



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ECONOMÍA

**TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN MÉXICO: ELEMENTO
FUNDAMENTAL PARA EL CRECIMIENTO
ECONÓMICO Y DESARROLLO SUSTENTABLE**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADA EN ECONOMÍA

P R E S E N T A

SHARON ANDREA GAYTÁN BAUTISTA

DIRECTOR DE TESIS:

LIC. ERICK ALBERTO LÓPEZ HERNÁNDEZ



**CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX.
FEBRERO 2019**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ÍNDICE GENERAL

Contenido

Introducción.....	1
Justificación.....	5
Hipótesis.....	5
Objetivo de la investigación.....	6
Capítulo I. Marco Teórico.....	7
Capítulo II. Antecedentes y cambios en el sector energético mexicano.....	16
II.1.- Evolución del marco jurídico para el sector energético mexicano.....	16
II.2.- El Sector energético en México (1988-2019).....	19
II.3 Producción Petrolera.....	22
II.4 Cambio de modelo en el sector energético: La Reforma Energética.....	28
II.5 Cadena de Valor del Sector Hidrocarburos y su impacto en la actividad económica. ..	33
II.5.1 Actividades relacionadas con el Upstream.....	33
II.5.2 Actividades relacionadas con el Midstream.....	34
II.5.3 Actividades relacionadas con Downstream.....	35
II.6 Demanda Interna de energía por Sector económico.....	36
II.7 Implementación y Desarrollo de Energías Limpias.....	40
II.7.1 Hidroeléctrica.....	41
II.7.2 Eólica.....	42
II.7.3 Geotérmica.....	43
II.7.4 Biomasa.....	43
Capítulo III. Análisis del consumo de energía proveniente de recursos fósiles: México bajo un contexto internacional.....	45
III.1 Tendencias regionales sobre el consumo de energía.....	52
III.2 Reservas probadas de hidrocarburos.....	53
III.2.1 Carbón.....	53
III.2.2 Petróleo.....	54
III.2.3 Gas Natural.....	55
III.3 Modelo de Datos Panel: Estudio Empírico del Consumo de Energía.....	56
III.3.1 Análisis exploratorio de Datos.....	57
III.3.2 Hechos Estilizados.....	58

III.3.3 Análisis por efectos fijos.....	62
III.3.4 Análisis por efectos aleatorios	69
III.3.5 Prueba de Hausman.....	73
III.3.6 Prueba para analizar Heteroscedasticidad.....	73
Conclusiones.....	77
Recomendaciones.....	79
Anexos.....	81

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1 "Consumo nacional de energía (1965-2015)"	11
Gráfica 2 "Consumo de combustibles de origen fósil en México" (Mtoe)	20
Gráfica 3 "Consumo de energías de origen fósil" (% del total)	22
Gráfica 4 "Producción Petrolera" (1988-1994).....	23
Gráfica 5 "Producción Petrolera" (1990 - 2000).....	24
Gráfica 6 "Producción Petrolera" (1998 - 2006).....	26
Gráfica 7 "Producción Petrolera" (1990 - 2012).....	27
Gráfica 9 "Producción de Petróleo en Campos seleccionados" (Mbpd).....	34
Gráfica 10 "Procesamiento en Refinerías" (Mbpd).....	35
Gráfica 11 "Evolución del Consumo de energía por actividad económica"	37
Gráfica 12 "Participación por sectores del Consumo de Energía %" (Petajoules)	39
Gráfica 13 "Consumo de Energías Renovables 2016" (Mtoe).....	41
Gráfica 14 "Consumo de diversas fuentes de energía" (Mtoe)	41
Gráfica 15 "Consumo de Energía Hidroeléctrica" (Mtoe)	42
Gráfica 16 "Consumo de Energía Eólica" (Mtoe).....	42
Gráfica 17 "Consumo de Energía Geotérmica" (Petajoules)	43
Gráfica 18 "Consumo de Energía: Biomasa" (Petajoules).....	44
Gráfica 19 "Consumo mundial de energías fósiles" % del total	46
Gráfica 20 "Comparación PIB con el Consumo de Energías Fósiles"	47
Gráfica 21 "Emisiones de CO2" (toneladas métricas per cápita).....	49
Gráfica 22 "Otras Emisiones de GEI" (miles de toneladas métricas equivalentes CO2).....	50
Gráfica 23 "Principales tipos de energía a nivel mundial" (% del consumo total)	51
Gráfica 24 "Reservas Probadas de Carbón 2016" (millones de toneladas).....	54
Gráfica 25 "Distribución de Reservas Probadas de Petróleo 2016" (millones de toneladas)	55
Gráfica 26 "Reservas Probadas de Gas Natural 2016" (billones de metros cúbicos)	56
Gráfica 27 "Consumo de Energía 1990 – 2016" (% del total)	60
Gráfica 28 "Diagrama de dispersión consumo de energía y crecimiento económico"	61
Gráfica 29 "Diagrama de caja por individuo"	61
Gráfica 30 "Diagrama de dispersión por individuo"	63
Gráfica 31 "Consumo de energía por media de grupos por individuo"	63
Gráfica 32 "Estimación Within".....	65
Gráfica 33 "Estimación Between".....	65
Gráfica 34 "Tendencia Consumo de energía por individuo y efecto individual"	68

Gráfica 35 “Efecto individual por individuo”	68
Gráfica 36 “Término de Error por individuo”	69
Gráfica 37 “Término de Error por tiempo”	69
Gráfica 38 “Distribución de Error”	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cuadro resumen "Análisis de Modelos Econométricos"	15
Tabla 2 Diferencia Modalidad Contractual	30
Tabla 3 Resultados de Licitaciones en México	32
Tabla 4 “Consumo de Energía por Sector Económico” (tasas de crecimiento)	36
Tabla 5 “Consumo de energía de Origen Fósil a nivel Mundial	52
Tabla 6 “Producción de energía de Origen Fósil a nivel Mundial”)	52
Tabla 7 Cuadro de Resultados "Efectos Fijos"	67
Tabla 8 Cuadro de Resultados "Efectos Aleatorios"	72
Tabla 9 "Prueba de Hausman"	73
Tabla 10 "Prueba de Wald"	74
Tabla 11 "Prueba de Wooldridge"	75

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Línea del Tiempo.....	25
-------------------------------------	----

Agradecimientos

A mi mamá, por el cariño y apoyo para llegar hasta este momento, por buscar brindarme siempre todo lo necesario para lograr mis metas y por toda la confianza otorgada durante toda mi vida.

A mi papá, por haberme mostrado el camino para llegar a esta, nuestra universidad, por celebrar mis logros más que nadie y por siempre buscar estar para mi hermano y para mí.

A mis abuelitos, por ser mis padres durante toda mi niñez, por los regaños, las comidas, los desvelos y todas las responsabilidades asumidas por mucho tiempo.

A mis amigos y colegas, Pilar, María, Bere, Alhelí y Armando, por todo el apoyo y cariño brindado no sólo en los salones de clase, en muchos casos, durante las complejas situaciones que se presentan en la vida.

A mi asesor, por toda la paciencia brindada durante la realización y terminación de este trabajo, por las ideas, la disposición y el tiempo invertido en cada una de las revisiones.

A mi Universidad, por facilitarme todas las herramientas requeridas para formarme como profesionalista.

A todos, muchas gracias...

Introducción

El crecimiento económico es un tema que constantemente es estudiado por diversos economistas a nivel mundial, la teoría económica ha ido evolucionando al largo de los años y los trabajos realizados, de igual manera han ido modificando las hipótesis planteadas. El tema ha sido analizado a partir de su correlación con diversas variables, sin embargo, aunque existe una gran variedad de éstas, concurren algunas que, sin importar las peculiaridades del país, coinciden, un ejemplo muy claro y de gran importancia es el consumo de energía.

A nivel mundial se ha demostrado que la variable, interviene de manera directa en el crecimiento económico de un país, y es que, los países que hoy en día presentan las mayores tasas de crecimiento son aquellos que también tienen los más altos niveles en consumo de hidrocarburos, principalmente petróleo y carbón.

Kaldor (1976) visualizaba la industrialización como una estrategia fundamental del crecimiento económico, una clara representación de esta hipótesis fue la revolución industrial en Inglaterra, pues al modificarse las maneras de producir, se aumentó la producción en gran medida, esto, en conjunto con un desarrollo de transportes, logró también el desarrollo del comercio, por lo tanto, se consiguió que los productos llegaran a todos los lugares y se crearan mercados nacionales e internacionales.

Si bien la globalización ha generado beneficios económicos, los altos niveles de producción y de reservas que aún se tienen de hidrocarburos en el mundo, hacen evidente la necesidad de modificar el patrón que prevalece, ya que, aunque existen reservas consideradas para un mediano y largo plazo, son recursos de existencia limitada, además de que han derivado en grandes problemas al medio ambiente.

El cambio climático el cual es una consecuencia del calentamiento global, son fenómenos interrelacionados ocasionados por las altas emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). La problemática mundial ha derivado en “sequías, inundaciones, desastres naturales más

frecuentes e intensos, y aumento del nivel del mar”¹. Aunado a las afectaciones ambientales, el cambio climático ha generado impactos en la salud humana, “la contaminación atmosférica es responsable de más de 7 millones de muertes prematuras cada año”².

Para el caso de la economía mexicana, los sectores industrial y transporte, son los principales emisores de GEI, sin embargo, dado que el país es una economía en vías de desarrollo, modificar los niveles de producción podría derivar en pérdidas de crecimiento económico. Establecer líneas de acción capaces de lograr una descarbonización profunda³, será un proceso esencial para lograr crecimiento económico aminorando paralelamente las repercusiones ambientales que se han generado.

El proceso de descarbonización debe ser respaldado por un marco normativo capaz de evolucionar simultáneamente con las condiciones políticas y sociales del país. A lo largo de la historia mexicana, se han realizado diversas modificaciones a la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en el tema energético y éstas han ido creando una serie de acontecimientos que a la fecha han repercutido en temas ambientales y sociales.

Las últimas modificaciones realizadas el 20 de diciembre del 2013 desembocaron en una reforma al sector, mediante la cual se planteó una nueva estructura institucional con una redistribución de atribuciones entre los participantes: la Secretaría de Energía, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, la Comisión Nacional de Hidrocarburos y la Comisión Reguladora de Energía.

Con la Reforma energética, el estado no sólo tenía el papel rector en la política energética del país, sino que, además, comenzó a ser un competidor más al convertir a Petróleos

¹ Banco Mundial

² Idem

³ Iniciativa de colaboración internacional liderado por la Sustainable Development Solutions Network de las Naciones Unidas (SDSN) y por el Institut du Développement Durable et des Relations Internationales de Francia (IDDRI), que busca explorar cómo los países pueden transitar individualmente hacia una economía baja en carbono para el año 2050, de forma consistente con la meta acordada internacionalmente de limitar el aumento de la temperatura media de la superficie terrestre a 2°C.

Mexicanos y a la Comisión Federal de Electricidad en empresas productivas del Estado⁴. Bajo este nuevo modelo, se eliminó el monopolio estatal que existía, ya que se abrieron las puertas a la inversión extranjera privada en el sector eléctrico y en el sector hidrocarburos.

La inversión debe buscar mitigar las externalidades ocasionadas al medio ambiente al mismo tiempo que asegura el crecimiento económico. Si bien en el mundo, el consumo de energía es heterogéneo y aunque aún son muchas las economías que cuentan con gran cantidad de reservas energéticas de origen fósil existen países en los que las mejoras tecnológicas y la implementación de políticas públicas enfocadas al sector han derivado en una alta producción de energías limpias, Suecia, Letonia y Finlandia⁵ son las economías que presentan mayor consumo de energías renovables. Por el contrario, economías en vías de desarrollo como muchas latinoamericanas y entre ellas México, aún presentan un alto consumo de hidrocarburos para su desarrollo, lo cual a su vez ha repercutido en afectaciones ecológicas.

Los estudios empíricos sobre el consumo de energía parten de diversas metodologías, “la energía ha sido considerada como un insumo dentro de la función de producción, donde se debe evaluar su contribución al producto”⁶, también ha sido estudiada a partir de una función de demanda, dependiendo del ingreso principalmente. En el presente estudio se optó por utilizar la función de demanda.

La metodología propuesta para comprobar y medir la relación entre el consumo de energía y la actividad económica es la de Datos Panel, sirve para observar la relación entre las variables seleccionadas y las economías que han presentado las mayores tasas de crecimiento, incluyendo en el análisis a México. Esta metodología permite identificar la presencia de heterogeneidad no observable ya sea en sección cruzada o en las series de tiempo.

⁴ Empresa cuya titularidad corresponde al Estado y participan en el mercado como las demás empresas privadas. Cuentan con un régimen especial separado del resto de las entidades paraestatales. (Brito;Orellana;Reyes:2017)

⁵ (Países Líderes en energías renovables:2018)

⁶ (Garibay:2019)

La presente tesis está organizada en tres capítulos. El primer capítulo analiza la relación que existe entre el consumo de energía y el crecimiento económico a partir de la teoría económica y de experiencias empíricas demostradas por diversos estudios. El segundo capítulo describe el consumo de energía en México, a través de cada sexenio presidencial, comenzando en 1988 y terminando con el cambio de modelo energético suscitado en 2013 con la Reforma Energética. El tercer capítulo estudia a los países que actualmente presentan las tasas más altas de crecimiento económico, además de realizar un análisis empírico mediante la metodología de datos panel. Por último, se presentan las conclusiones generales donde se hace una reflexión sobre la hipótesis de crecimiento planteada y los resultados obtenidos.

Preguntas de la Investigación

General: ¿Cuál es la relación que existe entre el sector energético y el crecimiento económico de México?

Particulares:

- ¿El mayor consumo de energía ocasiona un mayor crecimiento económico?
- ¿Cómo ha sido la tendencia del consumo de energía en México durante cada periodo presidencial?
- ¿Cuáles fueron los resultados obtenidos en el sector energético mexicano a partir de la implementación de la reforma energética?
- ¿Cómo puede mejorar el consumo de energía? ¿Puede ser sustentable y mitigar el efecto directo y externo ocasionado por el modelo energético actual?

Justificación

La tesis pretende crear una aportación a los estudios relacionados con el consumo de energía, a partir de un análisis teórico y empírico que analizar la viabilidad de una transición de modelo energético en la economía mexicana, para después analizar bajo un contexto internacional en el cual se consideran las principales economías y regiones del mundo. Los resultados que brinde el trabajo pueden contribuir al estudio del tema por parte de cualquier persona, ya que ofrece una mejor comprensión del papel que juega el sector energético en los objetivos de crecimiento económico.

Hipótesis

La transición hacia un modelo energético que no esté basado en el uso de energía de origen fósil será un factor determinante que a largo plazo será capaz de garantizar el crecimiento económico y el desarrollo sustentable del país. Sin embargo, dado que la transición no puede ser inmediata, la inversión aplicada a los sectores más representativos en la actividad económica mexicana será capaz de reducir las externalidades ocasionadas por el modelo energético predominante.

- La inversión al sector energético es fundamental para que exista crecimiento económico en México, por lo que no debe enfocarse sólo a la exploración y extracción, el sector de la transformación es de gran importancia para la economía.
- Las políticas públicas hasta ahora aplicadas al sector energético mexicano no han logrado generar un desarrollo sustentable en el país.
- Las economías con más alto nivel económico serán las que comenzarán a abandonar el uso de combustibles de origen fósiles dado que no son economías en proceso de industrialización.

Objetivo de la investigación

El objetivo de la tesis además de estudiar la relación que existe entre el consumo de energía y el crecimiento económico en México durante las últimas décadas, analiza la viabilidad de transitar hacia un modelo energético diferente al que prevalece, basado en energía proveniente de hidrocarburos, la cual, cabe destacar, es la principal fuente de deterioro ambiental y de salud.

Objetivos Particulares

- Estudiar el consumo de energía en México a partir de las políticas públicas implementadas en los últimos sexenios presidenciales.
- Analizar el comportamiento que ha tenido sector energético en México a partir de la implementación de la reforma energética.
- Identificar los principales patrones de consumo energético a nivel mundial con el fin de analizar la relación que este genera con su crecimiento económico.

Capítulo I. Marco Teórico

A lo largo de la historia, el ser humano ha tratado de estudiar la actividad económica a partir de diferentes enfoques que permitan explicar el crecimiento y el desarrollo de ésta. Los diversos estudios han ido evolucionando con el objetivo de explicar cada vez a mayor detalle y precisión la actividad.

Entre los enfoques adoptados por la literatura económica se derivó en dos vertientes principales: la primera, basó su análisis de producción nacional en modelos comúnmente conocidos como “exógenos”, los cuales como su nombre lo dice, tratan de explicar el crecimiento económico a partir de factores externos, esto quiere decir que consideraban como variables determinantes del crecimiento la tasa de ahorro, la fuerza laboral, el capital, nivel de depreciación, y el nivel tecnológico. Con el paso del tiempo, los economistas se dieron cuenta que los modelos tuvieron limitaciones para explicar el nivel de crecimiento de un país. sin embargo, modelos como el de Solow⁷ y el de Harrod-Domar⁸, hasta la fecha son un fuerte sustento para los analistas del crecimiento económico.

Para finales del siglo XX, los modelos de crecimiento exógeno comenzaron a centrarse también en variables cualitativas. Desde entonces y dado un limitado alcance de los modelos exógenos, se comenzó a desarrollar nuevas series de modelos, la innovación de éstos fue el considerar variables adicionales a las empleadas, para la explicación del crecimiento económico, las cuales, el pensamiento neoclásico no tomaba en cuenta, como la educación, la salud, el medio ambiente, la sociedad, etc.

⁷ El modelo de crecimiento de Solow es netamente neoclásico. Fue publicado en 1956 por Robert Solow en el artículo “A contribution to the Theory of Economy Growth” en el Quarterly Journal of Economics, en febrero de 1956. El modelo analiza la interacción entre el crecimiento del stock de capital, el crecimiento de la población y los avances de la tecnología, a la vez que estudia la influencia de aquellos sobre el nivel de producción, desde una perspectiva neoclásica.

⁸ El modelo de Harrod, de 1939 (An Essay in Dynamic Theory), es una extensión del análisis del equilibrio estático de la Teoría General de Keynes al equilibrio dinámico de largo plazo. La hipótesis fundamental del modelo es que los capitalistas tienen un stock de capital deseado en relación a la demanda de sus mercancías; en otras palabras, tienen una tasa deseada de utilización de su stock de capital. Si su stock es sobreutilizado, los inversionistas desearán invertir más buscando lograr el nivel deseado del stock de capital; pero, si es sobreutilizado disminuirán sus inversiones.

La segunda vertiente en el análisis económico fueron los modelos “endógenos”, y se caracterizan por contradecir el supuesto de retornos a escalas decrecientes en la producción. Estos nuevos modelos sirvieron para demostrar que la función de producción estaba incompleta y que otras variables son indispensables para los países si quieren expandir su senda de crecimiento a largo plazo⁹.

Con este nuevo enfoque, el crecimiento económico comenzó a ser estudiado a partir de la consideración de nuevas variables. Ahora, factores como la sociedad, los recursos naturales, las empresas y **la energía** pueden ser considerados como elementos clave para el estudio del crecimiento económico en un país.

Con la inclusión de nuevas variables al estudio económico se empezó a generar la hipótesis que correlaciona al crecimiento económico con el **sector industrial**. Dicha hipótesis quedó demostrada con la revolución industrial en Inglaterra, pues al transformarse las maneras de producir, se multiplicó la producción, esto, aunado a rápido desarrollo del transporte y el comercio, generó que los productos pudieran llegar a más destinos, lo cual ocasiono que se crearan mercados nacionales e internacionales, dicho en otras palabras, la economía se hizo más global.

En cadena con la revolución industrial, economías como Francia, Alemania, Estados Unidos de América (E.U.A) (Japón y China en los últimos años), ejemplifican la fuerte correlación que existe entre el sector industrial y el crecimiento económico; es innegable que “el éxito de las naciones ricas obedeció al desarrollo de su sector industrial”¹⁰.

Kaldor (1976) rechazó el paradigma neoclásico, y luego renunció a la representación formal y matemática de las ideas de desequilibrio y crecimiento endógeno, lo que llevó a que retomara las enseñanzas de su maestro Allyn Young (1928) y Adam Smith (1776)¹¹. Así, a

⁹ (Zamarripa:2016)

¹⁰ (Kaldor 1976)

¹¹ (Moreno:2008)

mitad de la década de 1960, propuso una nueva teoría en la cual visualizaba la industrialización como una estrategia fundamental del crecimiento económico.

A partir de su hipótesis, desarrolló tres leyes conocidas como *Las leyes del crecimiento endógeno de Kaldor*, con éstas, “se niega un proceso natural de convergencia entre países ricos y pobres, es decir, predicen la formación de centros y periferias que se autorreproducen”¹². Kaldor (1970 y 1981) examinó las implicaciones del principio de causación circular acumulativa y de los rendimientos crecientes en el desarrollo regional y en el comercio internacional.

Las tres leyes de crecimiento endógeno advierten la importancia que tiene el sector industrial para cualquier economía. La primera ley se centra en la alta correlación que existe entre el crecimiento del producto industrial y el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB). La segunda, la relación que existe entre la tasa de crecimiento de la productividad industrial y el crecimiento del producto manufacturero. Por último, la tercera explica la relación positiva entre el crecimiento de la productividad de toda la economía y el crecimiento del sector industrial y, la negativa con el aumento del empleo en los sectores no manufactureros. Con estas leyes, Kaldor sostiene que la “maduración de una economía ‘inmadura’¹³ se basa en la expansión de la demanda agregada”¹⁴.

La teoría propuesta, afirma que el éxito de un país depende del comportamiento de los salarios de eficiencia, más específicamente, la relación que existe entre salario y productividad. Los países que lograron tener un sector industrial fuerte, una vez abierta la economía mundial, pudieron aprovechar los rendimientos crecientes y las economías dinámicas a escala, aumentando así la productividad y reduciendo sus salarios de eficiencia, factores que repercutirán en su crecimiento económico.

¹² Idem

¹³Una economía inmadura se caracteriza por una gran disponibilidad de mano de obra en los sectores de baja productividad, que puede ser absorbida por sectores de mayor productividad a medida que el proceso de industrialización se vaya desplazando hacia esos sectores. Los países alcanzarían la fase de madurez cuando los niveles de productividad se homogeneizan.

¹⁴ (Aparecida:2012)

Bajo este esquema de industrialización, para finales del siglo XIX y principios del XX es posible considerar a la economía como global ya que “penetró en todos los rincones del mundo. Se observó un aumento notable respecto a periodos anteriores tanto en el número de transacciones internacionales como en el flujo más intenso de productos, dinero y seres humanos”¹⁵.

La globalización de la economía se puede explicar a partir de un orden fundamental, América Latina se convirtió en proveedora mundial de recursos naturales, y los países desarrollados se convirtieron en proveedores de bienes industrializados. “Este mecanismo de interacción entre economías desarrolladas y subdesarrolladas derivó en que los países subdesarrollados generarán una alta dependencia económica hacia los países centro o desarrollados”¹⁶. La Comisión Económica para América Latina (CEPAL) reconoce como “Centro” a aquellas economías que producirán la tecnología y “periferia” al conjunto de países que no producen tecnología sino las materias primas.

La respuesta a esta situación de dependencia de los países subdesarrollados fue el conocido “*modelo de sustitución de importaciones*”, el cual comenzó a generarse cuando derivado de la Gran Depresión y la Segunda Guerra Mundial, se suscitó una escasez de bienes y servicios ofrecidos a los países subdesarrollados por parte de los industrializados. El modelo de sustitución de importaciones obligó a las economías periféricas a producir localmente lo que los países centro dejaron de enviar.

Bajo esta situación, si las economías periféricas deseaban independizarse económica y comercialmente de los países centro, debían llevar a cabo su propia industrialización. Cabe remarcar que, durante este periodo, comenzó a surgir la teoría keynesiana, ya que el Estado comenzó a intervenir de mayor manera. “Dicha intervención se volvió “ortodoxa” y se aplicó no sólo en América Latina, si no en todas partes del mundo”¹⁷.

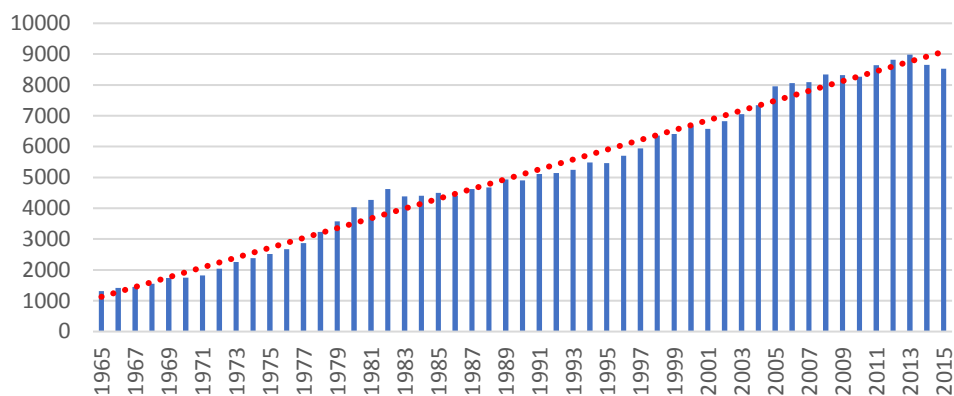
¹⁵ (Vázquez: 2017)

¹⁶ Idem

¹⁷ (Hirschman:1985)

E el caso de nuestro país, este proceso fue conocido como “Desarrollo Estabilizador” y fue llevado a cabo de 1954 – 1970, es denominado así por diversos autores debido a que la economía mexicana presentó altas tasas de crecimiento en el PIB. El crecimiento de la economía fue de poco más de 6.7% al año, en términos reales, y, por otro lado, el incremento del nivel de precios fue de 3.0% promedio al año ¹⁸.

Gráfica 1 "Consumo nacional de energía (1965-2015)"



Fuente: Elaboración Propia con Datos del Sistema de Información de Energía (SIE)

Con las teorías propuestas inicialmente por Smith, continuadas por Kaldor en conjunto con la experiencia suscitada con el modelo de sustitución de importaciones, se puede afirmar que, para que se genere crecimiento económico, debe existir previamente un sector industrial fuerte. Paralelamente con la idea anterior, es imposible concebir un sector industrial exitoso sin un suministro eficiente de energía.

Bajo el sustento de las teorías económicas anteriores, el crecimiento económico comenzó a ser estudiado a partir de diversas variables. Ahora **factores** como la sociedad, los recursos naturales, las empresas y **la energía** podían ser considerados como elementos clave para el estudio del crecimiento económico en un país.

¹⁸ (Moreno & Ros:2010)

Los estudios que analizan el comportamiento de la energía son basados en una metodología empírica y su objetivo ha sido determinar la relación que presenta con el crecimiento económico. Han sido diversos los economistas especializados en el tema los que han estudiado esta relación a partir de diferentes técnicas econométricas. En términos generales, los modelos hacen referencia a la cantidad de esfuerzo necesario para transformar los insumos en producción y este esfuerzo ha sido medido a partir del uso, consumo, o incluso disponibilidad de algún recurso, como la electricidad, **el petróleo, combustibles fósiles**, etc.

A continuación, se muestra un cuadro resumen en el cual se describen algunos trabajos enfocados al estudio de la relación entre crecimiento económico y energía. En la mayoría de los modelos realizados, se usa la metodología por series de tiempo en modelos de Vectores Autorregresivos (VAR) y también en la mayoría de los casos fue empleada una metodología “top down¹⁹”, lo cual tiene sentido ya que los estudios son realizados desde perspectivas internacionales y, por lo tanto, los datos usados son macroeconómicos. Adicionalmente, se destaca que una característica importante entre los trabajos que analizan la relación entre la energía y el crecimiento económico es que se enfocan en el sector eléctrico.

García (2012) realizó un análisis de tipo VAR en Chile para probar que los incrementos en los costos de la energía eléctrica repercuten paralelamente con la desaceleración económica suscitada en 2004. Su metodología consistió en la especificación de un modelo macroeconómico simple para ilustrar, a través de simulaciones, el mecanismo de transmisión de un shock del precio de la energía en la macroeconomía. Adicionalmente, se estimó un modelo econométrico multivariado (VAR) para medir concretamente los efectos agregados del precio de la energía sobre el resto de la economía. Sus resultados indican que un aumento en el precio de la energía es contractivo, el aumento del precio de la energía eléctrica puede considerarse como shock negativo de precios, que produce respuesta del Banco Central a través de tasas de interés más altas.

¹⁹ Un enfoque top-down nos dice que las decisiones relacionadas con la inversión son evaluadas desde una mirada de información global hasta ir abordando los valores y las variables más detalladas y específicas se analiza todo el mercado internacional, junto con sus diferentes fluctuaciones económicas para visualizar las posibles influencias que pudieran tener sobre la empresa o sobre el valor sobre el cual se está efectuando el estudio. El bottom Up parte de una posición individual hasta abordar las variables globales. El proceso comienza con el análisis de las oportunidades de inversión, de la economía local o de la internacional. Se evalúan los negocios, el tipo y la situación financiera, y los riesgos de inversión.

Catalán (2012) también utilizó modelos VAR para analizar la demanda de energía total en México y demostrar la fuerte asociación que tiene con la producción, la energía y con las emisiones de gases de efecto invernadero. Sus resultados demuestran que, de no modificarse la estructura actual de la economía y los requerimientos de la matriz energética, la relación entre consumo de energía y evolución del PIB se mantendrá en las siguientes cuatro décadas. Adicionalmente, su estudio consideró el uso de los precios como instrumento de política para incidir en el consumo de energía de los sectores, demostrando que en el caso de implementar un incremento en los precios relativos de la energía en una magnitud de 1% promedio anual, se podría lograr una ligera reducción en el consumo nacional de energía en un ritmo de 2.56%.

Moral y Vicéns (2003) realizaron de igual manera un análisis enfocado al sector eléctrico en Madrid, con el objetivo de estudiar su estructura y su demanda. Su objetivo principal consistió en dar continuidad a un modelo previamente estructurado para el mismo tema, sólo que en este caso se adiciona la variable de equipamiento y se redefinían las variables iniciales de laboralidad, actividad económica y temperatura.

Zamarripa (2016) también realizó un estudio para determinar la relación que existe entre el consumo de energía eléctrica y el crecimiento económico. Entre sus principales resultados destaca que las modernizaciones del sector energético ocurridas durante el periodo de tiempo analizado sirvieron para vincular el uso de la energía como motor de la actividad económica, también sugiere que los países con niveles de desarrollo similares a los de México mantienen una relación de causalidad entre el consumo de energéticos y su crecimiento económico.

Con una metodología diferente, Bautista y Sotelo (2009) utilizaron el método generalizado de momentos para analizar el consumo de energía a partir del sector eléctrico mexicano y su relación con la producción nacional, entre sus resultados destacan lo importante que será ofrecer y suministrar energía eléctrica de alta calidad a precios competitivos y con un alto grado de confiabilidad para la economía, así como también sugieren que el control de la industria de servicio eléctrico no debe salir de las manos del Estado, al ser un asunto de seguridad nacional.

Por último, Barreto y Campo (2012) usaron una metodología totalmente diferente, dado que se enfocaron en un análisis que incluye a diferentes economías latinoamericanas, realizaron un modelo de datos panel con el objetivo de analizar la relación de largo plazo que existe entre el consumo de energía y el producto nacional. Sus resultados señalan que los países más sensibles a cambios en el factor de producción de energía en forma relativa son Panamá y Bolivia, y que por otro lado Colombia, Paraguay, Brasil y Ecuador presentaron los coeficientes asociados al consumo de energía más bajos de la región, lo que indica una menor sensibilidad al uso, en términos relativos, de los otros factores.

Tabla 1 Cuadro resumen "Análisis de Modelos Econométricos"

Autor, título y año de publicación	Año	Metodología	Variables empleadas	Nivel de Agregación
Carlos J. García "Impacto del Costo de la Energía Eléctrica en la Economía Chilena: Una Perspectiva Macroeconómica"	2012	VAR	-PIB total y por sectores -Inversión privada y por sectores -Empleo total y por sectores -Exportaciones totales y por sectores	Top Down
Catalán Horacio. "Escenarios de la demanda de energía y crecimiento económico"	2012	VAR	-Consumo de energía -PIB sectorial -precios relativos de la energía	Top Down
Julián Moral Carcedo; José Vicéns Otero "Un Modelo De Previsión De La Demanda De Energía Eléctrica: Thor II"	2003	VAR	- Laboralidad - Temperatura -Actividad económica -Stock-Equipamiento	Top Down
Nayib René Zmarripa Villa "Consumo de electricidad y crecimiento económico en México: Análisis de series de tiempo y prospectiva"	2016	VAR	-PIB -PIB sectorial -Formación Bruta de Capital -Población Ocupada	Top Down
Alejandro Díaz Bautista y Carlos Alberto Sotelo Salgado "Un modelo econométrico no lineal y regional del sector eléctrico residencial mexicano"	2009	MGM	- Precios medios del sector residencial. - ventas del sector -población económicamente activa. -PIB -población estatal -escolaridad promedio de la población con 15 años o más.	Top Down
Carlos Alberto Barreto Nieto Jacobo Campo Robledo "Relación a largo plazo entre consumo de energía y PIB en América Latina: Una evaluación empírica con datos panel"	2012	Datos Panel	-PIB -Formación Bruta de Capital -Fuerza Laboral -Consumo de energía	Top Down

Capítulo II. Antecedentes y cambios en el sector energético mexicano

II.1.- Evolución del marco jurídico para el sector energético mexicano

“El derecho petrolero mexicano a través de ellos años no ha sido estático, ha ido evolucionando con el fin de hacer frente a las circunstancias políticas y sociales de cada época”²⁰. A fin de destacar los aspectos más relevantes en la historia legislativa del sector, se parte con la promulgación de la primera ley petrolera, la cual fue publicada el 24 de diciembre de 1901 por el presidente Porfirio Díaz. Dicha ley permitía la otorgación directa de permisos de explotación a particulares en terrenos de propiedad federal, esto era a partir de las llamadas concesiones petroleras autorizadas por el Estado.

Posteriormente, la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) de 1917 modificó la propiedad de los hidrocarburos, limitando el régimen otorgado que se había adoptado por Porfirio Díaz. Se devolvió a la nación la propiedad exclusiva de los hidrocarburos en el subsuelo, prohibiendo de esta manera las concesiones a empresas extranjeras. “Con esto se iniciaron una serie de conflictos que terminaría en la expropiación petrolera de 1938”²¹.

El presidente Lázaro Cárdenas en 1938, anunció la expropiación del sector petrolero mexicano, acción mediante la cual requisito a la Compañía Mexicana de Petróleo El Águila (subsidiaria de la Royal Dutch Shell) y la California Standard Oil Company of Mexico (hoy Chevron), entre otras. Dicho acto se llevó a cabo a partir de lo dispuesto en la Ley de Expropiación de 1936²².

²⁰ (Arjona 2018)

²¹ Idem

²² Ley de Expropiación: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lexp/LExp_orig_25nov36_ima.pdf

Posteriormente, para 1940 se dieron modificaciones adicionales a la CPEUM para señalar que “Tratándose de petróleo y de los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos o gaseosos no se expedirán concesiones”²³. No obstante, si bien se prohibieron las concesiones, si se celebraron contratos para actividades de exploración y extracción de hidrocarburos con particulares. Dicho en otras palabras, Pemex podía contratar a particulares para actividades que eran denominadas por la petrolera estatal como de “obras y servicios”.

Con las últimas modificaciones realizadas, se originó un nuevo régimen de servicios que se sostuvo hasta 2013. La particularidad de este era que los particulares, no tenían derecho directo sobre el petróleo, pero si a una compensación equivalente a la inversión efectuada. Bajo este contexto, para 2008 se creó la Ley de Petróleos Mexicanos, la cual permitió y facilitó la celebración de contratos entre Pemex e inversionistas privados.

El 20 de diciembre de 2013, el sector energético mexicano se redefinió con la promulgación del “Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en Materia de Energía”. Se generó una Reforma Energética a Nivel Constitucional, en ella se modificaron los artículos a continuación escritos:

Artículo 27 Constitucional:

- Se reafirma la propiedad inalienable e imprescriptible de la Nación sobre los hidrocarburos en el subsuelo y la prohibición expresa de otorgar concesiones para exploración y extracción.
- Se establece la posibilidad de que la Nación otorgue asignaciones o contratos a Pemex e incorpora también la posibilidad de otorgar contratos a empresas privadas. Esto permitirá poner en producción yacimientos de hidrocarburos que en la actualidad se encuentran ociosos por falta de inversión, de capacidad de ejecución y de tecnología.

²³ Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Art 27, DOF 9 de noviembre de 1940

- Se establece que la propiedad de la Nación sobre los hidrocarburos en el subsuelo deberá afirmarse en las asignaciones o contratos.

Artículo 28 Constitucional se establece que la exploración y extracción de petróleo y gas son actividades estratégicas.

- La reforma constitucional establece que la ley regulará las modalidades de contraprestación por las actividades de exploración y extracción de petróleo y gas natural, incluyendo contratos de utilidad o de producción compartida, de licencia o de servicios. El Estado definirá el tipo de contrato que más convenga al país y escogerá la modalidad de contraprestación para lograr el mayor beneficio para el desarrollo de largo plazo del país.
- Toda la información de los contratos estará disponible para todos los mexicanos.
- Pemex y los particulares podrán reportar a inversionistas y reguladores, así como al público en general, los proyectos que desarrollen en México y los beneficios esperados, siempre y cuando se afirme en las asignaciones o contratos que el petróleo, el gas natural y los demás hidrocarburos que se encuentren en el subsuelo pertenecen únicamente a México y a los mexicanos.
- Se mantendrá y fortalecerá el papel estratégico de Pemex en la industria petrolera. Mediante la “Ronda Cero”, Pemex podrá elegir aquellos campos en producción y aquellas áreas en exploración que tengan interés en operar y donde demuestre tener capacidad técnica, financiera y de ejecución para desarrollarlos en forma eficiente y competitiva y podrá migrarlas hacia un esquema de contratos, con los que podrá acceder a mejores condiciones fiscales.
- Dada la relevancia que las actividades petroleras revisten para el desarrollo nacional, la reforma constitucional establece que todas las actividades de

exploración y extracción de petróleo y de gas natural son de interés social y de orden público.

- La reforma constitucional fortalece las instituciones del Estado en materia de exploración y explotación de petróleo y gas natural, ya que distribuye eficientemente las de responsabilidades y facultades:
 - a) La Secretaría de Energía se mantiene como la cabeza del sector y tiene entre sus principales facultades: i) definir la política energética, ii) adjudicar asignaciones a Pemex y iii) seleccionar las áreas que podrán ser objeto de contratos para la exploración y extracción de petróleo y gas natural. La Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) será un Órgano Regulador Coordinado, con personalidad jurídica propia, autonomía técnica y de gestión y autosuficiencia presupuestaria.
 - b) La Comisión Nacional de Hidrocarburos será la encargada de i) recopilar la información geológica y operativa; ii) autorizar trabajos de reconocimiento y exploración superficial; y iii) llevar a cabo las licitaciones y asignar contratos de exploración y extracción de gas natural y petróleo, de suscribirlos y administrarlos de manera técnica²⁴.

II.2.- El Sector energético en México (1988-2019)

El principal reto entre la comunidad internacional en cuanto al tema energético consiste en generar una fuente de energía segura que sea capaz de satisfacer la creciente demanda a nivel mundial, de no hallarse una seguridad energética se podría afectar de forma directa a la economía y por lo tanto al bienestar social. Ante esta problemática mundial, México no puede permanecer estático en la búsqueda de fuentes alternas de energía, pues “la economía

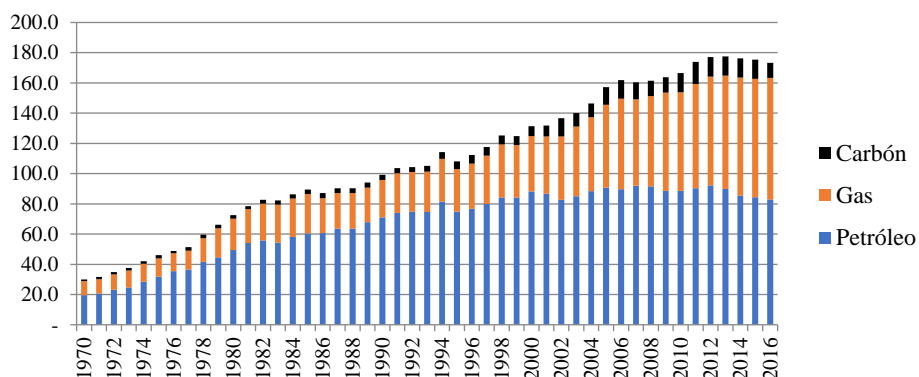
²⁴ La Reforma Energética; Resumen Ejecutivo; Gobierno de la República

mexicana tiene una alta dependencia de los combustibles de origen fósil, debido a la alta producción de petróleo²⁵.

Si bien es cierto que el consumo de energía es diferente para cada país, este puede ser analizado a partir del tipo de economía de que se trate. Los países que se encuentran en vías de desarrollo, por lo general presentan las tasas más altas de consumo de energía debido a que son economías dependientes en gran medida de los procesos industriales, por el contrario, las economías desarrolladas presentan menores tasas en el consumo de energía debido a que trasladan la mayor parte de sus procesos industriales a territorios donde la mano de obra es más barata, por lo general es lo que ocurre en la mayor parte de América Latina (AL) y por supuesto en nuestro país, son zonas en donde las industrias incrementan ingresos disminuyendo sus costos variables.

El patrón energético de cada país queda definido a partir del tipo de energía utilizada de forma mayoritaria en los procesos productivos²⁶, para el caso de la economía mexicana, los combustibles fósiles, particularmente el petróleo constituye la base de la economía. Hasta la actualidad, tres han sido los principales combustibles empleados para el desarrollo de la economía mexicana, petróleo, gas y carbón, en ese orden su participación en mercado energético. (Gráfica 2).

Gráfica 2 “Consumo de combustibles de origen fósil en México” (Mtoe)



Fuente: Elaboración propia con datos de Banco Mundial

²⁵ (Sánchez:2011)

²⁶ (Larios:2015)

A partir del siglo XX, el petróleo comenzó a ser la principal fuente de energía para la sociedad mundial, sin embargo, fue durante la segunda mitad del siglo que la industria petrolera comenzó a desempeñar un papel relevante en el orden económico y político de México, transformándose, adaptándose y reorganizándose para poder enfrentar las cambiantes condiciones del mercado petrolero mundial.²⁷

Para la década de los 70's el consumo de energías provenientes de recursos fósiles presentó una tendencia totalmente creciente, esto se debe a que en los primeros años de la década fue cuando se realizaron los descubrimientos de pozos petroleros más importantes, entre ellos se encuentra Cantarell, el segundo yacimiento más grande del mundo, que para finales de la década arrojó su primera producción comercial equivalente a 4,290 millones de barriles diarios (mdb)²⁸.

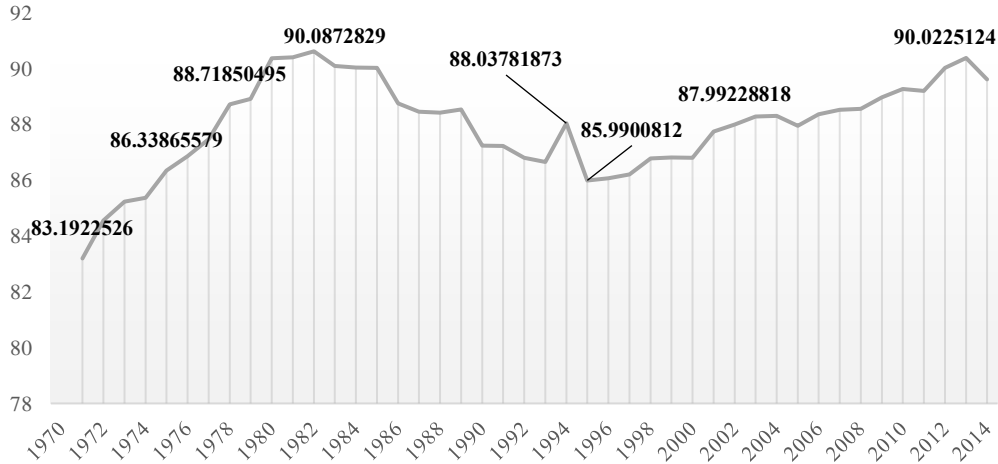
Con la incorporación de esta producción se generó un importante incremento para la industria petrolera del país, pasando de 2 mil 880 mdb en 1970 a su máximo nivel en 1983 con 49 mil 911 mdb.²⁹ Posteriormente, para finales de la década de los 70's se inició una tendencia decreciente la cual prevaleció hasta el año 2000, esto se refleja no sólo en la producción del país si no en el consumo que mostro durante el mismo periodo. (Gráfica 3).

²⁷ Cámara de Diputados, "Evolución y Perspectiva del Sector Energético en México, 1970-2000". Palacio Legislativo de San Lázaro, diciembre 2001 Pp.7

²⁸ Expansión; 1979: Cantarell, El Salvador De Un País.

²⁹ Cámara de Diputados, "Evolución y Perspectiva del Sector Energético en México, 1970-2000". Palacio Legislativo de San Lázaro, diciembre 2001.

Gráfica 3 “Consumo de energías de origen fósil” (% del total)



Fuente: Elaboración propia con datos de Banco Mundial

II.3 Producción Petrolera

El interés por el sector petrolero ha sido una constante a lo largo del siglo XXI, su análisis se ha enfocado en los últimos años en la formulación de las políticas energéticas debido a los diversos acuerdos a los que se ha llegado internacionalmente, los cuales buscan hacer frente a las externalidades ocasionadas por la industria. En este sentido, el consumo de energía que se ha presentado en México puede ser analizado con base en las políticas públicas implementadas en cada período presidencial.

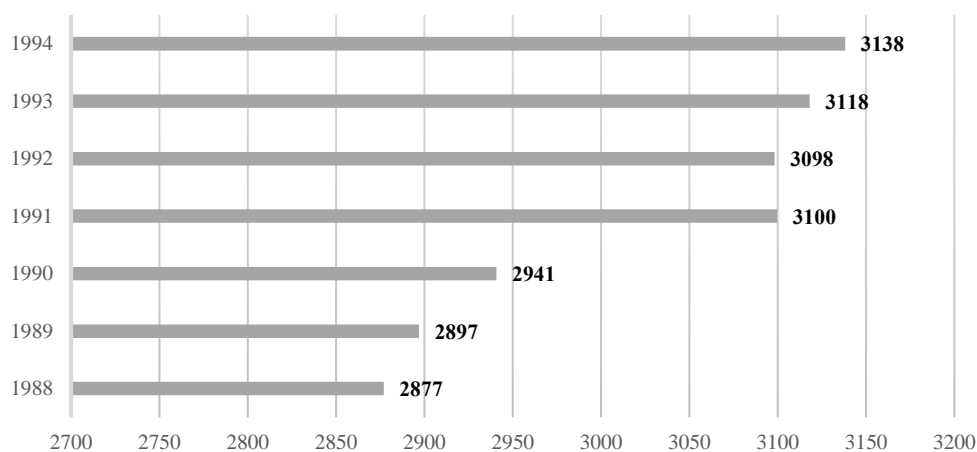
El análisis parte en la década de los 80's, durante el gobierno administrado por el presidente Carlos Salinas de Gortari (1988-1994), este periodo se puede describir como un lapso difícil para el sector energético debido a la crisis económica suscitada en 1982 resultado de las dos crisis petroleras a nivel mundial ocurridas en 1973 y 1979.

Durante el sexenio, las actividades propias de la cadena de valor del sector hidrocarburos³⁰ disminuyeron, particularmente la exploratoria, la cual descendió en mayor medida a causa

³⁰ La cadena del sector hidrocarburos corresponde al conjunto de actividades económicas relacionadas con la exploración, producción, transporte, refinación o procesamiento y comercialización de los recursos naturales no renovables conocidos como hidrocarburos (material orgánico compuesto principalmente por hidrógeno y carbono), dicho conjunto también está conformado por la regulación y administración de estas actividades.

de las restricciones presupuestales que tuvieron que adoptarse en 1988. En esta época la incorporación de volúmenes adicionales de petróleo fue de pequeña magnitud (Gráfica 4). No obstante, la baja producción que generó Petróleos Mexicanos (Pemex) en esos años, el gobierno planteó que siendo el petróleo la principal riqueza del país, este seguiría siendo propiedad exclusiva de la Nación, con lo cual se seguiría con una línea en la cual el Estado sería el único capaz de realizar actividades de exploración y extracción de los recursos.

Gráfica 4 “Producción Petrolera” (1988-1994)



Fuente: Elaboración Propia con Datos de PB Statics, 2016

Aunque durante esa administración las reservas de hidrocarburos equivalían a 69 mbd³¹, el objetivo del gobierno destacaba el promover la utilización cada vez más racional del recurso y su ahorro en congruencia con los avances tecnológicos, de los hidrocarburos. Posteriormente, con el descubrimiento del campo Ayín de la Región Marina, en el cual se localizaron importantes yacimientos, se incorporaron importantes reservas. Para finales de 1992 las reservas probadas de hidrocarburos fueron equivalentes a 65 mbd, correspondiendo 68.3% a petróleo crudo; 21.3% a gas seco y el restante 10.4% a condensados. Estas reservas situaron a México en el sexto lugar entre los países con mayores reservas petroleras en el mundo.³²

³¹ Plan Nacional de Desarrollo 1988-2004.

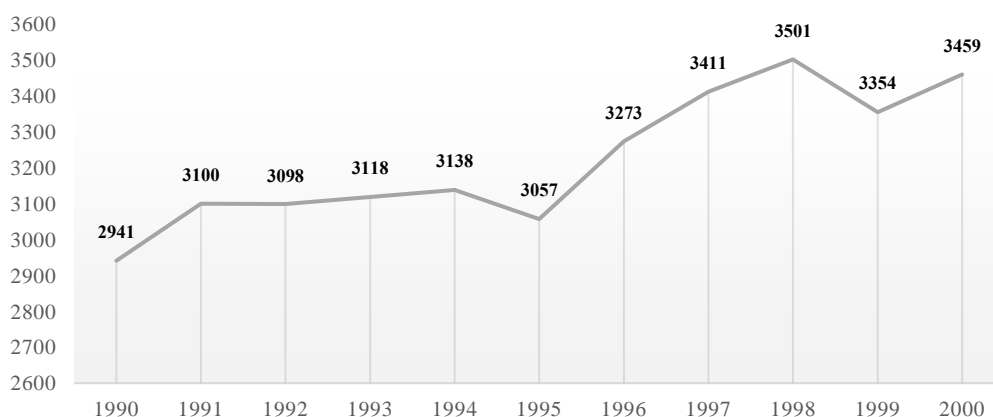
³² Cámara de Diputados, Evolución y Perspectiva del Sector Energético en México, 1970-2000”. Palacio Legislativo de San Lázaro, diciembre 2001.

Para el siguiente sexenio, el presidente Ernesto Zedillo (1994–2000) incluyó entre los objetivos nacionales la propuesta de una política ambiental con el fin de que esta contribuyera con un crecimiento económico sustentable, de esta manera, durante su administración, el plan nacional de desarrollo (PND), tuvo como objetivo frenar las tendencias de deterioro ecológico y sentar las bases para transitar hacia **un modelo económico capaz de estar en línea con el desarrollo sustentable** ³³.

Durante su primer año de administración, la producción de petróleo alcanzó su nivel más alto registrado desde 1983, al presentar un volumen promedio de 3 millones 138 mbd. Durante los años subsecuentes la producción siguió presentando incrementos y para el año 1998 la producción alcanzó niveles superiores a los registrados en 1982 con una producción equivalente a 3 millones 501 mbd (Gráfica 5). A finales de este sexenio el gobierno destacó la necesidad de llevar a cabo una reforma fiscal en materia petrolera, reconociendo que el régimen fiscal de Petróleos Mexicanos (Pemex) no es eficiente para la empresa. Entre los objetivos planteados en esta reforma fiscal destacaron:

1. Suavizar las fluctuaciones en los ingresos públicos
2. Fortalecer las finanzas de Pemex
3. Incentivar la eficiencia

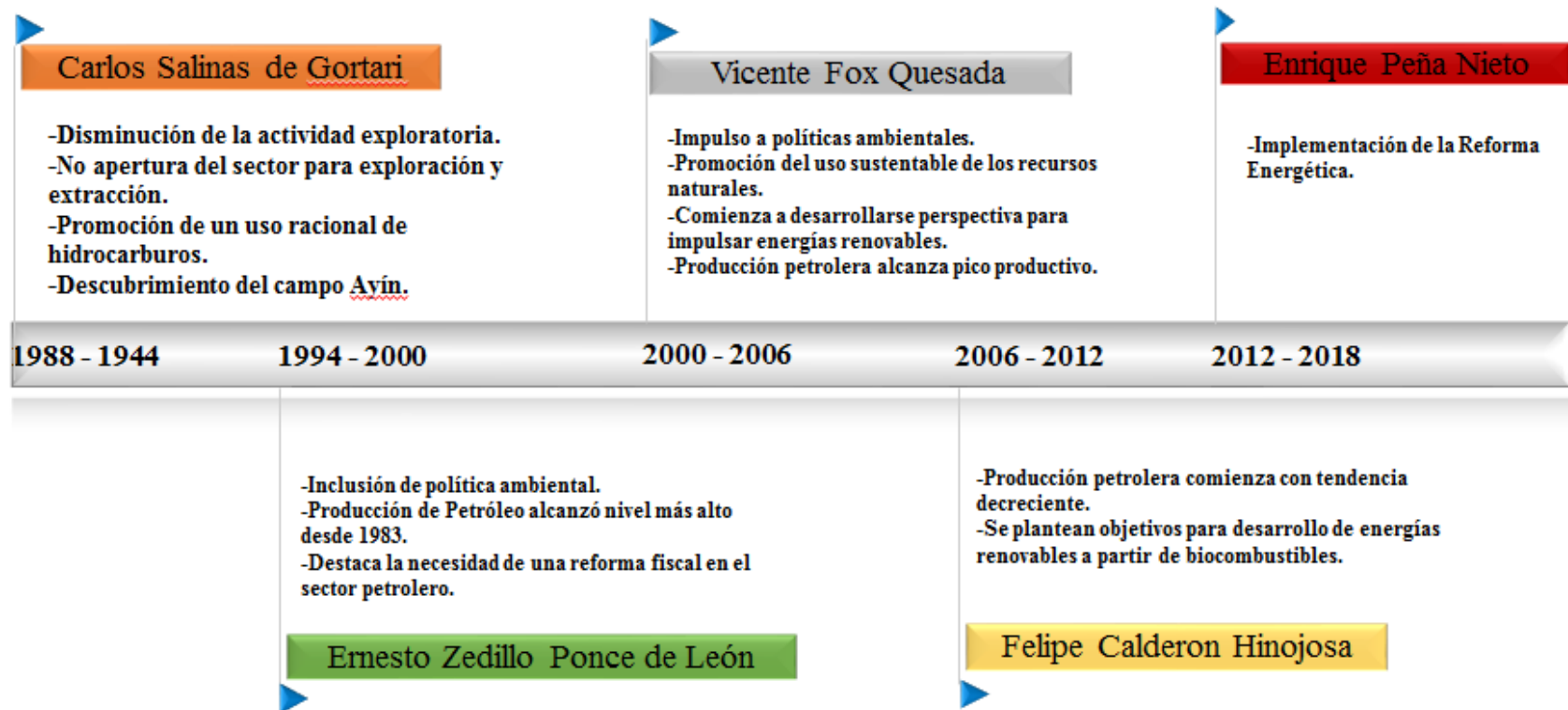
Gráfica 5 “Producción Petrolera” (1990 - 2000)



Fuente: Elaboración Propia con Datos de PB Statics 2017

³³ (PND 1995-2000)

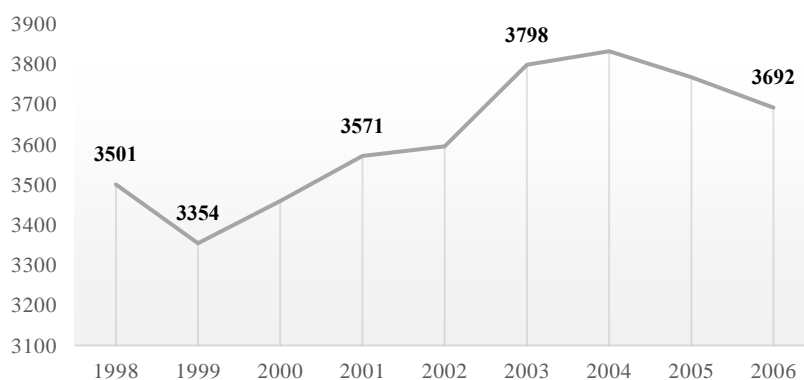
Ilustración 1 Línea del Tiempo



Fuente: Elaboración propia con Datos del Plan Nacional de Desarrollo

Para la siguiente administración, a cargo del presidente Vicente Fox (2000 – 2006) se comenzó a impulsar las políticas en favor del medio ambiente, entre los principales objetivos de su PND destacaban la promoción hacia el uso sustentable de los recursos naturales, especialmente la eficiencia en el uso del agua y la energía³⁴. Entre las iniciativas se buscó el fortalecer la investigación científica y la innovación tecnológica para apoyar tanto el desarrollo sustentable del país como la adopción de procesos productivos y tecnologías limpias, cabe precisar que fue durante este sexenio que se comienza a desarrollar una perspectiva para desarrollar e impulsar las energías renovables. Si bien la producción de petróleo comenzaba a mostrar una tendencia decreciente durante la administración a cargo de Zedillo fue en la administración de Vicente Fox que la producción de petróleo alcanzó su pico productivo.

Gráfica 6 “Producción Petrolera” (1998 - 2006)



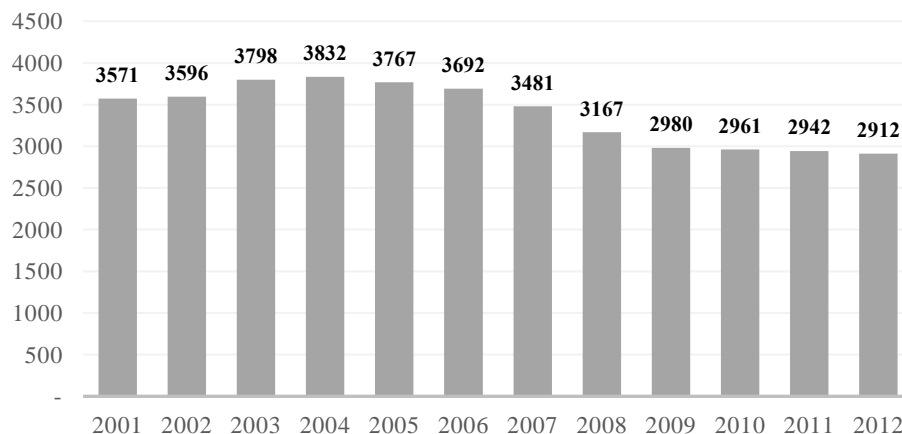
Fuente: Elaboración Propia con Datos de PB Statics 2017

El sexenio siguiente a cargo del presidente Felipe Calderón Hinojosa (2006-2012) y después de presentarse el pico del petróleo en 2004, la producción petrolera en el país comenzó a mostrar una tendencia totalmente decreciente (Gráfica 7). Dicha tendencia se ha conservado hasta los últimos años; en este periodo la producción de petróleo se desplomó 22.0%, al pasar de una extracción promedio de 3 millones 256 mbd en 2006, a 2 millones 543 mbd en 2012. De acuerdo con los informes publicados por Pemex en mayo de 2017, la caída en la producción de crudo se debe en

³⁴ Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006

gran parte a la falta de nuevos descubrimientos y el agotamiento de los que se encuentran en operación.

Gráfica 7 “Producción Petrolera” (1990 - 2012)



Fuente: Elaboración Propia con Datos de PB Statics 2017

Aún con el descenso en la producción petrolera del país, cabe destacar que **fue el primer periodo presidencial donde de manera formal se plantean objetivos para el desarrollo de las energías renovables**, ya que si bien Zedillo y Fox empezaban a incluirlo entre los objetivos de su PND, Felipe Calderón lo formalizo promoviendo el uso eficiente de la energía, a través de la adopción de tecnologías que ofrecieran mayor eficiencia energética y ahorro a los consumidores, así como también fomentó el aprovechamiento de fuentes renovables de energía y de los biocombustibles³⁵.

Durante la última administración la cual está a cargo del presidente Enrique Peña Nieto (2012-2018) se forjó un cambio radical para el sector energético mexicano, ya que, en diciembre de 2013, a tan sólo un año de asumir la presidencia, implementó una Reforma Energética³⁶ cuya estrategia

³⁵ Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012. Los biocombustibles contienen componentes derivados a partir de biomasa, es decir, organismos recientemente vivos o sus desechos metabólicos. Los biocomponentes actuales proceden habitualmente del azúcar, trigo, maíz o semillas oleaginosas. Todos ellos reducen el volumen total de CO2 que se emite en la atmósfera, ya que lo absorben a medida que crecen y emiten prácticamente la misma cantidad que los combustibles convencionales cuando se queman.

³⁶ El Senado de la República aprobó, el 11 de diciembre de 2013, la Reforma Energética por 95 votos a favor y 28 en contra. Asimismo, la reforma fue declarada Constitucional por la Comisión Permanente el miércoles 18 de diciembre, con la aprobación de 24 congresos de los estados de la república. El Decreto fue promulgado el 20 de diciembre de 2013 y publicado en el Diario Oficial de la Federación el mismo día.

consistió en una modificación del marco institucional para ampliar la capacidad del Estado Mexicano en la exploración y producción de hidrocarburos³⁷.

Uno de los principales objetivos que se planteó en la reforma, fue la modernización del sector energético, a partir de una apertura al exterior, la cual permite a la industria privada extranjera las actividades de exploración y extracción de hidrocarburos que antes era exclusivas del estado mexicano, esto sin privatizar a las empresas públicas dedicadas a los hidrocarburos y a la electricidad (Pemex y CFE), ya que en la normatividad se especifica que la rectoría del Estado y se ratificar que la propiedad de los hidrocarburos que se encuentran en el subsuelo seguirá siendo de la Nación³⁸.

II.4 Cambio de modelo en el sector energético: La Reforma Energética

Durante el último sexenio presidencial a cargo del presidente Enrique Peña Nieto, el sector energético en México asumió cambios para la historia del país, la idea de transitar hacia un modelo energético diferente al que se había empleado³⁹, comenzó a desarrollarse el 20 de diciembre de 2013 cuando se publicó el “decreto por el que se reformaron y adicionaron diversas disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en Materia de Energía”⁴⁰. La iniciativa del gobierno fue el implementar una reforma cuyo objetivo principal fue el generar una apertura al exterior en el sector de hidrocarburos, también pretendía se promoviera el desarrollo de un sistema eléctrico nacional basado en principios técnicos y económicos, bajo la conducción y regulación del Estado ⁴¹. En este sentido, los principales objetivos que planteaba la Reforma Energética fueron los siguientes:

³⁷ Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018

³⁸ Reforma Energética, Gobierno de la República, Pp3.

³⁹ Impulsado por el presidente Lázaro Cárdenas, se trataba de un modelo energético nacionalista, en el cual se garantizaba la propiedad y rectoría del Estado en el control de los hidrocarburos.

⁴⁰ Se reformaron los párrafos cuarto, sexto y octavo del artículo 25; el párrafo sexto del artículo 27; los párrafos; cuarto y sexto del artículo 28; y se adiciona un párrafo séptimo, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

⁴¹ (Energética:2013)

- i. **Mejorar la economía familiar:** Bajar costos en recibos de luz y el gas. Al tener gas más barato se podrán producir fertilizantes de mejor precio, lo que resultará en alimentos más baratos.
- ii. **Aumentar la inversión y el empleo:** Se crearán nuevos trabajos en los próximos años. Con las nuevas empresas y menores tarifas habrá cerca de medio millón de empleos más en este sexenio y 2 y medio millones más para 2025, en todo el país.
- iii. **Reforzar a Pemex y a la Comisión Federal de Electricidad (CFE):** Se le dará mayor libertad a cada empresa en sus decisiones para que se modernicen y den mejores resultados. Pemex y CFE seguirán siendo empresas 100% de los mexicanos y 100% públicas.
- iv. **Reforzar la rectoría del Estado:** Como propietario del petróleo y gas, y como regulador de la industria petrolera.

Los decretos modificados no le quitaron a la nación la propiedad de los Hidrocarburos, lo que se implementó, fue el abrir las puertas del sector al mercado internacional, ahora empresas extranjeras como Shell, Chevron, y demás petroleras, concursaron mediante licitaciones llevadas a cabo por la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) para actividades de exploración y extracción de hidrocarburos en territorio mexicano. Cabe mencionar, que la mayor parte de estas petroleras cuentan con mayor experiencia que Pemex en ciertos campos con características especiales, tal es el caso de las actividades de exploración y extracción en aguas profundas⁴². También establecieron que será la nación quien llevará a cabo las actividades de exploración y extracción de petróleo y demás hidrocarburos a través de asignaciones⁴³ a empresas productivas del Estado o a través de contratos con estas o con particulares.

Si bien son diversos los tipos de contratos usados para el sector petrolero y la experiencia internacional muestra que han sido aplicables en diversas economías del mundo, para el caso de México, la legislación⁴⁴ sólo prevé cuatro modelos de contratos; de servicios, utilidad compartida, producción compartida y de licencia.

Los contratos que hasta ahora han sido suscritos por el estado, fueron escogidos de manera

⁴² En la industria energética el término aguas profundas se refiere a pozos petroleros en mar abierto con una profundidad entre 500 y mil 500 metros, se consideran aguas someras aquellas cuya profundidad es menor a los 500 metros y ultra profundas para aquellas que tengan una profundidad mayor a los mil 500 metros, Vanguardia:2017

⁴³ “Acto jurídico-Administrativo mediante el cual Ejecutivo Federal otorga exclusivamente a un asignatario el derecho para realizar actividades de exploración y extracción de hidrocarburos en el área de asignación, por una duración específica”. Vademécum de Energía.

⁴⁴ Ley de Hidrocarburos y su reglamento, Ley de ingresos sobre Hidrocarburos y su reglamento.

independiente para cada licitación, la determinación conlleva un análisis que engloba criterios geológicos, de ingeniería, económicos y operacionales. Aunque la Ley de Ingresos sobre Hidrocarburos (LISH) anticipa los cuatro tipos de contratos, en México, las modalidades de Licencia y de Producción Compartida son los únicos que han sido empleados para las actividades de exploración y extracción de hidrocarburos. Los dos tipos de Contratos tienen un régimen fiscal diferente, entre los principales elementos a comparar se encuentran los siguientes:

Tabla 2 Diferencia Modalidad Contractual

CONTRATO DE LICENCIA	CONTRATO DE PRODUCCIÓN COMPARTIDA
<p>A favor del Estado:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bono a la firma • Cuota Contractual para la fase exploratoria • Regalías • Contraprestaciones; considerando la aplicación de una tasa al Valor Contractual de los Hidrocarburos <p>A favor del Contratista:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transmisión onerosa de los Hidrocarburos una vez extraídos. 	<p>A favor del Estado:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuota Contractual para la fase exploratoria • Regalías • Contraprestaciones; mediante la aplicación de un porcentaje a la Utilidad Operativa <p>A favor del Contratista:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recuperación de Costos • Contraprestación; Parte del remanente de la Utilidad Operativa, después de cubrir la Contraprestación a favor del Estado.

Fuente: Elaboración propia con información de la Ley de Ingresos sobre Hidrocarburos.

Los beneficios que cada uno genera a favor del estado y al contratista son diferentes, a favor del estado, ambas modalidades incluyen una cuota contractual para la fase exploratoria, la cual es un pago por la superficie contratada en tanto no exista producción. Esto permite que el estado reciba un flujo positivo durante la fase de exploración y aumenta el costo para el contratista al no desarrollar el área. Otra similitud entre las dos modalidades son las regalías, los cuales son pagos a favor del estado que son determinados en función del valor contractual del hidrocarburo de que se trate.

Ahora bien, una de las principales diferencias en los contratos es que los de licencia incorporan un bono a la firma a favor del estado, éste es un monto predeterminado que será pagado en efectivo al momento de la firma de los contratos, con él se busca la seriedad de la oferta por el área contractual y proporciona incentivos financieros para buscar una producción temprana. Otra diferencia entre ambas modalidades consiste en que, en los CPC, parte de la remuneración del

Estado se trata de una proporción de la producción que se entrega en especie.

Adicionalmente, los contratos de licencia brindan al contratista la propiedad de los hidrocarburos una vez extraídos del subsuelo, mientras que un CPC beneficia a hasta el momento de recuperación de costos, lo cual significa que el contratista podrá recuperar aquellos costos reconocidos en que haya incurrido⁴⁵, con esto se puede decir que existe un límite para estas recuperaciones, el contratista sólo podrá recuperar costos hasta por un porcentaje de los ingresos.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de las licitaciones llevadas a cabo en México para contratos de exploración y extracción de hidrocarburos; se puede observar que en la Ronda 1 se generaron cuatro licitaciones, de las cuales dos firmaron bajo CPC y dos bajo licencia. Para el caso de la Ronda 2, sólo en la primera licitación se usó CPC, en las tres licitaciones restantes fueron empleados Contratos de licencia. Por último, para la Ronda 3, la cual sólo ha concluido una licitación, se emplearon CPC.

Los resultados mostraron que ambas modalidades han sido empleadas equitativamente en las licitaciones, 4 han sido CPC y 5 de licencia. La modalidad de producción compartida sólo ha sido empleada para las actividades en campos de Aguas Someras, por su parte, los contratos de licencia han sido aplicables a campos en zonas terrestres y en Aguas Profundas.

También se pueden observar las tasas de éxito de cada licitación, estas han sido progresivas ya que en la Ronda 1, la primera licitación sólo obtuvo una tasa de éxito del 14.0%, mientras que para el resto de las licitaciones de la misma ronda la tasa se incrementó a 60, 80 y hasta 100%. Lo mismo ocurrió en la Ronda 2, en la cual la primera licitación obtuvo una tasa de éxito del 66.0%, para la segunda se incrementó a un 70.0% y para la tercera licitación de la misma Ronda se incrementó al 100% (Tabla 3).

Aunque la tasa de éxito se ha ido incrementando a lo largo de las licitaciones, las de mayor éxito han sido la 1.3 y la 2.3, las cuales licitaron áreas para actividades de exploración y extracción en zonas terrestres. El éxito de estas dos licitaciones se debió a que son campos en los que la industria

⁴⁵ Esto sujeto a que correspondan a actividades autorizadas en el plan de desarrollo aprobado por la CNH y a la fiscalización por la SHCP.

posee mayor conocimiento y experiencia, aunado a esto, los proyectos en zonas terrestres conllevan menos riesgos en comparación con los proyectos en aguas someras o profundas.

Tabla 3 Resultados de Licitaciones en México

Ronda 1					
Licitación	Contrato	Tipo de Campo	Áreas Licitadas	Áreas Adjudicadas	Tasa de éxito
1.1	Producción Compartida	Aguas Someras	14	2	14.28%
1.2	Producción Compartida	Aguas Someras	5	3	60%
1.3	Licencia	Zonas Terrestres	25	25	100%
1.4	Licencia	Aguas Profundas	10	8	80%
Ronda 2					
2.1	Producción Compartida	Aguas Someras	15	10	66.66%
2.2	Licencia	Zonas Terrestres	10	7	70%
2.3	Licencia	Zonas Terrestres	14	14	100%
2.4	Licencia	Aguas Profundas	29	19	66%
Ronda 3					
3.1	Producción Compartida	Aguas Someras	35	16	45.7%
3.2	Producción Compartida	Zonas Terrestres	37	No se han adjudicado Áreas	-

Fuente: Elaboración Propia con datos de Rondas México

Otro punto importante para señalar dentro del tema de los contratos petroleros es que la CNH también ha firmado otro tipo de contratos, los cuales son denominados “Farm outs”⁴⁶. Para los Farm-outs se han dado dos licitaciones, producto de las cuales Pemex encontró socios para exploración y extracción de hidrocarburos en tres áreas: Trión, Cárdenas-Mora y Ogarrío. Como resultado de las nueve licitaciones concluidas en el cuadro, se tiene que el estado mexicano ha otorgado 111 contratos a 74 empresas nacionales e internacionales, de éstas 38 son mexicanas.

⁴⁶ En la industria petrolera, un farm-out es una asociación estratégica entre una empresa que tiene derechos de explotación y producción con un tercero (o varios) a quien le transfieren (migran) algunos de esos derechos.

II.5 Cadena de Valor del Sector Hidrocarburos y su impacto en la actividad económica.

El sector energético en México se ha visto afectado en los últimos años por la inestabilidad que se ha dado en el mercado petrolero mundial, el país se encuentra enfrentando una crisis donde los factores económicos, de infraestructura y el aspecto social están inmersos. La reactivación del sector petrolero tiene un papel fundamental para el crecimiento económico. En este sentido, la reforma energética planteó entre sus objetivos dicha reactivación, argumentando que la “industria petrolera se encuentra rezagada debido a que los principales campos petroleros están en una etapa de declinación y madurez, la tecnología y recursos de Pemex no han permitido la explotación de algunos campos no convencionales con los cuales se podría ampliar la renta petrolera”⁴⁷.

Aunque las actividades de exploración y producción son las más conocidas en el sector petrolero, la realidad es que son sólo una parte en la cadena de valor. Tres son las actividades generales (de las cuales se desprenden muchas particulares) que colaboran individualmente dentro de la actividad económica del sector Hidrocarburos: Upstream, Midstream y Downstream.

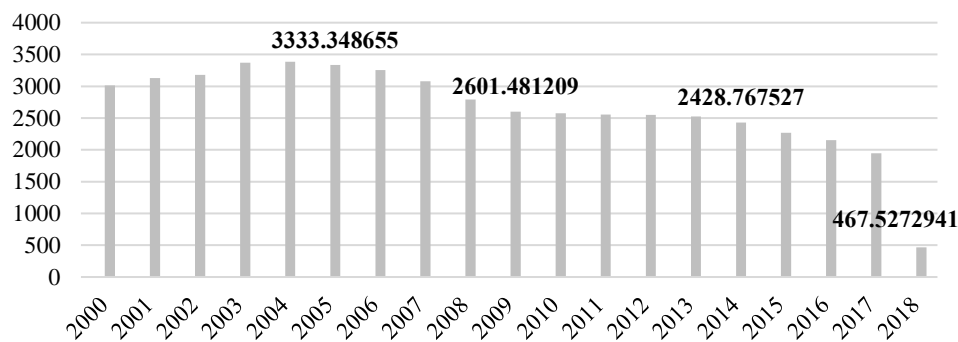
II.5.1 Actividades relacionadas con el Upstream

Dentro de las actividades relacionadas con el Upstream, la producción que es la más importante, para finales del 2017 registro en promedio 1,948 mbd, en la siguiente gráfica se puede observar el comportamiento que ha tenido la producción petrolera en los últimos años. A partir del año 2005 se puede visualizar un descenso importante en la producción de aceite, durante ese año la producción en promedio era de 3,333 mbd, este descenso de debió principalmente al declive en yacimientos maduros y la pérdida de energía interna de los mismos⁴⁸. Para principios del 2018 la producción registraba 467 mbd, a la fecha, para septiembre del 2018 esta se ha incrementado tan sólo a 1,928 mbd.

⁴⁷ (Aguirre:2017)

⁴⁸ (Aguirre:2017)

Gráfica 8 “Producción de Petróleo en Campos seleccionados” (Mbdp)



Fuente: Elaboración propia con datos de SENER

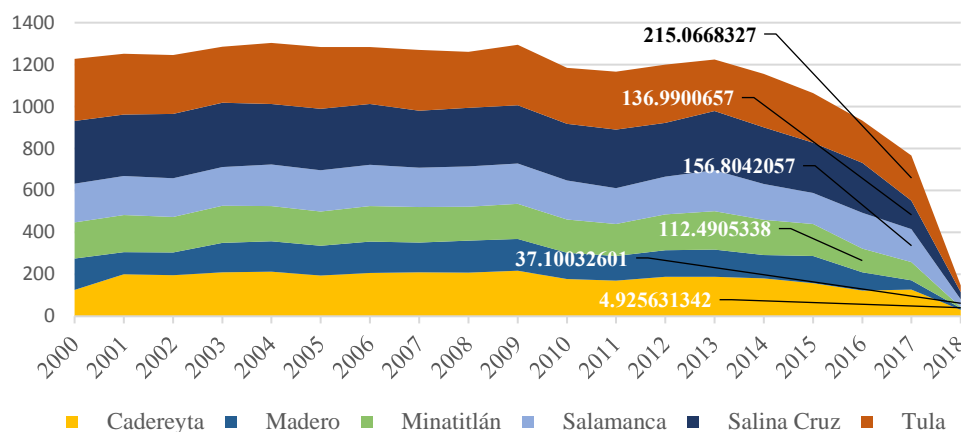
II.5.2 Actividades relacionadas con el Midstream

Dentro del Midstream las actividades más importantes son el transporte y el procesamiento de hidrocarburos, en otras palabras, la refinación. Para el caso de nuestro país, el Sistema Nacional de Refinación (SNR) es el encargado de la producción de petrolíferos⁴⁹, dicho sistema se encuentra integrado por seis refinerías: Tula, Salamanca, Minatitlán, Madero, Salina Cruz y Cadereyta.

En la siguiente gráfica se puede observar la producción de las seis refinerías; Tula es la que mayor producción generó, para 2017 en promedio esta refinería procesó 215 mbd, por el contrario, la de Cadereyta es la que menor producción genera. A partir de 2009, se comenzaron a generar descensos en la producción de refinación, aunque de 2009 a 2012 hubo un ligero crecimiento el cual se mantuvo constante, desde el año 2013 la producción muestra una tendencia totalmente decreciente. Es importante mencionar que estas refinerías dejaron de satisfacer la demanda total del país alrededor de 1998, año en el que la demanda superó la oferta doméstica.

⁴⁹ Son los productos que se obtienen de la refinación del Petróleo o del procesamiento del Gas Natural y que derivan directamente de Hidrocarburos, tales como gasolinas, diésel, querosenos, combustóleo y Gas Licuado de Petróleo, entre otros, distintos de los Petroquímicos

Gráfica 9 “Procesamiento en Refinerías” (Mbdp)



Fuente: Elaboración propia con Datos de SENER

II.5.3 Actividades relacionadas con Downstream

La última actividad de la cadena de valor del sector es el Downstream, la cual en términos muy generales se refiere a la comercialización de los hidrocarburos a los usuarios finales, en este sentido, entre los principales clientes se encuentran el estado, el sector industrial, el sector comercial y el extranjero.

Dado que la producción generada dentro del país no es suficiente para satisfacer la demanda interna, México ha recurrido durante mucho tiempo a la importación de petrolíferos, los cuales posteriormente el estado revende agregando un impuesto llamado Impuesto Especial sobre Producción y Servicios, lo que se traduce en un incremento del precio final el cual repercute en los consumidores finales.

Cabe mencionar que también con la implementación de la reforma energética, desde abril de 2016, se liberalizó la importación de gasolinas y diésel por privados. Derivado de lo anterior, Pemex también dejó de ser la única empresa capaz de abastecer de petrolíferos al país, ya que las empresas que han licitado para actividades de exploración y extracción, también ahora pueden tener

actividades de venta. En el mes de mayo de 2018, 17.7% de diésel fue importado por empresas distintas a Petróleos Mexicanos, así como el 3% de gasolinas.⁵⁰

II.6 Demanda Interna de energía por Sector económico

El consumo de petrolíferos en el país varía de acuerdo del sector económico del que se trate, en la Tabla 4 se presentan las tasas de crecimiento promedio anual de consumo de energía en las décadas que comprenden el periodo de 1965 a 2015. Durante la primera década (1965 a 1975) se puede observar que la demanda es explicada principalmente por el comercio (8.46%) y por el transporte (8.35%), en el periodo que abarca 1975 hasta finales de la década de los 80s la crisis estructural y la contracción del sector público generó que distintos sectores reportaran una fuerte disminución en la demanda de energía (Catalán:2012), sin embargo, en la siguiente década (1995 a 2005), la demanda de energía continuó siendo absorbida principalmente por el sector del transporte (3.17%), y muy por debajo la actividad del Comercio fue la segunda cuyo requerimiento de energía fue importante entre todos los demás sectores (2.27%). Por último, el consumo de energía en la última década analizada (2005 – 2015) muestra un fuerte incremento en el sector agropecuario (4.81%) poco por debajo está el comercio con un incremento del 3.30%.

Tabla 4 “Consumo de Energía por Sector Económico” (tasas de crecimiento)

Sectores	1965 1975	1975 1985	1985 1995	1995 2005	2005 2015	1965 2015
Nacional	6.81	5.46	1.51	1.74	1.71	3.42
Agropecuario	5.44	2.80	0.12	1.81	4.81	2.98
Industrial	7.26	5.10	0.79	1.44	1.65	3.22
Comercial	8.46	4.06	1.49	2.27	3.30	3.89
Transporte	8.35	5.42	3.01	3.17	2.14	4.39
Residencial	2.99	3.75	3.08	0.33	0.32	2.08

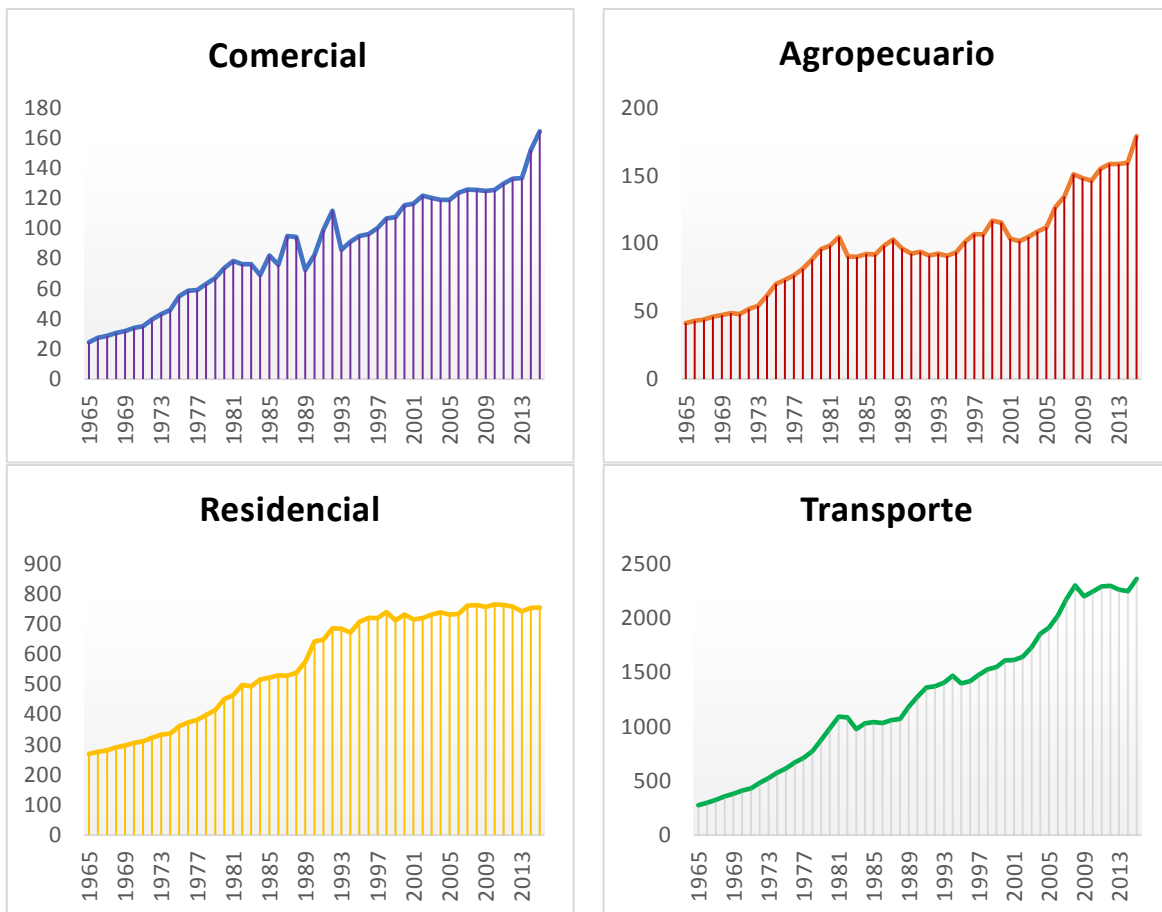
Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Energética (SIE)

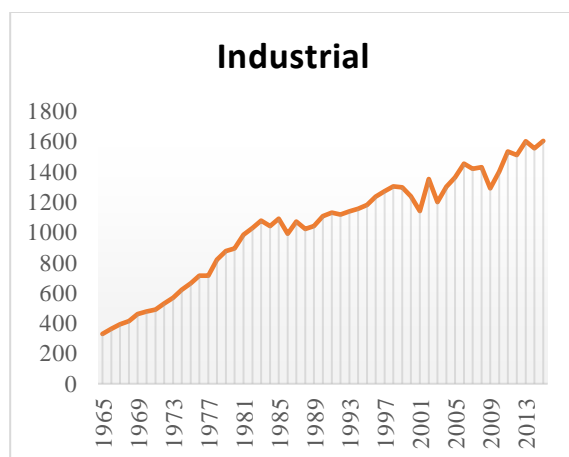
Durante las últimas décadas, todos los sectores económicos muestran un alto crecimiento en su demanda de energía, sin embargo, es más evidente durante el periodo que va de 1965 a 1980. Las

⁵⁰ Informe de Rendición de Cuentas

tendencias muestran un crecimiento constante, hasta la década de los ochenta el consumo de energía cambia hacia un menor ritmo de crecimiento, esto se puede explicar por el hecho de que la trayectoria del consumo de energía está altamente correlacionada con la evolución de la producción, así cuando se reduce el potencial de crecimiento de la economía las tasas de crecimiento del consumo de energía por sectores registran un menor crecimiento (Idem).

Gráfica 10 “Evolución del Consumo de energía por actividad económica”





Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Energética (SIE)

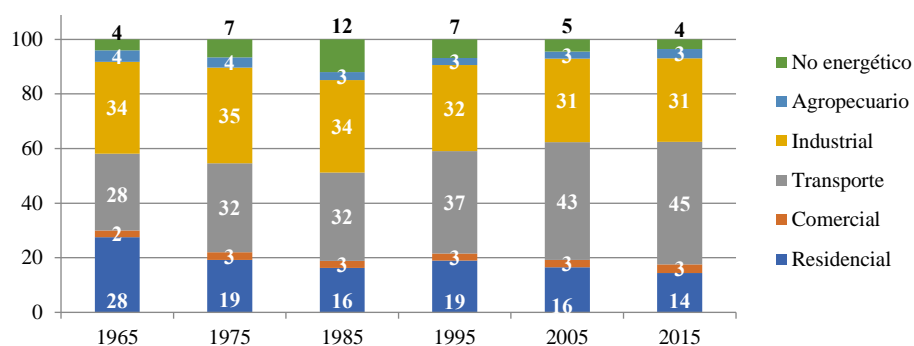
De todos los sectores que componen la actividad económica del país, el transporte es mayor consumidor de energía a nivel nacional, del cual, cabe precisar, se estima que aproximadamente el 91.0% se concentra en el transporte automotor⁵¹, siendo la gasolina el principal combustible utilizado (65.0%) **el diseño de una estrategia orientada a reducir los niveles de consumo de energía o hacer un uso más eficiente requiere modificar los actuales patrones de consumo del sector transporte.**⁵²

Por último, se puede observar durante la última década analizada, el sector industrial ocupa el segundo puesto como consumidor de energía con un (31.0%) y por el contrario, el sector con menor participación es el agropecuario ya que presenta la tasa de crecimiento con menor consumo (3.0%).

⁵¹ Instituto Nacional Electoral 2006; Pp. 55

⁵² Horacio Catalán “Escenarios De La Demanda De Energía Y Crecimiento Económico” Pp. 26

Gráfica 11 “Participación por sectores del Consumo de Energía %” (Petajoules)



Fuente: Sistema de Información Energética SIE

En el contexto nacional, al igual que en el resto del mundo, se proyecta que la población y el PIB per cápita irán aumentando en los próximos años, por lo cual, “es crucial diseñar una estrategia de descarbonización profunda capaz de guiar la toma de decisiones antes realizar gastos en nueva infraestructura” (IDDRI:2015). Para el caso específico de México, los proyectos de descarbonización implican tres pilares fundamentales: i) eficiencia energética, ii) electrificación y cambio de combustible y iii) electricidad baja en carbono.

Durante el último sexenio presidencial el cambio en el modelo energético El estado sigue teniendo dominio absoluto sobre todos los hidrocarburos en el territorio nacional, sin embargo, se le retiró a Pemex la exclusividad de realizar actividades de exploración y extracción de hidrocarburos, ya que la reforma energética abrió las puertas a empresas petroleras extranjeras para que por medio de licitaciones pudieran tener acceso a realizar las mismas actividades.

Resultado de la reforma energética se han llevado a cabo nueve licitaciones para que empresas internacionales realicen actividades de exploración y extracción de hidrocarburos, cuatro en yacimientos de aguas someras, tres en zonas terrestres y dos en aguas profundas. Derivado de lo anterior, la tasa de éxito de cada licitación ha sido progresiva, siendo las de zonas terrestres las únicas que han alcanzado una tasa de éxito del 100%.

Las actividades de producción en el país presentaron una tendencia totalmente decreciente desde el año 2004, la producción de petrolíferos de igual manera presenta reducciones a partir de 2009

y por último en el consumo de energía, el sector que muestra mayores tasas de crecimiento es el transporte, lo cual indica que adicional a la dependencia que seguirá teniendo el país al consumo de energía de origen fósil, se seguirán produciendo una gran cantidad de emisiones de CO2 derivado del aumento del parque vehicular en el país.

II.7 Implementación y Desarrollo de Energías Limpias

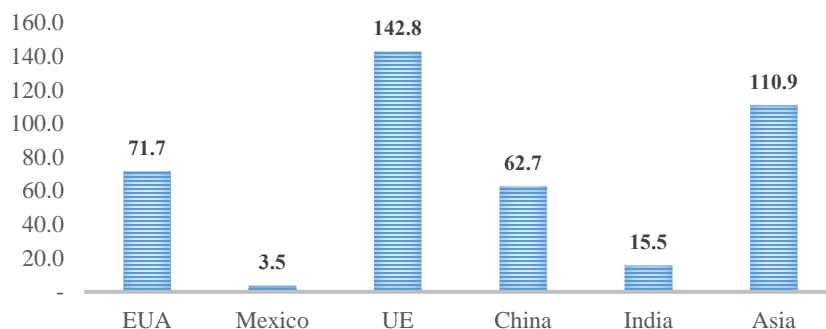
El sector energético es considerado una condición esencial para que exista el crecimiento económico. El rápido incremento en los niveles de la población genera una mayor demanda de energía a nivel mundial, sin embargo, la capacidad limitada de los recursos no renovables ha obligado a desarrollar nuevas fuentes de energía a partir de recursos renovables. En este sentido, las fuentes de energías limpias o renovables aparecen como un instrumento capaz de aumentar la seguridad energética de los países al diversificar su matriz energética ante la expectativa del encarecimiento y la volatilidad de las fuentes convencionales de energía, así como a mitigar las emisiones de gases efecto invernadero y las graves consecuencias del cambio climático provenientes del uso de energéticos fósiles.⁵³

A nivel mundial, es en los países desarrollados donde se presenta en mayor medida el consumo de energías provenientes de recursos renovables, la participación de estas fuentes de energía varía dependiendo del nivel de desarrollo del país, de sus fuentes tradicionales de energía primaria y de las políticas públicas para aumentar el uso de renovables. En el año 2016 los países europeos fueron los que presentaron mayor consumo de estas energías (142.8 Mtoe⁵⁴), en segundo lugar, se encontró Asia (110.9 Mtoe), después EUA (71.7 Mtoe) y muy por debajo está la economía mexicana (3.5 Mtoe) (Gráfica 12).

⁵³ Prospectiva de Energías renovables 2012-2026, Pp.25

⁵⁴ La energía primaria se mide en millones de toneladas equivalentes a petróleo (Mtoe). Perspectivas de las Energías Renovables 2015.

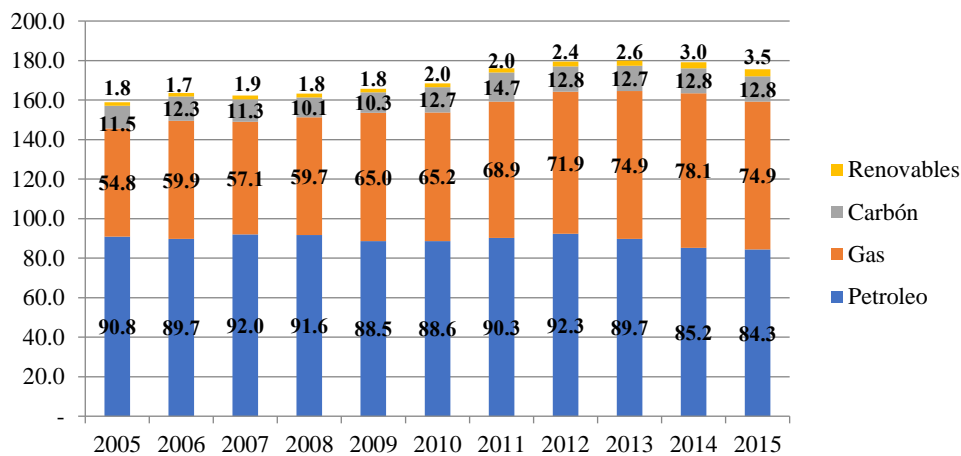
Gráfica 12 “Consumo de Energías Renovables 2016” (Mtoe)



Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Energética (SIE)

El caso de la economía mexicana es muy particular, ya que, aunque se poseen una gran diversidad de recursos para el desarrollo de energías limpias, aún su participación fue muy diminuta en la oferta total de energía del país para el año 2015 (3.5 Mtoe). Durante los últimos años, las principales fuentes de energía en el país fueron el petróleo (84.3 Mtoe) y el gas (74.9 Mtoe).

Gráfica 13 “Consumo de diversas fuentes de energía” (Mtoe)



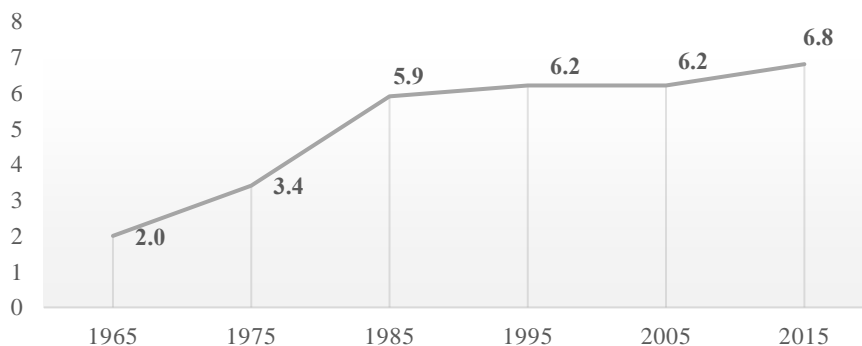
Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Energética (SIE)

II.7.1 Hidroeléctrica

Dentro del campo de las energías renovables, la hidroeléctrica constituye la principal fuente de energía renovable en el país, la generación de energía a partir de esta fuente en México tiene registros a partir de 1965, durante ese año, el consumo fue de apenas 2.0 Mtoe. En los años

siguientes si bien hubo crecimiento de esta fuente de energía no fue algo significativo, ya que en 50 años tan sólo su consumo paso de 2.0 a 6.8 Mtoe (Gráfica 14).

Gráfica 14 “Consumo de Energía Hidroeléctrica” (Mtoe)

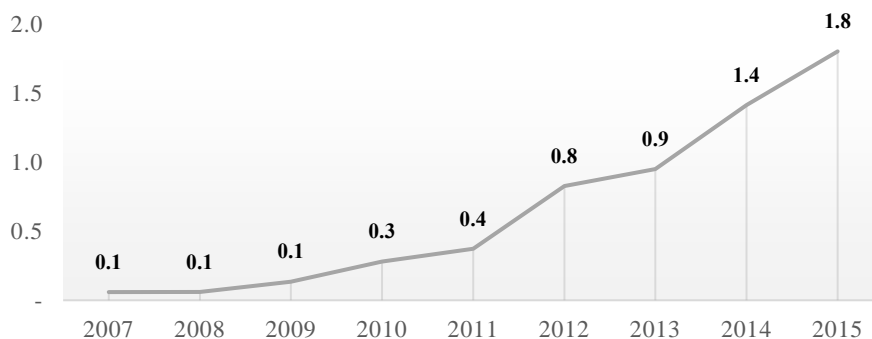


Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Energética (SIE)

II.7.2 Eólica

La energía eólica tiene aún menor participación en el país, lo cual se debe a que la producción de este tipo de energía tiene mucho menor tiempo que la hidroeléctrica, su producción inició en el 2007 con apenas un consumo de 0.1 Mtoe. El consumo de este tipo de energía durante los primeros años de su producción fue muy diminuto, a partir del 2012 es que se ve una tendencia creciente muy notable, lo cual indica que en los último 4 años esta fuente de energía ha presentado una tendencia creciente constante.

Gráfica 15 “Consumo de Energía Eólica” (Mtoe)

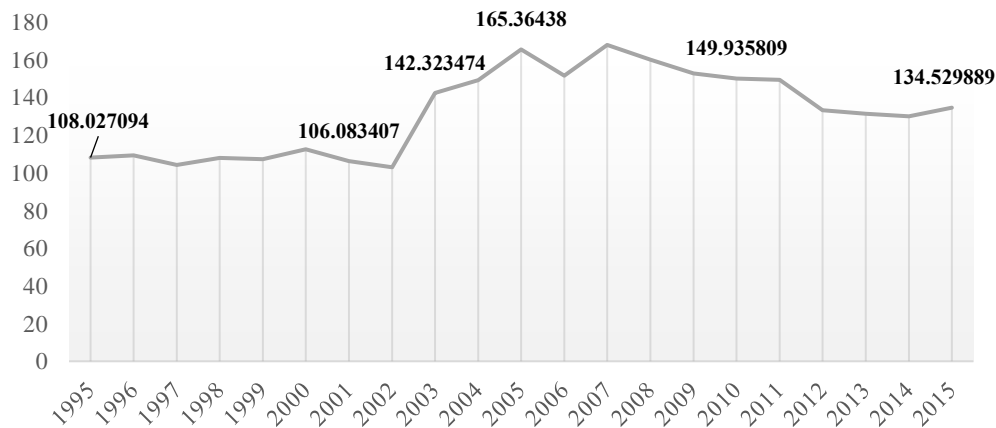


Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Energética (SIE)

II.7.3 Geotérmica

La energía Geotérmica ha sido creciente en la mayor parte del siglo XX, sin embargo, se puede observar que a partir del 2006 no se presentó crecimiento, al contrario, su tendencia fue decreciente, esto se debe a que previo a la publicación de la Ley de Energía Geotérmica y su reglamento, la industria Geotérmica en México presentó agotamientos de recursos y rezagos en la exploración y explotación de nuevos yacimientos geotérmicos (Gráfica 16). Cabe mencionar también que en México existe un escaso aprovechamiento de los usos directos de la geotermia, mientras que en otros países se trata de tecnologías maduras y bien aprovechadas.

Gráfica 16 “Consumo de Energía Geotérmica” (Petajoules)

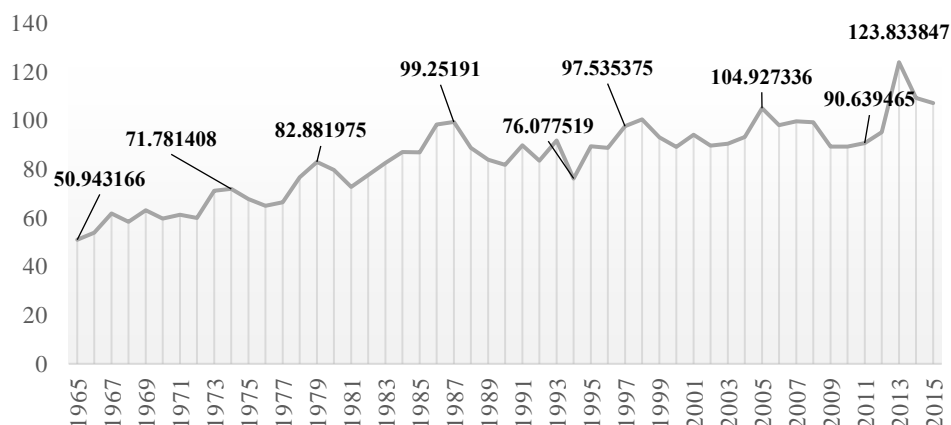


Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Energética (SIE)

II.7.4 Biomasa

La biomasa en México se refiere principalmente al consumo que se tiene de leña, carbón, residuos agrícolas y estiércol animal, destinados para cocinar o para generar calor en el sector residencial, actualmente el concepto involucra utilizar cualquier fuente de material orgánico para convertirlo directamente en energía eléctrica o combustibles líquidos, sólidos o gaseosos. En este sentido, el consumo de este tipo de combustible ha estado presente desde 1965 en México, por lo menos en los datos registrados, este consumo ha presentado crecimiento desde entonces, en otras palabras, ha sido constante durante todo el periodo (1965-2015).

Gráfica 17 “Consumo de Energía: Biomasa” (Petajoules)



Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Energética (SIE)

Como conclusión se puede afirmar que, durante las últimas décadas, el consumo de energía en México al igual que en todo el mundo, fue dependiente en su totalidad de recursos de origen fósil, dados los importantes descubrimientos de yacimientos petroleros durante la década de los 70's, el país generó una economía dependiente en gran medida del sector petrolero, lo cual podría actualmente repercutir en el crecimiento económico dado el descenso en la producción petrolera registrado a partir de 2004. En este sentido, si bien México ha implementado políticas públicas encaminadas a una transición del modelo energético, han sido muy retardadas, ya que fue hasta 1994 durante el gobierno de Zedillo que se optó por incluir una **política ambiental** en un plan nacional de desarrollo y hasta un sexenio después, en el gobierno de Fox (2000) que estas políticas comenzaron a impulsarse. Si bien comenzó un descenso en la producción de hidrocarburos y el impulso que se le está dando actualmente a las energías renovables está creciendo, es importante destacar que la economía mexicana seguirá dependiendo del petróleo durante las próximas décadas.

Capítulo III. Análisis del consumo de energía proveniente de recursos fósiles: México bajo un contexto internacional

A lo largo de la historia, el progreso de la humanidad ha estado correlacionado con el consumo de energía, esto significa que el crecimiento económico y por lo tanto el desarrollo social, son dependientes del consumo de distintos tipos de combustibles⁵⁵; la energía⁵⁶ es considerada un elemento fundamental para el desarrollo de las diversas actividades que la sociedad tiene que llevar a cabo. El fuego, la máquina de vapor y posteriormente los combustibles de origen fósil, se hicieron indispensables para la vida del ser humano, “siendo la energía un elemento clave para la sociedad, constituye también una de las variables determinantes para la generación de crecimiento económico y empleo”.⁵⁷

De acuerdo a las publicaciones de la Agencia Internacional de Energía (AIE) en 2015, la demanda mundial de energía primaria⁵⁸ creció en un 1.0 % en comparación al año anterior, por su tipo, el petróleo es el combustible de mayor uso actualmente, su consumo constituye el 32.9% de la mezcla energética mundial, el carbón ocupa la segunda posición en el mercado con una cuota de consumo del 29.2%, por último, el gas natural representó el 23.8% del consumo total de energía primaria, ocupando el tercer puesto a nivel mundial.

Con base en información de la AIE para el año 2010 eran solo cuatro los países que concentraban el 48.6% del consumo de energía a nivel mundial: Estados Unidos de América (EUA) con el 19.5%, China 18.0%, Rusia 5.9% e India el 5.3%. En la gráfica 18 se puede observar la tendencia

⁵⁵ Un combustible se define como toda sustancia que se quema para producir calor o electricidad. El calor se deriva del proceso de combustión en el cual el carbono e hidrógeno contenidos en la sustancia combustible se combinan con el oxígeno, liberando calor. La provisión de calor o electricidad ya sea en forma mecánica o eléctrica, es la principal razón para quemar los combustibles.

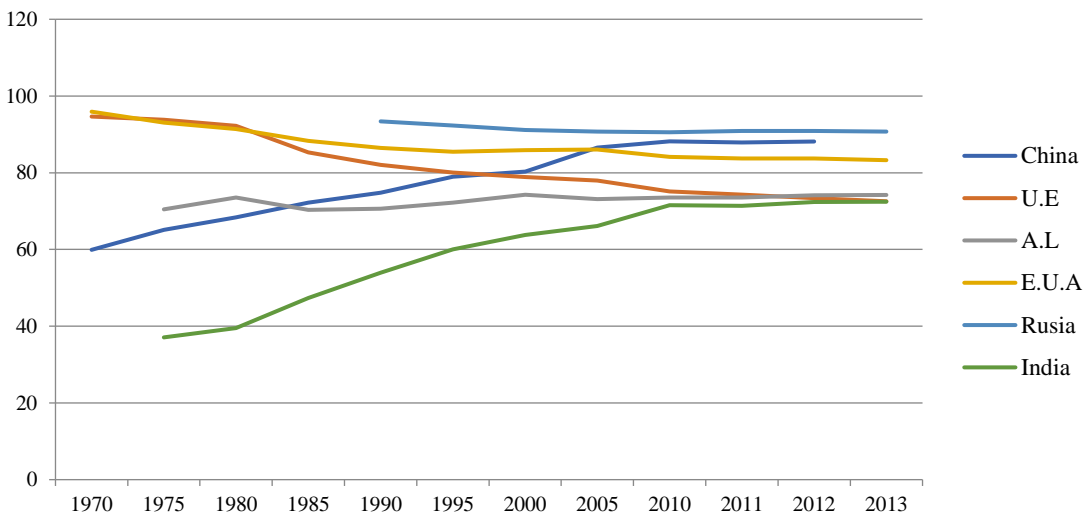
⁵⁶ La energía es la propiedad de todo cuerpo o sistema material en virtud de la cual éste puede cambiar y transformarse o puede actuar sobre otros originando en ellos procesos de cambio. El término “energía”, cuando se utiliza correctamente en las estadísticas energéticas, se refiere únicamente al calor y la electricidad, aunque muchas personas también incluyen los combustibles.

⁵⁷ (Catalán:2012)

⁵⁸ Los productos energéticos o bien se extraen o captan directamente de los recursos naturales (en cuyo caso se les dice primarios) como el petróleo crudo, carbón mineral duro, y gas natural, o son producidos a partir de los productos primarios. Todos los productos energéticos que no son primarios, sino producidos de los productos primarios, se clasifican como productos secundarios. La energía secundaria proviene de la transformación de la energía primaria o secundaria.

creciente que existe en el consumo de energías de origen fósil de algunas economías y regiones seleccionadas; sobresale el continente asiático, dos son las economías que muestran mayor crecimiento China e India las cuales muestran un despunte en su crecimiento a partir de la década de los 80's. Para el caso de China no es difícil explicar el creciente consumo de energía, tiene que ver con el “cambio en su modelo económico en 1978, el cual arrancó con una política de reforma económica la cual implicó una apertura al exterior”⁵⁹. Por otro lado, se puede observar que economías como la de EUA y las pertenecientes a la Unión Europea (UE) exponen una tendencia constante, pero con un decrecimiento notable, por último, América Latina (AL) mostró un comportamiento constante a lo largo del siglo, ya que no observó significativas alteraciones en su consumo de energía.

Gráfica 18 “Consumo mundial de energías fósiles” % del total



Fuente: Elaboración propia con datos de Banco Mundial

Es indiscutible la relevancia que la energía tiene para el desarrollo de las sociedades. Un mayor crecimiento económico generará, un incremento en la necesidad energética, en este sentido, “las reservas de petróleo y gas toman mayor importancia en la generación de riqueza, para que exista un crecimiento económico se requiere un suministro eficiente”⁶⁰

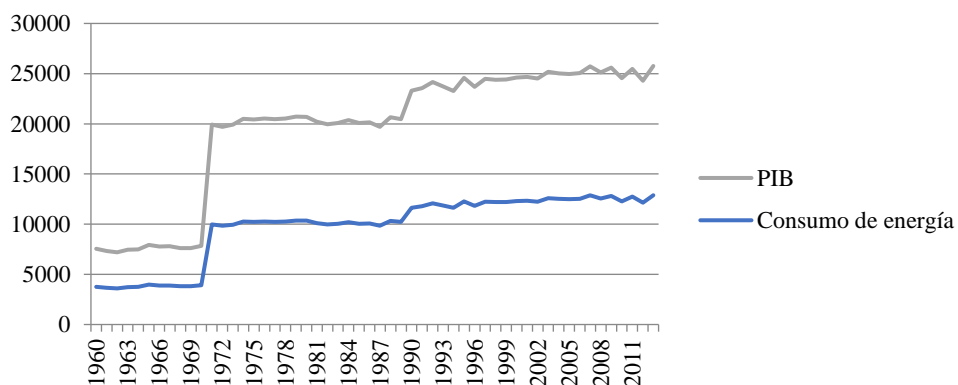
⁵⁹ (Quiroga: 2009)

⁶⁰(Catalán: 2012).

De acuerdo con la teoría económica, una de las principales premisas para lograr crecimiento económico menciona que antes debe generarse un “crecimiento en los factores de producción que intervienen, trabajo, capital o mejoras tecnológicas”⁶¹. Tomando en consideración esta premisa, se podría decir que en **cuanto más elevado sea el nivel tecnológico, más se podría producir de forma eficiente.**

Si se considera a la actividad económica como el principal motor de la demanda energética es de esperarse que la demanda de energía tienda a crecer de forma directa con el Producto Interno bruto (PIB). En ese sentido, desde 1970 las tendencias de ambas variables presentaron un comportamiento casi idéntico (Gráfica 19), puede observarse que existe una fuerte correlación entre el PIB mundial y el consumo de energías primarias, en este contexto, el PIB presentó una tendencia constante y es hasta 1990 que se observó crecimiento, de igual manera ocurre el consumo de energías fósiles, se comporta de manera constante y es hasta 1990 que comenzó a ser creciente, a medida que crece la economía mundial se requiere más energía para abastecer el aumento del nivel de actividad⁶². De acuerdo con los datos publicados por la AIE en 2010, de 1980 a 2008, la demanda mundial de energía primaria aumentó en un 59.0% cada año, en promedio, por cada punto porcentual de crecimiento del PIB.

Gráfica 19 “Comparación PIB con el Consumo de Energías Fósiles”



Fuente: Elaboración Propia con Datos de Banco Mundial

⁶¹ (Dornbusch Rudiger, Fischer, Stanley: 2009)

⁶² (BP Global: 2017)

Dada la importancia que tiene el consumo de energía para la generación de riqueza en un país, la energía de origen fósil ha sido pieza fundamental para el desarrollo de la humanidad a lo largo del siglo XIX, XX y principios del XXI, no obstante, es sustancial mencionar que, en un plazo no muy lejano, el ser humano podría enfrentar graves problemas de índole económico y ambiental de seguir dependiendo de este tipo de combustibles.

Debido a que la producción de bienes y servicios que está en función del consumo de energía fósil, junto con el incremento del parque vehicular en las principales ciudades del mundo, la cual, cabe recalcar, que depende casi en su totalidad de este tipo de energías, **suponen la principal causa de deterioro ambiental y de salud a nivel mundial**. Desde mediados del siglo XX se ha hablado de la crisis ambiental suscitada por el consumo de energías no renovables, y es que, el uso de este tipo de energía genera la emisión de gases de efecto invernadero (GEI)⁶³, lo cual a su vez ha suscitado en problemas que hoy día son socialmente conocidos como cambio climático y calentamiento global⁶⁴.

El cambio climático es un fenómeno de orden mundial, que de acuerdo con los científicos especializados en el tema es “todo cambio que ocurre en el clima a través del tiempo resultado de la variabilidad natural o de las actividades humanas.”⁶⁵, este fenómeno a su vez genera una externalidad conocida como calentamiento global, que es la elevación de temperaturas terrestres y marinas a nivel mundial.

Como se ha mencionado, estos problemas ambientales han sido ocasionados por la actividad humana, “desde el advenimiento de la industria y el uso de los combustibles fósiles”⁶⁶. Aunque son diversos los gases causantes del cambio climático, entre los principales destacan: el Dióxido de Carbono (CO₂) las cuales son las más conocidas y las que han aportado mayor deterioro

⁶³ Se denominan gases de efecto invernadero (GEI) a los gases cuya presencia en la atmósfera contribuye al efecto invernadero. Algunos de ellos como por ejemplo el Dióxido de carbono están presentes en la atmósfera de forma natural, otros de ellos son creados y emitidos únicamente por las actividades humanas. Por lo general, son siempre las actividades humanas las que crean la mayoría de las emisiones de gases de efecto invernadero.

⁶⁴ El cambio climático es la alteración de todos los parámetros climáticos: temperaturas, precipitaciones, fenómenos climatológicos, etc.

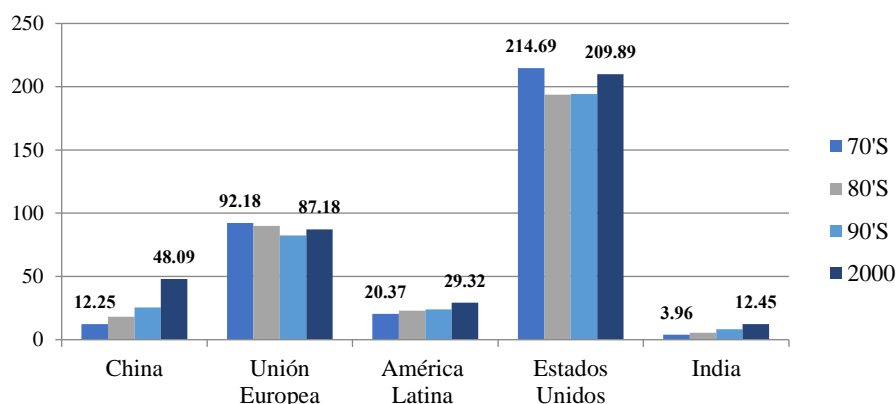
⁶⁵(Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales)

⁶⁶(SEMARNAT)

ambiental, con una contribución de 83.0%, Metano (CH₄) 9%, Óxido de Nitrógeno (N₂O) 7% y gases Fluorados 1%⁶⁷.

Las emisiones de CO₂ han experimentado un gran crecimiento entre 1970 y 2000 a nivel mundial, durante este periodo, EUA se presentó como el mayor emisor, para el año 2000 el país generó 209.89 Toneladas métricas per cápita (Tmpc). La Unión Europea ocupan la segunda posición con una emisión de 87.18 Tmpc para el mismo año. Sin embargo, si se analiza de manera individual, la economía China ocuparía la segunda posición, ya que a lo largo del siglo pasado mostró un crecimiento importante, de generar 12.25 Tmpc en 1970 para el año 2000 ya estaba generando 48.09 Tmpc; este crecimiento se debe al proceso de aceleración económica que ha presentado en las últimas décadas, la cual es resultado del cambio en las políticas públicas que se han dado en el país a lo largo de ese periodo.

Gráfica 20 “Emisiones de CO₂” (toneladas métricas per cápita)

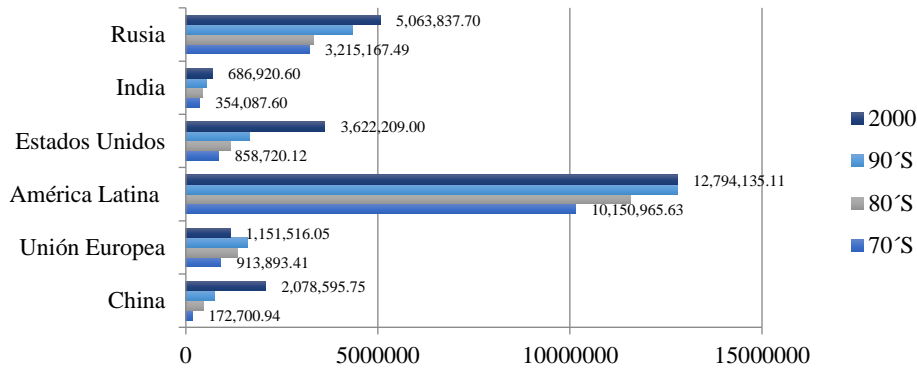


Fuente: Elaboración propia con Datos de Banco Mundial

Las emisiones de CO₂ son de los gases más contaminantes para el medio ambiente, sin embargo, no son los únicos, existen variaciones de gases contaminantes, los cuales, de acuerdo con el Banco Mundial, son agrupados como “Otras emisiones”. América Latina es la zona que concentra el mayor nivel de emisiones tóxicas a nivel mundial, esto puede ser explicado porque es la zona en donde se concentran una mayor cantidad de países en vías de desarrollo, las cantidades de GEI son altas debido a los procesos productivos llevados a cabo en dicho territorio.

⁶⁷ UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change)

Gráfica 21 “Otras Emisiones de GEI” (miles de toneladas métricas equivalentes CO2)



Fuente: Elaboración propia con Datos de Banco Mundial

Dadas las consecuencias ambientales por el uso de hidrocarburos, es necesario tomar cartas en el asunto, si bien no es posible una transición inmediata a fuentes de energía renovables, es necesario tratar de aminorar las externalidades que se seguirán generando. En este sentido, la Red de Desarrollo Sostenible (SDSN) y el Instituto para el Desarrollo Sostenible Internacional (IDDRI) por sus siglas en inglés, crearon una iniciativa para llevar a cabo una “descarbonización profunda⁶⁸”, su objetivo es “demostrar cómo los países pueden transformar sus sistemas de energía para lograr una economía baja en carbono y reducir significativamente el riesgo global de cambio climático catastrófico”⁶⁹.

Este tipo de proyectos cobran relevancia ya que proponen un proceso de descarbonización de las energías actualmente usadas (fósiles), pero sin poner en riesgo los aspectos específicos de la economía política nacional ni el desarrollo interno.

Otro problema que surge del uso de combustibles de origen fósil tiene que ver con el aprovisionamiento de estos, como son recursos no renovables, o sea que son existentes en

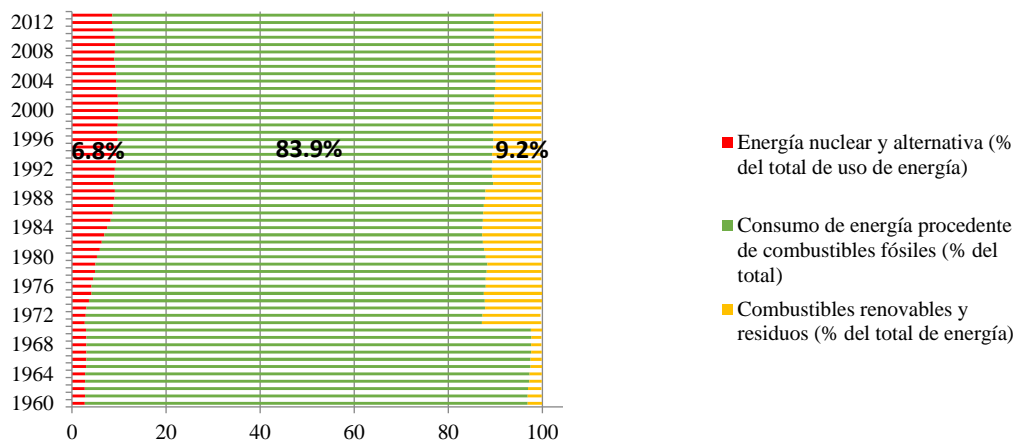
⁶⁸ El proyecto comprende actualmente 16 Equipos de Investigación de País, compuestos por Instituciones de investigación y líderes de países que representan alrededor del 70% de las emisiones globales de GEI. Estos 16 países son: Australia, Brasil, Canadá, China, Francia, Alemania, India, Indonesia, Italia, Japón, México, Rusia, Sudáfrica, Corea del Sur, El Reino Unido y los Estados Unidos.

⁶⁹ (IDDRI:2015)

cantidades fijas o bien que son consumidos mucho más rápido de lo que la naturaleza puede recrearlos, deriva que cada vez existen mayores dificultades para satisfacer la demanda energética, **a medida que aumenta la población mundial y las economías se industrializan, las fuentes de energía de origen fósil se tornarán escasas y por lo tanto su costo podría incrementar también.** El ser humano podría estar dirigiéndose a un escenario de crisis energética global, lo cual repercutiría en el crecimiento y desarrollo de las economías.

Actualmente existen otras opciones para el suministro de energía, como energía nuclear y los combustibles renovables, sin embargo, la participación de estas es muy diminuta a comparación de las de origen fósil (Gráfica 22), si bien el uso que se le ha dado a la energía nuclear y a los combustibles renovables ha tenido un crecimiento notable desde la década de los 70's, la realidad es que esa participación aún es muy pequeña. Este tipo de problemas hacen evidente que “el sector energético resulta ser crucial en la estrategia de mitigación y adaptación, hacia una economía baja en emisiones de GEI”⁷⁰.

Gráfica 22 “Principales tipos de energía a nivel mundial” (% del consumo total)



Fuente: Elaboración propia con datos de Banco Mundial

⁷⁰ (Catalán: 2012)

III.1 Tendencias regionales sobre el consumo de energía

Cada vez son más los gobiernos que comienzan a tomar acciones para combatir su dependencia de las energías de origen fósil, no obstante, dados los actuales niveles de consumo y dadas las reservas probadas que existen de hidrocarburos en el mundo, la realidad es que, en el corto plazo, los combustibles de origen fósil seguirán acaparando el mercado de los energéticos. El petróleo y el carbón como hasta ahora seguirán siendo las principales fuentes de energía de la economía mundial, por su parte, el consumo del gas natural irá incrementando, su consumo ejercerá un papel fundamental para el futuro económico de algunos países dadas las importantes reservas que poseen.

Por el lado de las energías renovables, si bien aún no tienen importante participación dentro de las preferencias energéticas de las economías, de acuerdo con la AIE, se espera que durante las próximas décadas su participación incremente en la mayor parte del mundo cabe destacar que serán las economías europeas las que presentarán los índices más altos en consumo de energías renovables.

Tabla 5 “Consumo de energía de Origen Fósil a nivel Mundial 2017”

	<i>Petróleo (Mtoe)</i>	<i>Carbón (Mtoe)</i>	<i>Gas Natural (Mtoe)</i>
<i>E.U. A</i>	913.3	332.1	635.8
<i>Unión Europea</i>	731.2	296.4	457.2
<i>Asia</i>	1643.4	2780	661.8
<i>China</i>	608.4	1892.6	206.7
<i>India</i>	222.1	424.0	46.6
<i>Japón</i>	188.3	120.5	100.7
<i>Medio Oriente</i>	420.0	8.5	461.3
<i>México</i>	82.8	9.8	80.6

Tabla 6 “Producción de energía de Origen Fósil a nivel Mundial 2017”

	<i>Petróleo (Mtoe)</i>	<i>Carbón (Mtoe)</i>	<i>Gas Natural (Mtoe)</i>
<i>E.U. A</i>	571.0	371.3	631.6
<i>Unión Europea</i>	162.6	164.6	208.0
<i>Asia</i>	375.5	2702.3	522.4
<i>China</i>	191.5	1747.2	128.3
<i>India</i>	40.4	294.2	24.5
<i>Japón</i>	-	0.8	-
<i>Medio Oriente</i>	1481.1	0.8	567.4
<i>México</i>	121.4	4.5	42.5

Fuente: Elaboración propia con datos de BP Statics Review of World 2017

III.2 Reservas probadas de hidrocarburos

Uno de los principales problemas relacionados con el uso de combustibles de origen fósil es la cantidad de recurso existente, como se sabe, existen en cantidades limitadas. Derivado de la pronta escases, se ha hecho evidente la necesidad de crear alternativas para aprovisionamiento energético seguro. Es un proceso necesario el implementar acciones debido al rápido crecimiento poblacional, el cual junto con el desarrollo económico y social han sido y seguirán siendo los principales impulsores de la demanda de energía⁷¹.

El acceso universal a la energía sigue siendo un objetivo para el futuro, en muchos países, especialmente en África y Asia, el ritmo de electrificación se encuentra rezagado ante una demanda creciente, en este sentido, es imprescindible hacer frente a este importante desafío sin más dilaciones, en particular, teniendo en cuenta el impacto que el acceso a la electricidad tiene en la vida de las personas y en su bienestar. Una transición energética cuyo objetivo sea la generación de energía a base de recursos renovables no será una acción capaz de realizarse de manera inmediata, ni si quiera en el mediano plazo, por esto, las reservas de hidrocarburos que cada país tenga seguirán siendo determinantes del desarrollo y crecimiento de sus economías.

III.2.1 Carbón

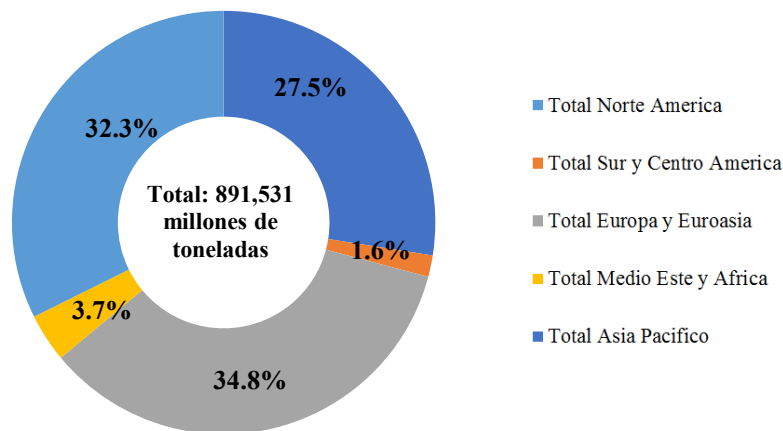
Actualmente el carbón se encuentra entre los principales recursos usados en la generación de energía y lo seguirá siendo en muchos países ya que es el combustible fósil más extendido en todo el mundo y más de 75 países tienen depósitos de carbón.⁷² La participación actual de carbón en la generación global de energía es más del 40.0%, aunque se espera que disminuya en los próximos años.

⁷¹ Recursos energéticos globales Encuesta 2013: Resumen, World Energy Council, Inglaterra 2013, Pp. 6.

⁷² Recursos energéticos globales Encuesta 2013: Resumen, World Energy Council, Inglaterra 2013, Pp. 11.

Aunque los países de la UE, y en cierta medida en América del Norte, están tratando de cambiar su consumo por fuentes alternativas de energía, las reducciones son más que compensadas por las grandes economías en desarrollo, principalmente situadas en Asia, estas son impulsadas por carbón y tienen importantes reservas de este mineral, tan sólo China utiliza actualmente tanto carbón como el resto del mundo.

Gráfica 23 “Reservas Probadas de Carbón 2016” (millones de toneladas)



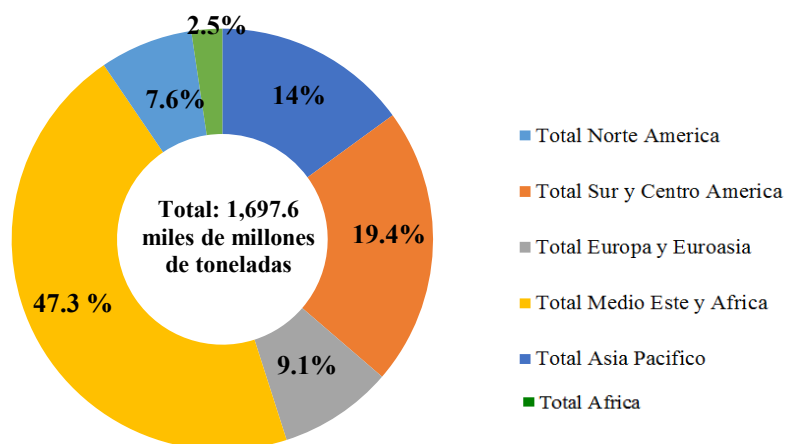
Fuente: Elaboración Propia con datos de BP Statistical Review of World Energy junio 2017.

III.2.2 Petróleo

En el caso del petróleo, derivado de las crisis económicas en las décadas de los 70's y 80's se generó un disparo enorme en el precio del petróleo, las repetidas discusiones sobre "pico del petróleo"⁷³ se apoyaron en la expectativa del mundo de quedarse sin petróleo en unas pocas décadas. No obstante, las reservas mundiales de petróleo actualmente son casi 60.0% más grandes que hace 20 años, y la producción de petróleo se ha incrementado en un 25.0%. De acuerdo con las reservas probadas en 2016, existen 1,697.6 miles de millones de toneladas del recurso, de las cuales el 47.3% pertenecen al medio este, y el 19.4% pertenece a Centro y Sur América. (Gráfica 24).

⁷³ Se llama pico o cenit del petróleo al punto a partir de cual la producción mundial de petróleo deja de crecer tras haber alcanzado su máximo, y comienza entonces a disminuir. Se continúa produciendo crudo, pero en menor cantidad cada año.

Gráfica 24 “Distribución de Reservas Probadas de Petróleo 2016” (Mt)



Fuente: Elaboración Propia con datos de BP Statistical Review of World Energy junio 2017

III.2.3 Gas Natural

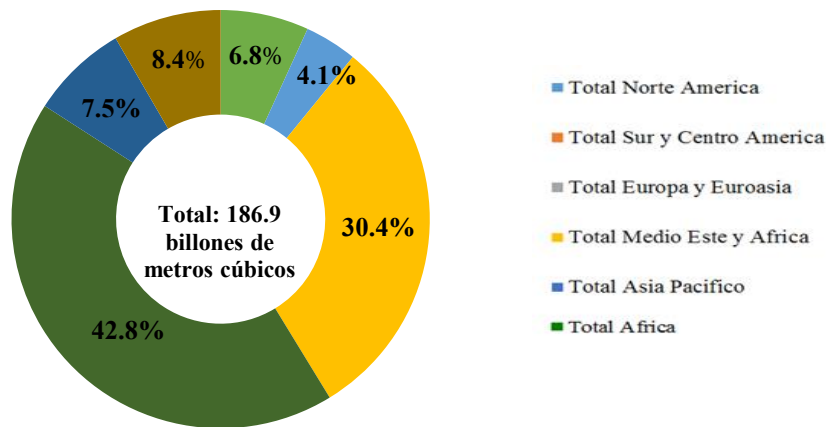
El gas natural es el tercer recurso no renovable más usado en el mundo, se tiene previsto que continuará haciendo contribuciones significativas a la economía mundial ya que además de ser el más limpio de todos los combustibles fósiles, también es abundante y flexible. Se utiliza cada vez más en las tecnologías más eficientes en generación de energía, tales como el Ciclo Combinado de Turbinas de Gas⁷⁴, con eficiencias de conversión de aproximadamente 60.0%.

Las reservas probadas del recurso han crecido en un 36.0% en las últimos dos décadas y su producción en un 61.0%, para el año 2015 los datos sobre reservas indicaban que se contaba con aproximadamente 186.9 billones de metros cúbicos, de los cuales el 42.8% pertenece al medio oriente y el 30.4% a la UE y Asia (Gráfica 25), siendo estos los mayores productores⁷⁵.

⁷⁴ Los ciclos combinados son centrales de generación de energía eléctrica en las que se transforma la energía térmica del gas natural en electricidad mediante dos ciclos consecutivos: el que corresponde a una turbina de gas convencional y el de una turbina de vapor.

⁷⁵ (BP:2017)

Gráfica 25 “Reservas Probadas de Gas Natural 2016” (billones de metros cúbicos)



Fuente: Elaboración Propia con datos de BP Statistical Review of World Energy junio 2017

III.3 Modelo de Datos Panel: Estudio Empírico del Consumo de Energía

El consumo de energía que presenta una economía puede ser analizado a partir de diversos factores, entre los más sobresalientes se encuentran “el producto y su composición estructural, el progreso técnico, la evolución de los precios relativos e incluso del estilo de vida o preferencias de los agentes económicos”⁷⁶. Para el particular caso de este modelo, en el cual se analiza el consumo de energía en diversas economías del mundo incluyendo a México., las variables consideradas son crecimiento económico, inversión y población económicamente activa. La función que se emplea para el presente modelo de datos panel se denotada:

$$ICE_{it} = \beta_0 + \beta_1 * IPIB_{it} + \beta_2 * IFBK_{it} + \beta_3 * LPA_{it} + \varepsilon_{it}$$

ICE = Consumo de Energía

IPIB = Crecimiento económico

IFBK = Inversión

PA = Población Económicamente Activa

- Consumo de Energía: El Consumo de energía está comprendido por la suma total de los combustibles de origen fósiles usado en México: petróleo, carbón, y gas natural.

⁷⁶ (Jorgenson y Wilcoxon, 1993, Mabey, Hall, Smith y Gupta, 1997 y Jorgenson, 1998)

- Producto Interno Bruto (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. Datos en US\$ a precios actuales.⁷⁷
- Inversión: Es la formación bruta de capital (anteriormente, inversión interna bruta) comprende los desembolsos en concepto de adiciones a los activos fijos de la economía más las variaciones netas en el nivel de los inventarios. Los activos fijos incluyen los mejoramientos de terrenos (cercas, zanjas, drenajes, etc.); las adquisiciones de planta, maquinaria y equipo, y la construcción de carreteras, ferrocarriles y obras afines, incluidas las escuelas, oficinas, hospitales, viviendas residenciales privadas, y los edificios comerciales e industriales. Los inventarios son las existencias de bienes que las empresas mantienen para hacer frente a fluctuaciones temporales o inesperadas de la producción o las ventas, y los “productos en elaboración”⁷⁸
- Población Económicamente Activa: La población activa total comprende a personas de 15 años o más que satisfacen la definición de la Organización Internacional del Trabajo de población económicamente activa: todas las personas que aportan trabajo para la producción de bienes y servicios durante un período específico. Incluye tanto a las personas con empleo como a las personas desempleadas⁷⁹.

III.3.1 Análisis exploratorio de Datos

Se emplearon los datos anuales de cada una de las variables, el consumo de energía (ce) es el porcentaje correspondiente del consumo total de energía procedente de combustibles fósiles, el producto interno bruto (pib) está en millones de dólares, la formación bruta de capital (fbk)

⁷⁷ Banco Mundial

⁷⁸ Idem

⁷⁹ Idem

corresponde al porcentaje del PIB y por último la población económicamente activa (pa) está en miles de millones.

Los datos estadísticos que constituyen el modelo corresponden a cinco países México, Estados Unidos de América, Japón China e India y a tres regiones la Unión Europea, Medio Oriente y Asia. Se selecciono un periodo de 26 años, el cual va de 1990 a 2016. En general, la base de datos cuenta con un total de 8 observaciones de sección cruzada y 26 observaciones de tiempo en periodicidad anual, por lo tanto, se tiene un panel balanceado y completo ya que cuenta con datos para todas las observaciones de sección cruzada y de tiempo.

III.3.2 Hechos Estilizados

El principal objetivo de ejecutar un modelo de datos panel es el identificar la presencia de heterogeneidad no observable ya sea en sección cruzada o en las series de tiempo, en este sentido, un análisis gráfico es una primera aproximación. La gráfica 26 muestra el consumo de energía que han tenido México y los demás individuos en 16 años. En términos generales, se identificaron tres situaciones principales:

En primer lugar, los países que componen la región del medio oriente y Japón presentan niveles constantes en su consumo de energía, se puede observar que su tendencia no presentó muchas variaciones, esto podría indicar que el consumo de energía en estos países de alguna manera se encuentra estancado, sin embargo, vale la pena señalar que Japón a partir de 2005 junto con México, si presentó un cambio positivo en su pendiente, lo cual indica un pequeño crecimiento, si bien Japón venía a la baja en su consumo de energía, de 2010 a 2012 dio un repunte para después estabilizarse.

El estancamiento en consumo de energía dela economía asiática, se debe al paralelo estancamiento que tiene su economía, pues el crecimiento promedio del PIB durante los últimos cinco años ha sido del 5.0%, y es que, para hacer frente a la crisis económica que vivía el país a principios de la década de los 90's, se tomaron medidas monetarias que hasta la fecha han mermado la inversión externa hacia el país, se rebajó el tipo de interés a 4.50% en 1991, posteriormente a 3.25% a principios de 1993, 1.75% a finales del mismo año y por último 0.5%

desde 1995 hasta el 2000⁸⁰; adicionalmente, la política fiscal adoptada fue altamente expansiva a partir de 1992, ya que se apoyaba en la reducción de impuestos y en un aumento del gasto público en paquetes de estímulo fiscal, en total durante la década de los 90's, Japón intentó 10 paquetes de estímulo fiscal totalizando más de 100 billones de yenes⁸¹ y cada uno fracasó en reparar la recesión, lo único que han hecho los programas de gasto es que la deuda pública exceda el 100% del PIB.

En segundo lugar, India, las economías asiáticas y principalmente China muestran una demanda totalmente creciente a lo largo de todo el periodo, este comportamiento es ocasionado por la apertura comercial que han presentado muchas economías, asimismo, este alto crecimiento económico es ocasionado por los altos niveles de población que existen en el continente; es la zona que cuenta con mayor número de población a nivel mundial⁸², lo cual a su vez ocasiona que genere un alto número de población económicamente activa.

Por último, los únicos países que presentan disminuciones en su consumo de energía son los pertenecientes a la Unión Europea. A partir del año 2000 se puede notar una demanda decreciente, esto esta correlacionado totalmente al desarrollo de energías renovables. La unión europea es la zona con mayor desarrollo de este tipo de energías a nivel mundial. En la década de 2005-2015, la proporción de energías renovables en el consumo de energía de la UE prácticamente se duplicó, pasando del 9.0 % a cerca del 17.0 %.⁸³

El abandono de los combustibles fósiles en Europa es marcado en muchos sectores, la mayor reducción entre 1990 y 2015 se observó en la producción de electricidad, de ser producida

⁸⁰ “*Análisis Económico de la crisis japonesa*”; Nicolás Zúñiga Leonseguí, Robert Andrew Robinson. Madrid 2015 Pp.30.

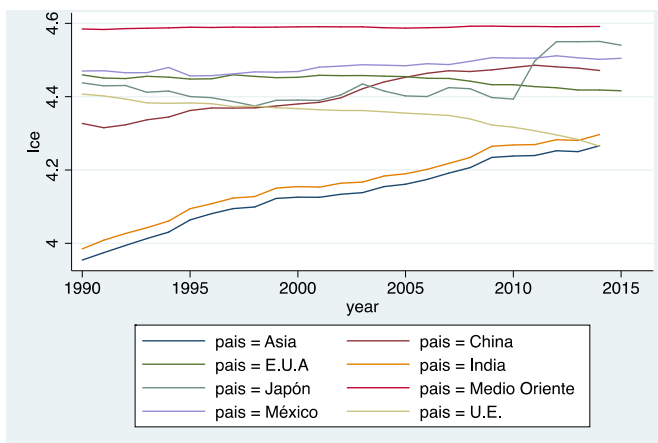
⁸¹ Equivalente en promedio a 882 miles de millones de dólares.

⁸² 4,393 millones, seguido por África 1,186 millones, América 992 millones de habitantes, Europa 738 millones y Oceanía 39 millones de habitantes. Banco Mundial

⁸³ La energía en Europa: situación actual

principalmente a partir del carbón y el lignito⁸⁴, estas fuentes fueron sustituidas por el gas natural debido principalmente al descenso de los precios del gas.

Gráfica 26 “Consumo de Energía 1990 – 2016” (% del total)



Fuente: Elaboración propia con datos de Banco Mundial

En general, si bien la mayor parte de las economías analizadas presentan una tendencia constante, lo cierto es que el análisis gráfico de los ocho individuos prevé la existencia de heterogeneidad entre ellos, esto se puede analizar también con un diagrama de dispersión entre la variable dependiente (ce) y una de las variables independientes (pib). Se puede observar que **la gráfica de dispersión está condicionada por la diferencia que existe entre cada individuo** (Gráfica 27).

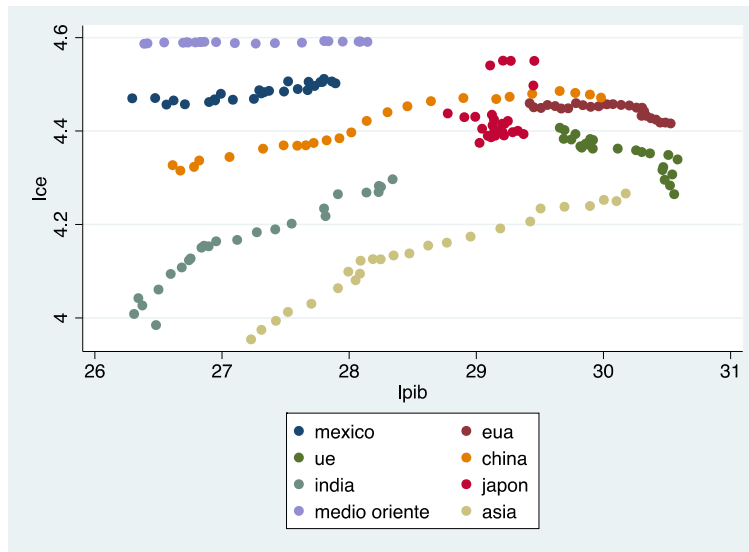
Las economías asiáticas y especialmente China e India presentan una relación lineal positiva entre las variables, esto significa que al elevarse el crecimiento económico crece también el consumo de energía. Por otro lado, se puede observar que economías como medio oriente y México no presentan relación, ya que si bien hay crecimiento en sus economías no se presentan incrementos paralelos en el consumo de energía, está permanece constante.

Por último, vale la pena acentuar dos casos significativos; uno es que EUA y las economías pertenecientes a la UE son los países que presentan una relación negativa entre las variables, existe crecimiento económico, pero son los únicos países que muestran disminución en su consumo de energía, y dos, Japón es el único país que no muestra ningún tipo de relación, la dispersión entre

⁸⁴ El lignito es un carbón mineral que se forma por compresión de la turba, convirtiéndose en una sustancia desmenuzable en la que aún se pueden reconocer algunas estructuras vegetales.

las variables se visualiza estancada en un solo punto.

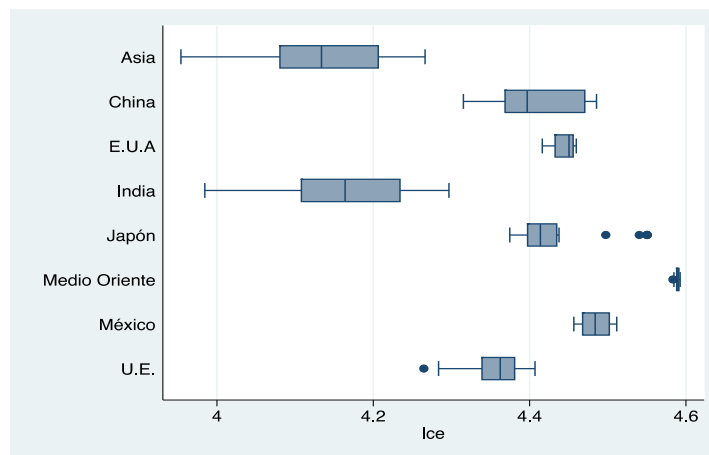
Gráfica 27 “Diagrama de dispersión consumo de energía y crecimiento económico”



Fuente: Elaboración propia con datos de Banco Mundial

Adicionalmente, **un gráfico de caja por individuos** puede constatar una vez más la heterogeneidad que existe en la muestra. A partir de un análisis intercuartil, se puede observar que en la mayor parte de las economías el consumo energético presenta simetrías positivas, esto significa que su consumo energético por lo general oscila entre los valores máximos. Sin embargo, México es el único país en donde se visualiza un consumo medio. Economías como Japón, las pertenecientes al al medio oriente y también las de la UE, arrojaron valores atípicos.

Gráfica 28 “Diagrama de caja por individuo”



Fuente: Elaboración propia con datos de Banco Mundial

El análisis gráfico no es una manera determinante de la presencia de heterogeneidad, sin embargo, si es una primera aproximación. Siguiendo esta línea y de acuerdo con lo observado se procede a aplicar la metodología de datos panel.

Uno de los supuestos principales que toma el modelo es que el consumo de energía se mantiene constante en cada uno de los países que componen la muestra, sin embargo, se tiene considerado que posiblemente este sea susceptible a la inversión, ya que se pueden estar utilizando de manera eficiente las nuevas tecnologías y esto puede influir en un aumento o disminución. De igual manera, la eficiencia en mejoras tecnológicas también puede influir de manera notable en una disminución del consumo de energía. Por último, se tiene el supuesto que existen factores característicos que afectan las decisiones de los individuos de sección cruzada, los cuales no se puede cuantificar o medir, y se cree que este problema puede estar incluido en el término de error.

III.3.3 Análisis por efectos fijos

El **Modelo 1** se trata de una estimación por mínimos cuadrados ordinarios⁸⁵ (POLS por sus siglas en inglés), los resultados obtenidos arrojaron un ajuste para el modelo de 68.0%, un ajuste un poco bajo si se considera que todas las variables resultaron con coeficientes significativos. Dado que uno de los supuestos es que está presente la heterogeneidad no observada en las unidades de sección cruzada, es decir, los factores que influyen en las respuestas de los individuos los cuales no se están midiendo, en la información debe incorporarse el componente no observado. Por otro lado, los coeficientes obtenidos en la regresión no cumplen con los signos de la teoría, dados los problemas con los estimadores por POLS hay que identificar dos correlaciones:

- i) las variables explicativas con el componente no observado, y
- ii) la variable explicativa con el término de error

En principio, se asumía como uno de los supuestos principales que todos los individuos tienen la misma pendiente en cuanto a su consumo de energía (positiva), sin embargo, a partir de una gráfica

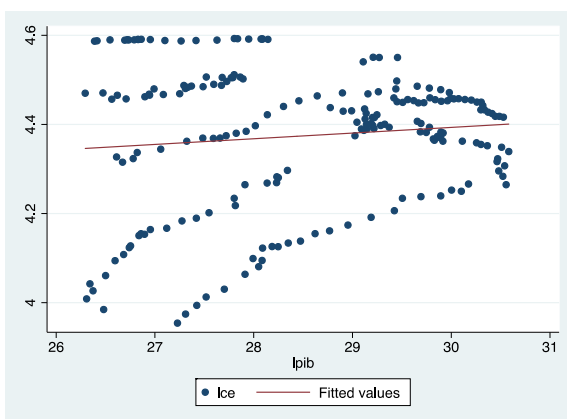
⁸⁵ El procedimiento consiste en minimizar la suma de los cuadrados de las distancias verticales entre los valores de los datos y los de la regresión estimada, es decir, minimizar la suma de los residuos al cuadrado, teniendo como residuo la diferencia entre los datos observados y los valores del modelo (Hanke y Wichem: 2006).

que muestra la recta para los ocho individuos se puede diferir del supuesto. Existen diferentes respuestas, lo cual sugiere que la estimación por POLS no necesariamente es la forma adecuada de representación de las variables, pues se concluyó que existe la presencia de heterogeneidad por lo cual se procedió a realizar una estimación más robusta que la de MCO.

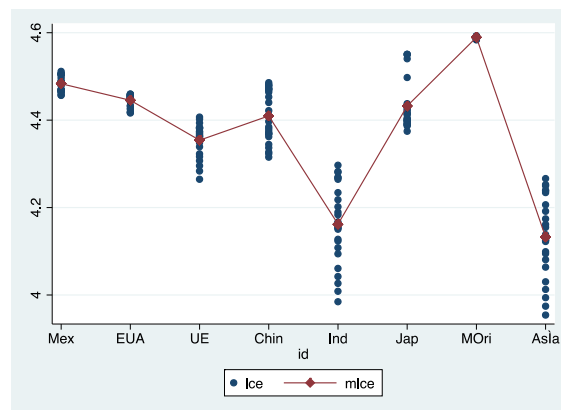
El **modelo 2** consistió en realizar una transformación a las variables a partir de obtener la media de grupos de cada variable (Mundalack); arrojó la presencia de un efecto individual o componente no observado. Sólo se obtuvieron los signos esperados en la variable de crecimiento económico y población económicamente activa, ya que mostraron una relación positiva, al incrementarse estas variables se incrementa paralelamente el consumo de energías.

La inversión por otro lado no mostró los resultados esperados ya que, por cada punto adicional en la inversión, el consumo de energía también disminuye en un 1.0 %, el efecto individual observado puede ser atribuido a la experiencia, habilidad, destreza o situación geopolítica entre otras, pues las variables no son estadísticamente significativas, sólo basta que una no lo sea, sin embargo, en este caso, ocurrió en todas, lo que se podría interpretar como heterogeneidad. El resultado final es que la estimación por media de grupos no resolvió el problema, ya que solo elimino u omitió el componente no observado.

Gráfica 29 “Diagrama de dispersión por individuo”



Gráfica 30 “Consumo de energía por media de grupos por individuo”



Fuente: Elaboración propia con datos de Banco Mundial

El **modelo 3** fue un modelo a partir de diferencias y consistió en realizar una transformación adicional a las variables, esta considera tomar las diferencias de las variables respecto a un rezago. La regresión también generó problemas, ya que aunque el crecimiento económico y la inversión son positivos ahora existen problemas con la población económicamente activa, la cual muestra una relación negativa, de acuerdo a los coeficientes obtenidos, por cada incremento del 1.0% en la población económicamente activa el consumo de energía disminuirá en un 0.08%, si bien puede haber la posibilidad de ir en contra de la teoría económica, la disminución del consumo de energía en relación con esta variable puede ser atribuible a las formas de trabajo empleado, puede tratarse de medios de trabajo en los que no se consume energía de manera importante.

Adicionalmente, en esta última estimación se generó un problema de eficiencia, razón por la cual ahora se empieza a considerar una modificación de la varianza, ya que el término de error se distribuye idénticamente independiente con media cero y varianza constante. Para identificar el componente no observado, suponemos que el componente está asociado a una variable binaria (Dummies), por lo tanto, tenemos un intercepto diferente para cada individuo, pero la pendiente de cada uno de estos será la misma.

El **modelo 4** trata de una regresión LSDV por individuos, en esta estimación, nuevamente la población económicamente activa presentó signo negativo. De acuerdo con los resultados obtenidos, un aumento del 1.0% en la población económicamente activa repercutiría en una disminución de 4.1% en el consumo de energía.

El **modelo 5** al igual que el 4, se trata de una estimación por LSDV, la diferencia es que, en este caso, en vez de tomar en cuenta los individuos se tomó al tiempo. En este modelo, adicional a la población económicamente activa, el crecimiento económico no muestra los resultados que se esperarían ya que presentó signo negativo, lo cual indica que ante incrementos en el crecimiento económico el consumo de energía disminuiría, lo cual no va en línea con la teoría económica. Con estos resultados, hasta ahora, este modelo es menos eficiente que el anterior.

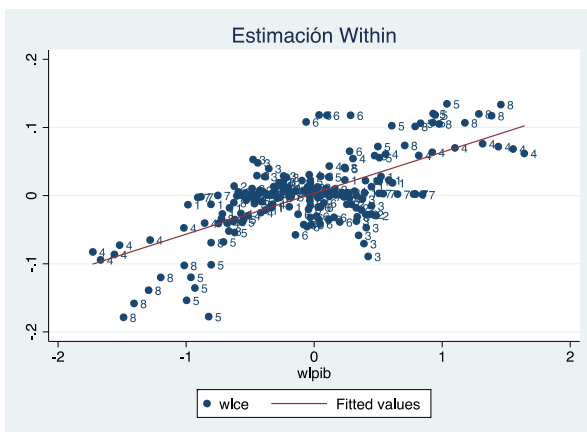
El **modelo 6** es una combinación entre los modelos 4 y 5, en este caso el LSDV es tanto por

individuos como por tiempo, aquí el crecimiento económico es positivo, la inversión presenta signo negativo, lo cual puede considerarse exitoso ya que un aumento de esta repercute en una disminución del consumo energético y esto, como se ha explicado anteriormente, puede ser explicado por las inversiones que son destinadas a mejoras tecnológicas. Por último, como en todos los casos, la población económicamente activa arroja signo negativo, lo cual aunque no va en sentido con el modelo considerando, ya que se esperaría que ante incrementos en la población económicamente activa se generará también incrementos en el consumo de energía de los países.

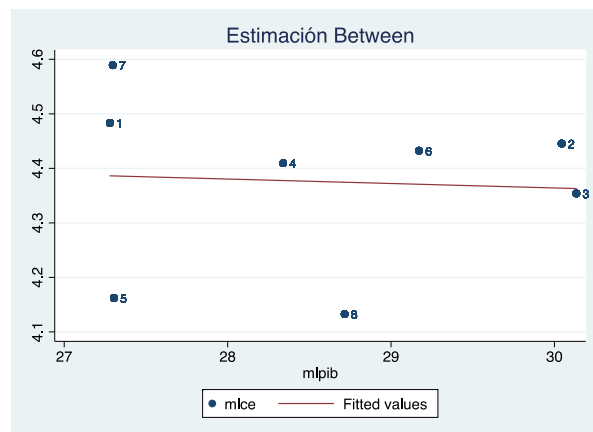
Dado que hasta ahora en las estimaciones realizadas se han mostrado disparidades entre lo esperado por parte de la teoría, se procedió a realizar dos transformaciones adicionales en las variables para realizar otras estimaciones, estas estimaciones son denominadas como *between* y *within*.

Los resultados arrojaron dos situaciones importantes, la primera es que al pasar de una estimación por MCO a *within* se observa una disminución en la dispersión de los datos (Gráfica 31), esto quiere decir que con la estimación *Within* se lograron mejores estimadores; y segunda, que la estimación por la media de grupos (*Between*) indicó que es mejor tener menos datos de tiempo, por lo tanto, se obtuvo una mejor representación reduciendo la dispersión de los datos (Gráfica 32).

Gráfica 31 “Estimación Within”



Gráfica 32 “Estimación Between”



Fuente: Elaboración propia con datos de Banco Mundial

Hasta ahora, con las estimaciones realizadas se puede sugerir que los métodos han garantizado que el estimador cumpla con dos de las propiedades para ser el mejor estimador lineal insesgado (MELI) y estas son que se ha garantizado que sea insesgado y consistente, sin embargo, sigue sin ser eficiente, de ahí que entonces surge la necesidad de realizar una nueva transformación robusta, por lo tanto se procede a una corrección de la covarianza de los errores a partir de efectos fijos, efectos fijos robusta.

Por último, el **Modelo 9** es una estimación por efectos fijos, de acuerdo con los resultados arrojados, se observó un ajuste por series de tiempo del 48.0%, entre grupos (sección cruzada) de 6.0% y por último un ajuste general para el panel de 10.5%. Por otro lado, la varianza del término individual arroja un valor del 16.0% y del aleatorio del 4.0%. En cuanto a los coeficientes, está ecuación al igual que las anteriores, no cumple con los signos esperados, el crecimiento económico presenta la relación esperada, ya que por cada incremento del 1.0% en el crecimiento económico existe también un crecimiento del 7.0% en el consumo de energía, sin embargo, la inversión al igual que la población económicamente activa presentan relación contraria; cada incremento de estas variables repercute en un descenso del 9.0% y 4.0% del consumo de energía respectivamente. Dado que bajo la hipótesis del estadístico F para los efectos individuales menciona que:

Ho: efecto individual = 0

Ha: efecto individual \neq 0

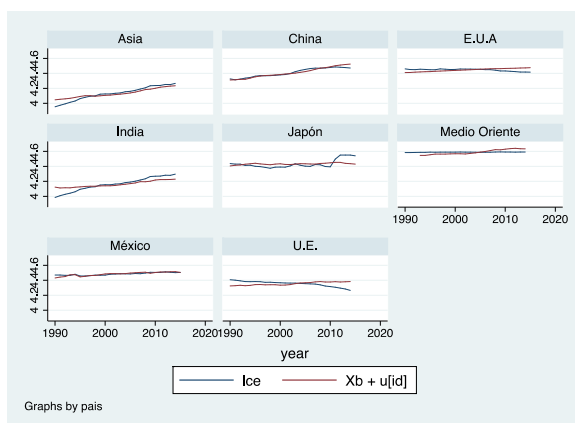
Y dado que la estimación por efectos fijos arroja una probabilidad < 0.05 , para este último modelo se rechaza la hipótesis nula, lo cual indica que los efectos individuales son estadísticamente significativos, esto es que el efecto individual está asociado a la sección cruzada, los cuales presentan una respuesta diferente la cual afecta el resultado.

Tabla 7 Cuadro de Resultados "Efectos Fijos"

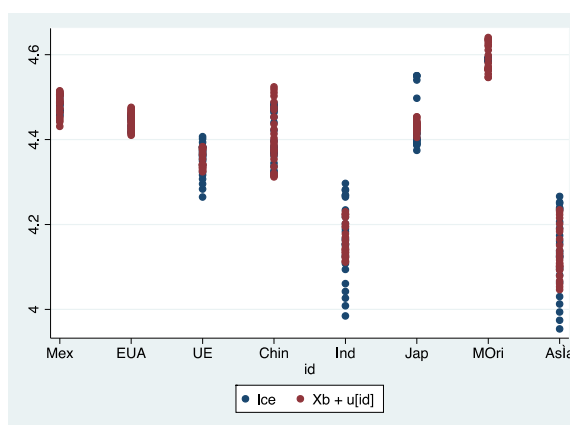
		$\beta 1$	$\beta 2$	$\beta 3$	$\beta 4$	$\beta 5$	$\beta 6$	ρ	σ_u	σ_e
Modelo 1 POLS	coeficiente	-0.1500148	0.1875018	-0.0837597	Medias de grupos					
	Std. Error	0.0131249	0.013501	0.0064785						
	t	-11.43	13.89	-12.93						
Modelo 2 Mundalack	coeficiente	0.0716093	-0.0120404	0.0009569	-0.2295526	0.1989167	-0.0846551	0.02587864	0.00666393	0.0408852
	Std. Error	0.0892775	0.0766871	0.1135425	0.1007635	0.0747395	0.1232793			
	z	0.8	-0.16	0.01	-2.28	2.66	-0.69			
Modelo 3 Primeras diferencias	coeficiente	0.0140498	0.0157231	-0.0087825						
	Std. Error	0.018892	0.0158243	0.0805287						
	t	0.74	0.99	-0.11						
Modelo 4 LSDV por individuo	coeficiente	0.0770182	-0.0097534	-0.0413905						
	Std. Error	0.026279	0.0240284	0.0411204						
	t	2.93	-0.41	-1.01						
Modelo 5 LSDV por tiempo	coeficiente	-0.1507122	0.1805684	-0.0847018						
	Std. Error	0.0135433	0.014131	0.0067243						
	t	-11.13	12.78	-12.6						
Modelo 6 LSDV por individuo y tiempo	coeficiente	0.110036	-0.0255971	-0.0239125						
	Std. Error	0.0334471	0.0281085	0.0486177						
	t	3.29	-0.91	-0.49						
Modelo 7 Between	coeficiente	-0.1592279	0.1891283	-0.0866015						
	Std. Error	0.0100339	0.0107389	0.0050564						
	t	-15.87	17.61	-17.61						
Modelo 8 Within	coeficiente	0.0753187	-0.0090742	-0.0374152						
	Std. Error	0.0257494	0.0235374	0.040058						
	t	2.93	-0.39	-0.93						
Modelo 9 Efectos fijos	coeficiente	0.0770182	-0.0097534	-0.0413905						
	Std. Error	0.026279	0.0240284	0.0411204				0.93964742	0.16132461	0.0408852
	t	2.93	-0.41	-1.01						

Con los resultados de la estimación por efectos fijos se justifica de manera estadística el uso de datos panel. La relación entre los valores estimados incluyendo el efecto individual se pueden observar en las gráficas siguientes, el efecto individual se comporta de manera constante, de ahí que aparecen líneas horizontales casi rectas al ser incluido el efecto individual a la estimación por efectos fijos para cada observación de sección cruzada, con lo anterior se denota que existe un mejor ajuste en Asia, China, Japón y México, por el contrario se puede observar que existe la presencia de un cambio estructural para la India, EU, las economías del medio oriente y las de la UE.

Gráfica 33 "Tendencia Consumo de energía por individuo y efecto individual"



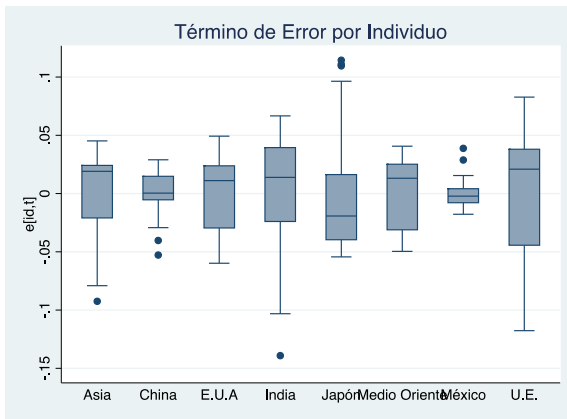
Gráfica 34 "Efecto individual por individuo"



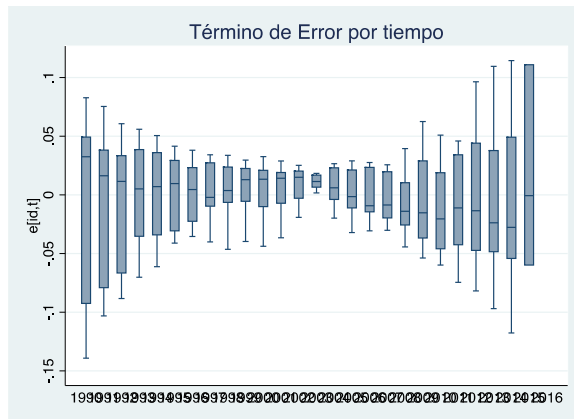
Fuente: Elaboración propia con datos de Banco Mundial

Un análisis adicional necesario es el término de error, en las siguientes gráficas se puede observar el comportamiento que tiene el término de error para cada individuo y a lo largo del periodo. En el caso de los individuos, dado que este debe estar centrado alrededor de cero, se concluye mencionando que el único país que cumple esta condición es México, no obstante, al igual que los países de Asia, China, la India y Japón, presentan datos atípicos.

Gráfica 35 “Término de Error por individuo”



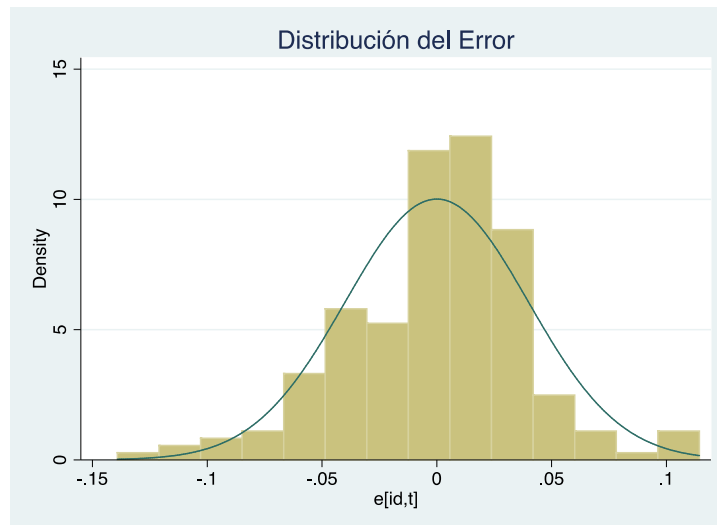
Gráfica 36 “Término de Error por tiempo”



Fuente: Elaboración propia con datos de Banco Mundial

También se hizo un análisis a partir de la distribución que tiene el término de error en la muestra, a partir de la siguiente gráfica se puede observar que el error se comporta como una leptacurtica, concentrando los datos en la media igual a cero.

Gráfica 37 “Distribución de Error”



Fuente: Elaboración propia con datos de Banco Mundial

III.3.4 Análisis por efectos aleatorios

Al inicio del modelo de datos panel se tomó el supuesto de que el consumo de energía se mantiene constante en cada uno de los países, sin embargo, es posible que este sea susceptible

a la inversión (fbk) dado que este utilizando de manera eficiente nuevas tecnologías y de ahí que pueda variar la relación del consumo disminuyendo o aumentando de forma mínima, esto correspondería a eficiencia de mejoras tecnológicas. En este sentido, las estimaciones por efectos fijos y dado que se llegó a la conclusión que los efectos individuales en el modelo están asociados a la sección cruzada, es posible que el componente no observado tenga asociada una distribución de probabilidad, lo cual sería un indicador de que no es un parámetro, sino que es aleatorio y toma diferentes valores para cada individuo el cual no cambiaría en el tiempo. Por lo tanto, se procedió a realizar estimaciones por efectos aleatorios.

$$E [ei | xit] = 0$$

$$E [u_{it} | xit, ei] = 0$$

Donde ei = efecto individual

Entonces u_{it} es el término aleatorio

$$E [ei | xit] = 0 \quad \text{No estan correlacionados}$$

En este caso, ci es el componente no observado y representa un parametro a estimar, cabe señalar que no cambia en el tiempo. Por el contrario, ei es un término aleatorio el cual es independiente, idénticamente distribuido con media cero y varianza constante. Por lo tanto, puede tomar diferentes valores para cada individuo, por ello se toma en cuenta la varianza del efecto individual. En tal caso suponemos:

$$y_{it} = \beta * x_{it} + v_{it}$$

$$v_{it} = ei + u_{it}$$

$$E [v_{it}, v_{it}] = var (e_{it}) + var (u_{it})$$

Entonces por la covarianza, la varianza del error tiene dos componentes la varianza del efecto individual y la varianza del término aleatorio.

El **Modelo 1** reporta que el PIB y la inversión presentan una relación positiva, es decir que

ante un cambio del uno por ciento del crecimiento económico la energía crecerá en 0.05 por ciento, de igual manera si hay un aumento del uno por ciento de la inversión el consumo energético será de 0.1, sin embargo, la población económicamente activa arrojó un parámetro negativo, de acuerdo a esta estimación por cada uno por ciento que aumente la población económicamente activa habrá una reducción del 0.06 por ciento en el consumo de energía.

$$Y_{it} = X_{it}' \beta + u_{it}$$

Dado que la transformación realizada esta ponderada por el parámetro theta, una vez identificado este, se pueden calcular las desviaciones y de ahí realizar las estimaciones para efectos aleatorios. Para el caso de este modelo, el **valor de theta = .9193286** tiende a 1, lo cual indica que la estimación es mejor por efectos fijos, por lo cual se procede a hacer una corrección sobre el error estándar del estimador para la cual se toma el estadístico z.

Los tres modelos siguientes se realizaron por diferentes estimaciones, el **modelo 2** fue una estimación de efectos aleatorios más robusta que la primera que fue por mínimos cuadrados ordinarios, el **modelo 3** fue una estimación por la metodología Bootstrap y por último el **modelo 4** fue una estimación por Jackknife. Para los tres casos, los coeficientes observados fueron los mismo que en la primera estimación, ante un incremento del 1.0% en el PIB, el consumo de energía incrementará en un .05%, de igual manera, ante un incremento en la inversión, el consumo aumentará en un .01%. La única variable que mostro un impacto negativo fue la población económicamente activa, la cual muestra que de incrementarse ocasionaría una disminución del .06% en el consumo de energía.

Se realizaron cuatro estimaciones adicionales, el **modelo 5** a partir de la metodología Swamy Arora, el **modelo 6** por Wallace – Hussain, el **modelo 7** por máxima verosimilitud y por último el **modelo 8** por GLS robusta. En estos últimos modelos si bien se dio una pequeña variación en los valores de los coeficientes, esta fue muy mínima. Para los últimos tres modelos se obtuvieron los mismos resultados, esto fue que ante un incremento del 1.0% en el PIB el consumo de energía se incrementará en un 6.0%, de igual manera al incrementarse la inversión, el consumo de energía se incrementará en un .02%.

Tabla 8 Cuadro de Resultados "Efectos Aleatorios"

		β_1	β_2	β_3	ρ	σ_u	σ_e
Modelo 1 Efectos aleatorios	coeficiente	0.0545668	0.0144306	-0.0680621			
	Std. Error	0.0250726	0.0233299	0.0279637	0.8544722	0.09906998	0.0408852
	z	2.18	0.62	-2.43			
Modelo 2 Efectos aleatorios robusta	coeficiente	0.0545668	0.0144306	-0.0680621			
	Std. Error	0.0790823	0.0683219	0.0562733	0.8544722	0.09906998	0.0408852
	z	0.69	0.21	-1.21			
Modelo 3 Bootstrap	coeficiente	0.0545668	0.0144306	-0.0680621			
	Std. Error	0.1201544	0.1070791	0.0591487	0.8544722	0.09906998	0.0408852
	t	0.45	0.13	-1.15			
Modelo 4 Jacknife	coeficiente	0.0545668	0.0144306	-0.0680621			
	Std. Error	0.1379766	0.1123467	0.0807854	0.8544722	0.09906998	0.0408852
	t	0.4	0.13	-0.84			
Modelo 5 Swamy-Arora	coeficiente	0.0544797	0.0145159	-0.0681066			
	Std. Error	0.0250703	0.0233286	0.0279369	0.85397785	0.09887353	0.0408852
	t	2.17	0.62	-2.44			
Modelo 6 Maxima Verosimilitud	coeficiente	0.0660419	0.0028587	-0.0599244	0.9227506	0.1403912	0.0406205
	Std. Error	0.0258743	0.0241249	0.0326344			
	z	2.55	0.12	-1.84			
Modelo 7 GLS robusta	coeficiente	0.0660419	0.0028587	-0.0599244	0.9227506	0.1403912	0.0406205
	Std. Error	0.1592804	0.1392496	0.0963089			
	t	0.41	0.02	-0.62			

III.3.5 Prueba de Hausman

Una vez estimados todos los modelos por efectos fijos y efectos aleatorios, el siguiente paso consiste en seleccionar cual es el mejor estimador para el modelo de datos panel estático elaborado, esto dependerá de la correlación que exista entre el componente de error individual y las variables dependientes, una forma de selección es a partir de la prueba de Hausman. Esta prueba analiza los β obtenidos por medio del estimador de efectos fijos y aleatorios, identificando si las diferencias entre estos son o no significativas. Esta prueba calcula su estadístico a partir de las diferencias entre los β ponderados por la varianza. Los criterios para la evaluación de la prueba son los siguientes:

Ho: Existe correlación entre los efectos individuales y las variables explicativas
Ha: No existe correlación entre los efectos individuales y las variables explicativas

En la tabla 9 se muestra el resultado arrojado por la prueba de Hausman para la selección entre efectos fijos o efectos aleatorios. La probabilidad es menor a 0.05, lo cual indica que existe correlación entre los efectos individuales y las variables explicativas del modelo, razón por la cual el mejor estimador es a partir de efectos fijos, lo cual confirma el resultado obtenido previamente.

Tabla 9 "Prueba de Hausman"

Prueba de Hausman	
Prob > chi 2	11.60 (0.0089)

III.3.6 Prueba para analizar Heteroscedasticidad

El modelo de datos panel realizado asume que los errores presentan una distribución homoscedastica, esto es que la varianza es la misma a través del tiempo y de las unidades de sección cruzada. Sin embargo, es importante considerar que, a nivel de individuos, en las gráficas fueron observadas diferentes variaciones, esto conlleva a un análisis de la matriz de varianzas y covarianzas. El análisis de la matriz omega indica que la varianza es la misma

para todos los individuos en conjunto, por lo tanto, bajo este nuevo supuesto se podría decir que a nivel individuos posiblemente existen problemas de heteroscedasticidad.

Para tener por seguro la presencia de heteroscedasticidad se procedió a aplicar la prueba estadística de Wald por grupos, la cual es exclusiva para estimaciones por efectos fijos. Los criterios para la evaluación de la prueba son los siguientes:

Ho: La varianza por individuos no cambia

Ha: La varianza por individuos es diferente

A partir de la prueba de Wald para efectos fijos, se puede observar una probabilidad de 0.0000, se acepta la hipótesis alterna, lo cual indica que la varianza a nivel de individuos es diferente, concluyendo que existe heteroscedasticidad en la estimación.

Tabla 10 "Prueba de Wald"

Prueba de Wald	
Prob > chi 2	627.19 (0.0000)

III.3.7 Prueba para analizar Autocorrelación

Adicional a las pruebas de heteroscedasticidad, otra prueba fundamental para verificar que los estimadores son MELI, es comprobar que los errores sean independientes entre si y se distribuyan con una varianza constante. Este supuesto puede ser analizado a partir la prueba de autocorrelación de Wooldridge. Los criterios para la evaluación de la prueba son los siguientes:

Ho: Los errores no están correlacionados entre si

Ha: Los errores están correlacionados

Los resultados arrojados por la prueba de Wooldridge nos muestran una probabilidad de 0.0000, con lo cual se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna. Los errores están correlacionados entre sí y no se distribuyen con una varianza contante, con lo cual se concluye que existe autocorrelación.

Tabla 11 "Prueba de Wooldridge"

Prueba de Wooldridge	
Prob > chi 2	209.481 (0.0000)

La varianza de cada uno de los individuos muestra un comportamiento diferente, esto quiere decir que no es constante como se esperaría, también surgió un problema con los errores, ya que estos no presentaron una distribución constante a lo largo del periodo analizado, lo cual quiere decir que los errores se encuentran correlacionados. En este sentido y basándose en el análisis de las pruebas estadísticas, el modelo presenta problemas de heteroscedasticidad y autocorrelación. Dados los problemas antes advertidos el modelo de datos panel elaborado, existen elementos que no observados o que no han sido considerados en los individuos, motivo por el cual se puede confirmar la presencia de heterogeneidad en el modelo.

Con base en el modelo estimado, se puede decir que al considerar una muestra de 8 individuos (países y regiones) en el periodo de 1990 a 2016, a través de un modelo de datos panel, muestra una estrecha relación entre el consumo de energía y el crecimiento económico, para todas las economías analizadas, ya que, al existir un incremento en su consumo de energía, se detona paralelamente un incremento en su PIB.

Los países con un alto ingreso son los que presentan más bajos nivel de consumo de energía, esto se comprueba con la presencia de un coeficiente negativo y estadísticamente significativo en la variable de formación bruta de capital, la cual indica la inversión en cada país, al ser economías con mayores inversiones tiene la capacidad de hacer más eficiente su consumo de energía sin poner en riesgo su crecimiento económico.

También es importante mencionar que “el progreso técnico, en el contexto de una regulación adecuada, es fundamental para reducir los niveles de contaminación”⁸⁶ ya que incluye “cambio en la combinación de combustibles, fuentes de energía alternativas, y un creciente gasto en investigación y tecnología como proporción del PIB”⁸⁷.

⁸⁶ (Anderson y Cavendish, 2001)

⁸⁷ (Komen, Gerking y Folmer, 1997)

Por último, es importante mencionar que, aunque la economía mundial seguirá siendo dependiente a los recursos de origen fósil, las economías que presentarán mayores niveles de consumo energético serán las que durante los últimos años han presentado las tasas de crecimiento más altas, tal es el caso de E.UA. y varias economías del continente asiático, principalmente China e India. Si bien la participación que tendrán las energías renovables será muy diminuta en el corto y mediano plazo, serán las economías más desarrolladas como las de la Unión Europea las que presentarán mayor uso debido a las políticas públicas implementadas en el continente, donde empieza a destacar el uso de energías de origen renovable.

Conclusiones

- I. La presente tesis determina que, si bien una transición hacia el uso de fuentes de energía limpias es lo ideal para lograr crecimiento económico a la par de un desarrollo sustentable, la realidad es que en el corto plazo no será posible dadas las altas reservas con las que aún se cuentan de hidrocarburos, y dados los altos costos que representan las energías limpias. Sin embargo, la paulatina transición que se irá dando debe ser apoyada en inversión focalizada a los sectores económicos de mayor relevancia en el país, como la industria y el transporte. Las tecnologías deben ser aplicadas al sector energético con el objetivo de mitigar las externalidades ocasionadas por el consumo energético actual, el cual cabe precisar, prevalecerá en un corto y mediano plazo.
- II. Para el caso de México, durante el periodo analizado 1988-2018, las alteraciones suscitadas en la producción petrolera, como el descenso a partir de 2004, repercutieron directamente en el crecimiento del país. Pese a la gran importancia del sector petrolero, las políticas públicas enfocadas al sector energético han sido ineficientes y retardadas, ya que aún con la creciente demanda de energía en las últimas décadas, pese al descenso en la producción petrolera, y aún con la implementación de la Reforma Energética, la cual tenía entre sus objetivos mejorar la economía familiar, la realidad es que el país continua siendo dependiente en gran medida de la importación de petrolíferos, situación que ha derivado en un alto costo para los consumidores finales.
- III. Dado que el sector transporte es la principal causa del calentamiento global en México y dado que estas pueden ir en aumento debido al incremento en el PIB per cápita, un elemento clave para llevar a cabo un proceso de descarbonización profunda será buscar reducir la demanda de transporte privado a partir de las mejoras aplicadas a las políticas públicas enfocadas a los sistemas de transporte, éstos serán pieza fundamental en el tema. También el buscar la construcción de ciudades compactadas y mejor conectadas puede generar un impacto positivo en la reducción de emisiones de CO₂.

- IV. Con el cambio en el modelo energético implementado durante el último sexenio el cual incorpora la participación de empresas petroleras extranjeras en actividades de exploración y extracción de hidrocarburos, se espera que a largo plazo la producción de hidrocarburos como el petróleo y gas natural, vuelvan a generar incrementos pese al pico presentado a partir de 2004. Derivado de lo anterior, se esperará que los precios de los derivados del petróleo tiendan a bajar su costo.
- V. La inversión juega un papel fundamental en los temas de desarrollo sustentable, ya que, al existir incrementos en la inversión destinada a las mejoras tecnológicas, se genera una mayor eficiencia en el consumo de energía de los países, el progreso técnico, en el contexto de una regulación adecuada, es fundamental para reducir los niveles de contaminación (Anderson y Cavendish, 2001).
- VI. La evidencia empírica sugiere que, bajo la teoría económica señalada, a nivel mundial, existe una relación entre el consumo de energía y el crecimiento económico de los países con altos niveles de desarrollo. El petróleo, el gas natural y el carbón son los energéticos que se consumen con mayor intensidad y generalmente se utilizan para representar el desempeño del sector energético en los países. En este sentido, si bien las economías seguirán siendo dependientes de los combustibles de origen fósil, las economías con mayores niveles de desarrollo como lo son las europeas, serán las que mostrarán los incrementos más grandes en cuanto a la producción de energías alternas como las renovables.
- VII. Dada la gran relación que existe entre el consumo de energía y crecimiento económico, la tesis demuestra que, si bien el consumo repercute directamente en el crecimiento de la economía, un papel fundamental en los temas relacionados con el sector energético y el punto en el que los gobiernos deben focalizar su atención es la eficiencia. Otro sector fundamental para la descarbonización, además del transporte es la industria. Se debe operar a altos estándares de eficiencia para optimizar el consumo de la energía, para lograr esto se debe coordinar la formación técnica y los esquemas de financiamiento (para colaborar con la adopción de tecnología), estos son pilares esenciales si se quiere generar crecimiento económico.

Recomendaciones

La implementación de mejoras tecnológicas en el sector energético es indispensable para el crecimiento económico del país. Si bien una transición energética del modelo actual hacia un modelo basado en energías de origen renovable no será posible en el corto o en mediano plazo, el gobierno jugará un papel fundamental en la búsqueda de crecimiento y desarrollo sustentable. Debe priorizar las políticas públicas en temas de energía, además, éstas deben focalizarse en un proceso de descarbonización, con el objetivo de buscar incrementar la producción reduciendo al mismo tiempo la intensidad energética, en otras palabras, se debe buscar producir más con el mismo consumo de energía.

Las políticas públicas, además, deben ser planificadas objetivamente, considerando los efectos que pueden ser ocasionados en el corto y largo plazo, ya que las implicaciones sociales y ambientales actualmente han repercutido directamente en el desarrollo de la sociedad. El problema ambiental no se reduce a la evolución del crecimiento económico, sino que debe considerarse el papel de los mercados, la innovación tecnológica y las regulaciones ambientales.

Las innovaciones tecnológicas no pueden ser absorbidas en general por el estado, por lo cual, se debe promover la inversión del sector privado. Una transición a energías renovables representa demasiados costos, sin embargo, el desarrollo de tecnologías capaces de aminorar las externalidades ocasionadas por el uso de recursos no renovables como la electrificación de sistemas de transporte o la adopción de las tecnologías y prácticas de captación de dióxido de carbono en el sector industrial, son válidas y son alternativas para comenzar un proceso de descarbonización, éstos temas jugarán un papel fundamental para el país en temas ambientales y de salud.

En el mismo sentido y tomando en consideración que de los sectores que componen la actividad económica en México, el transporte (aún por encima de la industria) es el que presenta mayor consumo de energía y a la vez, es el sector con mayor grado de emisiones de gases de efecto invernadero, resulta indispensable recalcar la necesidad urgente de mejoras

en transporte público. La mejora en dicho sector debe lograr desincentivar el uso del automóvil privado. En esta línea, también vale la pena recalcar que existe una necesidad creciente por la mejora en temas de urbanización, ciudades más compactas y mejores conectadas pueden aminorar el deterioro ambiental suscitado por el uso del transporte, además, las empresas y el estado deberían apostar por el trabajo en casa, también puede considerarse una forma de mitigación.

Por último, es inevitable considerar que los altos precios de los petrolíferos, son consecuencia del alto volumen de importación de petrolíferos, la autora considera que si bien la inserción de mecanismo internos en el país capaces de garantizar el abastecimiento del producto como lo es la construcción de un mayor número de refinerías podría preocupar debido a las posibles externalidades ambientales, la realidad es que la economía mexicana no puede seguir siendo dependiente de la importación del producto. Sin embargo, los proyectos del gobierno federal conllevan altos niveles de inversión incapaces de garantizar una reducción de costos en los petrolíferos, además de que esto iría en contra de la búsqueda de mejoras ambientales, ya que una reducción de precios en los combustibles incentiva el uso del automóvil y no colabora con reducción de GEI.

Anexos

La Reforma Energética

La Reforma Energética es un paso decidido rumbo a la modernización del sector energético de nuestro país, sin privatizar las empresas públicas dedicadas a la producción y al aprovechamiento de los hidrocarburos y de la electricidad. La Reforma Energética, tanto constitucional como a nivel legislación secundarias, surge del estudio y valoración de las distintas iniciativas presentadas por los partidos políticos representados en el Congreso. La Reforma Energética tiene los siguientes objetivos y premisas fundamentales:

1. Mantener la propiedad de la Nación sobre los hidrocarburos que se encuentran en el subsuelo.
2. Modernizar y fortalecer, sin privatizar, a Petróleos Mexicanos (Pemex) y a la Comisión Federal de Electricidad (CFE) como Empresas Productivas del Estado, 100% públicas y 100% mexicanas.
3. Reducir la exposición del país a los riesgos financieros, geológicos y ambientales en las actividades de exploración y extracción de petróleo y gas natural.
4. Permitir que la Nación ejerza, de manera exclusiva, la planeación y control del Sistema Eléctrico Nacional, en beneficio de un sistema competitivo que permita reducir los precios de la energía eléctrica.
5. Atraer mayor inversión al sector energético mexicano para impulsar el desarrollo del país.
6. Contar con un mayor abasto de energéticos a mejores precios.
7. Garantizar estándares internacionales de eficiencia, calidad y confiabilidad de suministro energético, así como transparencia y rendición de cuentas en las distintas actividades de la industria energética.
8. Combatir de manera efectiva la corrupción en el sector energético.
9. Fortalecer la administración de los ingresos petroleros e impulsar el ahorro de largo plazo en beneficio de las futuras generaciones.
10. Impulsar el desarrollo, con responsabilidad social y ambiental.

Estos objetivos se verán traducidos en beneficios concretos para los mexicanos:

1. Bajar las tarifas eléctricas y bajar el precio del gas natural.
2. Lograr tasas de restitución de reservas probadas de petróleo y gas natural superiores a 100%.

3. Aumentar la producción de petróleo de 2.5 millones de barriles diarios que se producen actualmente, a 3 millones de barriles en 2018, y a 3.5 millones en 2025, asimismo aumentar la producción de gas natural de los 5 mil 700 millones de pies cúbicos diarios producidos actualmente a 8 mil millones en 2018 y a 10 mil 400 millones en 2025.
4. Generar cerca de un punto porcentual más de crecimiento económico en 2018 y aproximadamente 2 puntos porcentuales más para 2025. 5. Crear cerca de medio millón de empleos adicionales en este sexenio, llegando a 2 millones y medio de empleos en 2025.
5. Sustituir las centrales eléctricas más contaminantes con tecnologías limpias y fomentar la utilización de gas natural en la generación eléctrica.

La Reforma Energética a Nivel Constitucional

•En el Artículo 27 Constitucional:

- Se reafirma la propiedad inalienable e imprescriptible de la Nación sobre los hidrocarburos en el subsuelo y la prohibición expresa de otorgar concesiones para exploración y extracción.
- Se establece la posibilidad de que la Nación otorgue asignaciones o contratos a Pemex e incorpora también la posibilidad de otorgar contratos a empresas privadas. Esto permitirá poner en producción yacimientos de hidrocarburos que en la actualidad se encuentran ociosos por falta de inversión, de capacidad de ejecución y de tecnología.
- Se establece que la propiedad de la Nación sobre los hidrocarburos en el subsuelo deberá afirmarse en las asignaciones o contratos.

En el Artículo 28 Constitucional se establece que la exploración y extracción de petróleo y gas son actividades estratégicas.

- La reforma constitucional establece que la ley regulará las modalidades de contraprestación por las actividades de exploración y extracción de petróleo y gas natural, incluyendo contratos de utilidad o de producción compartida,

de licencia o de servicios. El Estado definirá el tipo de contrato que más convenga al país y escogerá la modalidad de contraprestación para lograr el mayor beneficio para el desarrollo de largo plazo del país.

- Toda la información de los contratos estará disponible para todos los mexicanos.
- Pemex y los particulares podrán reportar a inversionistas y reguladores, así como al público en general, los proyectos que desarrollen en México y los beneficios esperados, siempre y cuando se afirme en las asignaciones o contratos que el petróleo, el gas natural y los demás hidrocarburos que se encuentren en el subsuelo pertenecen únicamente a México y a los mexicanos.
- Se mantendrá y fortalecerá el papel estratégico de Pemex en la industria petrolera. Mediante la “Ronda Cero”, Pemex podrá elegir aquellos campos en producción y aquellas áreas en exploración que tengan interés en operar y donde demuestre tener capacidad técnica, financiera y de ejecución para desarrollarlos en forma eficiente y competitiva y podrá migrarlas hacia un esquema de contratos, con los que podrá acceder a mejores condiciones fiscales.
- Dada la relevancia que las actividades petroleras revisten para el desarrollo nacional, la reforma constitucional establece que todas las actividades de exploración y extracción de petróleo y de gas natural son de interés social y de orden público.
- La reforma constitucional fortalece las instituciones del Estado en materia de exploración y explotación de petróleo y gas natural, ya que distribuye eficientemente las de responsabilidades y facultades:

c) La Secretaría de Energía se mantiene como la cabeza del sector y tiene entre sus principales facultades: i) definir la política energética, ii) adjudicar asignaciones a Pemex y iii) seleccionar las áreas que podrán ser objeto de contratos para la exploración y extracción de petróleo y gas natural. La Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) será un Órgano Regulador Coordinado, con personalidad jurídica propia, autonomía técnica y de gestión y autosuficiencia presupuestaria.

d) La Comisión Nacional de Hidrocarburos será la encargada de i) recopilar la información geológica y operativa; ii) autorizar trabajos de reconocimiento y exploración superficial; y iii) llevar a cabo las licitaciones y asignar contratos de exploración y extracción de gas natural y petróleo, de suscribirlos y administrarlos de manera técnica.

Base de Datos

individuo	País	Periodo	PIB (US)	Consumo de energía	Población Activa	Formación Bruta de Capital
1	México	1990	2.6271E+11	87.3533382	30409942	60795285501
1	México	1991	3.14454E+11	87.4053059	31461100	73357691492
1	México	1992	3.63609E+11	86.9501379	32765288	84690527319
1	México	1993	5.03963E+11	86.9718457	34139141	95105854410
1	México	1994	5.27319E+11	88.198442	35036383	1.03244E+11
1	México	1995	3.43793E+11	86.1862977	35889131	58190660342
1	México	1996	3.97404E+11	86.2438697	36806954	75357699292
1	México	1997	4.80555E+11	86.6588176	38548729	94091437772
1	México	1998	5.0201E+11	87.1615478	39290228	1.08698E+11
1	México	1999	5.7946E+11	87.0944395	39625843	1.27028E+11
1	México	2000	6.83648E+11	87.249532	40336551	1.53858E+11
1	México	2001	7.24704E+11	88.2788562	40703546	1.51677E+11
1	México	2002	7.4156E+11	88.5223925	41578414	1.4812E+11
1	México	2003	7.13284E+11	88.8788877	41975250	1.56113E+11
1	México	2004	7.70268E+11	88.7601844	43720766	1.74506E+11
1	México	2005	8.66346E+11	88.6381757	44833107	1.92945E+11
1	México	2006	9.65281E+11	89.1073508	46406199	2.26913E+11
1	México	2007	1.04347E+12	88.9004847	47576210	2.44088E+11
1	México	2008	1.10128E+12	89.695292	48488083	2.69111E+11
1	México	2009	8.94949E+11	90.5794907	49561496	2.05005E+11
1	México	2010	1.05113E+12	90.495089	50543143	2.31837E+11
1	México	2011	1.17119E+12	90.4646097	51691522	2.60706E+11
1	México	2012	1.1866E+12	91.0569958	53380887	2.73523E+11
1	México	2013	1.26198E+12	90.5710454	54293385	2.73389E+11
1	México	2014	1.29846E+12	90.1982286	54836337	2.80478E+11
1	México	2015	1.15226E+12	90.445583	56018599	2.63896E+11
1	México	2016	1.04692E+12		56991018	2.4342E+11
2	E.U. A	1990	5.97959E+12	86.4378383	127940053	1.26927E+12
2	E.U. A	1991	6.17404E+12	85.6947378	128696047	1.23883E+12
2	E.U. A	1992	6.5393E+12	85.5748223	130848408	1.2928E+12
2	E.U. A	1993	6.87872E+12	86.1179648	132278225	1.3779E+12
2	E.U. A	1994	7.30876E+12	85.9121291	134617308	1.48687E+12
2	E.U. A	1995	7.66406E+12	85.469336	136502967	1.59399E+12
2	E.U. A	1996	8.1002E+12	85.5100613	138421687	1.72121E+12
2	E.U. A	1997	8.60852E+12	86.4564944	140843160	1.8542E+12
2	E.U. A	1998	9.08917E+12	86.0865943	142835576	2.01301E+12
2	E.U. A	1999	9.66062E+12	85.784601	144821095	2.19184E+12

individuo	País	Periodo	PIB (US)	Consumo de energía	Población Activa	Formación Bruta de Capital
2	E.U. A	2000	1.02848E+13	85.8808305	146767633	2.36947E+12
2	E.U. A	2001	1.06218E+13	86.3459809	147741175	2.38055E+12
2	E.U. A	2002	1.09775E+13	86.2490844	148569048	2.35006E+12
2	E.U. A	2003	1.15107E+13	86.2783854	149184806	2.47392E+12
2	E.U. A	2004	1.22749E+13	86.1243129	150259265	2.70128E+12
2	E.U. A	2005	1.30937E+13	86.0185354	152118265	2.98117E+12
2	E.U. A	2006	1.38559E+13	85.6264725	153993286	3.16602E+12
2	E.U. A	2007	1.44776E+13	85.6147052	155293472	3.2015E+12
2	E.U. A	2008	1.47186E+13	84.9682217	157089033	3.09144E+12
2	E.U. A	2009	1.44187E+13	84.1542537	157204844	2.67271E+12
2	E.U. A	2010	1.49644E+13	84.1505881	157021140	2.69111E+12
2	E.U. A	2011	1.55179E+13	83.7140528	157140197	2.836E+12
2	E.U. A	2012	1.61553E+13	83.4582535	158430696	3.06435E+12
2	E.U. A	2013	1.66915E+13	82.9405097	158992318	3.20622E+12
2	E.U. A	2014	1.73931E+13	82.9347502	159770001	3.43277E+12
2	E.U. A	2015	1.81207E+13	82.7764372	160767760	3.58976E+12
2	E.U. A	2016	1.86245E+13		162637713	3.63186E+12
3	U.E.	1990	7.57912E+12	82.0184945	221984225	1.80935E+12
3	U.E.	1991	7.86571E+12	81.6186011	223531937	1.81717E+12
3	U.E.	1992	8.57112E+12	80.9274364	222879929	1.91591E+12
3	U.E.	1993	7.81548E+12	80.0988736	222553394	1.64647E+12
3	U.E.	1994	8.29916E+12	79.9886454	222924416	1.74679E+12
3	U.E.	1995	9.62642E+12	80.0635696	222884412	2.01913E+12
3	U.E.	1996	9.84135E+12	79.8990616	223323176	2.06073E+12
3	U.E.	1997	9.28952E+12	79.2772862	224272405	1.91927E+12
3	U.E.	1998	9.60557E+12	79.3878336	225361674	2.02779E+12
3	U.E.	1999	9.59085E+12	79.0184035	227231598	2.06509E+12
3	U.E.	2000	8.91244E+12	78.8278518	228526779	1.94549E+12
3	U.E.	2001	9.00986E+12	78.6032487	228855289	1.92852E+12
3	U.E.	2002	9.82271E+12	78.4432486	229848244	2.04878E+12
3	U.E.	2003	1.19572E+13	78.4415308	231914461	2.48142E+12
3	U.E.	2004	1.38067E+13	78.1586952	233658817	2.87672E+12
3	U.E.	2005	1.44412E+13	77.8663008	236322716	3.05943E+12
3	U.E.	2006	1.54054E+13	77.6404094	238403152	3.36726E+12
3	U.E.	2007	1.77958E+13	77.3800599	240168759	3.99525E+12
3	U.E.	2008	1.91367E+13	76.6393801	242270630	4.28831E+12
3	U.E.	2009	1.71015E+13	75.4013478	243012678	3.50245E+12
3	U.E.	2010	1.69927E+13	74.9297541	243665410	3.4018E+12
3	U.E.	2011	1.83526E+13	74.220953	243149208	3.69483E+12

individuo	País	Periodo	PIB (US)	Consumo de energía	Población Activa	Formación Bruta de Capital
3	U.E.	2012	1.72902E+13	73.3783516	244765363	3.40258E+12
3	U.E.	2013	1.80269E+13	72.4925741	245571746	3.46363E+12
3	U.E.	2014	1.86324E+13	71.1450451	246511735	3.60682E+12
3	U.E.	2015	1.64107E+13		247109915	3.19499E+12
3	U.E.	2016	1.64873E+13		248528956	3.26268E+12
4	China	1990	3.60858E+11	75.7091607	639940777	88643552080
4	China	1991	3.83373E+11	74.8319676	648165078	1.00955E+11
4	China	1992	4.26916E+11	75.4319836	658133107	1.32825E+11
4	China	1993	4.44731E+11	76.4687873	668968036	1.69229E+11
4	China	1994	5.64325E+11	77.0450401	679288257	1.99426E+11
4	China	1995	7.34548E+11	78.4278584	688172429	2.43781E+11
4	China	1996	8.63747E+11	78.9858756	700455385	2.80481E+11
4	China	1997	9.61604E+11	78.9351142	709661012	3.05956E+11
4	China	1998	1.02904E+12	78.9940359	717194611	3.47277E+11
4	China	1999	1.094E+12	79.4000084	725253321	3.6531E+11
4	China	2000	1.21135E+12	79.8413558	734852598	4.05002E+11
4	China	2001	1.3394E+12	80.1974023	740671632	4.59871E+11
4	China	2002	1.47055E+12	81.2021252	747357274	5.2914E+11
4	China	2003	1.66029E+12	83.2297577	754391191	6.5198E+11
4	China	2004	1.95535E+12	84.7964547	760819579	7.9342E+11
4	China	2005	2.28597E+12	85.872736	766356401	9.2515E+11
4	China	2006	2.75213E+12	86.8283422	770372410	1.09393E+12
4	China	2007	3.55218E+12	87.4078573	774185758	1.3809E+12
4	China	2008	4.59821E+12	87.2240518	777396382	1.8421E+12
4	China	2009	5.10995E+12	87.6356947	779406536	2.29432E+12
4	China	2010	6.10062E+12	88.1987241	779951535	2.74474E+12
4	China	2011	7.57255E+12	88.7321781	782572261	3.39969E+12
4	China	2012	8.56055E+12	88.3609093	784497000	3.87499E+12
4	China	2013	9.60722E+12	88.0558601	785762067	4.37271E+12
4	China	2014	1.04824E+13	87.4807627	786598346	4.72138E+12
4	China	2015	1.10647E+13		787109802	4.84148E+12
4	China	2016	1.11991E+13		787086139	4.79963E+12
5	India	1990	3.16697E+11	53.7639597	327611171	81530266663
5	India	1991	2.66502E+11	55.0634924	335307428	65154286562
5	India	1992	2.84364E+11	56.0702824	343350822	70586657185
5	India	1993	2.7557E+11	56.9568336	351839869	63958613060
5	India	1994	3.2291E+11	58.01455	360945118	76233133914
5	India	1995	3.55476E+11	59.9879419	368223997	92384879392
5	India	1996	3.87656E+11	60.8251558	375264864	96819372220

individuo	País	Periodo	PIB (US)	Consumo de energía	Población Activa	Formación Bruta de Capital
5	India	1997	4.1032E+11	61.7732902	382545481	1.05008E+11
5	India	1998	4.15731E+11	62.0158177	390042095	1.06383E+11
5	India	1999	4.527E+11	63.4604002	397712876	1.17186E+11
5	India	2000	4.62147E+11	63.7273945	405518817	1.1357E+11
5	India	2001	4.78965E+11	63.6479663	417004004	1.29668E+11
5	India	2002	5.08069E+11	64.3292058	428865130	1.30115E+11
5	India	2003	5.99593E+11	64.5192394	441047175	1.59033E+11
5	India	2004	6.99689E+11	65.5837437	453489591	2.17107E+11
5	India	2005	8.08901E+11	65.9898036	466154153	2.65126E+11
5	India	2006	9.20317E+11	66.8058913	467169479	3.11156E+11
5	India	2007	1.20111E+12	67.8832307	468123348	4.27239E+11
5	India	2008	1.18695E+12	69.0051216	469003857	4.1486E+11
5	India	2009	1.32394E+12	71.1434979	469826457	4.54006E+11
5	India	2010	1.65662E+12	71.4046952	470609097	5.53541E+11
5	India	2011	1.82305E+12	71.4717185	473680568	6.25551E+11
5	India	2012	1.82764E+12	72.4190795	476798401	6.11106E+11
5	India	2013	1.85672E+12	72.2801373	485904663	5.81076E+11
5	India	2014	2.03539E+12	73.4634162	494960467	6.18844E+11
5	India	2015	2.08987E+12		503832494	6.11406E+11
5	India	2016	2.26379E+12		512767339	6.13918E+11
6	Japón	1990	3.13997E+12	84.5758113	63873046	1.04904E+12
6	Japón	1991	3.57814E+12	83.898647	65025744	1.18128E+12
6	Japón	1992	3.89783E+12	83.9678052	65844811	1.2374E+12
6	Japón	1993	4.46657E+12	82.4467161	66169981	1.36323E+12
6	Japón	1994	4.90704E+12	82.7056518	66492577	1.44812E+12
6	Japón	1995	5.44912E+12	81.484655	66839823	1.60984E+12
6	Japón	1996	4.83371E+12	81.2397929	67366127	1.46946E+12
6	Japón	1997	4.41473E+12	80.3714569	67975965	1.29834E+12
6	Japón	1998	4.03251E+12	79.4091964	68028511	1.13705E+12
6	Japón	1999	4.56208E+12	80.6311359	67824431	1.2697E+12
6	Japón	2000	4.88752E+12	80.6919129	67670439	1.33844E+12
6	Japón	2001	4.30354E+12	80.6139033	67597135	1.1424E+12
6	Japón	2002	4.11512E+12	81.850067	67157523	1.03002E+12
6	Japón	2003	4.44566E+12	84.325576	67069236	1.0876E+12
6	Japón	2004	4.81515E+12	82.7215947	66717861	1.1581E+12
6	Japón	2005	4.75541E+12	81.6258538	66739484	1.16988E+12
6	Japón	2006	4.53038E+12	81.4738057	66800469	1.1198E+12
6	Japón	2007	4.51526E+12	83.4988382	67142130	1.08898E+12
6	Japón	2008	5.03791E+12	83.2215065	67091931	1.2072E+12

individuo	País	Periodo	PIB (US)	Consumo de energía	Población Activa	Formación Bruta de Capital
6	Japón	2009	5.23138E+12	81.2471592	66914881	1.16981E+12
6	Japón	2010	5.7001E+12	80.9269509	66665009	1.21582E+12
6	Japón	2011	6.15746E+12	89.7827809	65970890	1.34872E+12
6	Japón	2012	6.20321E+12	94.641258	65649967	1.39071E+12
6	Japón	2013	5.15572E+12	94.6481582	65993279	1.20273E+12
6	Japón	2014	4.84873E+12	94.6833646	66182585	1.16039E+12
6	Japón	2015	4.38308E+12	93.7230094	66363290	1.02695E+12
6	Japón	2016	4.94016E+12		66844110	1.14346E+12
7	Medio Oriente	1990		97.9696841	70208091	
7	Medio Oriente	1991		97.8480834	72274735	
7	Medio Oriente	1992		98.0766664	73529837	
7	Medio Oriente	1993	2.88738E+11	98.1685318	75860061	1.42802E+11
7	Medio Oriente	1994	2.96103E+11	98.2557713	78441743	1.42827E+11
7	Medio Oriente	1995	3.3762E+11	98.4495749	81160405	1.59485E+11
7	Medio Oriente	1996	3.91919E+11	98.3876098	83107655	1.81979E+11
7	Medio Oriente	1997	4.02271E+11	98.485884	85511489	1.85252E+11
7	Medio Oriente	1998	4.08028E+11	98.4447114	87886069	1.92178E+11
7	Medio Oriente	1999	4.31557E+11	98.4590525	91495067	1.93517E+11
7	Medio Oriente	2000	4.47298E+11	98.5527593	94573218	1.96317E+11
7	Medio Oriente	2001	4.63334E+11	98.5824383	97428547	2.09714E+11
7	Medio Oriente	2002	4.50128E+11	98.5442213	100361474	2.08794E+11
7	Medio Oriente	2003	5.07822E+11	98.5268606	104204550	2.33082E+11
7	Medio Oriente	2004	5.8862E+11	98.3107115	108164979	2.71732E+11
7	Medio Oriente	2005	6.93624E+11	98.2131256	112528443	3.22317E+11
7	Medio Oriente	2006	8.06509E+11	98.308583	115823918	3.82653E+11
7	Medio Oriente	2007	9.97382E+11	98.4084936	119782411	5.02389E+11
7	Medio Oriente	2008	1.22877E+12	98.7090695	122707635	6.4612E+11
7	Medio Oriente	2009	1.18867E+12	98.7500432	126607485	6.10859E+11
7	Medio Oriente	2010	1.37462E+12	98.6354134	130293257	6.83402E+11
7	Medio Oriente	2011	1.55806E+12	98.6427648	133035984	7.59268E+11
7	Medio Oriente	2012	1.67027E+12	98.5703331	135955499	8.16068E+11
7	Medio Oriente	2013	1.57907E+12	98.6259152	139060544	8.16482E+11
7	Medio Oriente	2014	1.5787E+12	98.653123	140682782	8.63551E+11
7	Medio Oriente	2015	1.42909E+12		143938348	7.99527E+11
7	Medio Oriente	2016	1.44024E+12		147400160	7.57717E+11
8	Asia	1990	6.68504E+11	52.1472592	413317903	96493061556
8	Asia	1991	7.25602E+11	53.2204308	423094283	81506298904
8	Asia	1992	8.12929E+11	54.263897	433485120	88568868554
8	Asia	1993	8.93591E+11	55.2981946	444487175	83652155375
8	Asia	1994	1.07406E+12	56.2734583	456792098	96279671803
8	Asia	1995	1.32459E+12	58.1854937	466056667	1.14886E+11
8	Asia	1996	1.52112E+12	59.1870943	476412937	1.22437E+11
8	Asia	1997	1.57429E+12	60.0200354	487120930	1.31168E+11
8	Asia	1998	1.43625E+12	60.2817799	498095035	1.32517E+11
8	Asia	1999	1.58215E+12	61.7083558	508927260	1.43625E+11

individuo	País	Periodo	PIB (US)	Consumo de energía	Población Activa	Formación Bruta de Capital
8	Asia	2000	1.74217E+12	61.9231658	520172528	1.44485E+11
8	Asia	2001	1.85264E+12	61.8991414	534696636	1.59617E+11
8	Asia	2002	2.05162E+12	62.410836	549834365	1.59986E+11
8	Asia	2003	2.32306E+12	62.6810307	565838810	1.92835E+11
8	Asia	2004	2.69268E+12	63.7370612	582098276	2.55909E+11
8	Asia	2005	3.11803E+12	64.1418298	598971798	3.11605E+11
8	Asia	2006	3.75626E+12	64.9771359	603883486	3.65615E+11
8	Asia	2007	4.74907E+12	66.119215	607267980	4.87278E+11
8	Asia	2008	6.00915E+12	67.1116186	610661538	4.84794E+11
8	Asia	2009	6.51868E+12	69.0062968	614934336	5.23758E+11
8	Asia	2010	7.86401E+12	69.2625802	616257617	6.30477E+11
8	Asia	2011	9.61208E+12	69.3753686	622567269	7.13698E+11
8	Asia	2012	1.07234E+13	70.2848952	629447557	7.0821E+11
8	Asia	2013	1.18379E+13	70.1034217	642878020	6.85689E+11
8	Asia	2014	1.27295E+13	71.2535452	655326059	7.32329E+11
8	Asia	2015	1.32427E+13		669026828	7.38899E+11
8	Asia	2016	1.34865E+13		683015968	7.52424E+11

Regresiones y Pruebas del modelo

POLS						
. reg lce lpib lfbk lpa						
Source	SS	df	MS	Number of obs = 200		
Model	3.28197197	3	1.09399066	F(3, 196) = 142.69		
Residual	1.50267761	196	.007666722	Prob > F = 0.0000		
Total	4.78464958	199	.024043465	R-squared = 0.6859		
				Adj R-squared = 0.6811		
				Root MSE = .08756		
lce	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lpib	-.1500148	.0131249	-11.43	0.000	-.175899	-.1241307
lfbk	.1875018	.013501	13.89	0.000	.160876	.2141277
lpa	-.0837597	.0064785	-12.93	0.000	-.0965363	-.0709832
_cons	5.171729	.1783719	28.99	0.000	4.819955	5.523504

MUNDALACK

```

. xtreg lce lpib lfbk lpa m_lpib m_lfbk m_lpa, vce(robust)

Random-effects GLS regression           Number of obs   =    200
Group variable: id                     Number of groups =     8

R-sq:  within = 0.4776                  Obs per group:  min =    22
        between = 0.7713                  avg           =    25.0
        overall = 0.7296                  max           =    26

corr(u_i, X) = 0 (assumed)              Wald chi2(6)    =   250.75
                                                Prob > chi2     =    0.0000

                                         (Std. Err. adjusted for 8 clusters in id)
    
```

lce	Robust			z	P> z	[95% Conf. Interval]	
	Coef.	Std. Err.					
lpib	.0716093	.0892775	0.80	0.422	-.1033713	.2465899	
lfbk	-.0120404	.0766871	-0.16	0.875	-.1623444	.1382635	
lpa	.0009569	.1135425	0.01	0.993	-.2215823	.2234961	
m_lpib	-.2295526	.1007635	-2.28	0.023	-.4270454	-.0320598	
m_lfbk	.1989167	.0747395	2.66	0.008	.0524301	.3454034	
m_lpa	-.0846551	.1232793	-0.69	0.492	-.3262781	.156968	
_cons	5.416596	.5820291	9.31	0.000	4.27584	6.557352	
sigma_u	.00666393						
sigma_e	.0408852						
rho	.02587864 (fraction of variance due to u_i)						

PRIMERAS DIFERENCIAS

```
reg d.lce d.lpib d.lfbk d.lpa
```

Source	SS	df	MS	Number of obs = 192		
Model	.001721635	3	.000573878	F(3, 188) = 3.46		
Residual	.031143837	188	.000165659	Prob > F = 0.0174		
Total	.032865472	191	.000172071	R-squared = 0.0524		
				Adj R-squared = 0.0373		
				Root MSE = .01287		

D.lce	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lpib D1.	.0140498	.018892	0.74	0.458	-.0232178	.0513175
lfbk D1.	.0157231	.0158243	0.99	0.322	-.0154928	.046939
lpa D1.	-.0087825	.0805287	-0.11	0.913	-.1676384	.1500734
_cons	.0018355	.0015519	1.18	0.238	-.0012258	.0048969

LSDV POR INDIVIDUO

reg lce lpib lfbk lpa pais1-pais8, noconstant

Source	SS	df	MS	Number of obs =	200
Model	3831.02783	11	348.275257	F(11, 189) =	.
Residual	.315932271	189	.001671599	Prob > F =	0.0000
Total	3831.34376	200	19.1567188	R-squared =	0.9999
				Adj R-squared =	0.9999
				Root MSE =	.04089

lce	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lpib	.0770182	.026279	2.93	0.004	.0251804	.128856
lfbk	-.0097534	.0240284	-0.41	0.685	-.0571518	.037645
lpa	-.0413905	.0411204	-1.01	0.315	-.1225043	.0397234
pais1	3.36139	.565126	5.95	0.000	2.246625	4.476154
pais2	3.188826	.6007816	5.31	0.000	2.003727	4.373925
pais3	3.11079	.6185926	5.03	0.000	1.890557	4.331022
pais4	3.347594	.6736797	4.97	0.000	2.018697	4.676492
pais5	3.140785	.6565427	4.78	0.000	1.845692	4.435878
pais6	3.202763	.5732207	5.59	0.000	2.07203	4.333495
pais7	3.515486	.6005977	5.85	0.000	2.33075	4.700222
pais8	3.017325	.6616052	4.56	0.000	1.712246	4.322404

LSDV POR TIEMPO

. reg lce lpib lfbk lpa time1-time27, noconstant

note: time27 omitted because of collinearity

Source	SS	df	MS	Number of obs =	200
Model	3829.95764	29	132.067505	F(29, 171) =	16292.61
Residual	1.38612207	171	.008105977	Prob > F =	0.0000
Total	3831.34376	200	19.1567188	R-squared =	0.9996
				Adj R-squared =	0.9996
				Root MSE =	.09003

lce	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lpib	-.1507122	.0135433	-11.13	0.000	-.1774458	-.1239787
lfbk	.1805684	.014131	12.78	0.000	.1526748	.208462
lpa	-.0847018	.0067243	-12.60	0.000	-.0979752	-.0714285
time1	5.333099	.1974083	27.02	0.000	4.943428	5.72277
time2	5.343176	.1975385	27.05	0.000	4.953248	5.733104
time3	5.344771	.1980465	26.99	0.000	4.953841	5.735702
time4	5.369204	.1969604	27.26	0.000	4.980417	5.757991
time5	5.377212	.1974556	27.23	0.000	4.987448	5.766977
time6	5.385311	.1977674	27.23	0.000	4.994931	5.775691
time7	5.388309	.1981802	27.19	0.000	4.997115	5.779504
time8	5.3915	.1984497	27.17	0.000	4.999774	5.783227
time9	5.385945	.1986576	27.11	0.000	4.993808	5.778082
time10	5.392611	.1990453	27.09	0.000	4.999709	5.785514
time11	5.396832	.1993117	27.08	0.000	5.003404	5.79026
time12	5.398334	.1994963	27.06	0.000	5.004541	5.792126
time13	5.410003	.19962	27.10	0.000	5.015966	5.80404

time14	5.411064	.2002237	27.03	0.000	5.015836	5.806292
time15	5.403488	.2009888	26.88	0.000	5.006749	5.800226
time16	5.398839	.2015834	26.78	0.000	5.000927	5.796751
time17	5.39867	.202128	26.71	0.000	4.999683	5.797658
time18	5.400143	.2028866	26.62	0.000	4.999658	5.800628
time19	5.404525	.2033465	26.58	0.000	5.003132	5.805917
time20	5.414627	.2032357	26.64	0.000	5.013454	5.815801
time21	5.416018	.2037243	26.59	0.000	5.01388	5.818157
time22	5.425587	.2042522	26.56	0.000	5.022406	5.828767
time23	5.434932	.2044345	26.59	0.000	5.031392	5.838472
time24	5.435384	.2044765	26.58	0.000	5.031761	5.839007
time25	5.433988	.2047006	26.55	0.000	5.029923	5.838054
time26	5.436409	.2040275	26.65	0.000	5.033672	5.839146
time27	0 (omitted)					

BETWEEN

reg mlce mlpib mlfbk mlpa

Source	SS	df	MS	Number of obs = 216		
Model	3.59333529	3	1.19777843	F(3, 212)	=	244.67
Residual	1.03785543	212	.004895545	Prob > F	=	0.0000
Total	4.63119072	215	.021540422	R-squared	=	0.7759
				Adj R-squared	=	0.7727
				Root MSE	=	.06997

mlce	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
mlpib	-.1592279	.0100339	-15.87	0.000	-.1790068	-.139449
mlfbk	.1891283	.0107389	17.61	0.000	.1679596	.210297
mlpa	-.0866015	.0050564	-17.13	0.000	-.0965687	-.0766343
_cons	5.444609	.155465	35.02	0.000	5.138153	5.751064

WITHIN

reg wlce wlpib wlfbk wlpa

Source	SS	df	MS	Number of obs = 200		
Model	.290237972	3	.096745991	F(3, 196)	=	59.63
Residual	.317972351	196	.001622308	Prob > F	=	0.0000
Total	.608210323	199	.003056333	R-squared	=	0.4772
				Adj R-squared	=	0.4692
				Root MSE	=	.04028

wlce	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
wlpib	.0753187	.0257494	2.93	0.004	.0245372	.1261002
wlfbk	-.0090742	.0235374	-0.39	0.700	-.0554933	.037345
wlpa	-.0374152	.040058	-0.93	0.351	-.1164151	.0415848
_cons	.0037376	.0028665	1.30	0.194	-.0019156	.0093907

EFECTOS FIJOS

. xtreg lce lpib lfbk lpa, fe

```

Fixed-effects (within) regression      Number of obs   =   200
Group variable: id                    Number of groups =    8

R-sq:  within = 0.4805                 Obs per group:  min =   22
      between = 0.0564                 avg =           25.0
      overall = 0.1054                 max =           26

corr(u_i, Xb) = -0.2926                F(3,189)       =   58.28
                                          Prob > F        =   0.0000
    
```

	lce	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]		
	lpib	.0770182	.026279	2.93	0.004	.0251804	.128856	
	lfbk	-.0097534	.0240284	-0.41	0.685	-.0571518	.037645	
	lpa	-.0413905	.0411204	-1.01	0.315	-.1225043	.0397234	
	_cons	3.231652	.6182135	5.23	0.000	2.012167	4.451137	
	sigma_u	.16132461						
	sigma_e	.0408852						
	rho	.93964742 (fraction of variance due to u_i)						

F test that all u_i=0: F(7, 189) = 101.42 Prob > F = 0.0000

Bibliografía

- Anderson Dennis, Cavendish William (2001), **Dynamic Simulation and Environmental Policy Analysis: Beyond Comparative Statistics and the Environmental Kuznets Curve**, Oxford Economic Papers, Vol. 53, Reino Unido.
- Aparecida Feijó Carmem; Tostes Lamonica Marcos (2012), “Importancia del Sector Industrial para el desarrollo de la economía brasileña”, Revista CEPAL.
- Arjona Elba (2018), “**La Expropiación indirecta en el nuevo régimen energético mexicano: análisis sobre el régimen contractual derivado de la reforma constitucional y su relación con el arbitraje de inversiones**”. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Banco Mundial [en línea] Disponible: <https://datos.bancomundial.org/>
- Barreto Nieto Carlos Alberto; Campo Robledo Jacobo (2012), **Relación a largo plazo entre consumo de energía y PIB en América Latina: Una evaluación empírica con datos panel**, Ecos de Economía [en línea] Disponible: <http://www.scielo.org.co/pdf/ecos/v16n35/v16n35a4.pdf>
- BP Review (2017) **BP Statical Review of World Energy**, (ed. 65), Reino Unido.
- Caballero Güendolain, Karina, Galindo Paliza, Luis Miguel, (2007), **El consumo de energía en México y sus efectos en el producto y los precios**. Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía [en línea] Disponible: en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11820155006>> .
- Cámara de Diputados (2001), “**Evolución y Perspectiva del Sector Energético en México, 1970-2000**”. Palacio Legislativo de San Lázaro.
- Cámara de Diputados (2014), **Ley de Hidrocarburos** [en línea] Disponible: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LHidro_151116.pdf
- Cámara de Diputados (2014), **Ley de Ingresos sobre Hidrocarburos** [en línea] Disponible: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LIH_060117.pdf
- Catalán Horacio (2012), **Escenarios de la demanda de energía y crecimiento económico**, Ciudad de México.
- Catalán Horacio (2014), **Curva ambiental de Kuznets: implicaciones para un crecimiento sustentable**, Economía Informa num. 389, Ciudad de México [en línea] Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0185084914721723>

- Cavero Álvarez Jesús; Lorenzo Lago Carmen; Prieto Alaiz Mercedes (2012), **Material Docente de Econometría**, [en línea] Disponible:
- Chávez Torres David (2017), **Estado actual del mercado de hidrocarburos y limitantes de infraestructura para la competencia energética en México**. Facultad de Ingeniería [en línea] Disponible: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/13988/Estado%20actual%20del%20mercado%20de%20hidrocarburos%20y%20limitantes%20de%20infraestructura%20para%20la%20competencia%20energ%C3%A9tica%20en%20M%C3%A9xico.pdf?sequence=1>
- Comisión Nacional de Hidrocarburos, Rondas México [en línea] Disponible: <https://rondasmexico.gob.mx/>
- Garibay Treviño David Ulises (2019), “**Impacto del crecimiento económico sobre el consumo energético de México (1982-2016)**”, UNAM.
- Gobierno de la República (1995), **Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000**, Ciudad de México [en línea] Disponible: <http://zedillo.presidencia.gob.mx/pages/pnd.pdf>
- Gobierno de la República (2001), **Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006**, Ciudad de México [en línea] Disponible: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=766335&fecha=30/05/2001
- Gobierno de la República (2007), **Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012**, Ciudad de México [en línea] Disponible: <http://www.cefp.gob.mx/intr/edocumentos/pdf/cefp/cefp0962007.pdf>
- Gobierno de la República (2013), **Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018**, Ciudad de México [en línea] Disponible: <http://pnd.gob.mx/>
- Gobierno Federal (2014), **Reforma Energética**, Ciudad de México [en línea] Disponible: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/10239/Resumen_de_la_explicacion_de_la_Reforma_Energetica11.pdf
- Hirschman, Albert O. (1985); “**Auge y decadencia de la economía del desarrollo. Teorías y experiencias del desarrollo económico**”, ,México D.F.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) [en línea] Disponible: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>

- Internacional Energy Agency (2010), **World Energy Outlook** 2010, Paris.
- Internacional Energy Agency (2015), **Key World Energy Statics**, Francia [en línea] Disponible: https://www.connaissancedesenergies.org/sites/default/files/pdf-actualites/keyworld_statistics_2015.pdf
- Jérôme Sgard (2012), **México: la crisis de la deuda de los años '80**. Amérique latine political Outlook, [en línea] Disponible: <http://www.sciencespo.fr/opalc/sites/sciencespo.fr.opalc/files/Crisis%20mexicana.pdf>
- Kaldor, N. “**Capitalismo y desarrollo industrial: algunas lecciones de la experiencia británica2**”, C.F. Díaz, S. Teitel y V. Tockman, comps., Política económica en centro y periferia, Mexico, Fondo de cultura económica, 1976.
- Komen, M.H., S. Gerking y H. Folmer (1997), “**Income and environmental R&D: empirical evidence from OECD countries**”, Environment and Development Economics.
- Labra Romilio; Torrencillas Celia (2014), **Guía CERO para datos de panel Un enfoque práctico**, Cátedra UAM-Accture en Economía y Gestión de la Innovación, Madrid, [en línea] Disponible: https://www.uam.es/docencia/degin/catedra/documentos/16_Guia%20CERO%20para%20datos%20de%20panel_Un%20enfoque%20practico.pdf
- Larios Vázquez Andrea (2015), **Desarrollo y perspectivas de energía renovable en México**. Economía Informa, Ciudad de México [en línea] Disponible: <http://herzog.economia.unam.mx/assets/pdfs/econinfo/390/09LariosVazquez.pdf>
- Montero Granados Roberto (2016), **Modelos de regresión lineal múltiple**. Universidad de Granada, Granada. [en línea] Disponible:
- Moreno, J.C & Ros, J (2010). “**Desarrollo y Crecimiento en la economía mexicana: una perspectiva histórica**”. Ciudad de México: FCE
- Quiroga Gloria (2009), **China, 30 años de crecimiento económico**, Universidad Francisco de Victoria Madrid, Madrid
- REN21 (2016), **Renewables 2016 global status report**, Paris.

- Rudiger Dornbusch; Stanley Fischer; Richard Startz (2009), **Macroeconomía**, (ed. 10), McGraw-Hill, Ciudad de México.
- Sánchez Juárez Aaron (2011), **La disputa por el petróleo en México. Breve historia de los hidrocarburos**. Instituto de Investigaciones Jurídicas, Ciudad de México.
- Sánchez Susana (2012), **India: Acciones internas de índole energética encaminadas a su conversión como potencia internacional estable**, Ciudadanía y Valores Fundación [en línea] Disponible:
- Sardiña Aguirre José Antonio (2017), **Los alcances de la reforma energética**, Ciudad de México.
- Secretaría de Energía (2008), **Prospectiva de Petróleo Crudo y Petrolíferos 2013-2027**, Ciudad de México [en línea] Disponible: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/62951/Prospectiva de Petr_oleo y_Petrol_feros_2013-2027.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/62951/Prospectiva_de_Petr_oleo_y_Petrol_feros_2013-2027.pdf)
- Secretaría de Energía (2012), **Prospectivas de Energías Renovables 2012-2016**, Ciudad de México [en línea] Disponible: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/62954/Prospectiva de Energ_as_Renovables_2012-2026.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/62954/Prospectiva_de_Energ_as_Renovables_2012-2026.pdf)
- SEMARNAT (2012), **Adaptación al Cambio Climático en México: Visión, Elementos y Criterios para la toma de Decisiones**, Primera Edición, México D., F.
- Sistema de Información Energética (SIE) [en línea] Disponible: <http://sie.energia.gob.mx/>
- Sustainable Development Solutions Network; Institute for Sustainable Development and International Relations (2015); **“Pathways to Deep decarbonization in Mexico”**.
- Vázquez Maggio (2017); **Revisión del modelo de sustitución de importaciones: vigencia y algunas reconsideraciones**, Economía Informa.
- World Energy Council (2013), **Recursos energéticos globales Encuesta 2013**”, Inglaterra.
- World Energy Council (2013), **Recursos energéticos globales**, Londres.
- Zamarripa Villa Nayib René (2016), **Consumo de electricidad y crecimiento económico en México: Análisis de series de tiempo y prospectiva**, El colegio de la

frontera , Tijuana, B.C., México [en línea] Disponible:
<https://www.colef.mx/posgrado/wp-content/uploads/2016/10/TESIS-Zamarripa-Villa-Nayib-Ren%C3%A9.pdf>

- Zúñiga Nicolás (2015), *Análisis Económico de la crisis japonesa*, Madrid.