.71193
Log likelihood	-282.4557	Hannan-Quinn criter.	19.64716
F-statistic	6.523072	Durbin-Watson stat	2.608618
Prob(F-statistic)	0.016607		

Prueba de Raíz Unitaria Dickey – Fuller Aumentada. Variable lED en primeras diferencias.

Null Hypothesis: D(lED) has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=7)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-8.989747	0.0000
Test critical values:	1% level	-2.650145	
	5% level	-1.953381	
	10% level	-1.609798	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(lED,2)
Method: Least Squares
Date: 12/06/23 Time: 03:24
Sample (adjusted): 1992 2019
Included observations: 28 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(lED(-1))	-1.499141	0.166761	-8.989747	0.0000

R-squared	0.749572	Mean dependent var	-5.841071
Adjusted R-squared	0.749572	S.D. dependent var	8259.364
S.E. of regression	4133.214	Akaike info criterion	19.52656
Sum squared resid	4.61E+08	Schwarz criterion	19.57414
Log likelihood	-272.3718	Hannan-Quinn criter.	19.54110
Durbin-Watson stat	2.001317		

Prueba de Raíz Unitaria Dickey – Fuller Aumentada. Variable PIB a nivel

Null Hypothesis: PIB has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=7)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-1.168198	0.6742
Test critical values:	1% level	-3.679322	
	5% level	-2.967767	
	10% level	-2.622989	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(PIB)
Method: Least Squares
Date: 12/06/23 Time: 03:27
Sample (adjusted): 1991 2019
Included observations: 29 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PIB(-1)	-0.072695	0.062228	-1.168198	0.2529
C	714.5851	543.8915	1.313838	0.2000

R-squared	0.048112	Mean dependent var	81.33897
Adjusted R-squared	0.012857	S.D. dependent var	241.0026
S.E. of regression	239.4483	Akaike info criterion	13.86102
Sum squared resid	1548058.	Schwarz criterion	13.95532
Log likelihood	-198.9848	Hannan-Quinn criter.	13.89056
F-statistic	1.364687	Durbin-Watson stat	2.169683
Prob(F-statistic)	0.252939		

Prueba de Raíz Unitaria Dickey – Fuller Aumentada. Variable PIB en primeras diferencias.

Null Hypothesis: D(PIB) has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=7)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-5.247729	0.0000
Test critical values:	1% level	-2.650145	
	5% level	-1.953381	
	10% level	-1.609798	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(PIB,2)
Method: Least Squares
Date: 12/06/23 Time: 03:29
Sample (adjusted): 1992 2019
Included observations: 28 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(PIB(-1))	-1.006102	0.191721	-5.247729	0.0000

R-squared	0.504503	Mean dependent var	-10.64250
Adjusted R-squared	0.504503	S.D. dependent var	365.6412
S.E. of regression	257.3804	Akaike info criterion	13.97405
Sum squared resid	1788606.	Schwarz criterion	14.02163
Log likelihood	-194.6367	Hannan-Quinn criter.	13.98859
Durbin-Watson stat	2.006434		

Prueba de Raíz Unitaria Dickey – Fuller Aumentada. Variable AC a nivel

Null Hypothesis: AC has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=7)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-0.358654	0.9037
Test critical values:	1% level	-3.679322	
	5% level	-2.967767	
	10% level	-2.622989	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(AC)
Method: Least Squares
Date: 12/06/23 Time: 03:39
Sample (adjusted): 1991 2019
Included observations: 29 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AC(-1)	-0.021477	0.059881	-0.358654	0.7226
C	2.519331	3.333497	0.755762	0.4563

R-squared	0.004742	Mean dependent var	1.356897
Adjusted R-squared	-0.032120	S.D. dependent var	4.131281
S.E. of regression	4.197105	Akaike info criterion	5.773139
Sum squared resid	475.6237	Schwarz criterion	5.867435
Log likelihood	-81.71052	Hannan-Quinn criter.	5.802672
F-statistic	0.128632	Durbin-Watson stat	1.645733
Prob(F-statistic)	0.722644		

Prueba de Raíz Unitaria Dickey – Fuller Aumentada. Variable AC en primeras diferencias.

Null Hypothesis: D(AC) has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=7)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-4.082683	0.0002
Test critical values:	1% level	-2.650145	
	5% level	-1.953381	
	10% level	-1.609798	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(AC,2)
Method: Least Squares
Date: 12/06/23 Time: 03:39
Sample (adjusted): 1992 2019
Included observations: 28 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(AC(-1))	-0.763198	0.186935	-4.082683	0.0004

R-squared	0.381702	Mean dependent var	0.001429
Adjusted R-squared	0.381702	S.D. dependent var	5.442246
S.E. of regression	4.279341	Akaike info criterion	5.780536
Sum squared resid	494.4446	Schwarz criterion	5.828115
Log likelihood	-79.92751	Hannan-Quinn criter.	5.795081
Durbin-Watson stat	1.856759		

Prueba de Raíz Unitaria Dickey – Fuller Aumentada. Variable ER a nivel

Null Hypothesis: ER has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=7)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-2.185120	0.2156
Test critical values:	1% level	-3.679322	
	5% level	-2.967767	
	10% level	-2.622989	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(ER)
Method: Least Squares
Date: 12/06/23 Time: 03:40
Sample (adjusted): 1991 2019
Included observations: 29 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
ER(-1)	-0.134224	0.061427	-2.185120	0.0377
C	1.332098	0.681609	1.954344	0.0611

R-squared	0.150269	Mean dependent var	-0.140345
Adjusted R-squared	0.118797	S.D. dependent var	0.588312
S.E. of regression	0.552262	Akaike info criterion	1.716885
Sum squared resid	8.234828	Schwarz criterion	1.811181
Log likelihood	-22.89483	Hannan-Quinn criter.	1.746417
F-statistic	4.774751	Durbin-Watson stat	2.374752
Prob(F-statistic)	0.037733		

Prueba de Raíz Unitaria Dickey – Fuller Aumentada. Variable ER en primeras diferencias.

Null Hypothesis: D(ER) has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=7)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-6.705161	0.0000
Test critical values:	1% level	-2.650145	
	5% level	-1.953381	
	10% level	-1.609798	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(ER,2)
Method: Least Squares
Date: 12/06/23 Time: 03:41
Sample (adjusted): 1992 2019
Included observations: 28 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(ER(-1))	-1.178218	0.175718	-6.705161	0.0000

R-squared	0.623412	Mean dependent var	0.054286
Adjusted R-squared	0.623412	S.D. dependent var	0.912982
S.E. of regression	0.560268	Akaike info criterion	1.714258
Sum squared resid	8.475305	Schwarz criterion	1.761836
Log likelihood	-22.99961	Hannan-Quinn criter.	1.728803
Durbin-Watson stat	2.011502		

Prueba de Cointegración de Johansen

Date: 12/06/23 Time: 03:42
Sample (adjusted): 1992 2019
Included observations: 28 after adjustments
Trend assumption: Linear deterministic trend (restricted)
Series: CO2 AC ER lED PIB
Lags interval (in first differences): 1 to 1

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.822715	110.7430	88.80380	0.0006
At most 1	0.614159	62.30309	63.87610	0.0673
At most 2	0.489895	35.63789	42.91525	0.2198
At most 3	0.319126	16.78998	25.87211	0.4308
At most 4	0.193671	6.027377	12.51798	0.4568

Trace test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level
* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level
**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Unrestricted Cointegration Rank Test (Maximum Eigenvalue)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Max-Eigen Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.822715	48.43988	38.33101	0.0025
At most 1	0.614159	26.66520	32.11832	0.2003
At most 2	0.489895	18.84791	25.82321	0.3157
At most 3	0.319126	10.76260	19.38704	0.5380
At most 4	0.193671	6.027377	12.51798	0.4568

Max-eigenvalue test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level
* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level
**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Estimación de los coeficientes por el método mínimos cuadrados ordinarios

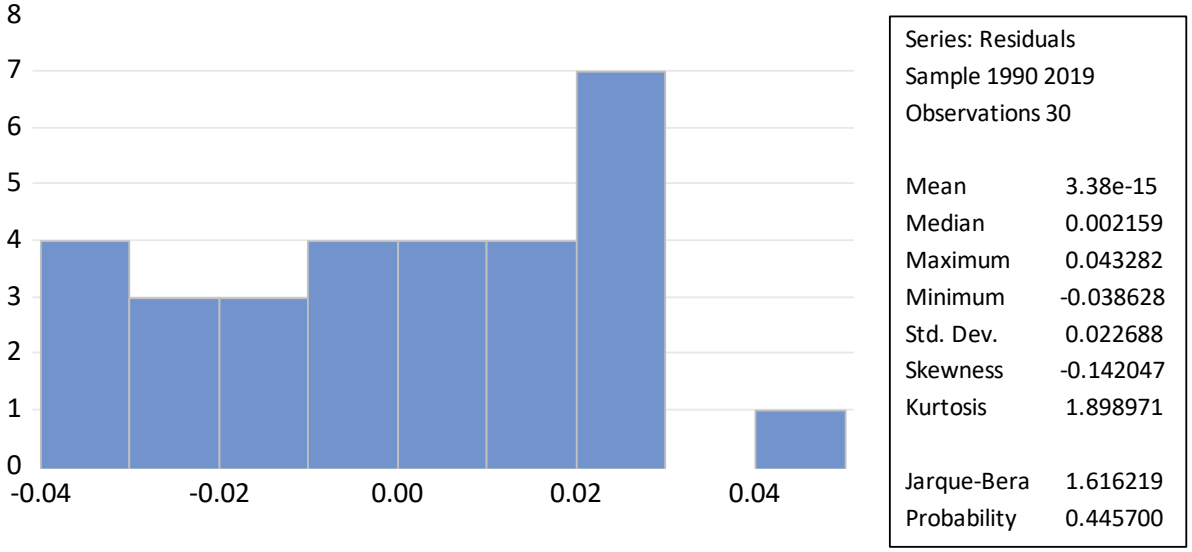
Dependent Variable: LOGCO2
Method: Least Squares
Date: 12/06/23 Time: 03:45
Sample: 1990 2019
Included observations: 30

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOGIED	0.037955	0.013318	2.849999	0.0086
LOGPIB	0.431548	0.140112	3.080016	0.0050
LOGAC	0.095293	0.035245	2.703751	0.0122
LOGER	-0.707397	0.059478	-11.89337	0.0000
C	9.930679	1.218924	8.147085	0.0000

R-squared	0.984723	Mean dependent var	12.88869
Adjusted R-squared	0.982279	S.D. dependent var	0.183558
S.E. of regression	0.024436	Akaike info criterion	-4.434546
Sum squared resid	0.014927	Schwarz criterion	-4.201014
Log likelihood	71.51820	Hannan-Quinn criter.	-4.359837
F-statistic	402.8634	Durbin-Watson stat	1.251856
Prob(F-statistic)	0.000000		

Pruebas de diagnóstico:

Normalidad Jarque-Bera



Prueba de Heterocedasticidad, White

Heteroskedasticity Test: White
Null hypothesis: Homoskedasticity

F-statistic	1.177580	Prob. F(13,16)	0.3732
Obs*R-squared	14.66872	Prob. Chi-Square(13)	0.3285
Scaled explained SS	4.578731	Prob. Chi-Square(13)	0.9833

Test Equation:
Dependent Variable: RESID^2
Method: Least Squares
Date: 12/06/23 Time: 03:51
Sample: 1990 2019
Included observations: 30
Collinear test regressors dropped from specification

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.319168	0.768697	0.415206	0.6835
LOGIED^2	-0.000687	0.000609	-1.127642	0.2761
LOGIED*LOGPIB	0.023222	0.021098	1.100662	0.2873
LOGIED*LOGAC	-0.011442	0.004463	-2.563797	0.0208
LOGIED*LOGER	-0.009798	0.005754	-1.702785	0.1080
LOGIED	-0.129658	0.177836	-0.729089	0.4765
LOGPIB^2	-0.021989	0.011355	-1.936468	0.0707
LOGPIB*LOGAC	-0.005639	0.048011	-0.117447	0.9080
LOGPIB*LOGER	0.086743	0.040126	2.161796	0.0461
LOGAC^2	0.001293	0.008648	0.149504	0.8830
LOGAC*LOGER	-0.057104	0.023291	-2.451722	0.0261
LOGAC	0.284127	0.433131	0.655984	0.5212
LOGER^2	-0.047557	0.023341	-2.037465	0.0585
LOGER	-0.240583	0.296035	-0.812683	0.4283

R-squared	0.488957	Mean dependent var	0.000498
Adjusted R-squared	0.073735	S.D. dependent var	0.000480
S.E. of regression	0.000462	Akaike info criterion	-12.21811
Sum squared resid	3.41E-06	Schwarz criterion	-11.56422
Log likelihood	197.2717	Hannan-Quinn criter.	-12.00892
F-statistic	1.177580	Durbin-Watson stat	2.581596
Prob(F-statistic)	0.373231		

Prueba de Correlación

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:
Null hypothesis: No serial correlation at up to 2 lags

F-statistic	1.799443	Prob. F(2,23)	0.1879
Obs*R-squared	4.059064	Prob. Chi-Square(2)	0.1314

Test Equation:
Dependent Variable: RESID
Method: Least Squares
Date: 12/06/23 Time: 03:50
Sample: 1990 2019
Included observations: 30
Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOGIED	-0.008347	0.014174	-0.588857	0.5617
LOGPIB	0.008666	0.138133	0.062736	0.9505
LOGAC	0.013156	0.034961	0.376319	0.7101
LOGER	-0.003340	0.057714	-0.057873	0.9543
C	-0.046300	1.194781	-0.038752	0.9694
RESID(-1)	0.400484	0.216755	1.847633	0.0776
RESID(-2)	-0.008257	0.227513	-0.036290	0.9714

R-squared	0.135302	Mean dependent var	3.38E-15
Adjusted R-squared	-0.090271	S.D. dependent var	0.022688
S.E. of regression	0.023690	Akaike info criterion	-4.446588
Sum squared resid	0.012908	Schwarz criterion	-4.119642
Log likelihood	73.69882	Hannan-Quinn criter.	-4.341995
F-statistic	0.599814	Durbin-Watson stat	1.930002
Prob(F-statistic)	0.727528		

Estimación de los coeficientes por el método mínimos cuadrados completamente modificados

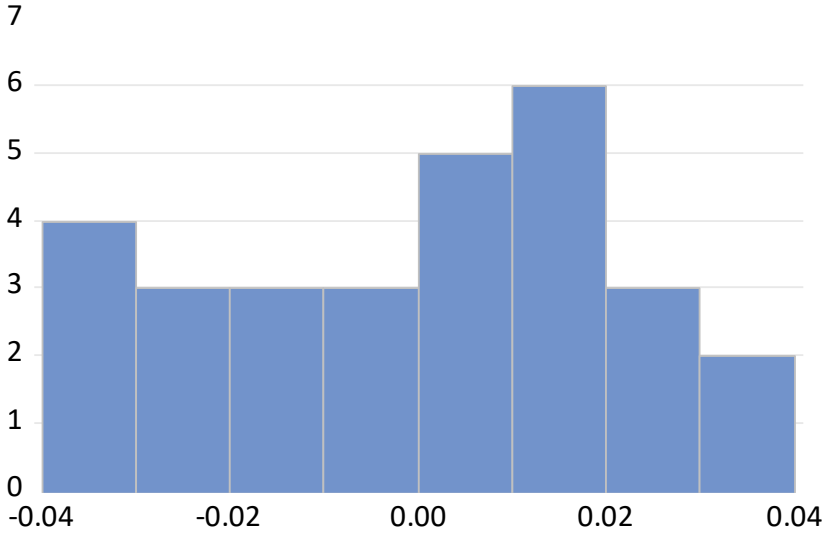
Dependent Variable: LOGCO2
Method: Fully Modified Least Squares (FMOLS)
Date: 12/06/23 Time: 03:53
Sample (adjusted): 1991 2019
Included observations: 29 after adjustments
Cointegrating equation deterministics: C @TREND
Long-run covariance estimate (Bartlett kernel, Newey-West fixed bandwidth = 4.0000)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOGIED	0.038638	0.014921	2.589582	0.0164
LOGPIB	0.482896	0.189916	2.542676	0.0182
LOGAC	0.147983	0.051036	2.899585	0.0081
LOGER	-0.818876	0.078845	-10.38590	0.0000
C	9.571845	1.647512	5.809877	0.0000
@TREND	-0.003876	0.002602	-1.489599	0.1499

R-squared	0.982946	Mean dependent var	12.90193
Adjusted R-squared	0.979239	S.D. dependent var	0.171602
S.E. of regression	0.024726	Sum squared resid	0.014061
Long-run variance	0.000674		

Prueba de diagnóstico:

Normalidad Jarque-Bera

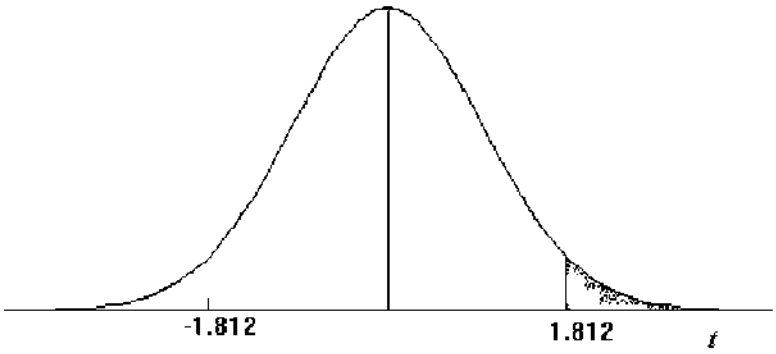


Series: Residuals
Sample 1991 2019
Observations 29

Mean	7.17e-05
Median	0.003039
Maximum	0.038251
Minimum	-0.038004
Std. Dev.	0.022410
Skewness	-0.170580
Kurtosis	1.875327
Jarque-Bera	1.669047
Probability	0.434081

Anexo 2. Tabla de Distribución t de Student

Puntos de porcentaje de la distribución t



Ejemplo

Para $\phi = 10$ grados de libertad:

$P[\ t > 1.812] = 0.05$
$P[\ t < -1.812] = 0.05$

α / r	0,25	0,2	0,15	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005	0,0005
1	1,000	1,376	1,963	3,078	6,314	12,706	31,821	63,656	636,578
2	0,816	1,061	1,386	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	31,600
3	0,765	0,978	1,250	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,924
4	0,741	0,941	1,190	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610
5	0,727	0,920	1,156	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,869
6	0,718	0,906	1,134	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959
7	0,711	0,896	1,119	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,408
8	0,706	0,889	1,108	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041
9	0,703	0,883	1,100	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781
10	0,700	0,879	1,093	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587
11	0,697	0,876	1,088	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437
12	0,695	0,873	1,083	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318
13	0,694	0,870	1,079	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221
14	0,692	0,868	1,076	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140
15	0,691	0,866	1,074	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073
16	0,690	0,865	1,071	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015
17	0,689	0,863	1,069	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965
18	0,688	0,862	1,067	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922
19	0,688	0,861	1,066	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883
20	0,687	0,860	1,064	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850
21	0,686	0,859	1,063	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,819
22	0,686	0,858	1,061	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,792
23	0,685	0,858	1,060	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,768
24	0,685	0,857	1,059	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,745
25	0,684	0,856	1,058	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,725
26	0,684	0,856	1,058	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707
27	0,684	0,855	1,057	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,689
28	0,683	0,855	1,056	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674
29	0,683	0,854	1,055	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,660
30	0,683	0,854	1,055	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646
40	0,681	0,851	1,050	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,551
60	0,679	0,848	1,045	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460
120	0,677	0,845	1,041	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617	3,373
∞	0,674	0,842	1,036	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,290