



TÍTULO

**ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO AMBIENTAL DE LA
REPÚBLICA ARGENTINA ENTRE LOS AÑOS 1990 Y 2018**

AUTOR

Gabriel Nicolás Mazzei

Esta edición electrónica ha sido realizada en 2021

Tutores	Dr. D. José Enrique García Ramos ; Dr. D. Ángel Mena Nieto
Instituciones	Universidad Internacional de Andalucía ; Universidad de Huelva
Curso	<i>Máster Oficial Interuniversitario en Tecnología Ambiental (2018/19)</i>
©	Gabriel Nicolás Mazzei
©	De esta edición: Universidad Internacional de Andalucía
Fecha documento	2020



**Atribución-NoComercial-SinDerivadas
4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0)**

Para más información:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.en>



**Análisis del Comportamiento Ambiental de la
República Argentina entre los años 1990 y 2018**

Estudiante

Ing. Gabriel Nicolás Mazzei

Directores

Dr. José Enrique García Ramos; Dr. Ángel Mena Nieto

Máster en Tecnología Ambiental

UHU – UNIA

Curso académico 2018-2019

Abril 2020. Huelva, España

Resumen

El presente trabajo tiene dos objetivos principales.

Por un lado, pretende realizar un revisionismo histórico de la temática medioambiental, cómo esta fue ganando protagonismo a lo largo del globo y cómo se articula el concepto de “Desarrollo Sostenible”, un nuevo paradigma que permite vislumbrar una posible solución ante la problemática del calentamiento global. Esta parte del trabajo es un resumen histórico que puede resultar de interés como introducción al tema, particularmente para futuros estudiantes del MTA.

El segundo objetivo se centra en el estudio de las fuerzas motrices responsables de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero de la República Argentina entre los años 1990 y 2018. Para ello se utiliza la herramienta de cálculo LMDI combinada con la Identidad Kaya.

Para esta parte del trabajo, se acude a fuentes bibliográficas y organismos de estadísticas y censos oficiales. Con los datos brindados por las diferentes fuentes, se realizan los cálculos y análisis pertinentes.

Palabras claves: *cambio climático, matriz energética, emisiones, método LMDI, desarrollo sostenible*

Abstract

This work has two main goals

The first intends to make an historical overview about the environment issue, how this was becoming more important around the world and how the concept of “Sustainable Development” is worked out, a new paradigm that allows to see a possible solution to the problem of global warming. This part of the work is a historical summary that could be of interest as an introduction to this subject, especially to future MTA students.

The second aim focused on the study of the environment performance of the Republic of Argentina between 1990 and 2018. To do this, the LMDI method is used together with the Kaya Identity.

This part of the work thrives on bibliographical sources and official organisms of census and statics. Within the collected data, calculations and analysis are made.

Key words: climate change, energy mix, emissions, LMDI method, sustainable development

Índice

1. Introducción	10
1.1. ¿Qué es el Cambio Climático?.....	10
1.2. ¿Qué es el Efecto Invernadero?	11
1.3. ¿Por qué 2 °C?	13
1.4. El Protocolo de Kioto y el Acuerdo de París	14
1.5. ¿Por qué el 2030?.....	15
1.6. ¿Por qué es importante analizar la Matriz Energética?.....	16
1.7. La Energía del Mundo.....	17
1.8. Objetivos del Trabajo	18
2. Materiales y métodos.....	19
2.1. La Identidad Kaya	19
2.2. El Método Logarithmic Mean Divisia Index (LMDI)	20
2.2.1. LMDI aditivo.....	21
2.2.2. LMDI multiplicativo	22
3. Resultados y discusión.....	24
3.1. Características de las Emisiones de Argentina	24
3.2. Características de la Matriz Energética de Argentina	27
3.2.1. Fuentes de Energía Primaria.....	27
3.2.2. Consumo de Energía Final.....	28
3.2.3. La Energía Eléctrica	29
3.2.4. ¿Y las Energías Renovables?	30
3.3. Características de la Demografía de Argentina.....	30
3.4. Características del Producto Interno Bruto de Argentina	31
3.5. El Método LMDI: los Subíndices “ij”	34
3.5.1. Verificación de los datos.....	34
3.5.2. Subíndice “i”	36
3.5.3. Subíndice “j”	38
3.6. Los Factores de Emisión.....	39
3.7. Cálculo del LMDI aditivo y multiplicativo	40
3.8. Contribuciones por variable	42
3.8.1. Contribuciones debido a la variable poblacional (P).....	42
3.8.2. Contribuciones debido a la variable PIB per cápita (q)	44

3.8.3. Contribuciones debido a la variable Estructura Económica (Si)	46
3.8.4. Contribuciones debido a la variable Intensidad Energética (Eli).....	50
3.8.5. Contribuciones debido a la variable Matriz Energética (Mij)	53
4. Conclusiones	55
5. Referencias	58
6. Anexos.....	61
6.1. Anexo: Ficheros utilizados para el cálculo LMDI.....	61
6.1.1. Fichero_1_P	61
6.1.2. Fichero_2_q.....	62
6.1.3. Fichero_3_Si	63
6.1.4. Fichero_4_Ei	64
6.1.5. Fichero_5_Eli	65
6.1.6. Fichero_6_Mij.....	66
6.1.7. Fichero_7_Uij	72
6.2. Anexo: Fuentes de Energía Primaria en Argentina	73

Abreviaturas

BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BM	Banco Mundial
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CH₄	Metano
CMMAD	Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
COFEMA	Consejo Federal de Medio Ambiente
CO₂	Dióxido de carbono
CO₂-eq	Dióxido de carbono equivalente
COP	Conferencia de las Partes (de la CMNUCC)
FE	Factor de Emisión
GEI	Gases de Efecto Invernadero
Gt	Gigatonelada
HFC	Hidrofluorurocarbonos
IEA	Agencia Internacional de Energía (IEA por sus siglas en inglés)
INDEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés)
ISIC	Clasificación Internacional Industrial Uniforme (ISIC por sus siglas en inglés)
LMDI	Método <i>Logarithmic Mean Divisia Index</i>
MAYDS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable (Argentina)
Mt	Megatonelada
Mtoe	Megatonelada equivalente de petróleo (toe)
MW	Megawatt
MWh	Megawatt-hora
NDC	Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC por sus siglas en inglés)
N₂O	Óxido Nitroso
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OMM	Organización Meteorológica Mundial
ONG	Organización No Gubernamental (Organización de la Sociedad Civil)
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PFC	Perfluorurocarbonos
PIB	Producto Interno Bruto
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
SADI	Sistema Argentino de Interconexión
SF₆	Hexafluoruro de Azufre
t	Tonelada
toe	Tonelada equivalente de petróleo (toe por sus siglas en inglés)
TWh	Terawatt-hora
TPES	Suministro de Energía Primaria Total (TPES por sus siglas en inglés)
VAB	Valor Agregado Bruto

1. Introducción

El Cambio Climático no siempre ha estado en boca de todos. Es relativamente temprana la centralidad que tiene el tema y existe una urgencia por discutir los posibles efectos que ocasionaría en los ecosistemas y la vida humana. Por ello, para comprender cualquier estudio que se dé al respecto, es necesario repasar la historia.

1.1. ¿Qué es el Cambio Climático?

Año 1992, Río de Janeiro. Se celebra la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, con la participación de 176 Estados y más de 400 ONGs. El trabajo de la Conferencia se basa en el “Informe Brundtland”, publicado en 1987 por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CMMAD).¹ El informe se titula “Nuestro futuro común”.² En la Conferencia se logran acuerdos importantes: la Agenda XXI, la Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo, la Declaración de Principios relativos a los Bosques, el Convenio sobre la Diversidad Biológica y la **Convención Marco de las Naciones Unidas contra el Cambio Climático (CMNUCC)**.³ “Los cambios del clima de la Tierra y sus efectos adversos son una preocupación común de toda la humanidad.” Así comienza la proclama que las Partes⁴ redactaron en 1992.

En el Artículo 1 de la Convención se dan algunas definiciones. Entre ellas, la siguiente: “Por **Cambio Climático** se entiende un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la **actividad humana que altera la composición de la atmósfera** mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”. Y en el Artículo 2 se lee: “El objetivo último de la presente Convención y de todo instrumento jurídico conexo que adopte la Conferencia de las Partes,⁵ es lograr, de conformidad con las disposiciones pertinentes de la Convención, la **estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera** a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático.” (ONU, Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, 1992)

¹ El abordaje de la problemática medioambiental tiene asidero en muchísimos trabajos, conferencias y declaraciones anteriores. Algunos de estos antecedentes, aparte del Informe Brundtland, son: Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano (Estocolmo 1972), Convención de Viena para la Protección de la Capa de Ozono (1985), Protocolo de Montreal para la recuperación de la capa de ozono (1987), entre otros.

² Se lo conoce como “Informe Brundtland” en referencia a quien fuera presidenta de la CMMAD en el momento de su publicación, la noruega Gro Harlem Brundtland. En este informe se utilizó por primera vez el término de “Desarrollo Sostenible”, concepto que estableció un nuevo camino para pensar el futuro.

³ Posteriormente, la CMNUCC incorporaría el Protocolo de Kioto (1997) y el Acuerdo de París (2015).

⁴ Las “Partes” son cada uno de los Estados miembros signantes de la Convención.

⁵ La Conferencia de las Partes (COP) es el “órgano supremo” de la Convención Marco de las Naciones Unidas contra el Cambio Climático (Art.7 de la CMNUCC).

Argentina ratificó y adhirió a la CMNUCC mediante la Ley Nacional 24.295, del 7 de diciembre de 1993.

1.2. ¿Qué es el Efecto Invernadero?

Ya en el año 1988, el Programa de las Naciones Unidas del Medio Ambiente (PNUMA) junto con la Organización Meteorológica Mundial (OMM) habían creado el **Grupo Intergubernamental de expertos contra el Cambio Climático** (IPCC, por sus siglas en inglés) con el objetivo de proveer información científica sobre las causas y los efectos del calentamiento global. “Las emisiones antropógenas de gases de efecto invernadero han aumentado desde la era preindustrial, en gran medida como **resultado del crecimiento económico y demográfico**, y actualmente son mayores que nunca. Como consecuencia, se han alcanzado unas concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso sin parangón en por lo menos los últimos 800.000 años. Los efectos de las emisiones, así como de otros factores antropógenos, se han detectado en todo el sistema climático y es sumamente probable que hayan sido la causa dominante del calentamiento observado a partir de la segunda mitad del siglo XX”⁶ (IPCC - Grupo de Trabajo III, 2014, pág. 4)

La Tierra recibe radiación solar, la absorbe y se calienta. Como todo cuerpo caliente, emite radiación. Los gases de la atmósfera, las nubes y, en menor medida, los aerosoles absorben la radiación terrestre y, por lo tanto, también se calientan. Y, como se calientan, también emiten radiación tanto al espacio como de vuelta a la superficie de la Tierra. En principio, esto no es algo negativo: de no ser por dicho efecto, la temperatura media de la Tierra sería **33 °C más baja** de lo que actualmente es, lo que hubiera imposibilitado el desarrollo de la vida tal cual la conocemos. El problema surge cuando las concentraciones de los gases aumentan drásticamente, causando un desbalance energético (un nuevo balance) del sistema climático. “La emisión continua de gases de efecto invernadero causará un mayor calentamiento y cambios duraderos en todos los componentes del sistema climático. (...) Las emisiones acumuladas de dióxido de carbono⁷ determinarán en gran medida el calentamiento medio global en superficie a finales del siglo XXI y posteriormente.” (IPCC - Grupo de Trabajo III, 2014, pág. 8)

⁶ ¿Y el vapor de agua? ¿y las nubes? Si bien realiza una gran contribución al efecto invernadero, el *vapor de agua* no se considera como un agente responsable del calentamiento global debido a que es parte natural del ecosistema. Además, sus concentraciones no varían de manera significativa con la actividad humana.

⁷ El dióxido de carbono (CO₂) es el principal gas de efecto invernadero antropógeno. Sus emisiones se deben a la quema de combustibles fósiles como petróleo, gas o carbón, a la quema de biomasa, al cambio en el uso del suelo y a otros procesos industriales. Representa el 78% del aumento total de emisiones de los últimos años. El CO₂ es utilizado como gas de referencia para estimar el potencial de calentamiento global del resto de los gases de efecto invernadero. De aquí surge el concepto de *dióxido de carbono equivalente* (CO₂-eq)

En la **Figura 1.1** se observa el peso relativo que tienen las emisiones debido a la **producción de energía eléctrica y térmica** sobre el total de las emisiones mundiales. En la **Figura 1.2** observa la evolución histórica de las emisiones mundiales. Año tras año la tendencia aumenta. Se estima que las emisiones de gases de efecto invernadero alcanzaron, en el año 2018, un total de **55,3 Gt CO₂-eq.** (PNUMA, 2019, pág. 4)

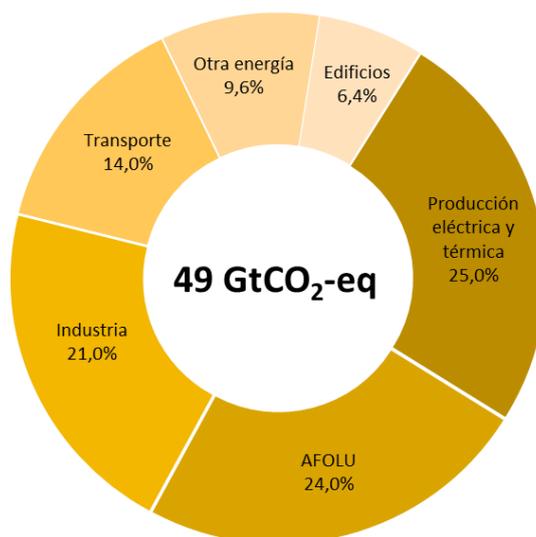


Fig.1.1. Distribución de las emisiones mundiales de CO₂-eq por sector económico – Año 2010
Fuente: Quinto Informe del IPCC, Grupo de Trabajo 3 (2014)

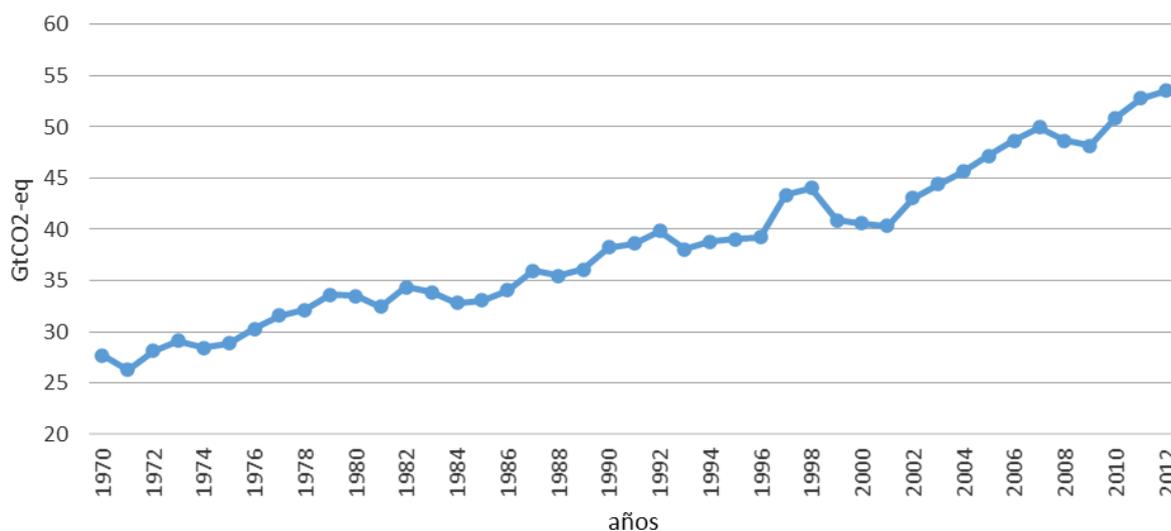


Fig.1.2. Emisiones GEI mundiales a través de los años
Fuente: Banco Mundial (2020)

1.3. ¿Por qué 2 °C?

El calentamiento observado en toda la Tierra aumenta la probabilidad de impactos graves para los ecosistemas y las personas. Disminución de las temperaturas frías extremas, aumento de las temperaturas cálidas, elevación de los niveles máximos del mar, mayor número de precipitaciones violentas. El océano seguirá acidificándose y calentándose. La producción de alimentos estará en riesgo. La cubierta de hielo del Ártico desaparecerá. Para evitar estas consecuencias, se plantean diferentes **escenarios de mitigación y adaptación**, con la temperatura global promedio como principal variable de control. “Hay muchas trayectorias de mitigación que es probable que limiten el calentamiento por debajo de los 2 °C en relación con los **niveles preindustriales**.⁸ Esas trayectorias requerirían reducciones notables de las emisiones durante los próximos decenios y emisiones próximas a cero de CO₂ y otros gases de efecto invernadero de larga vida para finales de siglo.” (IPCC - Grupo de Trabajo III, 2014, pág. 21)

Fue el economista William Nordhaus⁹ quien dijo, en 1975: “Se me ocurre que dos grados por encima de los niveles preindustriales llevarían el clima fuera de las observaciones habituales en las últimas decenas de miles de años”. Años más tarde, la cifra sería motivo de discusión en la COP15 (2009, Copenhague) y establecida formalmente al año siguiente (Conferencia de Cancún). El Informe de la COP16 dice en su Artículo 4 que la COP “reconoce además que se requieren fuertes reducciones de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, a la luz de la ciencia y de la información recogida en el Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, con vistas a reducir esas emisiones de modo que el aumento de la temperatura media mundial con respecto a los niveles preindustriales se mantenga por debajo de 2 °C” (COP16, 2010)¹⁰

⁸ El IPCC utiliza el término preindustrial para hacer referencia al período histórico anterior a 1750. De manera análoga, clasifica como industrial a todo lo ocurrido posterior a 1750. En el Glosario del Quinto Informe se encuentra la siguiente definición de la Revolución Industrial: “Período de rápido crecimiento industrial, con consecuencias sociales y económicas de gran alcance, que comenzó en Gran Bretaña en la segunda mitad del siglo XVIII, extendiéndose después a Europa y, posteriormente, a otros países, entre ellos Estados Unidos. El invento de la máquina de vapor fue uno de sus principales desencadenantes. La revolución industrial señala el comienzo de un fuerte aumento de la utilización de combustibles fósiles y de las emisiones, particularmente de dióxido de carbono fósil.”

⁹ Economista, profesor de la Universidad de Yale, Ph.D. en el MIT e integrante del Consejo de Asesores Económicos del gobierno de Jimmy Carter, 1977-1979. El 8 de octubre de 2018 le fue otorgado el Premio Nobel de Economía, junto a Paul Romer.

¹⁰ Un límite de calentamiento más restrictivo se establece en 1,5 °C (IPCC)

1.4. El Protocolo de Kioto y el Acuerdo de París

Mucho antes de Copenhague la COP establecía el famoso Protocolo de Kioto (COP03, 1997) Este acuerdo buscaba reducir las emisiones de los seis gases de efecto invernadero más importantes.¹¹

En el Artículo 3 se establece el objetivo principal: **reducir el total de emisiones en al menos un 5% tomando como referencia las emisiones de 1990**. Esto debía lograrse entre los años 2008 y 2012¹². Para ello, las Partes se comprometen a informar las emisiones de gases de efecto invernadero a partir de 1990 en adelante. El Artículo 5 explica: “Las metodologías para calcular las emisiones antropógenas por las fuentes y la absorción por los sumideros de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal¹³ serán las aceptadas por el Grupo Intergubernamental de expertos contra el Cambio Climático y acordadas por la Conferencia de las Partes.” (COP03, 1997)

El Protocolo se firmó el 11 de diciembre de 1997 en Kioto, Japón, pero no entró en vigor sino hasta el 16 de febrero de 2005. En noviembre de 2009 eran 187 los Estados que lo habían ratificado. Fue muy importante por su carácter *jurídicamente vinculante*, algo que la CMNUCC no había podido lograr hasta el momento. Sin embargo, tuvo dos grandes fracasos: Estados Unidos, que al momento de firmarse era el mayor emisor de gases de invernadero (desde 2005 lo es China), nunca lo ratificó, retirándose del acuerdo en el 2001 (presidencia de Bush). Por otro lado, Canadá abandonaría el Protocolo en el año 2011.

Argentina aprobó el Protocolo de Kioto y el Acuerdo de París mediante las Leyes Nacionales 25.438, del 20 de junio de 2001, y 27.270, del 1 de septiembre de 2016, respectivamente.

Lo interesante del Protocolo de Kioto fue que logró establecer bases más concretas en lo referente a la lucha contra el Cambio Climático. Ya no plantea objetivos genéricos, sino que se fijan porcentajes de reducción y límites de tiempo. Ya no se mencionan a los GEI como si fueran una nebulosa, sino que se los nombra, se los clasifica y se los coloca en un anexo.

El **Acuerdo de París** marcó otro hito en lo que respecta a acuerdos internacionales sobre el calentamiento global. Tras la COP21 se logra su aprobación. Sus objetivos son más ambiciosos. Esto se debe a funestas predicciones. “La Conferencia de las Partes observa con preocupación que los niveles estimados de las emisiones

¹¹ Estos gases fueron establecidos en el Anexo A del Protocolo, y son: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O); hidrofluorocarbonos (HFC); perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆)

¹² En la COP18 (Doha - 2012) se decidió dar continuidad al marco jurídico del Protocolo de Kioto durante el período 2013 – 2020.

¹³ Protocolo de Montreal para la recuperación de la capa de ozono (1987)

agregadas de gases de efecto invernadero en 2025 y 2030 resultantes de las contribuciones previstas determinadas a nivel nacional no son compatibles con los escenarios de 2 °C de menor costo, sino que conducen a un nivel proyectado de 55 gigatoneladas en 2030”¹⁴ (COP21, 2015, pág. 4)

Los objetivos de mitigación y adaptación se establecen de manera diferenciada para cada país. Para ello, el Acuerdo se basa en las **contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC)**. En el Artículo 4 se establece que “cada Parte deberá preparar, comunicar y mantener las sucesivas contribuciones determinadas a nivel nacional que tenga previsto efectuar” y que “la contribución determinada a nivel nacional sucesiva de cada Parte representará una progresión con respecto a la contribución determinada a nivel nacional que esté vigente para esa Parte y reflejará la mayor ambición posible” (COP21, 2015, pág. 25)

1.5. ¿Por qué el 2030?

La COP decide aprobar el Acuerdo de París “acogiendo con satisfacción la aprobación de la resolución A/RES/70/1 de la Asamblea General de las Naciones Unidas, titulada ‘Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible’, en particular su Objetivo 13.”¹⁵ En esta agenda se establecieron los **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)**. Estos objetivos retomaron los Objetivos de Desarrollo del Milenio, fijados en el año 2000 y los cuales se pretendían conseguir para el año 2015. “Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible y las 169 metas que anunciamos hoy demuestran la magnitud de esta ambiciosa nueva Agenda universal. Con ellos se pretende retomar los Objetivo de Desarrollo del Milenio y conseguir lo que estos no lograron.” (ONU, Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, 2015, pág. 1)

Los ODS pretenden conjugar las tres dimensiones del Desarrollo Sostenible: la económica, la social y la ambiental. “En nombre de los pueblos a los que servimos, hemos adoptado una decisión histórica sobre un amplio conjunto de Objetivos y metas universales y transformativos, de gran alcance y centrados en las personas. Nos comprometemos a trabajar sin descanso a fin de conseguir la plena implementación de la presente Agenda de aquí a 2030.” (ONU, Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, 2015, pág. 3)

¹⁴ Como pudo observarse anteriormente, las emisiones mundiales en el año 2017 alcanzaron un total de 53,5 Gt. En el mismo Acuerdo, la COP invita al IPCC a que presente, en el año 2018, un informe especial sobre los efectos que produciría un calentamiento global de 1,5 °C respecto a los niveles preindustriales. Dicho informe puede consultarse en <https://www.ipcc.ch/sr15/>

¹⁵ Objetivo núm. 13 “Acción por el Clima” - <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/>

La Agenda se basa en muchos años de trabajo, conferencias y cumbres, algunos de ellos citados en la propia Resolución. La Carta de las Naciones Unidas (1945), la Declaración Universal de Derechos Humanos (1948), la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1992), la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible (Johannesburgo 2002) y la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible¹⁶ son algunos ejemplos.

Corre el año 2015. Han pasado más de 20 años desde la creación de la CMNUCC y con la nueva Agenda 2030 ya pactada, la Asamblea General reafirma: “Reconocemos que la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático es el principal foro intergubernamental internacional para negociar la respuesta mundial al Cambio Climático. (...) De cara al 21º período de sesiones de la Conferencia de las Partes, que se celebrará en París, subrayamos que todos los Estados se comprometen a esforzarse por lograr un acuerdo sobre el clima que sea ambicioso y universal.” (ONU, Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, 2015, pág. 10)

La COP21 no sería otra cosa sino la cuna del Acuerdo de París.

1.6. ¿Por qué es importante analizar la Matriz Energética?

“Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos” es uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible establecidos en la Agenda 2030 de la ONU. Titulado “Energía asequible y no contaminante”, el ODS núm. 7 alerta: no habrá Desarrollo Sostenible si no se garantiza el acceso universal a la energía. Además, esta deberá ser generada mediante tecnologías limpias y sostenibles tanto medioambiental como económicamente.¹⁷

Según la ONU, un 13% de la población mundial aún no tiene acceso a servicios modernos de electricidad y 3.000 millones de personas dependen de la madera, el carbón y desechos de origen animal para cocinar y calentar comida. Por otro lado, se sabe que la generación y uso de la energía representa alrededor del **60% de todas las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero**. Por ello, el sector energético es una de las claves para la lucha contra el Cambio Climático.

Pero ¿qué es la Matriz Energética? Hablar de la matriz energética de un país, una región o del Mundo, es hablar de la combinación de las diferentes **Fuentes de Energía Primaria** con las que se suple la demanda del **Consumo de Energía Final** de dicho país, región, o del Mundo.

¹⁶ Conocida como *Río+20* en honor a la cumbre celebrada 20 años atrás en esa misma ciudad.

¹⁷ Datos destacables, Metas del ODS núm. 7 y más en <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy>

1.7. La Energía del Mundo

Según datos de la Agencia Internacional de Energía (IEA), la generación de energía primaria total (*Total Primary Energy Supply – TPES*) aumentó un 250% entre 1971 y 2016.¹⁸ Como puede observarse en la **Figura 1.3**, aún hoy, pleno siglo XXI, las fuentes de combustibles fósiles representan cerca del 80% del total.

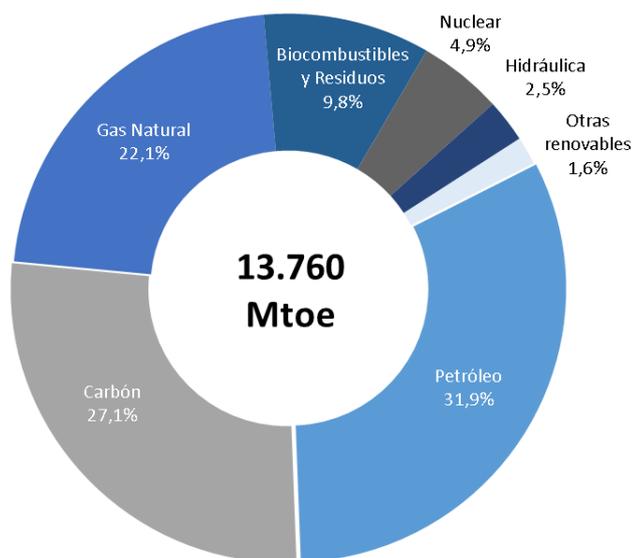


Fig.1.3. Generación de energía primaria mundial (TPES) - Año 2016¹⁹
Fuente: IEA (2020)

Históricamente, la humanidad consumió recursos de la naturaleza para suplir sus necesidades. Calefacción, cocción de alimentos, molienda, recorridos de grandes distancias; todas estas actividades (y tantas otras) se pudieron llevar a cabo mediante el uso intensivo y extensivo de los **recursos naturales**. A partir de la Revolución Industrial (segunda mitad del siglo XVIII), el consumo de energía aumentó considerablemente. **La explotación de gas, carbón y petróleo permitió un crecimiento muy acelerado en materia productiva y económica**, lo que disparó el consumo energético a un ritmo exponencial. Lamentablemente, **esto se logró en detrimento del medio ambiente**.

La ONU establece diferentes metas relacionadas con cada uno de los ODS para alcanzar el Desarrollo Sostenible. En lo referido a la generación energética, una

¹⁸ Durante este período se ve un gran crecimiento de la energía nuclear y el uso del gas natural para suplir la demanda energética.

¹⁹ Una Tonelada Equivalente de Petróleo (*tep* o *toe* por sus siglas en inglés) es una unidad de medida de la energía. Equivale a la energía entregada por la combustión de una tonelada de petróleo, habiendo establecido un valor de referencia de 11.630 kWh. Por lo tanto, el TPES del año 2016 significó un total de 160.000 TWh.

solución propone “aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas.”^{20 21} Otras estrategias hacen hincapié en la eficiencia total del sistema y en el ahorro energético.

1.8. Objetivos del Trabajo

El Cambio Climático está fuertemente determinado por las características de la Matriz Energética. Como se ha visto, **la producción de energía es la principal fuente de emisiones GEI**. La estructura socioeconómica y productiva también es una gran causal del calentamiento global. En la **Figura 1.1** se observó que las emisiones debido a la industria y el transporte son muy significativas, como también lo son los diferentes usos que se le da al suelo. Todas estas “**fuerzas motoras**” caracterizan al modelo de producción y consumo actual.

El presente trabajo pretende realizar un análisis cualitativo y cuantitativo de cómo estas fuerzas motoras han condicionado a las emisiones GEI de la República Argentina desde el año 1990 hasta la actualidad. Para ello se utilizan materiales y métodos acordes y se acude a fuentes de información bibliográfica y estadística de organismos nacionales e internacionales.

²⁰ Meta 7.2 del ODS núm. 7

²¹ Según el Banco Mundial, en el año 2015 las energías renovables representaron el 18% del consumo total de energía final.

2. Materiales y métodos

A lo largo de los años, se han desarrollado diferentes **técnicas y metodologías que relacionan las emisiones GEI con las diferentes variables de la estructura energética y socioproductiva**. En este sentido, el estudio de **escenarios predictivos** y el **análisis estadístico** se han convertido en grandes herramientas para el análisis y la toma de decisiones en materia medioambiental.

2.1. La Identidad Kaya

La Identidad Kaya es una **expresión matemática que permite estudiar los factores que influyen en las emisiones de CO₂** de un determinado país, región u objeto de estudio. El primer término de la expresión indica el total de las emisiones de CO₂ del objeto en estudio. El segundo término surge de una “disgregación” de las variables que generan dichas emisiones (Kaya & Yokobori, 1993)

$$CO_2 = CO_2 * \frac{Población}{Población} * \frac{PIB}{PIB} * \frac{Energía}{Energía} \quad (1)$$

Al desarrollar esta expresión se obtiene una herramienta de análisis más detallada. Por ejemplo, el PIB se presenta como la sumatoria del aporte de cada **sector económico** (los cuales identificaremos con el subíndice “i”). De la misma manera, la generación de energía se presenta como la sumatoria de cada **tipo de combustible** utilizado (subíndice “j”). De esta manera, una extensión de la Identidad Kaya puede expresarse como:²²

$$C = \sum_{ij} P * \frac{Q}{P} * \frac{Q_i}{Q} * \frac{E_i}{Q_i} * \frac{E_{ij}}{E_i} * \frac{C_{ij}}{E_{ij}} \quad (2)$$

donde:

C = Emisiones CO₂ totales

P = Población total

Q = PIB total

Q_i = PIB aportado por el sector económico i

E_i = Consumo energético total del sector económico i

²² La Identidad puede expresarse de varias maneras según lo requiera el análisis

E_{ij} = Consumo energético del tipo de combustible j del sector económico i

C_{ij} = Emisiones debido al consumo del tipo de combustible j en sector económico i

Renombrando los factores de la ecuación, se obtiene:

$$C = P * q \sum_{ij} S_i * EI_i * M_{ij} * U_{ij} \quad (3)$$

donde:

C = Emisiones CO_2 totales

P = Población total

$q = Q/P = PIB$ per cápita

$S_i = Q_i/Q =$ Porcentaje del PIB aportado por el sector económico i

$EI_i = E_i/Q_i =$ Intensidad energética del sector económico i

$M_{ij} = E_{ij}/E_i =$ Matriz energética

$U_{ij} = C_{ij}/E_{ij} =$ Factor de emisión del tipo de combustible j en el sector económico i

El análisis se realiza en un determinado período temporal (generalmente un año). Es interesante observar que **la Identidad Kaya se utiliza solo para identificar las emisiones de CO_2 y no la de todos los GEI**. Además, **solo se consideran las emisiones provenientes del uso de energía**. Esto se debe a que el estudio se centra en la quema de combustibles para generación energética.

Las emisiones de CO_2 provenientes de otros sectores (como, por ejemplo, el AFOLU) **que no se deben al consumo energético no son analizadas**. Todas las emisiones que se deban al cambio de uso de suelo, deforestación, etc., no entran en el cálculo.

2.2. El Método Logarithmic Mean Divisia Index (LMDI)

El método LMDI (Ang, B.W., 2005) es utilizado como **herramienta analítica para obtener información de la descomposición en fuerzas motoras de una determinada sumatoria**. En este trabajo, aplicaremos el método a la Identidad Kaya **para determinar la cantidad aportada por cada variable a las emisiones de CO_2 en un determinado año “t”, comparado con un año de referencia “0”**. De esta manera analizaremos los efectos de las variaciones introducidas por cada factor de la identidad.

Este Método presenta dos descomposiciones: la aditiva y la multiplicativa. Ambas están relacionadas entre sí y dependen la una de la otra.

2.2.1. LMDI aditivo

En un principio, se puede establecer, según la **descomposición aditiva**, como:

$$\Delta C = \Delta C(t) - \Delta C(0) = \Delta C_p(t) + \Delta C_q(t) + \Delta C_{Si}(t) + \Delta C_{Eli}(t) + \Delta C_{Mij}(t) + \Delta C_{Uij}(t) \quad (4)$$

en donde:

$\Delta C_p(t)$ = Variación debida al cambio en la población

$\Delta C_q(t)$ = Variación debida al cambio en el PIB per cápita

$\Delta C_{Si}(t)$ = Variación debida al cambio en la estructura económica

$\Delta C_{Eli}(t)$ = Variación debida al cambio en la intensidad energética

$\Delta C_{Mij}(t)$ = Variación debida al cambio en la matriz energética

$\Delta C_{Uij}(t)$ = Variación debida al cambio en los factores de emisión

El valor de cada una de estas contribuciones se determina como:

$$\Delta C_p(t) = \sum_{ij} \frac{C_{ij}(t) - C_{ij}(0)}{\ln C_{ij}(t) - \ln C_{ij}(0)} \ln \frac{P(t)}{P(0)} \quad (5)$$

$$\Delta C_q(t) = \sum_{ij} \frac{C_{ij}(t) - C_{ij}(0)}{\ln C_{ij}(t) - \ln C_{ij}(0)} \ln \frac{q(t)}{q(0)} \quad (6)$$

$$\Delta C_{Si}(t) = \sum_{ij} \frac{C_{ij}(t) - C_{ij}(0)}{\ln C_{ij}(t) - \ln C_{ij}(0)} \ln \frac{S_i(t)}{S_i(0)} \quad (7)$$

$$\Delta C_{Eli}(t) = \sum_{ij} \frac{C_{ij}(t) - C_{ij}(0)}{\ln C_{ij}(t) - \ln C_{ij}(0)} \ln \frac{EI_i(t)}{EI_i(0)} \quad (8)$$

$$\Delta C_{Mij}(t) = \sum_{ij} \frac{C_{ij}(t) - C_{ij}(0)}{\ln C_{ij}(t) - \ln C_{ij}(0)} \ln \frac{M_{ij}(t)}{M_{ij}(0)} \quad (9)$$

$$\Delta C_{Uij}(t) = \sum_{ij} \frac{C_{ij}(t) - C_{ij}(0)}{\ln C_{ij}(t) - \ln C_{ij}(0)} \ln \frac{U_{ij}(t)}{U_{ij}(0)} \quad (10)$$

2.2.2. LMDI multiplicativo

Por otro lado, se establece la **descomposición multiplicativa** como:

$$D(t) = \frac{C(t)}{C(0)} = D_P(t) * D_q(t) * D_{Si}(t) * D_{Eli}(t) * D_{Mij}(t) * D_{Uij}(t) \quad (11)$$

en donde:

$D_P(t)$ = Variación relativa debida al cambio en la población

$D_q(t)$ = Variación relativa debida al cambio en el PIB per cápita

$D_{Si}(t)$ = Variación relativa debida al cambio en la estructura económica

$D_{Eli}(t)$ = Variación relativa debida al cambio en la intensidad energética

$D_{Mij}(t)$ = Variación relativa debida al cambio en la matriz energética

$D_{Uij}(t)$ = Variación relativa debida al cambio en los factores de emisión

El valor de cada una de estas contribuciones se determina como:

$$D_P(t) = \exp \left(\sum_{ij} \frac{\frac{C_{ij}(t) - C_{ij}(0)}{\ln C_{ij}(t) - \ln C_{ij}(0)}}{\frac{C(t) - C(0)}{\ln C(t) - \ln C(0)}} \ln \frac{P(t)}{P(0)} \right) \quad (12)$$

$$D_q(t) = \exp \left(\sum_{ij} \frac{\frac{C_{ij}(t) - C_{ij}(0)}{\ln C_{ij}(t) - \ln C_{ij}(0)}}{\frac{C(t) - C(0)}{\ln C(t) - \ln C(0)}} \ln \frac{q(t)}{q(0)} \right) \quad (13)$$

$$D_{Si}(t) = \exp \left(\sum_{ij} \frac{\frac{C_{ij}(t) - C_{ij}(0)}{\ln C_{ij}(t) - \ln C_{ij}(0)}}{\frac{C(t) - C(0)}{\ln C(t) - \ln C(0)}} \ln \frac{S_i(t)}{S_i(0)} \right) \quad (14)$$

$$D_{Eij}(t) = \exp \left(\sum_{ij} \frac{C_{ij}(t) - C_{ij}(0)}{\ln C_{ij}(t) - \ln C_{ij}(0)} \frac{C(t) - C(0)}{\ln C(t) - \ln C(0)} \ln \frac{EI_i(t)}{EI_i(0)} \right) \quad (15)$$

$$D_{Mij}(t) = \exp \left(\sum_{ij} \frac{C_{ij}(t) - C_{ij}(0)}{\ln C_{ij}(t) - \ln C_{ij}(0)} \frac{C(t) - C(0)}{\ln C(t) - \ln C(0)} \ln \frac{M_{ij}(t)}{M_{ij}(0)} \right) \quad (16)$$

$$D_{Uij}(t) = \exp \left(\sum_{ij} \frac{C_{ij}(t) - C_{ij}(0)}{\ln C_{ij}(t) - \ln C_{ij}(0)} \frac{C(t) - C(0)}{\ln C(t) - \ln C(0)} \ln \frac{U_{ij}(t)}{U_{ij}(0)} \right) \quad (17)$$

3. Resultados y discusión

Para comprender el comportamiento medioambiental de Argentina no solo es necesario analizar las características de la Matriz Energética, sino que también se deben estudiar variables como la Demografía y el Producto Interno Bruto (PIB). Realizando una correcta caracterización de estas variables, junto al estudio exhaustivo de la Matriz Energética, podremos realizar el estudio cualitativo y cuantitativo que se propone este trabajo.

3.1. Características de las Emisiones de Argentina

Argentina representa el **0,7% de las emisiones totales** de los GEI del mundo. (Argentina, Primera Revisión de su Contribución Determinada a Nivel Nacional, 2016, pág. 4)

Se observa la evolución de las emisiones en la **Figura 3.1.** y la distribución actual según sectores en la **Figura 3.2.**

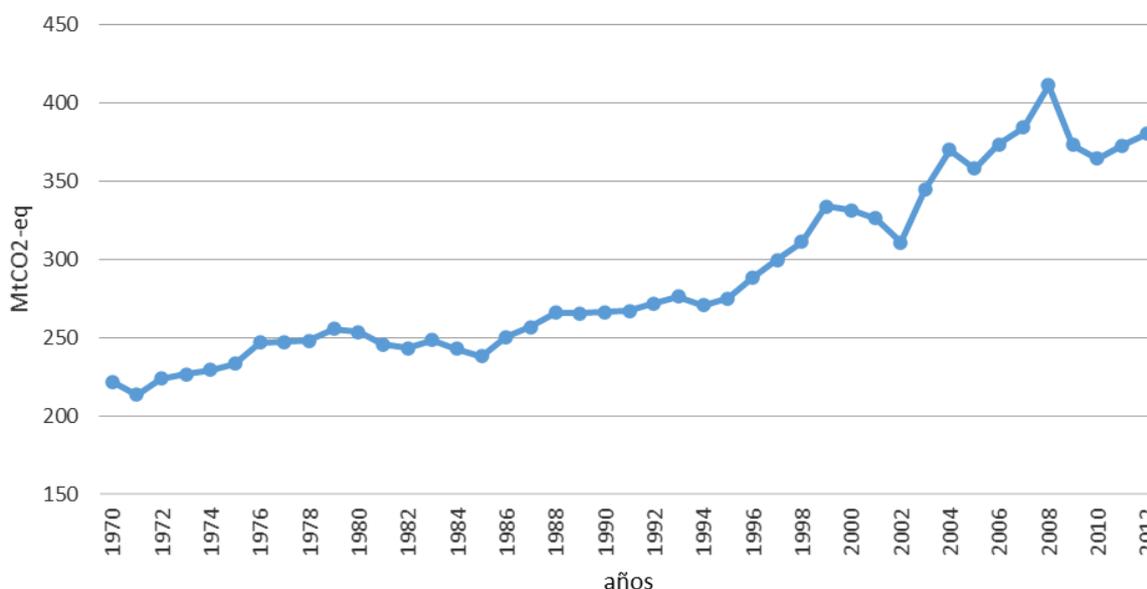


Fig.3.1. Emisiones GEI de Argentina a través de los años

Fuente: Banco Mundial (2020)

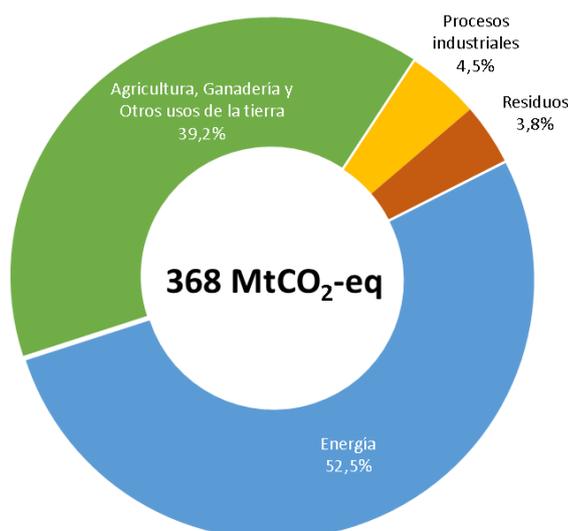


Fig.3.2. Emisiones GEI. Argentina. Año 2014.

Fuente: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero – MAyDS (2017)

La distribución de los GEI ha ido variando a través del tiempo. Si comparamos la Argentina de 1990 con la Argentina actual (datos recopilados hasta el 2014 por el *Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero*) veremos cómo **el aporte del CO₂ aumenta respecto al CH₄.** En un principio, la distribución era de 58,5% y 27,8% respectivamente, mientras que **las últimas mediciones indican un 67% para el CO₂ y 21,2% para el CH₄.** El resto de los GEI (N₂O, HFC, PFC y SF₆) se mantienen relativamente estables, con aportes que varían entre el 9 y el 14%.

Se puede realizar la misma comparación según sectores. En este caso, se observa que **las emisiones del sector Energía aumentan considerablemente:** en el año 1990, los GEI emitidos por el sector Energía equivalían al 34%, mientras que los provenientes de la Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra eran del 60%, mientras que **las mediciones del año 2014 indican que el sector Energía es el responsable de un 52,5% de las emisiones, mientras que el sector de Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra aporta un 39,2%.**

Es posible disgregar las emisiones en subsectores más específicos. Por ejemplo, **del 39,2% de las emisiones debidas a la Agricultura, Ganadería, y Otros usos de la tierra, más de la mitad (20,7%) corresponden a la Ganadería,** mientras que solo un 5,4% se debe a la Agricultura. Por otro lado, **dentro del sector de la Energía (52,5% de las emisiones totales), los subsectores realizan un aporte más equitativo: el Transporte representa un 15,5% del total, seguido por la Generación de electricidad con un 11,6%.** Los Combustibles de uso residencial, industrial y de otros sectores, incluidos en el sector energético, representan un 18,2% del total.

En un principio, Argentina se comprometió en el Acuerdo de París a reducir las emisiones de manera incondicional en un 15% respecto a las emisiones proyectadas en su BAU²³ para el año 2030, y de manera no condicional estableció una meta del 30%. Al año siguiente (2016), presentó una revisión de la NDC, estableciendo objetivos más ambiciosos: “La Argentina no excederá la **emisión neta de 483 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO₂-eq)** en el año 2030” (Argentina, Primera Revisión de su Contribución Determinada a Nivel Nacional, 2016, pág. 2). La diferencia de 87 MtCO₂-eq respecto a las 570 establecidas inicialmente²⁴ radica principalmente en dos aspectos. El primero se debe al cambio en la metodología utilizada para cuantificar las emisiones, lo cual permitió mejorar la calidad del inventario, evitando una sobreestimación de 79 MtCO₂-eq (lo cual establece un nuevo escenario BAU de 592 MtCO₂-eq para el año 2030). En segundo lugar, se pudo revisar más de 50 medidas incondicionales y se incorporaron nuevas medidas más ambiciosas, implicando reducciones adicionales de 8 MtCO₂-eq. Además, se concluye que el impacto de medidas condicionales, de establecerse, llevarían las emisiones a 369 MtCO₂-eq. Esto implicaría una reducción de 223 MtCO₂-eq respecto al nuevo escenario BAU. Estos escenarios se visualizan en la **Figura 3.3**.

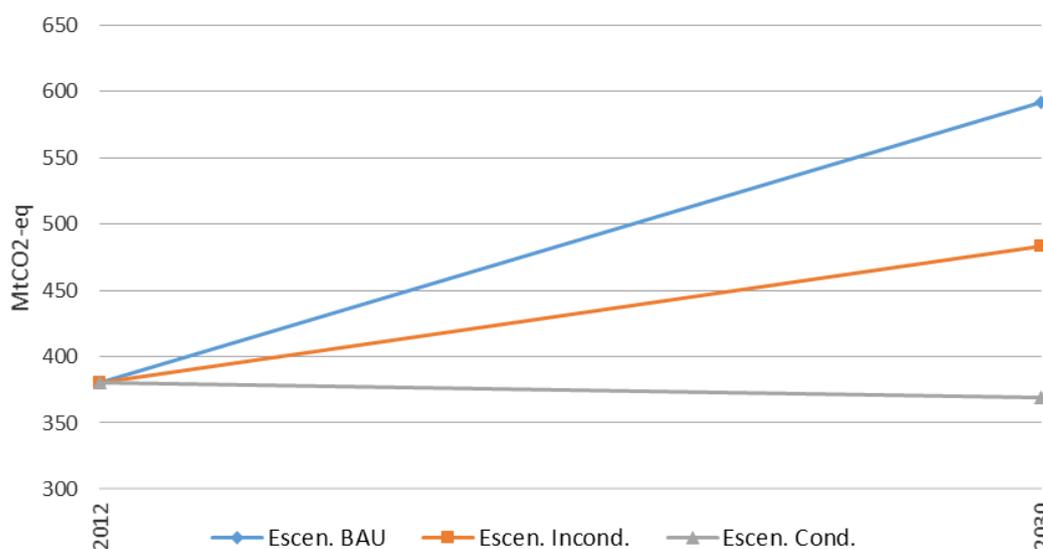


Fig.3.3. Emisiones proyectadas al 2030 por Argentina según NDC corregida (año 2016)

Escenario BAU planteado = **592 MtCO₂-eq**

Red. Incond. = 109 MtCO₂-eq (18%) - Emisiones proyectadas = **483 MtCO₂-eq**

Red. Cond. = 223 MtCO₂-eq (37%) - Emisiones proyectadas = **369 MtCO₂-eq**

Fuente: INDC (2016)

²³ *Business As Usual*. Se refiere a un escenario tendencial o “base”.

²⁴ El Escenario BAU establecía que las emisiones para el año 2030 serían de 670 MtCO₂-eq, por lo que una reducción del 15% hubiera implicado emisiones de 570 MtCO₂-eq.

Argentina ha desarrollado diferentes estrategias para llegar de la mejor manera al 2020, año en el cual entrará en vigor el Acuerdo de París. A través del Decreto Nacional 891/16, del 25 de julio del 2016, se crea el **Gabinete Nacional de Cambio Climático**. Este Gabinete es el encargado de diseñar políticas públicas con el fin de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y de generar estrategias para hacer frente a los impactos adversos del Cambio Climático. La participación de las provincias se articula a través del **Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA)**, creado en 1990. En este marco se desarrollan los seis **Planes de Acción Sectoriales de Cambio Climático**, que sentarán las bases para el **Plan Nacional de Mitigación** y el **Plan Nacional de Adaptación**. El objetivo final: elaborar el **Plan Nacional de Respuesta al Cambio Climático** como respuesta a los compromisos asumidos en el Acuerdo de París.^{25 26}

3.2. Características de la Matriz Energética de Argentina

3.2.1. Fuentes de Energía Primaria

Con una fuerte dependencia de los hidrocarburos, la matriz energética de Argentina se diversificó en los últimos años. **Históricamente, el petróleo representaba un 70% de la energía primaria**, mientras que el gas natural representaba un 10% (Argentina. MAyDS, Informe del Estado del Ambiente, 2012-2018). Sin embargo, estos porcentajes se han visto modificados drásticamente. **En la actualidad, el petróleo representa un 31% del suministro, mientras que el gas natural asciende a un 54%**. El resto de la demanda es cubierta con energía hidroeléctrica, nuclear y renovables. Por otro lado, el carbón es apenas un 1% del total. Todo esto puede observarse en la **Figura 3.4**.

²⁵ Argentina se propuso generar un Plan Nacional de Adaptación (renombrado como Plan Nacional de Respuesta) antes del 2019. (NDC Revisada)

²⁶ En el siguiente enlace puede verse la última Mesa Ampliada del Gabinete Nacional de Cambio Climático, celebrada en noviembre del 2018. <https://www.youtube.com/watch?v=dk-SBrBzA4I>

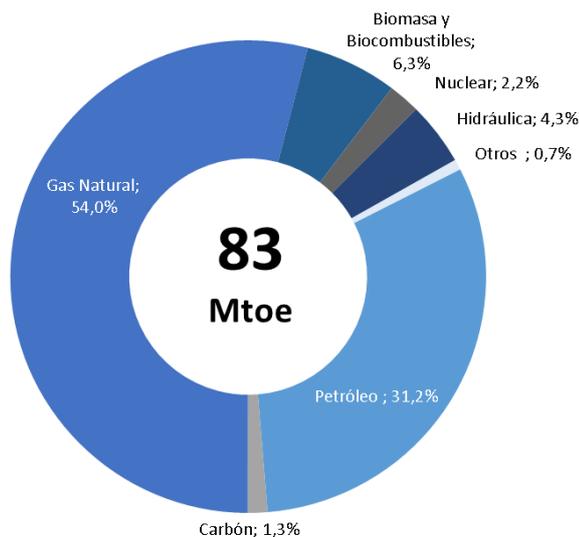


Fig.3.4. Fuentes de Energía Primaria de Argentina - Año 2017
Fuente: MINEM (2018)

En el **Anexo 6.2** se detallan las características de las principales Fuentes de Energía Primaria de Argentina, como la ubicación geográfica, evolución histórica y otros datos de interés.

3.2.2. Consumo de Energía Final

Se observa la distribución del Consumo de Energía Final para el año 2017 en las **Figuras 3.5 y 3.6** según diferentes categorías de distribución.²⁷

El Gas Distribuido por Redes y el sector Transporte representan la mayor parte del consumo energético del país, seguidos por el sector de la Energía Eléctrica. Esto se debe a dos condicionantes importantes del país: la fuerte dependencia del gas natural para uso residencial en muchísimas actividades (calefacción, cocción de alimentos, agua sanitaria) y las grandes distancias que deben recorrerse con el transporte rodado debido a la precaria industria ferroviaria.

²⁷ Se observa que entre la TPES y el Consumo de Energía Final hay una diferencia: 83Mtoe es lo que se produce y 55Mtoe es lo que se consume. La diferencia de 28Mtoe corresponde al consumo propio (de las plantas de transformación de la energía) y pérdidas.

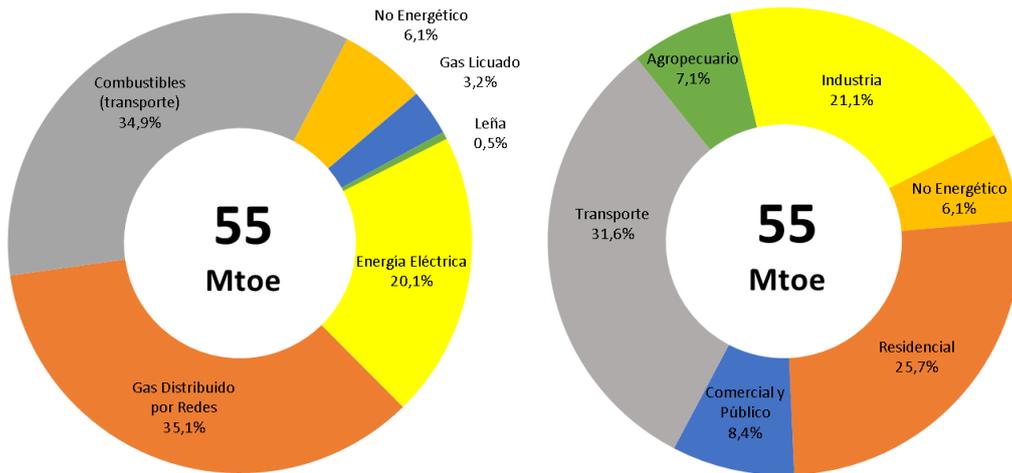


Fig.3.5. (izquierda) Fuentes de Energía Secundaria de Argentina – Año 2017

Fig.3.6. (derecha) Consumo de Energía en Argentina según Sectores de Consumo Final – Año 2017

Fuente: MINEM (2018)

3.2.3. La Energía Eléctrica

Al año 2018, la potencia instalada en el SADI es de 38.538 MW (Argentina. Ministerio de Desarrollo Productivo, Informe Trimestral de Coyuntura Energética, 2016-2020). La generación tiene una distribución como se muestra en la **Figura 3.7**. El consumo anual promedio per cápita de energía eléctrica en Argentina es de **3,09 MWh**, (Argentina. MAyDS, Informe del Estado del Ambiente, 2012-2018) apenas por debajo del promedio mundial (3,13 MWh per cápita al año)

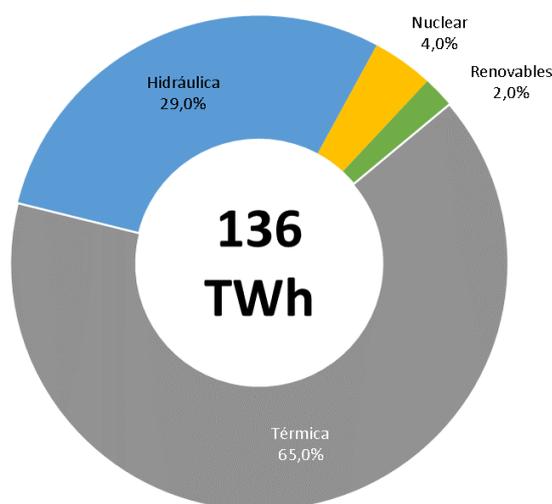


Fig.3.7. Generación de Energía Eléctrica en Argentina – Año 2017

Fuente: Secretaría de Planeamiento Energético (2018)

3.2.4. ¿Y las Energías Renovables?

La generación a través de energías renovables está muy lejos de lo propuesto por el Gobierno Nacional. El Decreto 9/2017, de 31 de enero de 2017, establece que “a partir de la sanción de la Ley 27.191, modificatoria de la Ley 26.190 por la que se estableció el *Régimen de Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables de Energía Destinada a la Producción de Energía Eléctrica*, se ha iniciado un proceso que apunta a lograr una contribución de las fuentes renovables de energía hasta alcanzar el veinte por ciento (20%) del **consumo de energía eléctrica nacional**, al 31 de diciembre de 2025.” Para alcanzar este valor, se propuso una primera meta: lograr en el año 2017 una capacidad instalada de energías renovables del 8% (Art. 1) sin contar la energía hidráulica y nuclear. Como pudo observarse en la **Figura 3.7**, dicha meta no ha podido cumplirse.

Argentina cuenta con grandes recursos de energías renovables como la biomasa y los biocombustibles. Posee un gran potencial eólico en el sur del país y valores de irradiancia solar en el norte que justifican la explotación del recurso solar. También ofrece oportunidades de investigación y desarrollo del recurso marítimo en forma de energía undimotriz y mareomotriz.

Existen varios instrumentos que fomentan la conversión del sector energético hacia uno más sostenible. En este aspecto, la Ley 27.242, del 21 de diciembre del 2015, se establece como instrumento jurídico para el “fomento a la generación distribuida de energía renovable integrada a la red eléctrica pública”. Por otro lado, el Plan RenovAr fomenta la inversión en tecnologías de energías renovables para lograr la transición de la Matriz Energética argentina. (Argentina. Ministerio de Desarrollo Productivo, RenovAr - Programa de abastecimiento de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, 2020)

3.3. Características de la Demografía de Argentina

En el año 2010, la población argentina superó los 40 millones. El último censo (Argentina. INDEC, Censo Nacional, 2010) arrojó como resultado un total de 40.117.096 personas. En la actualidad, las estimaciones indican un ascenso a **44.938.712 de personas** (Argentina. INDEC, Sitio Web del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2020) y, según datos de la CEPAL, la población para el 2020 será de unas 45.302.000 personas. (CEPAL, 2020) El censo también evidenció que más del 90% de las personas viven en centros urbanos y alrededor del 32% de la población del país habita en la zona Metropolitana del Gran Buenos Aires, la cual representa un 0,5% del territorio nacional. “En la evolución de la población argentina se registra una tasa de crecimiento ascendente hasta el año 1914, un moderado crecimiento entre 1914 y 1947, y un ritmo de crecimiento aún más leve desde 1960

hasta 2001. Esto se explica por el proceso de transición demográfica. En 2010 se visualiza un incremento leve en el ritmo de crecimiento con respecto al censo anterior. En el período intercensal 2001/2010, se observa una variación del 10,6%.” (Argentina. INDEC, Sitio Web del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2020)

3.4. Características del Producto Interno Bruto de Argentina

El Producto Interno Bruto (PIB) es un indicador macroeconómico que refleja el valor monetario de todos los productos y servicios producidos por un país durante un determinado período de tiempo (normalmente un año). En principio, el PIB es la sumatoria del Valor Agregado Bruto (VAB) más los Impuestos.²⁸ En la **Figura 3.8** se observa esta primera división. En la **Figura 3.9** se caracteriza la distribución del VAB de Argentina en el año 2017 por sectores económicos. Se puede observar que las actividades que más aportan al VAB son la Industria Manufacturera (19,6%), el Comercio Mayorista, Minorista y Reparaciones (15,2%), las Actividades Inmobiliarias, Empresariales y de Alquiler (12,9%), el Transporte y Comunicaciones (9,8%) y la Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura (7,4%)

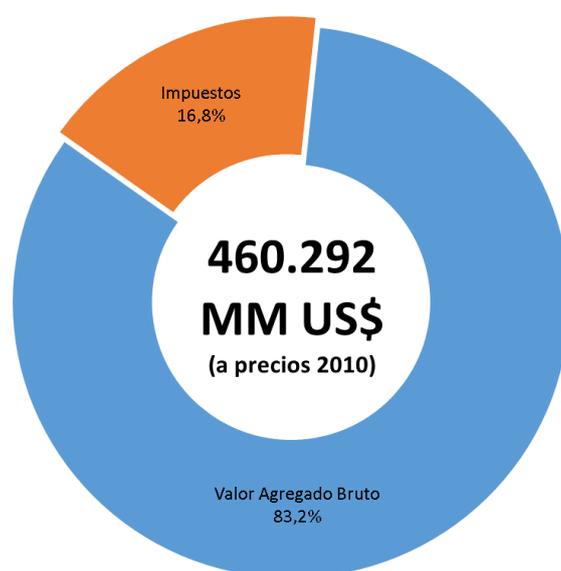
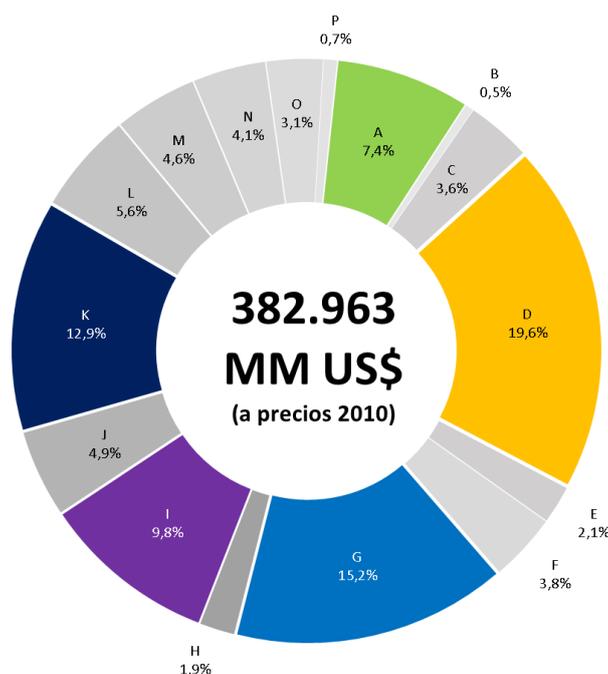


Fig.3.8. Distribución del PIB de Argentina – Año 2017

Fuente: INDEC (2020) y Banco Mundial (2020)

²⁸ Impuesto al Valor Agregado (IVA), Ingresos Brutos, Impuestos a la Exportación e Importación, Débitos y Créditos Bancarios y otros.



Sector	Porcentaje
A Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura	7,43%
B Pesca	0,46%
C Explotación de Minas y Canteras	3,62%
D Industria Manufacturera	19,58%
E Electricidad, Gas y Agua	2,12%
F Construcción	3,81%
G Comercio Mayorista, Minorista y Reparaciones	15,24%
H Hoteles y Restaurantes	1,95%
I Transporte y Comunicaciones	9,75%
J Intermediación Financiera	4,89%
K Actividades Inmobiliarias, Empresariales y de Alquiler	12,91%
L Administración Pública y Defensa, Planes de Seguridad Social de Afiliación Obligatoria	5,64%
M Enseñanza	4,65%
N Servicios Sociales y de Salud	4,06%
O Otras Actividades de Servicios Comunitarias, Sociales y Personales	3,14%
P Hogares Privados con Servicios Domésticos	0,74%

Fig.3.9. Distribución del VAB por sector económico de Argentina – Año 2017

Si se analiza la distribución del PIB desde 1990 hasta la fecha, se observan muy pocas variaciones en los porcentajes de participación en el VAB de cada sector económico.

Fuente: INDEC (2020) y Banco Mundial (2020)

En las **Figuras 3.10 y 3.11** se observa la evolución del PIB de Argentina a lo largo del tiempo. Es interesante identificar las caídas de finales de siglo XX y principios del siglo XXI (crisis 2001) y la del año 2008 (crisis mundial). También se observa un estancamiento de los últimos años (inclusive una reducción en el PIB per cápita).

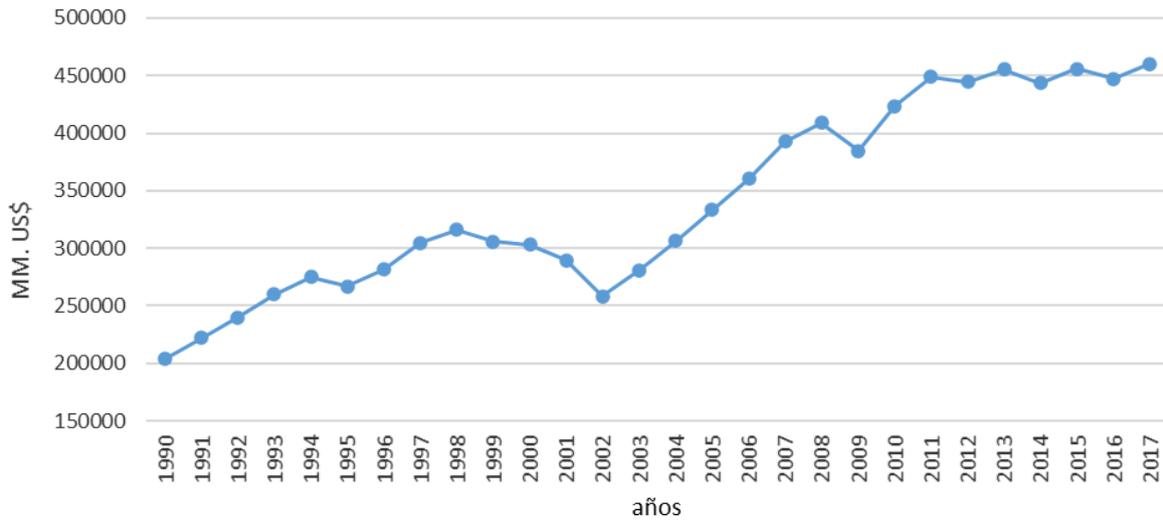


Fig.3.10. Evolución del PIB de Argentina a través de los años (Millones de US\$)
Fuente: Banco Mundial (2020)

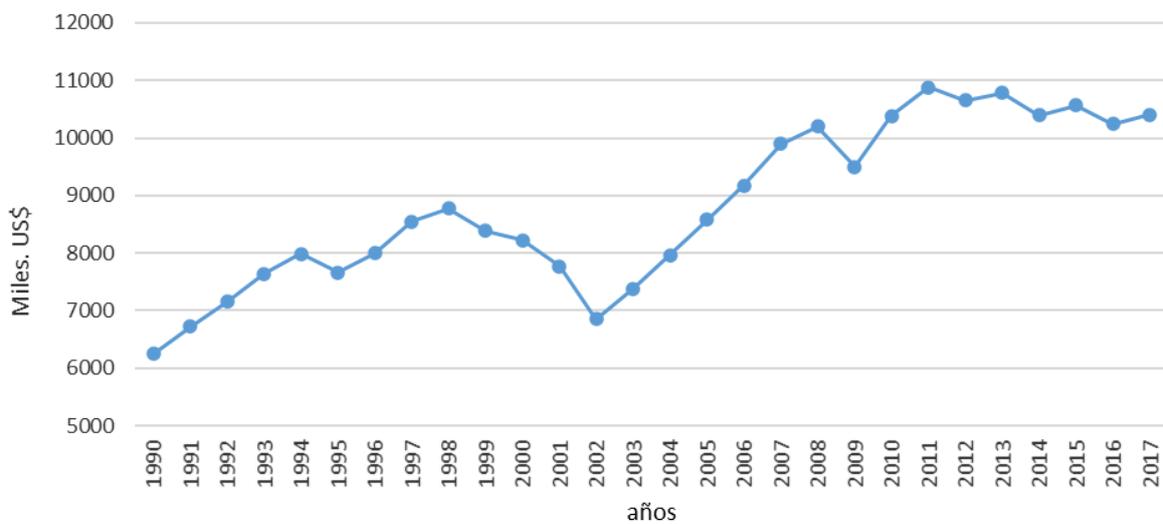


Fig.3.11. Evolución del PIB per cápita en Argentina a través de los años (Miles de US\$)
Fuente: Banco Mundial (2020)

El Banco Mundial dice: “Argentina tiene abundantes recursos naturales en energía y agricultura. En su territorio de 2,8 millones de kilómetros cuadrados, el país tiene tierras agrícolas extraordinariamente fértiles y un enorme potencial en energías renovables. Es un país líder en producción de alimentos, con industrias de gran escala en los sectores de agricultura y ganadería vacuna. Asimismo, Argentina tiene grandes oportunidades en algunos subsectores de manufacturas y en el sector de

servicios innovadores de alta tecnología. Sin embargo, la volatilidad histórica del crecimiento económico y la acumulación de obstáculos institucionales han impedido el desarrollo del país. La pobreza urbana en Argentina sigue siendo elevada, aproximadamente un 50% más alta que en los nuevos países de ingreso alto y prácticamente el doble de la de los países miembros de la OCDE. La incidencia de la pobreza alcanza el 41% entre los niños de 0 a 14 años de edad. Para hacer frente a esta situación, se ha priorizado el gasto social a través de diversos programas, entre los que se destaca la creación de la Asignación Universal por Hijo, que alcanza a aproximadamente 4 millones de niños y adolescentes hasta 18 años, el 9,3% de la población del país.” (Banco Mundial, Sitio Web del Banco Mundial, 2020)

3.5. El Método LMDI: los Subíndices “ij”

El principal obstáculo que se presenta para poder utilizar tanto la Identidad Kaya como el Método LMDI es contar con los datos disgregados de tal manera que sea posible **hacer coincidir los sectores económicos (“i”) y los tipos de combustibles (“j”) de las diferentes fuentes de información**. Por ejemplo, la información de la Matriz Energética (fuente: MINEM) divide el consumo de energía en los sectores No energético, Residencial, Comercial y público, Transporte, Agropecuario e Industrial, mientras que la información del PIB (fuente: INDEC) utiliza los sectores según la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (ISIC por sus siglas en inglés). De la misma manera, el Inventario de Gases de Efecto Invernadero (fuente: MAyDS) utiliza la división propuesta por el IPCC.

Encontrarse con estas diferentes formas de clasificar las actividades económicas implica no contar, a priori, con un único subíndice “i”. Por ello es necesario reagrupar los datos de las diferentes fuentes y establecer un único subíndice “i”. Lo mismo ocurre con los tipos de combustibles (subíndice “j”)

3.5.1. Verificación de los datos

En un primer lugar, se realiza una comprobación de los datos disponibles a fin de verificar que los mismos son consistentes. Para ello nos basaremos en la siguiente igualdad,

$$\sum_i C_i = \sum_j C_j = \sum_j E_j * \frac{C_j}{E_j} \quad (18)$$

en donde:

C_i = Emisiones CO_2 debido al sector económico i

C_j = Emisiones CO_2 debido al tipo de combustible j

E_j = Consumo energético del tipo de combustible j

C_j/E_j = Factor de emisión del tipo de combustible j

La ecuación anterior nos indica lo siguiente: **las emisiones de CO_2 debidas a la quema de combustibles por las actividades económicas, informadas por el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero, deben coincidir con las emisiones de CO_2 debidas a la quema de todos los combustibles, calculadas a partir de los datos de la Matriz Energética y los Factores de Emisión.**

Los resultados obtenidos en esta comparación se muestran en la **Tabla 3.1**:

	MtCO2 Matriz Energética	MtCO2 Inventario GEI	Diferencia
1990	92,19	92,97	0,8%
1991	96,57	102,42	5,7%
1992	98,73	104,91	5,9%
1993	99,94	106,63	6,3%
1994	104,77	111,00	5,6%
1995	106,33	113,52	6,3%
1996	121,81	123,24	1,2%
1997	121,46	126,64	4,1%
1998	129,14	131,57	1,8%
1999	133,35	133,14	-0,2%
2000	129,56	136,65	5,2%
2001	124,91	126,28	1,1%
2002	118,41	119,27	0,7%
2003	127,12	126,36	-0,6%
2004	139,12	138,52	-0,4%
2005	143,60	144,85	0,9%
2006	151,12	154,33	2,1%
2007	166,31	167,18	0,5%
2008	171,86	170,71	-0,7%
2009	157,77	166,81	5,4%
2010	171,07	173,44	1,4%

Tabla 3.1. Comparación entre las emisiones calculadas a partir de los datos de la Matriz Energética y los Factores de Emisión vs emisiones informadas por el Inventario de Gases de Efecto Invernadero. Para los combustibles provenientes de fuentes renovables se ha utilizado un factor de emisión = 0

Fuente: MADyS (2017) y MINEM (2018)

	MtCO2 Matriz Energética	MtCO2 Inventario GEI	Diferencia
2011	180,35	181,78	0,8%
2012	182,30	180,98	-0,7%
2013	188,23	185,10	-1,7%
2014	185,22	184,40	-0,4%

Tabla 3.1 (continuación)

Comparación entre las emisiones calculadas a partir de los datos de la Matriz Energética y los Factores de Emisión vs emisiones informadas por el Inventario de Gases de Efecto Invernadero. Para los combustibles provenientes de fuentes renovables se ha utilizado un factor de emisión = 0

Fuente: MADyS (2017) y MINEM (2018)

Las diferencias mayores se observan en los primeros años (década del 90). Es muy probable que esta diferencia se deba a la utilización de metodologías obsoletas para el cálculo de las emisiones.²⁹ También se observa una diferencia cercana al 5 % en el año 2000 y en el 2009, dos años marcados por crisis económicas. Salvo estas diferencias, podemos concluir que **los datos son consistentes**.

3.5.2. Subíndice “i”

La siguiente instancia consiste en **identificar y unificar los sectores económicos** de manera tal que tanto los datos de la Matriz Energética como los del PIB utilicen la misma división (subíndice “i”) Los **sectores económicos** (de consumo final) utilizados en la Matriz Energética son:

- Residencial
- Comercial y Público
- Agropecuario
- Transporte
- Industria

Al estudiar las secciones, divisiones, grupos y clases de la *International Standard Industrial Classification of All Economic Activities (ISIC), Revision 3.1* se obtienen las siguientes coincidencias:

- Residencial = Sección P
- Comercial y Público = Secciones G, H, K, L, M, N, O
- Agropecuario = Secciones A, B

²⁹ De hecho, es común que las metodologías de cálculo de GEI varíen cada cierto tiempo debido a las recomendaciones y exigencias de la IPCC.

- Transporte = Sección I
- Industria = Secciones C, D, F

Esta coincidencia también se apoya en las descripciones de cada sector económico identificados por el Inventario de Gases de Efecto Invernadero.³⁰

La **sección E de la clasificación ISIC** y su correspondiente en la Matriz Energética fue objeto de especial análisis debido a la forma en que son presentados los datos del sector Energético en la Matriz. Esto se debe a que la **energía eléctrica** es informada como “Energía Secundaria”. Es por ello por lo que, a priori, podría utilizarse como un tipo de combustible. Sin embargo, es posible identificar los insumos (fuentes de energía primarias y secundarias) utilizados para su generación. De esta manera, fue posible identificar el sector “Energético” y sus fuentes de energía (tipos de combustible) de manera indirecta.

De esta manera, sumamos este sector a los listados anteriormente y le asignamos a cada uno un índice como se indica en la **Tabla 3.2**:

Subíndice “i”	Sector Económico	Equivalente ISIC
1	Sector Agropecuario	A y B
2	Sector Energético	E
3	Sector Industrial	D, C, F
4	Sector Transporte	I
5	Sector Comercial y Público	G, H, K, L, M, N, O
6	Sector Residencial	P

Tabla 3.2. Unificación de los sectores económicos
Fuente: INDEC (2020) y ISIC (Revisión 3.1)

No se analiza el **Sector No Energético** (identificado en la Matriz Energética) debido a que sus insumos no son utilizados para “quemarlos” sino para producir productos derivados de los combustibles.

³⁰ A partir del mismo fue posible trazar una primera aproximación entre los sectores de la ISIC y de la IPCC, lo cual ayudó al estudio en general.

3.5.3. Subíndice “j”

Por otro lado, se realizó un reagrupamiento de los **tipos de combustibles identificados en la Matriz Energética** para simplificar el análisis y no profundizar en detalles innecesarios. La unificación se basó tanto en la naturaleza de los tipos de combustibles como en la coincidencia de los Factores de Emisión.

Los combustibles informados por la Matriz Energética son:

Energía Primaria

- Energía Hidráulica
- Energía Nuclear
- Gas Natural de Pozo
- Petróleo
- Carbón Mineral
- Leña
- Bagazo
- Aceites Vegetales
- Alcoholes Vegetales
- Energía Eólico
- Energía Solar
- Otros Primarios

Energía Secundaria

- Energía Eléctrica³¹
- Gas Distribuido por Redes
- Gas de Refinería
- Gas Licuado
- Gasolina Natural
- Otras Naftas
- Motonafta Total
- Kerosene y Aerokerosene
- Diesel Oil + Gas Oil
- Fuel Oil
- Carbón Residual
- No Energético
- Gas de Coquería

³¹ Como se dijo anteriormente, este tipo de energía es analizada a partir de los insumos utilizados para su generación. De esta manera, se pudo incluir el sector económico E de la ISIC.

- Gas de Alto Horno
- Coque
- Carbón de Leña
- Bioetanol
- Biodiesel

Se reagrupan los **tipos de combustibles** como se indica en la **Tabla 3.3**.

j	Tipo de Combustible	Combustibles incluidos
1	energías renovables	Energía Hidráulica, Energía Nuclear, Leña, Bagazo, Aceites Vegetales, Alcoholes Vegetales, Energía Eólico, Energía Solar, Carbón de Leña, Bioetanol, Biodiesel
2	gas - gas de pozo y distribuido	Gas Natural de Pozo, Gas Distribuido por Redes, Gasolina Natural, Otras Naftas
3	gas - gas de refinería	Gas de Refinería
4	gas - gas licuado	Gas Licuado
5	petróleo - petróleo	Petróleo, Fuel Oil
6	petróleo - motonafta	Motonafta total
7	petróleo - kerosene + aerokerosene	Kerosene y Aerokerosene
8	petróleo - diesel oil + gas oil	Diesel Oil, Gas Oil
9	carbón - mineral	Carbón Mineral, Carbón Residual
10	carbón - coque	Coque
11	otros - gas coquería	Gas de Coquería
12	otros - gas alto horno	Gas de Alto Horno
13	otros - otros	Otros Primarios

Tabla 3.3. Unificación de los tipos de combustibles
Fuente: MINEM (2018)

3.6. Los Factores de Emisión

Una vez identificados los tipos de combustibles a utilizar en el análisis LMDI, se identifican los Factores de Emisión (FE) para cada uno. Estos son recopilados en la **Tabla 3.4**.

j	Tipo de Combustible	FE [tCO ₂ /tep]
1	energías renovables	0,000
2	gas - gas de pozo y distribuido	2,349
3	gas - gas de refinería	2,412
4	gas - gas licuado	2,642
5	petróleo - petróleo	3,241
6	petróleo - motonafta	2,902
7	petróleo - kerosene + aerokerosene	2,994
8	petróleo - diesel oil + gas oil	3,103
9	carbón - mineral	3,961
10	carbón - coque	4,083
11	otros - gas coquería	1,859
12	otros - gas alto horno	10,888
13	otros - otros	4,188

Tabla 3.4. Factores de emisión

Fuente: MINEM (2018)

3.7. Cálculo del LMDI aditivo y multiplicativo

Se realiza el cálculo de ambos índices: el **LMDI aditivo** y el **LMDI multiplicativo**. Con los resultados obtenidos se determinan diferentes hipótesis y conclusiones sobre el comportamiento ambiental de la Argentina, analizando los datos de partida, sus correlaciones y la evolución de estos, tanto cualitativa como cuantitativamente.

Los valores calculados se presentan en las **Figuras 3.12 y 3.13**, en donde se puede observar el aporte de cada variable a las emisiones de CO₂ debidas a la quema de combustibles.

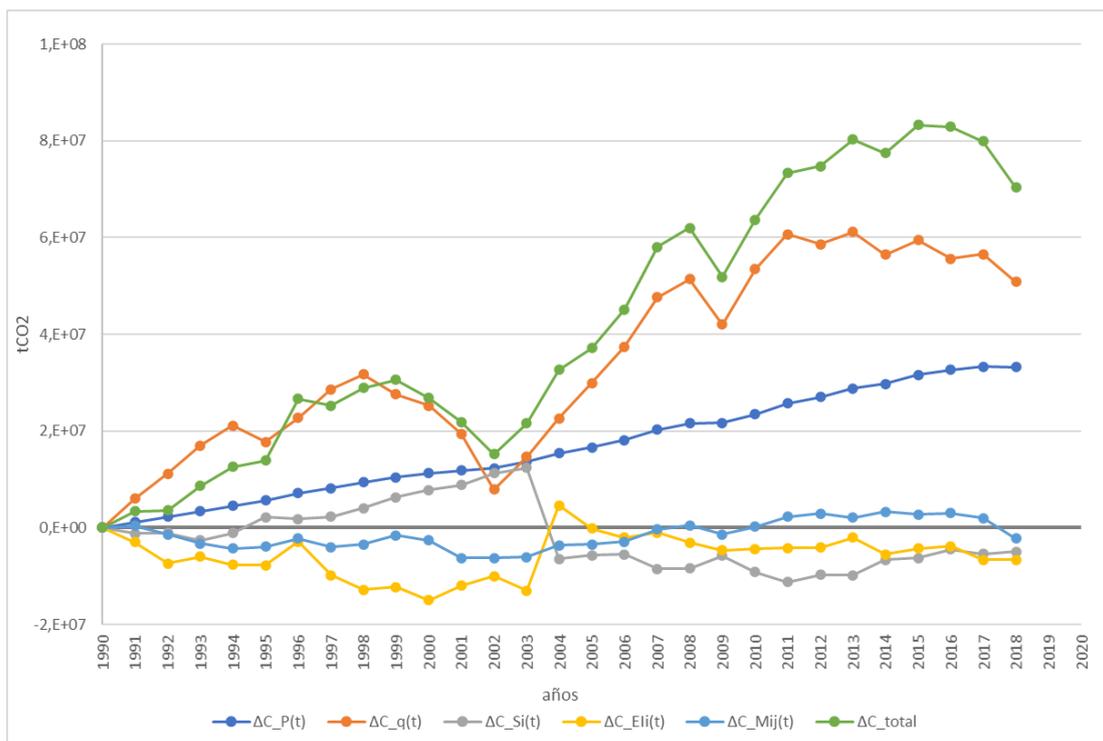


Fig.3.12. LMDI Aditivo
Fuente: Elaboración propia

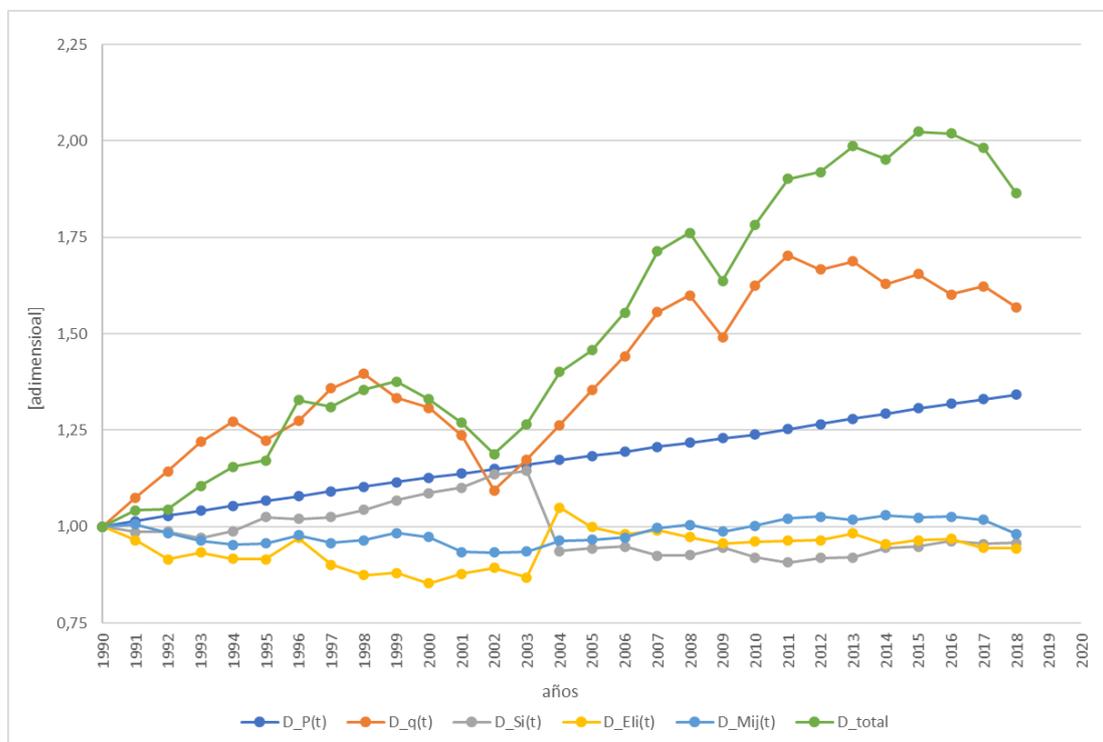


Fig.3.13. LMDI Multiplicativo
Fuente: Elaboración propia

3.8. Contribuciones por variable

A continuación, se realiza un análisis de las curvas obtenidas. Se busca identificar el comportamiento general de cada variable, su evolución, posibles causas y consecuencias, y su aporte a las emisiones totales.

3.8.1. Contribuciones debido a la variable poblacional (P)

Se observa que el aporte a las emisiones totales debido a la variable poblacional P crece a lo largo de los años de una manera constante y proporcional. De hecho, utilizando la regresión lineal, se puede obtener la tasa de crecimiento de las emisiones debido a P, como se indica en la **Figura 3.14**.

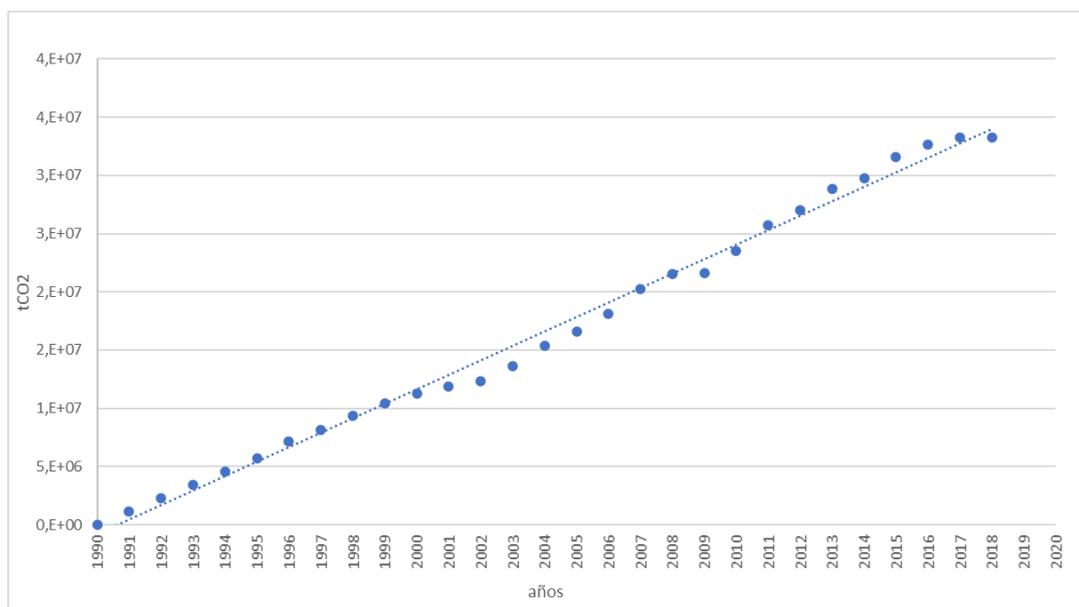


Fig.3.14. LMDI Aditivo de la variable P

Fuente: Elaboración propia

Si comparamos la evolución de las contribuciones debido a P con la evolución demográfica de la Argentina mostrada en la **Figura 3.15**, podemos ver que existe una **relación directa** entre el crecimiento poblacional y el aumento en las emisiones año a año.

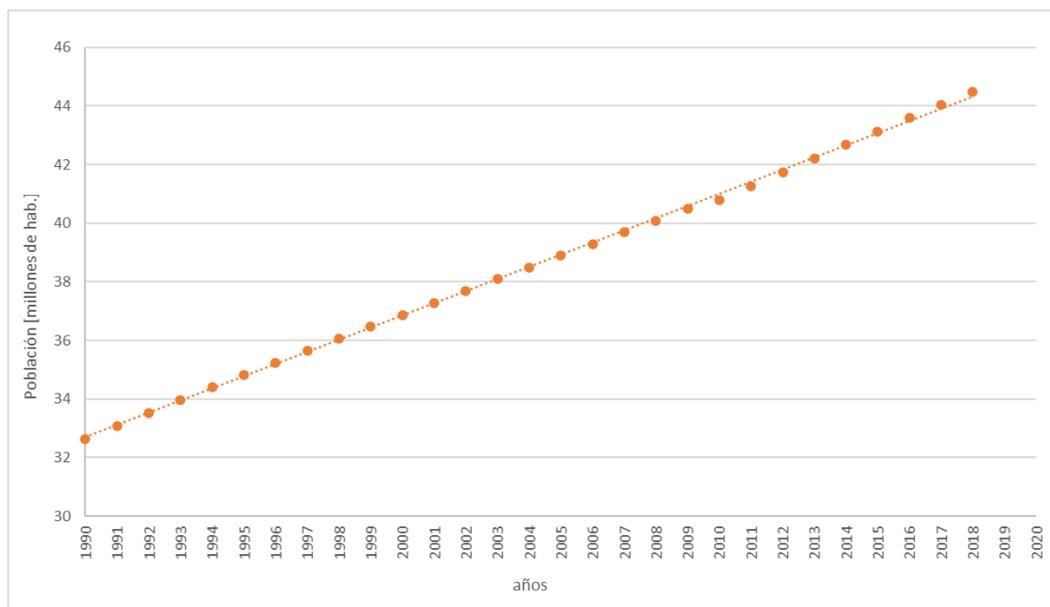


Fig.3.15. Crecimiento poblacional en Argentina a través de los años

Fuente: Banco Mundial (2020)

El aporte aditivo de CO₂ debido a la variable P, al igual que el crecimiento poblacional, tiene un **comportamiento lineal** a través del tiempo. Por lo tanto, es posible utilizar la técnica de la regresión lineal para identificar la tasa de crecimiento de ambas rectas.

De esta manera, se obtienen tanto la tasa de aporte de CO₂ debido al crecimiento poblacional por año y la tasa de crecimiento poblacional por año, utilizando una planilla de cálculo.

$$Tasa \Delta C_p = 1.242.450 [tCO_2/año]$$

$$Error = 19.705 [tCO_2/año] = 1,59\%$$

$$R^2 = 0,9933$$

$$Tasa P = 415.300 [hab/año]$$

$$Error = 1.870 [hab/año] = 0,45\%$$

$$R^2 = 0,9995$$

Además, como puede observarse, la relación que existe entre la variable poblacional y sus contribuciones es de proporcionalidad. De esta manera, podemos calcular el aporte a las emisiones totales de CO₂ promedio por cada nuevo habitante nacido en Argentina entre los años 1990 y 2018.

$$1.242.450 [tCO_2/año] / 415.300 [hab/año] = 2,41[tCO_2/hab]$$

$$Error = 2,04\%$$

3.8.2. Contribuciones debido a la variable PIB per cápita (q)

De igual manera, el aporte contribuido por la variable q a las emisiones totales de CO₂ es un “calco” de las variaciones de PIB a lo largo de los años. **Se observa que la variable q es la que realiza el mayor aporte a las emisiones totales.** De hecho, si observamos las curvas obtenidas en el cálculo, los aportes de las emisiones totales copian la tendencia de la curva del PIB.

Salvo en etapas tempranas (primera mitad de la década de los '90), el aporte debido a esta variable se ve contrarrestado por una disminución en los aportes debido a las otras variables, a excepción de la poblacional que, como ya hemos visto, siempre está en aumento.

Hasta principios de milenio, el aumento en las emisiones copia casi exactamente a las aportaciones realizadas por esta variable. El hecho de que el resto de las variables se anulen entre sí también potencia el efecto que la variable q tiene sobre las emisiones totales. Luego, la curva del total comienza a despegarse levemente de la curva del PIB hasta que, finalmente, consigue abrirse para final de la primera década del siglo XXI. Aun así, el aumento en las emisiones totales sigue siempre la forma de la curva trazada por los aportes realizados por la variable q.

Se observan dos grandes declives a lo largo de los años: el primero entre los años 2000-2002 y el segundo correspondiente al año 2008. Ambas caídas abruptas en el PIB se deben a las crisis económicas de las últimas décadas (Crisis Argentina del 2001 y Crisis Mundial del 2008)

El repunte a partir del año 2003 se ve acompañado con un cambio abrupto en las otras variables. Esta cuestión la analizaremos más adelante.

Los últimos años de Argentina han sido caracterizados por una crisis profunda, tanto económica como política e institucional. Esto puede observarse en el comportamiento fluctuante de la variable q y su tendencia a la caída, la cual se acentúa mayormente en el último período.

Para ahondar aún más en el análisis del aporte realizado por esta variable, se calcula, para cada año, la variación del PIB per cápita con referencia al año 1990 (Δq), y se lo empata al ΔC_q , calculado con el método LMDI, buscando un coeficiente de proporcionalidad entre ambos.

Siendo:

$$\Delta q = q(t) - q(0) \quad (19)$$

Obtenemos los resultados recopilados en la **Tabla 3.5**:

año	q [US\$ (2010) / hab]	Δq [US\$ (2010) / hab]	ΔC_q [tCO ₂]	$\Delta C_q / \Delta q$
1990	6.245,71	0,00	0,00	-
1991	6.721,28	475,57	6.059.297	12.741,13
1992	7.157,33	911,62	11.164.511	12.246,89
1993	7.644,24	1.398,53	16.989.742	12.148,31
1994	7.988,64	1.742,94	21.091.431	12.101,09
1995	7.666,53	1.420,82	17.758.344	12.498,65
1996	7.994,24	1.748,53	22.743.995	13.007,46
1997	8.543,03	2.297,32	28.648.983	12.470,61
1998	8.772,06	2.526,35	31.692.735	12.544,85
1999	8.381,25	2.135,55	27.577.421	12.913,53
2000	8.224,11	1.978,40	25.292.096	12.784,09
2001	7.776,14	1.530,43	19.449.981	12.708,84
2002	6.854,29	608,59	7.925.341	13.022,56
2003	7.380,47	1.134,76	14.671.106	12.928,84
2004	7.962,41	1.716,70	22.585.419	13.156,27
2005	8.577,86	2.332,16	29.916.851	12.827,98
2006	9.174,50	2.928,79	37.440.506	12.783,59
2007	9.901,51	3.655,80	47.639.000	13.031,06
2008	10.201,48	3.955,77	51.375.308	12.987,44
2009	9.502,24	3.256,54	42.058.042	12.914,97
2010	10.385,96	4.140,26	53.488.688	12.919,17
2011	10.883,32	4.637,61	60.700.170	13.088,68
2012	10.649,84	4.404,13	58.591.659	13.303,80
2013	10.784,63	4.538,92	61.165.638	13.475,81
2014	10.398,69	4.152,99	56.497.175	13.603,99
2015	10.568,16	4.322,45	59.462.940	13.756,77
2016	10.239,48	3.993,77	55.631.751	13.929,62
2017	10.404,26	4.158,55	56.575.634	13.604,64
2018	10.040,13	3.794,42	50.826.151	13.394,96

Tabla 3.5. Relación entre el Δq y ΔC_q

Fuente: Elaboración propia

En la última columna se observa la relación obtenida entre ambos Δ . De estos valores se obtiene:

$$\text{Valor promedio} = 12.960 \left[\frac{\text{tCO}_2}{\text{US}\$(2010)/\text{hab}} \right]$$

$$\text{Desviación estándar} = 462,4 \left[\frac{\text{tCO}_2}{\text{US}\$(2010)/\text{hab}} \right]$$

Esto quiere decir que **cada dólar per cápita generado por la actividad económica en un determinado año, en referencia al año 1990, generó, en promedio, 12.960 tCO₂ en ese mismo año.**

3.8.3. Contribuciones debido a la variable Estructura Económica (Si)

La estructura económica juega cierto papel en los aportes a las emisiones hasta principios de siglo XXI. Sin embargo, su comportamiento errático debe ser analizado con un detenimiento mayor, sobre todo porque veremos que entran en juego factores externos al propio cálculo.

De manera general, se observa que, en los primeros años, las contribuciones siguen la misma tendencia que la de la variable P, llegando inclusive a igualarla para los años 2002-2003. Luego de este período se evidencia una fuerte caída acompañada de la subida de los aportes de la variable Eli. Durante los años posteriores, se observa cierta estabilidad, manteniéndose siempre por debajo de las contribuciones informadas en el año de referencia (1990). Esto implica que las modificaciones realizadas en la matriz productiva tuvieron un impacto positivo en lo que respecta a emisiones de CO₂.

Para poder explicar el comportamiento de esta variable, estudiaremos la distribución porcentual de los sectores económicos en el total del PIB. Luego disgregaremos el ΔC_{Si} calculado, analizando cada uno de los sumandos que lo componen.

Como se observa en la **Figura 3.16** (y en mayor detalle en la **Tabla 3.6**) el año 2004 representa un quiebre abrupto en la distribución de actividades económicas, aumentando fuertemente la presencia de la industria y, en menor medida, del sector agropecuario, sector que obtiene su mayor presencia entre los años 2005 y 2010 pero que luego irá fluctuando. También se observa que el sector industrial venía sufriendo una contracción respecto a los otros sectores desde el año 1990 hasta el año 2002, situación que se revierte totalmente a partir del año 2003. Estos crecimientos se equilibran en mayor medida con la disminución del sector comercial y público y en menor medida con la disminución del sector transporte, el cual tiende a crecer posteriormente.

El sector energético también sufre un cambio abrupto. Sin embargo, los porcentajes que se establecen antes y después del 2003 son relativamente estables en ambos períodos. Lo mismo ocurre con el sector residencial.

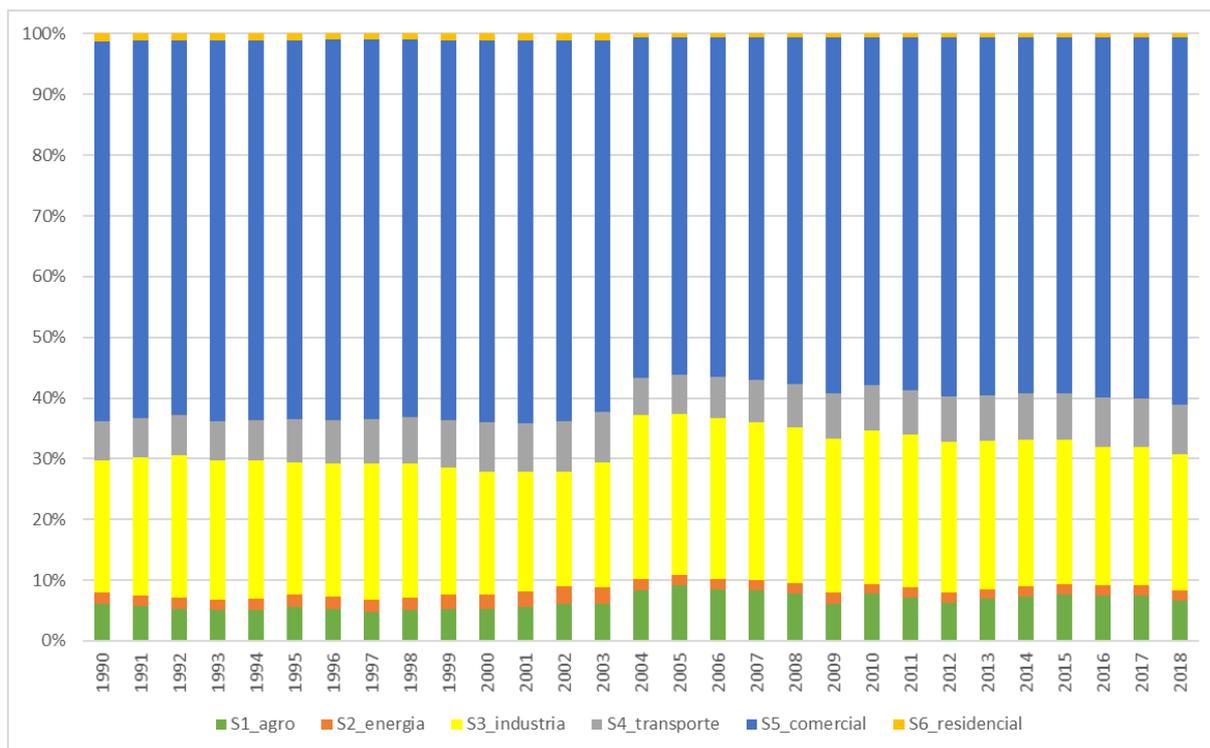


Fig.3.16. Distribución porcentual de los sectores económicos en cada año
Fuente: INDEC (2020) – Elaboración propia

	S1_agro	S2_energia	S3_industria	S4_transp.	S5_comer.	S6_resid.
1900	6,06%	1,87%	21,86%	6,41%	62,60%	1,21%
2003	6,08%	2,79%	20,56%	8,35%	61,11%	1,11%
2004	8,36%	1,79%	27,02%	6,14%	56,05%	0,63%
2018	6,56%	1,77%	22,47%	8,11%	60,47%	0,61%

Tabla 3.6. Distribución de los sectores económicos en los años 1990 (base), 2003, 2004 y 2018
 Se observa un cambio notable de un año para el otro, el cual se mantiene para ciertos sectores
Fuente: INDEC (2020) – Elaboración propia

Es curioso notar que la estructura económica del 2018 es casi idéntica a la de 1990 (apenas un poco más de presencia del sector transporte)

Pero ¿cómo explicar este salto abrupto? Para ello, veamos cómo aporta cada uno de los sumandos al valor total del ΔC_{Si} en la **Figura 3.17**.

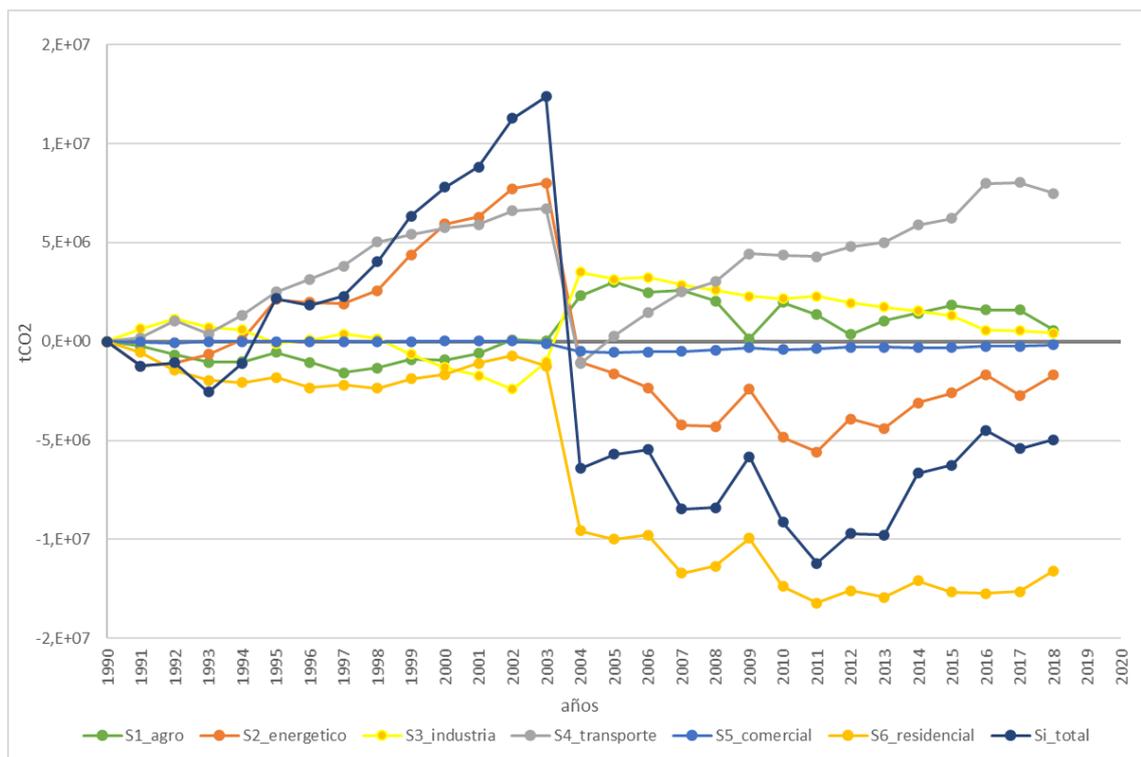


Fig.3.17. Aporte de cada sumando al valor total del ΔC_{Si}

Fuente: Elaboración propia

Antes de comenzar, y como se aclaró anteriormente, debemos tener en cuenta que los datos con los cuales estos cálculos han sido realizados provienen de una fuente oficial: el INDEC. Sin embargo, no es menor hacer notar que dicho organismo informa **un conjunto de datos desde 1990 hasta el 2005, y otro conjunto de datos desde el 2004 en adelante.**

Si analizamos los porcentajes calculados en los años 2004 y 2005 (años en donde ambos conjuntos de datos se superponen), podremos ver que **existen discrepancias.** Esto puede observarse en la **Tabla 3.7.**

	año	S1_agro	S2_ener.	S3_indus.	S4_trans.	S5_com.	S6_resid.
Datos 1990-2005	2004	5,51%	2,74%	21,67%	8,72%	60,25%	1,11%
	2005	5,72%	2,66%	22,08%	9,27%	59,14%	1,13%
Datos 2004-2018	2004	8,36%	1,79%	27,02%	6,14%	56,05%	0,63%
	2005	9,13%	1,75%	26,45%	6,48%	55,56%	0,62%

Tabla 3.7. Comparación entre los datos informados por el INDEC para los mismos años

Fuente: INDEC (2020) – Elaboración propia

Está claro que el alcance del actual trabajo no pretende realizar una investigación exhaustiva, pero mucho menos tiene por objeto indagar en las metodologías utilizadas por los organismos estatales para establecer sus propios índices. Sin embargo, **resulta evidente que, a partir del año 2004, hubo un cambio determinante en el cálculo del PIB.** No pareciera ser casual que este cambio se haya realizado el primer año de la administración de Néstor Kirchner, luego de 3 años de feroz crisis en Argentina (desatada en el 2001)

Salvando esta situación, se desarrollarán hipótesis sobre el comportamiento del ΔC_{Si} , analizando los aportes de cada sector.

Se observa que el **sector industrial** tiende a la baja desde 1990 hasta el 2003, dando luego un salto significativo a partir del cual nuevamente bajará. Esto no implica que los aportes del sector tienden a bajar, sino que lo harán en la medida en que la participación del sector disminuya en el total del PIB.

Caso contrario ocurre con el **sector transporte**. Este experimenta una alzada en el primer período (1990-2003) el cual se quiebra para luego retomar el mismo trayecto.

Por otro lado, se observa que el **sector comercial y público** no tiene cambios a lo largo de los años.

El sector **agropecuario y ganadero** se mantiene relativamente constante a lo largo de los primeros años, dando un salto a partir del 2003-2004. Nuevamente, el repunte de la economía podría ser una explicación de esta situación. Las fluctuaciones siguientes también podrían responder a la actividad misma. Por ejemplo, la Crisis Mundial del 2008 puede ser una de las causas de la caída de este sector, debido a la caída de los precios internacionales.³²

El **sector energético** evidencia un crecimiento constante en sus aportaciones a las emisiones, el cual cae en los años 2003-2004. Luego su comportamiento es errático, manteniéndose siempre por debajo de las emisiones del año 1990.

Por último, el **sector residencial** es el sector que mayor diferencia denota. Si bien su participación en el PIB es muy baja (entre el 0.5 y el 1.2%), las disminuciones en las emisiones son clave para contrarrestar la alzada debido al sector transporte. También se observa que si no hubiera habido el salto entre los años 2003-2004, su comportamiento se mantiene casi constante, con una leve inclinación a la baja.

³² En los últimos años, la actividad de este sector se ve fuertemente influenciada por los precios internacionales de la soja.

3.8.4. Contribuciones debido a la variable Intensidad Energética (Eli)

Otro de los comportamientos que requiere un análisis particular es el mostrado por el ΔC_{Eli} calculado entre los años 2003-2004. Su evolución parece contrarrestar lo observado para la variable anterior. (ver Figuras 3.12 y 3.13)

Se observa un comportamiento relativamente constante a lo largo de los primeros años, con una leve tendencia a la baja. Luego del año 2003, el aporte presenta un aumento brusco de igual magnitud, pero de sentido contrario, al evidenciado por la variable Si. Es evidente, sin embargo, que el comportamiento de esta variable es una consecuencia directa de los datos aportados por el INDEC en materia macroeconómica.

Si se analiza la intensidad energética de cada sector, se obtienen los resultados indicados en la Figura 3.18. Se puede observar que los **sectores energético y residencial son los que mayor intensidad energética poseen**. Los saltos en las curvas (2003-2004) pueden explicarse debido al cambio porcentual que ambos sectores sufrieron en sus participaciones en el PIB, según las hipótesis presentadas en el inciso anterior. Para sustentar esta explicación, vemos que los consumos de energía por sector mantienen un ritmo de crecimiento relativamente constante a lo largo de los años como se muestra en la Figura 3.19.

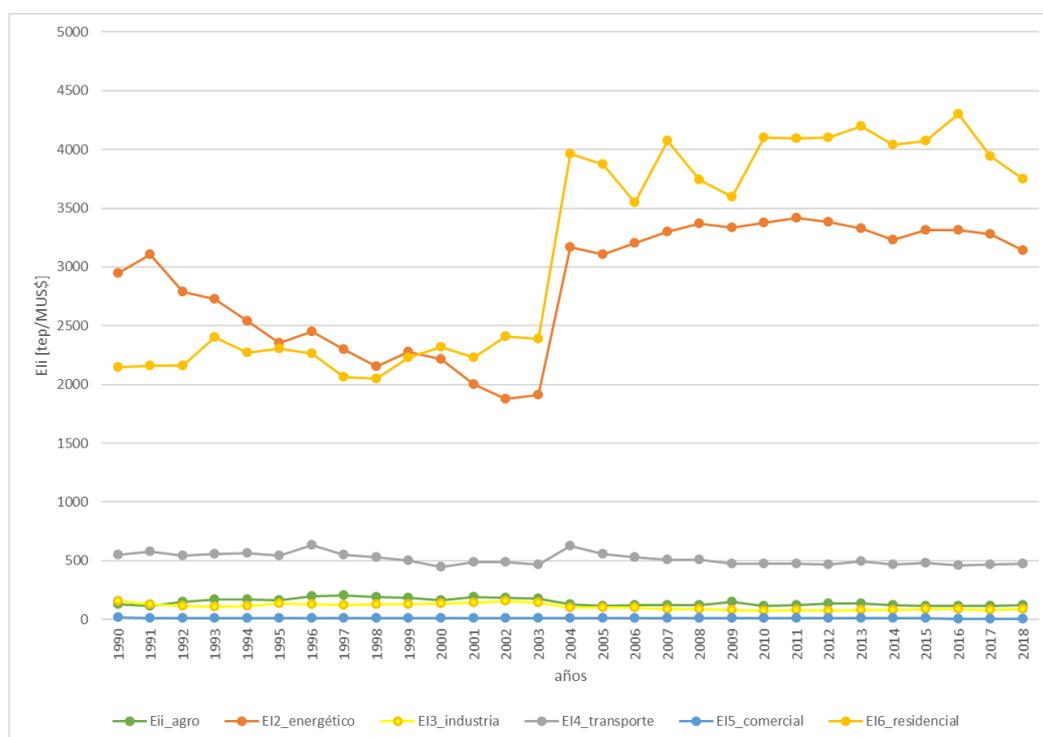


Fig.3.18. Intensidad energética de cada sector a través de los años
Fuente: MINEM (2018) – Elaboración propia

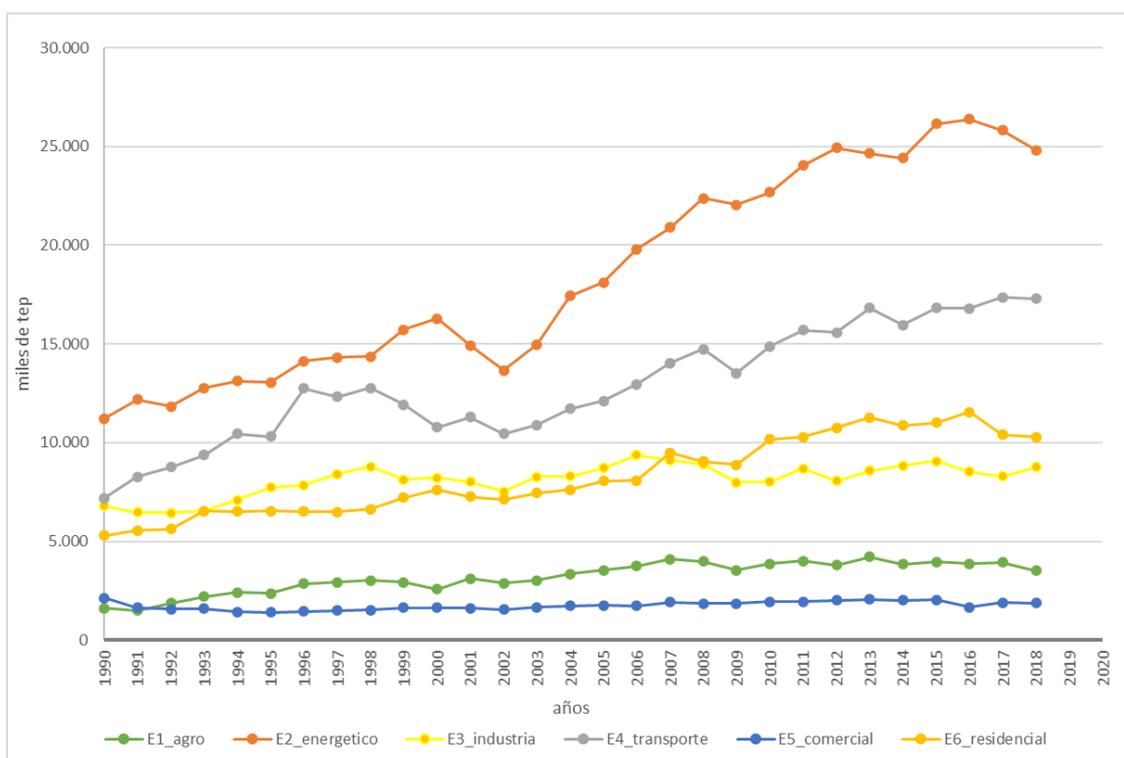


Fig.3.19. Consumo energético de cada sector económico a través de los años
Fuente: MINEM (2018) – Elaboración propia

Por lo tanto, **el cambio violento de la intensidad energética para los sectores de energía y residencial se le puede atribuir al cambio en la participación del PIB.** En definitiva, un alto valor en la intensidad energética implica un bajo rendimiento en cuanto al uso que se le da a la energía.

Un caso contrario es el de los **sectores industrial y transporte**; si bien presentan grandes consumos de energías, demuestran tener una intensidad energética relativamente baja frente a los sectores de energía y residencial.

Con este análisis preliminar, se realiza el mismo estudio que en el inciso anterior: se disgrega el $\Delta C_{E_{li}}$ y se analiza cada uno de los sumandos por separado. Los resultados se muestran en la **Figura 3.20.**

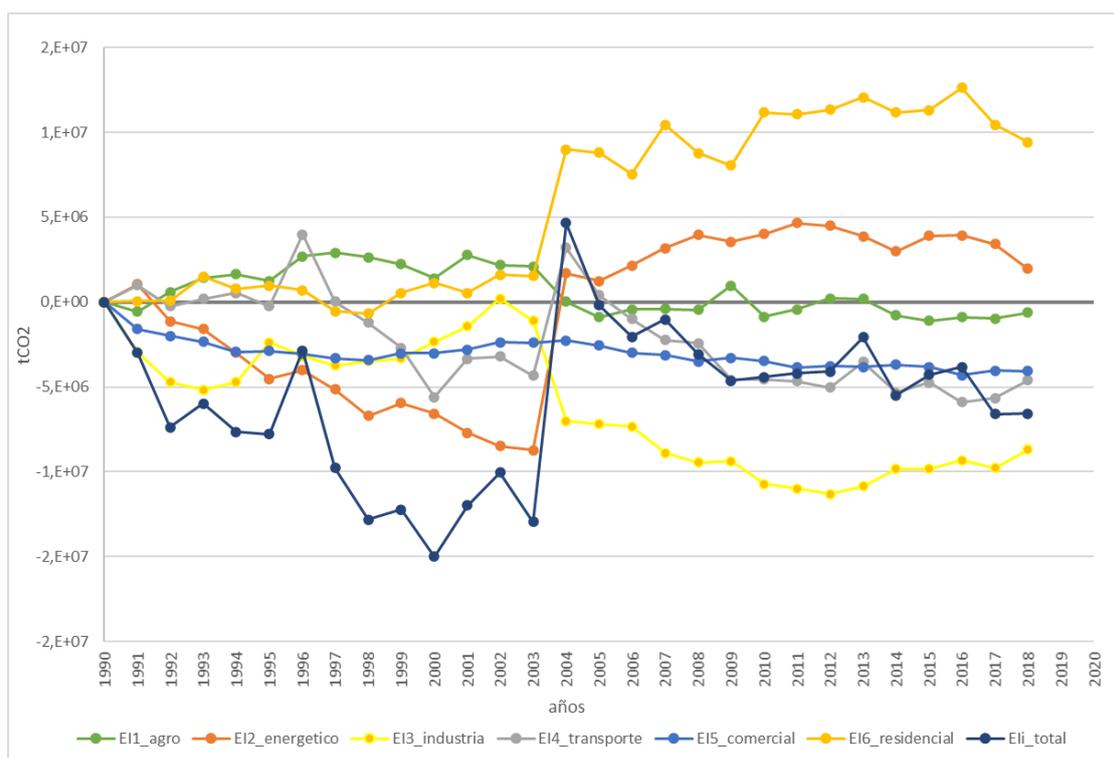


Fig.3.20. Aporte del ΔC_{Eli} disgregado por cada sumando

Fuente: Elaboración propia

Se divide nuevamente el estudio en dos bloques temporales (1990-2003 y 2004-2018) para tratar de comprender el comportamiento de esta variable y cómo aporta a las emisiones totales.

Lo primero que se nota es que el **sector agricultura y ganadería** se mantiene relativamente constante a lo largo de los años.

El **sector energético** muestra un comportamiento a la baja durante el primer período, comportamiento que se revierte a partir del año 2004 para luego mantenerse relativamente constante, aunque demostrando una pequeña alza durante la segunda mitad de la década del 10'. Esto podría deberse a que, durante estos años la **explotación de petróleo y gas no convencional** creció exponencialmente.³³

En cambio, el **sector industrial** muestra un crecimiento en el primer bloque temporal para luego bajar hasta 2012. Posteriormente vuelve a subir levemente. Aun así, los aportes posteriores a 1990 se mantienen siempre por debajo del año base.

³³ El desarrollo de Vaca Muerta fue de vital importancia para el sector.

El **sector transporte** muestra un comportamiento errático en los primeros años. Tras el pico del año 2003-2004, luego se mantiene a la baja. Es importante notar que, en este caso, el salto puede deberse no solo a una modificación abrupta en la participación en el PIB, sino también en un aumento en la intensidad energética del sector (ver **Figura 3.18**)

El caso del **sector comercial y público** es el más estable de todos, manteniéndose siempre por debajo de los aportes del año base.

El **sector residencial** es el que mayores aportes realiza a las emisiones de la variable Eli. Esto puede evidenciarse debido a que es uno de los sectores de mayor consumo y con la intensidad energética menos favorable.

3.8.5. Contribuciones debido a la variable Matriz Energética (Mij)

Finalmente observamos que las variaciones de la Matriz Energética a través de los años no realizan un gran aporte a las emisiones totales. Sin embargo, es interesante notar que hasta el 2008 las contribuciones se mantuvieron siempre por debajo del año base, mientras que, a partir de ese año, las mismas fueron en aumento. Esto puede atribuirse a un **mayor consumo energético, una mayor dependencia de los combustibles fósiles y a la baja participación de las energías renovables en la Matriz.**

Los porcentajes que se habían establecido para la transición de la Matriz Energética no llegaron a cumplirse. Como se analizó en la **Sección 3.2.4**, la participación de las energías renovables (cuyo FE se estima igual a cero) en el SADI está muy por debajo de lo propuesto. Habiéndose proyectado tener al año 2017 una capacidad instalada del 8% para generación eléctrica, solo se logró, a ese año, alcanzar un 2%. Esta situación, combinada con el aumento en el consumo energético (ver **Figura 3.19**), impacta de manera negativa.

En la **Figura 3.21** se observa cómo ha ido en aumento el consumo eléctrico per cápita en Argentina. Este comportamiento, combinado a la baja participación de energías renovables en la generación, merman la eficiencia energética, lo que ocasiona el aumento del aporte a las emisiones de la variable Mij.

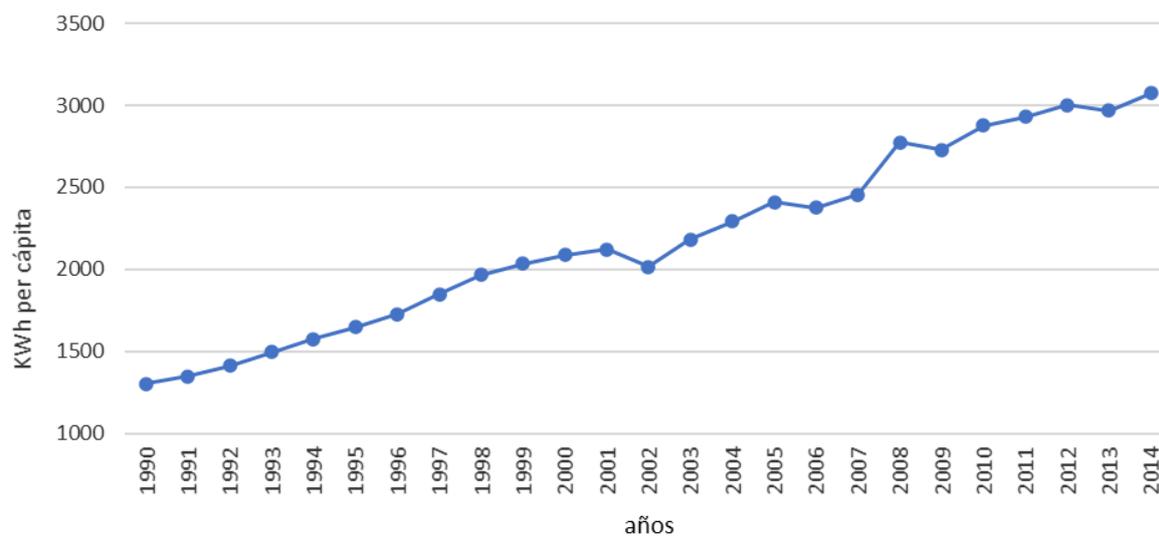


Fig.3.21. Consumo eléctrico per cápita en Argentina a través de los años

Fuente: Banco Mundial (2020)

4. Conclusiones

Argentina representa el 0,7% de las emisiones totales de los GEI del mundo. En el año 2014 se informaban emisiones del orden de 368 Mt CO₂-eq contra las 49 GtCO₂-eq que se emitían a nivel mundial. Su mayor aporte se debe a la **ganadería (20,7%)**, el **transporte (15,5%)**, la **silvicultura y cambio en el uso del suelo (13,1%)** y la **generación de electricidad (11,6%)**.

En un principio, Argentina se comprometió, ante el Acuerdo de París, a reducir las emisiones de manera incondicional en un 15% respecto a las emisiones proyectadas en su BAU para el año 2030, y de manera no condicional estableció una meta del 30%. Al año siguiente (2016), presentó una revisión de la NDC, estableciendo objetivos más ambiciosos: **no exceder la emisión neta de 483 MtCO₂-eq de manera incondicional y, de establecerse medidas condicionales, llevar las emisiones a 369 MtCO₂-eq**. Esto implicaría una reducción de 223 MtCO₂-eq respecto al nuevo escenario BAU.

La distribución de los GEI de Argentina ha ido variando a través del tiempo. Si comparamos la Argentina de 1990 con la Argentina actual veremos cómo **el aporte del CO₂ aumenta respecto al CH₄**. En un principio, la distribución era de 58,5% y 27,8% respectivamente, mientras que las últimas mediciones indican porcentajes distintos: 67% para el CO₂ y 21,2% para el CH₄. El resto de los GEI (N₂O, HFC, PFC y SF₆) se mantienen relativamente estables, con aportes que varían entre el 9 y el 14%.

Se puede realizar la misma comparación según sectores. En este caso, se observa que **las emisiones del sector Energía aumentan considerablemente**: en el año 1990, los GEI emitidos por el sector Energía equivalían al 34%, mientras que los provenientes de la Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra eran del 60%, mientras que las mediciones del año 2014 indican que el sector Energía es el responsable de un 52,5% de las emisiones, mientras que el sector de Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra aporta un 39,2%.

Del **Análisis LMDI** se observa que **la variable q es la que realiza el mayor aporte a las emisiones totales**. De hecho, si observamos las curvas obtenidas en el cálculo, los aportes de las emisiones totales copian la tendencia de la curva del PIB. Sin embargo, salvo en etapas tempranas (primera mitad de la década de los '90), el aporte debido a esta variable se ve contrarrestado por una disminución en los aportes debido a las otras variables, a excepción de la poblacional que siempre está en aumento.

En un principio, el PIB es la sumatoria del Valor Agregado Bruto más los Impuestos. **Las actividades que más aportan al VAB son**: la Industria Manufacturera (19,6%), el Comercio Mayorista, Minorista y Reparaciones (15,2%), las Actividades

Inmobiliarias, Empresariales y de Alquiler (12,9%), el Transporte y Comunicaciones (9,8%) y la Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura (7,4%)

La segunda variable que realiza los mayores aportes, según el modelo LMDI, es la poblacional. Se observa que el aporte a **las emisiones totales debido a la variable poblacional P crece a lo largo de los años de una manera constante y proporcional**.

En el año 2010, la población argentina superó los 40 millones. El último censo arrojó como resultado un total de 40.117.096 personas. En la actualidad, las estimaciones indican un ascenso a **44.938.712 de personas** y, según datos de la CEPAL, la población para el 2020 será de unas 45.302.000 personas.

El censo también evidenció que más del 90% de las personas viven en centros urbanos y alrededor del 32% de la población del país habita en la zona Metropolitana del Gran Buenos Aires, la cual representa un 0,5% del territorio nacional.

La **estructura económica** juega cierto papel en los aportes a las emisiones hasta principios de siglo XXI. Sin embargo, su comportamiento errático no permite sacar conclusiones definitivas. Lo mismo ocurrirá con la **intensidad energética**.

Se ha observado que el organismo oficial de estadísticas nacionales (INDEC) informa **un conjunto de datos desde 1990 hasta el 2005, y otro conjunto de datos desde el 2004 en adelante**. Se analizaron los porcentajes calculados en los años 2004 y 2005 (años en donde ambos conjuntos de datos se superponen), observando que **existen discrepancias. Resulta evidente que, a partir del año 2004, hubo un cambio determinante en el cálculo del PIB**.

Si analizamos la intensidad energética de cada sector, observamos que los **sectores energéticos y residencial son los que mayor intensidad energética poseen**. Los saltos en las curvas (2003-2004) pueden explicarse debido al cambio porcentual que ambos sectores sufrieron en sus participaciones en el PIB. **El cambio violento de la intensidad energética para los sectores de energía y residencial se le puede atribuir al cambio en la participación del PIB**. En definitiva, un alto valor en la intensidad energética implica un bajo rendimiento en cuanto al uso que se le da a la energía.

Por último, el aporte realizado por la variable Mij no es significativo. Sin embargo, es interesante notar que hasta el 2008, las contribuciones se mantuvieron siempre por debajo del año base, mientras que, a partir de ese año, las mismas fueron en aumento. Esto puede atribuirse a un **mayor consumo energético, una mayor dependencia de los combustibles fósiles y a la baja participación de las energías renovables en la Matriz Energética**.

Con una fuerte dependencia de los hidrocarburos, la Matriz Energética de Argentina se diversificó en los últimos años. Históricamente, **el petróleo representaba un 70% de la energía primaria, mientras que el gas natural representaba un 10%**. Sin embargo, estos porcentajes se han visto modificados drásticamente. **En la actualidad, el petróleo representa un 31% del suministro, mientras que el gas natural asciende a un 54%**. El resto de la demanda es cubierta con energía hidroeléctrica, nuclear y renovables. Por otro lado, el carbón es apenas un 1% del total.

Puede observarse que el **Gas Distribuido por Redes y el sector Transporte representan la mayor parte del consumo energético** del país, seguidos por el sector de la Energía Eléctrica. Esto se debe a dos condicionantes importantes del país: la **fuerte dependencia del gas natural para uso residencial** y las **grandes distancias que deben recorrerse con el transporte rodado** debido a la precaria industria ferroviaria.

La potencia instalada en el **Sistema Argentino de Interconexión al año 2018 es de 38.538 MW**. El consumo anual promedio per cápita de energía eléctrica en Argentina es de **3,09 MWh/hab**, levemente por debajo del promedio mundial (3,13 MWh per cápita al año)

La **generación a través de energías renovables está muy lejos de lo propuesto por el Gobierno Nacional**, alcanzando tan solo un 2% al año 2017 cuando el objetivo para este año era del 8%. Viendo esta tendencia, resultará difícil alcanzar el objetivo propuesto para el año 2025 (cubrir el 20% del consumo de energía eléctrica nacional mediante fuentes renovables de energía)

Argentina ha desarrollado diferentes estrategias para cumplir con el Acuerdo de París. A través del Decreto Nacional 891/16, del 25 de julio del 2016, se crea el **Gabinete Nacional de Cambio Climático**. La participación de las provincias se articula a través del **Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA)**, creado en 1990. En este marco se desarrollan los seis **Planes de Acción Sectoriales de Cambio Climático** que sentarán las bases para el **Plan Nacional de Mitigación** y el **Plan Nacional de Adaptación**. Ambos planes conforman el **Plan Nacional de Respuesta al Cambio Climático**.

5. Referencias

- Ang, B.W. (2005). *The LMDI approach to decomposition analysis: a practical guide*. Energy Policy 33, 867-871.
- Argentina. (2015). *Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional (INDC)*. Obtenido de <https://bit.ly/2Z1ViGp>
- Argentina. (2016). *Primera Revisión de su Contribución Determinada a Nivel Nacional*. Obtenido de <https://bit.ly/2Nt4bDv>
- Argentina. Decreto 9/2017. (04 de enero de 2017). Año de las Energías Renovables. Sumario del Boletín Oficial núm. 33537.
- Argentina. Gabinete Nacional de Cambio Climático. (2017). *Informe de Actividades 2017*. Obtenido de <https://bit.ly/2AZHnZu>
- Argentina. INDEC. (2010). *Censo Nacional*. Obtenido de <https://bit.ly/3eDmEcs>
- Argentina. INDEC. (2020). *Agregados Macroeconómicos (PIB)*. Obtenido de <https://bit.ly/316yZIA>
- Argentina. INDEC. (2020). *Sitio Web del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*. Obtenido de <https://www.indec.gob.ar>
- Argentina. Ley 27.191. (21 de octubre de 2015). Régimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energía destinada a la Producción de Energía Eléctrica. Sumario del Boletín Oficial núm. 33239.
- Argentina. Ley 27.424. (27 de diciembre de 2017). Régimen de fomento a la generación distribuida de Energía Renovable integrada a la Red Eléctrica Pública. Sumario del Boletín Oficial núm. 33779.
- Argentina. MAyDS. (2012-2018). *Informe del Estado del Ambiente*. Obtenido de <https://informe.ambiente.gob.ar>
- Argentina. MAyDS. (2017). *Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero*. Obtenido de <https://bit.ly/3fNpagD>
- Argentina. MINEM. (1960-2015). *Diagrama Sankey Interactivo. Balance Energético Nacional*. Obtenido de <https://datosgobar.github.io/energia>
- Argentina. MINEM. (1960-2018). *Balance Energético Nacional*. Obtenido de <http://datos.minem.gob.ar/dataset/balances-energeticos>
- Argentina. MINEM. (1960-2018). *Informe Estadístico Anual*. Obtenido de <http://datos.minem.gob.ar/dataset/informe-estadistico>
- Argentina. MINEM. (2017). *Desarrollo de Vaca Muerta. Impacto económico agregado y sectorial*. Obtenido de <https://bit.ly/2Yo8Qx4>
- Argentina. MINEM. (2017-2019). *Escenarios Energéticos 2030*. Obtenido de <http://datos.minem.gob.ar/dataset/escenarios-energeticos>
- Argentina. MINEM. (2018). *Plan Energético Argentino*. Obtenido de <https://bit.ly/2BtDyvE>
- Argentina. Ministerio de Desarrollo Productivo. (2016-2020). *Informe Trimestral de Coyuntura Energética*. Obtenido de <https://bit.ly/3dqV2WP>
- Argentina. Ministerio de Desarrollo Productivo. (2020). *RenovAr - Programa de abastecimiento de energía eléctrica a partir de fuentes renovables*. Obtenido de <https://www.argentina.gob.ar/renovar>

- Argentina. Ministerio de Desarrollo Productivo. (2020). *Sitio Web de Energía Hidroeléctrica Argentina*. Obtenido de <https://bit.ly/3hMOBKC>
- Argentina. S AyDS. (2015). *Tercera Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Obtenido de <https://bit.ly/2Z3ibt8>
- Banco Mundial. (2020). *Sitio Web de Open Data del Banco Mundial*. Obtenido de <https://datos.bancomundial.org>
- Banco Mundial. (2020). *Sitio Web del Banco Mundial*. Obtenido de <https://www.bancomundial.org>
- CEPAL. (2020). *CEPALSTAT - Estadísticas e Indicadores Económicos de América Latina y el Caribe*. Obtenido de <https://estadisticas.cepal.org/cepalstat>
- COP03. (1997). *Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Obtenido de <https://bit.ly/31cvdHt>
- COP15. (2009). *Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 15º período de sesiones, celebrado en Copenhague del 7 al 19 de diciembre de 2009*. Obtenido de <https://bit.ly/3hWjld0>
- COP16. (2010). *Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 16º período de sesiones, celebrado en Cancún del 29 de noviembre al 10 de diciembre de 2010*. Obtenido de <https://bit.ly/2Va19Z4>
- COP21. (2015). *Convención Marco sobre el Cambio Climático. Aprobación del Acuerdo de París*. Obtenido de <https://bit.ly/2NprMVI>
- Department of Economic and Social Affairs. (2002). *International Standard Industrial Classification of All Economic Activities (ISIC). Revision 3.1*. Obtenido de <https://bit.ly/3fQCEYS>
- IPCC - Grupo de Trabajo I. (2013). *Cambio Climático 2013 - Bases Físicas*. Obtenido de <https://bit.ly/2Z3J93I>
- IPCC - Grupo de Trabajo III. (2014). *Cambio Climático 2014. Informe de Síntesis. Resumen para responsables de políticas*. Obtenido de <https://bit.ly/3eqSPfr>
- IRENA. (2019). *Global Energy Transformation. A Roadmap to 2050 (2019 edition)*. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
- Kaya, Y., & Yokobori, K. (1993). *Environment, energy, and economy: strategies for sustainability*. Tokyo, Japan.
- Ludeña, C., Wilk, D., & Quiroga, R. (2012). *Argentina: Mitigación y Adaptación al Cambio Climático*. Obtenido de <https://bit.ly/2Yquh0n>
- Martín Murillo, L., Rivera Alejo, J., & Castizo Robles, R. (2018). *Cambio Climático y Desarrollo Sostenible en Iberoamérica*. Informe La Rábida, Huelva. España.
- Mastronardi, L., Vila Martínez, J., Capobianco, S., & Michelena, G. (2015). *Matriz de Contabilidad Social para Argentina 2015. Estimación con desagregación exhaustiva de los sectores energéticos*. Obtenido de <https://bit.ly/381bs7i>
- Nucleoeléctrica Argentina S.A. (2020). *Sitio Web de Nucleoeléctrica Argentina S.A.* Obtenido de <http://www.na-sa.com.ar>
- OLADE. (2018). *Panorama Energético de América Latina y el Caribe*. Obtenido de <https://bit.ly/3euMBeg>

- ONU. (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*.
Obtenido de <https://bit.ly/2NnW4YY>
- ONU. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <https://bit.ly/37S31Lk>
- Ortega-Ruiz, G., Mena-Nieto, A., & García-Ramos, J. (2019). Is India in the correct pathway to reduce CO2 emissions? An index decomposition analysis for the period 1990-2016. *Science of the Total Environment*.
- PNUD. (2018). *Índices e Indicadores de Desarrollo Humano*. Obtenido de <https://bit.ly/31bt0vU>
- PNUMA. (2019). *Informe sobre la disparidad en las emisiones de 2019. Resumen*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Nairobi.
- Robalino-López, A., Mena-Nieto, Á., García-Ramos, J.-E., & Golpe, A. (2014). Studying the relationship between economic growth, CO2 emissions, and the environmental Kuznets curve in Venezuela (1980-2025). *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 41 (2015) 602–614.
- YPF. (2020). *Sitio Web de YPF S.A*. Obtenido de <https://www.ypf.com>

6. Anexos

6.1. Anexo: Ficheros utilizados para el cálculo LMDI

6.1.1. Fichero_1_P

año	P [hab]
1990	32618651
1991	33079000
1992	33529326
1993	33970111
1994	34402672
1995	34828170
1996	35246374
1997	35657429
1998	36063459
1999	36467218
2000	36870787
2001	37275652
2002	37681749
2003	38087868
2004	38491972
2005	38892931
2006	39289878
2007	39684295
2008	40080160
2009	40482788
2010	40788453
2011	41261490
2012	41733271
2013	42202935
2014	42669500
2015	43131966
2016	43590368
2017	44044811
2018	44494502

6.1.2. Fichero_2_q

año	q [US\$ (2010) / hab]
1990	6245,708577
1991	6721,278239
1992	7157,328311
1993	7644,235692
1994	7988,644614
1995	7666,530004
1996	7994,243371
1997	8543,028534
1998	8772,06321
1999	8381,253998
2000	8224,112827
2001	7776,137872
2002	6854,294081
2003	7380,467087
2004	7962,412309
2005	8577,864994
2006	9174,502458
2007	9901,511881
2008	10201,47594
2009	9502,243585
2010	10385,96443
2011	10883,31536
2012	10649,83729
2013	10784,6307
2014	10398,69401
2015	10568,15781
2016	10239,48135
2017	10404,26351
2018	10040,13074

6.1.3. Fichero_3_Si

año	S1	S2	S3	S4	S5	S6
	agro	energético	industria	transporte	comercial y público	residencial
1990	0,0606	0,0187	0,2186	0,0641	0,6260	0,0121
1991	0,0576	0,0176	0,2271	0,0646	0,6215	0,0116
1992	0,0533	0,0177	0,2346	0,0670	0,6166	0,0108
1993	0,0504	0,0181	0,2285	0,0651	0,6274	0,0105
1994	0,0510	0,0188	0,2267	0,0675	0,6255	0,0104
1995	0,0554	0,0208	0,2175	0,0707	0,6250	0,0106
1996	0,0518	0,0205	0,2196	0,0715	0,6264	0,0102
1997	0,0480	0,0205	0,2233	0,0734	0,6245	0,0103
1998	0,0500	0,0211	0,2203	0,0764	0,6220	0,0102
1999	0,0530	0,0226	0,2106	0,0780	0,6253	0,0106
2000	0,0524	0,0242	0,2027	0,0800	0,6299	0,0108
2001	0,0556	0,0257	0,1971	0,0801	0,6302	0,0112
2002	0,0614	0,0282	0,1881	0,0833	0,6276	0,0115
2003	0,0608	0,0279	0,2056	0,0835	0,6111	0,0111
2004	0,0836	0,0179	0,2702	0,0614	0,5605	0,0063
2005	0,0913	0,0175	0,2645	0,0648	0,5556	0,0062
2006	0,0840	0,0171	0,2665	0,0675	0,5585	0,0063
2007	0,0837	0,0161	0,2598	0,0698	0,5647	0,0059
2008	0,0786	0,0162	0,2571	0,0708	0,5714	0,0059
2009	0,0618	0,0172	0,2546	0,0747	0,5853	0,0064
2010	0,0783	0,0159	0,2527	0,0739	0,5735	0,0059
2011	0,0720	0,0157	0,2524	0,0734	0,5808	0,0056
2012	0,0634	0,0166	0,2483	0,0746	0,5911	0,0059
2013	0,0690	0,0163	0,2439	0,0746	0,5903	0,0059
2014	0,0730	0,0170	0,2406	0,0771	0,5862	0,0061
2015	0,0764	0,0173	0,2369	0,0774	0,5861	0,0059
2016	0,0744	0,0178	0,2267	0,0817	0,5934	0,0060
2017	0,0746	0,0172	0,2268	0,0814	0,5942	0,0058
2018	0,0656	0,0177	0,2247	0,0811	0,6047	0,0061

6.1.4. Fichero_4_Ei

año	Ei [miles de tep]					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6
	agro	energético	industria	transporte	comercial y público	residencial
1990	1616,7	11219,6	6807,0	7202,5	2131,0	5289,7
1991	1495,3	12180,0	6481,5	8270,5	1643,5	5548,8
1992	1879,0	11846,6	6447,1	8775,4	1576,2	5620,6
1993	2202,1	12771,1	6551,8	9379,7	1597,9	6551,6
1994	2410,1	13132,8	7114,3	10451,5	1433,1	6515,3
1995	2378,4	13064,8	7730,8	10307,3	1407,2	6539,9
1996	2862,6	14138,9	7853,3	12747,7	1461,6	6524,0
1997	2942,4	14327,8	8426,3	12327,4	1504,2	6497,6
1998	3034,9	14354,2	8799,2	12775,9	1529,2	6626,7
1999	2946,0	15721,4	8141,9	11921,7	1642,5	7210,7
2000	2595,6	16295,0	8218,3	10772,9	1650,4	7608,7
2001	3125,2	14929,2	8009,9	11289,5	1616,2	7266,6
2002	2878,3	13672,6	7526,5	10448,0	1560,1	7117,6
2003	3031,1	14972,3	8264,9	10906,3	1671,3	7446,8
2004	3368,2	17422,1	8306,2	11717,4	1750,9	7624,6
2005	3538,2	18108,7	8725,9	12107,3	1758,3	8072,6
2006	3747,6	19797,0	9372,6	12952,5	1737,8	8080,9
2007	4096,7	20908,0	9113,5	14026,6	1933,8	9502,9
2008	3979,5	22375,5	8897,7	14735,6	1849,1	9043,8
2009	3555,7	22044,3	7999,4	13530,2	1847,8	8884,1
2010	3881,2	22677,2	8009,0	14877,7	1951,4	10179,7
2011	4011,2	24035,6	8691,2	15693,6	1948,6	10280,5
2012	3791,5	24919,8	8074,9	15583,2	2029,0	10759,1
2013	4216,2	24652,1	8584,3	16830,6	2067,6	11266,6
2014	3837,3	24416,0	8841,9	15965,4	2030,7	10877,3
2015	3964,1	26146,8	9064,0	16831,3	2038,7	11009,7
2016	3883,1	26385,8	8544,1	16798,7	1666,5	11543,4
2017	3950,4	25818,7	8290,7	17373,7	1907,5	10415,7
2018	3526,5	24811,2	8775,7	17291,7	1877,8	10287,6

6.1.5. Fichero_5_Eli

año	Eli [tep/US\$ 2010]					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6
	agro	energético	industria	transporte	comercial y público	residencial
1990	0,000131	0,002950	0,000153	0,000551	0,000017	0,002147
1991	0,000117	0,003106	0,000128	0,000576	0,000012	0,002157
1992	0,000147	0,002786	0,000115	0,000546	0,000011	0,002161
1993	0,000168	0,002725	0,000110	0,000555	0,000010	0,002399
1994	0,000172	0,002537	0,000114	0,000563	0,000008	0,002273
1995	0,000161	0,002351	0,000133	0,000546	0,000008	0,002305
1996	0,000196	0,002450	0,000127	0,000633	0,000008	0,002260
1997	0,000201	0,002300	0,000124	0,000552	0,000008	0,002064
1998	0,000192	0,002154	0,000126	0,000528	0,000008	0,002046
1999	0,000182	0,002280	0,000127	0,000500	0,000009	0,002229
2000	0,000163	0,002217	0,000134	0,000444	0,000009	0,002320
2001	0,000194	0,002002	0,000140	0,000486	0,000009	0,002228
2002	0,000181	0,001878	0,000155	0,000485	0,000010	0,002406
2003	0,000177	0,001908	0,000143	0,000465	0,000010	0,002388
2004	0,000131	0,003169	0,000100	0,000623	0,000010	0,003966
2005	0,000116	0,003104	0,000099	0,000560	0,000009	0,003873
2006	0,000124	0,003206	0,000098	0,000532	0,000009	0,003549
2007	0,000125	0,003301	0,000089	0,000511	0,000009	0,004075
2008	0,000124	0,003369	0,000085	0,000509	0,000008	0,003742
2009	0,000150	0,003337	0,000082	0,000471	0,000008	0,003595
2010	0,000117	0,003374	0,000075	0,000475	0,000008	0,004102
2011	0,000124	0,003414	0,000077	0,000476	0,000007	0,004093
2012	0,000135	0,003382	0,000073	0,000470	0,000008	0,004099
2013	0,000134	0,003330	0,000077	0,000496	0,000008	0,004199
2014	0,000118	0,003234	0,000083	0,000467	0,000008	0,004043
2015	0,000114	0,003317	0,000084	0,000477	0,000008	0,004076
2016	0,000117	0,003314	0,000084	0,000461	0,000006	0,004305
2017	0,000116	0,003276	0,000080	0,000466	0,000007	0,003941
2018	0,000120	0,003143	0,000087	0,000477	0,000007	0,003749

6.1.6. Fichero_6_Mij

año	M0101	M0102	M0103	M0104	M0105	M0106	M0107	M0108	M0109	M0110	M0111	M0112	M0113
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13
	j1	j2	j3	j4	j5	j6	j7	j8	j9	j10	j11	j12	j13
	S1												
	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01
1990	0,0000	0,0000	0,0000	0,0338	0,1181	0,0000	0	0,848	0	0	0	0	0
1991	0,0000	0,0000	0,0000	0,0383	0,0401	0,0000	0	0,922	0	0	0	0	0
1992	0,0000	0,0000	0,0000	0,0319	0,0051	0,0000	0	0,963	0	0	0	0	0
1993	0,0000	0,0000	0,0000	0,0284	0,0073	0,0000	0	0,964	0	0	0	0	0
1994	0,0000	0,0000	0,0000	0,0270	0,0100	0,0000	0	0,963	0	0	0	0	0
1995	0,0000	0,0000	0,0000	0,0285	0,0318	0,0000	0	0,94	0	0	0	0	0
1996	0,0000	0,0000	0,0000	0,0246	0,0357	0,0000	0	0,94	0	0	0	0	0
1997	0,0000	0,0000	0,0000	0,0248	0,0325	0,0000	0	0,943	0	0	0	0	0
1998	0,0000	0,0000	0,0000	0,0249	0,0393	0,0000	0	0,936	0	0	0	0	0
1999	0,0000	0,0000	0,0000	0,0265	0,0309	0,0000	0	0,943	0	0	0	0	0
2000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0311	0,0336	0,0000	0	0,935	0	0	0	0	0
2001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0250	0,0511	0,0000	0	0,924	0	0	0	0	0
2002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0245	0,0392	0,0000	0	0,936	0	0	0	0	0
2003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0254	0,0464	0,0000	0	0,928	0	0	0	0	0
2004	0,0383	0,0000	0,0000	0,0254	0,0403	0,0000	0	0,896	0	0	0	0	0
2005	0,0365	0,0000	0,0000	0,0232	0,0192	0,0000	0	0,921	0	0	0	0	0
2006	0,0344	0,0000	0,0000	0,0223	0,0280	0,0000	0	0,915	0	0	0	0	0
2007	0,0315	0,0000	0,0000	0,0205	0,0395	0,0000	0	0,908	0	0	0	0	0
2008	0,0324	0,0000	0,0000	0,0202	0,0248	0,0000	0	0,923	0	0	0	0	0
2009	0,0363	0,0000	0,0000	0,0202	0,0133	0,0000	0	0,93	0	0	0	0	0
2010	0,0332	0,0000	0,0000	0,0295	0,0084	0,0000	0	0,929	0	0	0	0	0
2011	0,0321	0,0000	0,0000	0,0227	0,0266	0,0000	0	0,919	0	0	0	0	0
2012	0,0340	0,0000	0,0000	0,0256	0,0312	0,0000	0	0,909	0	0	0	0	0
2013	0,0306	0,0000	0,0000	0,0235	0,0256	0,0000	0	0,92	0	0	0	0	0
2014	0,0336	0,0000	0,0000	0,0246	0,0281	0,0000	0	0,914	0	0	0	0	0
2015	0,0325	0,0000	0,0000	0,0236	0,0296	0,0000	0	0,914	0	0	0	0	0
2016	0,0332	0,0000	0,0000	0,0244	0,0142	0,0000	0	0,928	0	0	0	0	0
2017	0,0326	0,0000	0,0000	0,0226	0,0036	0,0000	0	0,941	0	0	0	0	0
2018	0,0366	0,0000	0,0000	0,0238	0,0078	0,0000	0	0,932	0	0	0	0	0

año	M0201	M0202	M0203	M0204	M0205	M0206	M0207	M0208	M0209	M0210	M0211	M0212	M0213
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13
	j1	j2	j3	j4	j5	j6	j7	j8	j9	j10	j11	j12	j13
	S2												
	02	02	02	02	02	02	02	02	02	02	02	02	02
1990	0,378	0,44	0,003	0	0,105	0	0	0,043	0,011	0	0,003	0,011	0,006
1991	0,349	0,427	0,003	0	0,145	0	0	0,047	0,016	0	0,003	0,007	0,005
1992	0,366	0,428	0,002	0	0,141	0	0	0,038	0,014	0	0,002	0,004	0,005
1993	0,395	0,428	0,003	0	0,121	0	0	0,026	0,016	0	0,002	0,006	0,002
1994	0,425	0,417	0,002	0	0,08	0	0	0,021	0,039	0	0,004	0,01	0,002
1995	0,393	0,49	0,002	0	0,047	0	0	0,018	0,032	0	0,002	0,011	0,003
1996	0,335	0,553	0,002	0	0,053	0	0	0,015	0,023	0	0,003	0,011	0,005
1997	0,384	0,535	0,003	0	0,035	0	0	0,009	0,017	0	0,003	0,011	0,002
1998	0,36	0,532	0,002	0	0,06	0	0	0,011	0,018	0	0,004	0,009	0,003
1999	0,286	0,613	0,003	0	0,055	0	0	0,01	0,021	0	0,004	0,005	0,005
2000	0,305	0,608	0,003	0	0,042	0	0	0,009	0,019	0	0,003	0,005	0,007
2001	0,409	0,539	0,004	0	0,012	0	0	0,007	0,01	0	0,006	0,008	0,007
2002	0,418	0,531	0,004	0	0,009	0	0	0,007	0,003	0	0,007	0,01	0,011
2003	0,403	0,544	0,005	0	0,014	0	0	0,006	0,003	0	0,005	0,009	0,011
2004	0,337	0,56	0,004	0	0,055	0	0	0,008	0,012	0	1E-03	0,009	0,014
2005	0,331	0,55	0,004	0	0,068	0	0	0,007	0,019	0	7E-04	0,006	0,015
2006	0,331	0,532	0,005	0	0,081	0	0	0,012	0,016	0	9E-04	0,008	0,014
2007	0,279	0,548	0,004	0	0,094	0	0	0,038	0,016	0	8E-04	0,007	0,012
2008	0,262	0,547	0,004	0	0,108	0	0	0,037	0,02	0	8E-04	0,008	0,013
2009	0,288	0,552	0,004	0	0,074	0	0	0,042	0,018	0	4E-04	0,007	0,014
2010	0,276	0,51	0,004	0	0,1	0	0	0,068	0,019	0	4E-04	0,006	0,015
2011	0,237	0,527	0,003	0	0,11	0	0	0,079	0,023	0	4E-04	0,006	0,014
2012	0,221	0,549	0,003	0	0,115	0	0	0,07	0,021	0	4E-04	0,006	0,014
2013	0,239	0,561	0,003	0	0,092	0	0	0,065	0,019	0	4E-04	0,005	0,015
2014	0,212	0,56	0,002	0	0,114	0	0	0,066	0,023	0	4E-04	0,006	0,017
2015	0,236	0,531	0,003	0	0,114	0	0	0,076	0,02	0	4E-04	0,005	0,014
2016	0,22	0,563	0,002	0	0,104	0	0	0,08	0,015	0	4E-04	0,005	0,011
2017	0,216	0,643	0,002	0	0,055	0	0	0,049	0,014	0	4E-04	0,006	0,015
2018	0,231	0,668	0,002	0	0,028	0	0	0,033	0,015	0	5E-04	0,006	0,016

año	M0301	M0302	M0303	M0304	M0305	M0306	M0307	M0308	M0309	M0310	M0311	M0312	M0313
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13
	j1	j2	j3	j4	j5	j6	j7	j8	j9	j10	j11	j12	j13
	S3												
	03	03	03	03	03	03	03	03	03	03	03	03	03
1990	0,063	0,632	0	0,018	0,122	0	0	0,024	0,024	0,021	0	0	0,096
1991	0,066	0,677	0	0,02	0,04	0	0	0,026	0,03	0,016	0	0	0,126
1992	0,068	0,72	0	0,023	0,006	0	0	0,02	0,039	0,013	0	0	0,111
1993	0,079	0,749	0	0,023	0,011	0	0	0,022	0,007	0	0	0	0,11
1994	0,084	0,788	0	0,03	0,015	0	0	0,022	0,003	0	0	0	0,059
1995	0,095	0,762	0	0,023	0,042	0	0	0,019	0,004	0	0	0	0,054
1996	0,092	0,758	0	0,023	0,056	0	0	0,023	0	0	0	0	0,048
1997	0,095	0,763	0	0,019	0,049	0	0	0,022	0,001	0	0	0	0,051
1998	0,1	0,752	0	0,019	0,059	0	0	0,022	0,002	0	0	0	0,047
1999	0,104	0,745	0	0,021	0,048	0	0	0,023	0,004	0	0	0	0,056
2000	0,108	0,752	0	0,021	0,046	0	0	0,02	0,005	0	0	0	0,048
2001	0,119	0,778	0	0,021	0,03	0	0	0,011	0	0	0	0	0,041
2002	0,095	0,816	0	0,021	0,022	0	0	0,011	0	0	0	0	0,035
2003	0,097	0,822	0	0,021	0,025	0	0	0,011	0	0	0	0	0,024
2004	0,096	0,83	0	0,023	0,024	0	0	0,011	0	0	0	0	0,016
2005	0,098	0,851	0	0,021	0,012	0	0	0,012	0	0	0	0	0,008
2006	0,1	0,852	0	0,02	0,017	0	0	0,011	0	0	0	0	0
2007	0,098	0,84	0	0,02	0,026	0	0	0,013	0,003	0	0	0	0
2008	0,104	0,846	0	0,02	0,016	0	0	0,013	8E-04	0	0	0	0
2009	0,11	0,848	0	0,02	0,009	0	0	0,013	7E-04	0	0	0	0
2010	0,099	0,848	0	0,031	0,006	0	0	0,014	0,001	0	0	0	0
2011	0,098	0,847	0	0,023	0,018	0	0	0,013	0,001	0	0	0	0
2012	0,102	0,835	0	0,026	0,022	0	0	0,013	9E-04	0	0	0	0
2013	0,085	0,856	0	0,025	0,019	0	0	0,014	8E-04	0	0	0	0
2014	0,096	0,85	0	0,023	0,018	0	0	0,012	7E-04	0	0	0	0
2015	0,082	0,863	0	0,023	0,019	0	0	0,012	5E-04	0	0	0	0
2016	0,095	0,855	0	0,024	0,01	0	0	0,013	0,003	0	0	0	0
2017	0,113	0,844	0	0,024	0,003	0	0	0,014	0,003	0	0	0	0
2018	0,119	0,838	0	0,021	0,005	0	0	0,012	0,005	0	0	0	0

año	M0401	M0402	M0403	M0404	M0405	M0406	M0407	M0408	M0409	M0410	M0411	M0412	M0413
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13
	j1	j2	j3	j4	j5	j6	j7	j8	j9	j10	j11	j12	j13
	S4												
	04	04	04	04	04	04	04	04	04	04	04	04	04
1990	0	0,025	0	0	0,018	0,421	0,034	0,503	0	0	0	0	0
1991	0	0,038	0	0	0,005	0,49	0,027	0,44	0	0	0	0	0
1992	0	0,053	0	0	7E-04	0,428	0,032	0,486	0	0	0	0	0
1993	0	0,067	0	0	0,001	0,406	0,027	0,498	0	0	0	0	0
1994	0	0,075	0	0	0,002	0,407	0,029	0,489	0	0	0	0	0
1995	0	0,081	0	0	0,005	0,402	0,035	0,477	0	0	0	0	0
1996	0	0,071	0	0	0,005	0,422	0,038	0,464	0	0	0	0	0
1997	0	0,085	0	0	0,005	0,379	0,035	0,495	0	0	0	0	0
1998	0	0,092	0	0	0,006	0,378	0,035	0,489	0	0	0	0	0
1999	0	0,105	0	0	0,005	0,34	0,037	0,512	0	0	0	0	0
2000	0	0,129	0	0	0,005	0,332	0,037	0,496	0	0	0	0	0
2001	0	0,136	0	0	0,01	0,289	0,038	0,527	0	0	0	0	0
2002	0	0,162	0	0	0,008	0,263	0,036	0,532	0	0	0	0	0
2003	0	0,201	0	0	0,009	0,222	0,036	0,532	0	0	0	0	0
2004	0	0,216	0	0	0,008	0,21	0,035	0,531	0	0	0	0	0
2005	0	0,217	0	0	0,004	0,189	0,035	0,555	0	0	0	0	0
2006	0	0,195	0	0	0,006	0,222	0,031	0,546	0	0	0	0	0
2007	0	0,169	0	0	0,008	0,246	0,03	0,547	0	0	0	0	0
2008	0	0,154	0	0	0,005	0,297	0,03	0,514	0	0	0	0	0
2009	0	0,162	0	0	0,002	0,3	0,032	0,504	0	0	0	0	0
2010	0	0,149	0	0	0,002	0,317	0,033	0,5	0	0	0	0	0
2011	0	0,146	0	0	0,005	0,333	0,032	0,484	0	0	0	0	0
2012	0	0,148	0	0	0,005	0,358	0,032	0,456	0	0	0	0	0
2013	0	0,136	0	0	0,005	0,354	0,03	0,476	0	0	0	0	0
2014	0	0,148	0	0	0,005	0,363	0,031	0,453	0	0	0	0	0
2015	0	0,147	0	0	0,005	0,374	0,03	0,444	0	0	0	0	0
2016	0	0,14	0	0	0,002	0,384	0,031	0,443	0	0	0	0	0
2017	0	0,122	0	0	6E-04	0,404	0,032	0,441	0	0	0	0	0
2018	0,088	0,115	0	0	0,001	0,369	0,035	0,392	0	0	0	0	0

año	M0501	M0502	M0503	M0504	M0505	M0506	M0507	M0508	M0509	M0510	M0511	M0512	M0513
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13
	j1	j2	j3	j4	j5	j6	j7	j8	j9	j10	j11	j12	j13
	S5												
	05	05	05	05	05	05	05	05	05	05	05	05	05
1990	0,018	0,694	0	0,074	0,06	0	0	0,154	0	0	0	0	0
1991	0,028	0,649	0	0,097	0,024	0	0	0,201	0	0	0	0	0
1992	0,042	0,685	0	0,106	0,004	0	0	0,164	0	0	0	0	0
1993	0,05	0,757	0	0,098	0,007	0	0	0,089	0	0	0	0	0
1994	0,05	0,722	0	0,108	0,011	0	0	0,108	0	0	0	0	0
1995	0,061	0,691	0	0,106	0,036	0	0	0,106	0	0	0	0	0
1996	0,057	0,668	0	0,105	0,047	0	0	0,123	0	0	0	0	0
1997	0,042	0,683	0	0,11	0,042	0	0	0,123	0	0	0	0	0
1998	0,043	0,665	0	0,115	0,052	0	0	0,124	0	0	0	0	0
1999	0,06	0,677	0	0,113	0,037	0	0	0,113	0	0	0	0	0
2000	0,049	0,701	0	0,117	0,035	0	0	0,098	0	0	0	0	0
2001	0,078	0,698	0	0,116	0,051	0	0	0,056	0	0	0	0	0
2002	0,087	0,713	0	0,108	0,038	0	0	0,054	0	0	0	0	0
2003	0,093	0,7	0	0,111	0,044	0	0	0,053	0	0	0	0	0
2004	0,083	0,706	0	0,117	0,04	0	0	0,054	0	0	0	0	0
2005	0,088	0,721	0	0,112	0,02	0	0	0,058	0	0	0	0	0
2006	0,088	0,703	0	0,115	0,031	0	0	0,062	0	0	0	0	0
2007	0,078	0,714	0	0,104	0,043	0	0	0,06	0	0	0	0	0
2008	0,083	0,722	0	0,105	0,028	0	0	0,062	0	0	0	0	0
2009	0,082	0,755	0	0,093	0,013	0	0	0,056	0	0	0	0	0
2010	0,08	0,713	0	0,141	0,009	0	0	0,058	0	0	0	0	0
2011	0,084	0,716	0	0,112	0,028	0	0	0,059	0	0	0	0	0
2012	0,071	0,731	0	0,115	0,03	0	0	0,053	0	0	0	0	0
2013	0,081	0,718	0	0,115	0,027	0	0	0,059	0	0	0	0	0
2014	0,084	0,722	0	0,112	0,028	0	0	0,054	0	0	0	0	0
2015	0,086	0,718	0	0,11	0,03	0	0	0,056	0	0	0	0	0
2016	0,097	0,681	0	0,137	0,017	0	0	0,068	0	0	0	0	0
2017	0,082	0,741	0	0,112	0,004	0	0	0,061	0	0	0	0	0
2018	0,085	0,746	0	0,107	0,008	0	0	0,055	0	0	0	0	0

año	M0601	M0602	M0603	M0604	M0605	M0606	M0607	M0608	M0609	M0610	M0611	M0612	M0613
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13
	j1	j2	j3	j4	j5	j6	j7	j8	j9	j10	j11	j12	j13
	S6												
	06	06	06	06	06	06	06	06	06	06	06	06	06
1990	0,034	0,682	0	0,19	0	0	0,094	0	0	0	0	0	0
1991	0,034	0,709	0	0,176	0	0	0,081	0	0	0	0	0	0
1992	0,056	0,717	0	0,158	0	0	0,069	0	0	0	0	0	0
1993	0,057	0,751	0	0,135	0	0	0,057	0	0	0	0	0	0
1994	0,048	0,759	0	0,138	0	0	0,055	0	0	0	0	0	0
1995	0,047	0,764	0	0,139	0	0	0,049	0	0	0	0	0	0
1996	0,048	0,774	0	0,136	0	0	0,042	0	0	0	0	0	0
1997	0,042	0,775	0	0,147	0	0	0,036	0	0	0	0	0	0
1998	0,046	0,772	0	0,152	0	0	0,03	0	0	0	0	0	0
1999	0,051	0,791	0	0,143	0	0	0,015	0	0	0	0	0	0
2000	0,046	0,797	0	0,146	0	0	0,012	0	0	0	0	0	0
2001	0,029	0,805	0	0,155	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0
2002	0,032	0,82	0	0,143	0	0	0,006	0	0	0	0	0	0
2003	0,036	0,811	0	0,149	0	0	0,004	0	0	0	0	0	0
2004	0,032	0,802	0	0,161	0	0	0,004	0	0	0	0	0	0
2005	0,033	0,818	0	0,146	0	0	0,003	0	0	0	0	0	0
2006	0,032	0,816	0	0,149	0	0	0,003	0	0	0	0	0	0
2007	0,027	0,843	0	0,128	0	0	0,002	0	0	0	0	0	0
2008	0,028	0,842	0	0,128	0	0	9E-04	0	0	0	0	0	0
2009	0,028	0,854	0	0,117	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0
2010	0,025	0,808	0	0,162	0	0	0,005	0	0	0	0	0	0
2011	0,026	0,842	0	0,128	0	0	0,004	0	0	0	0	0	0
2012	0,022	0,846	0	0,13	0	0	0,002	0	0	0	0	0	0
2013	0,024	0,847	0	0,126	0	0	0,002	0	0	0	0	0	0
2014	0,026	0,848	0	0,125	0	0	0,002	0	0	0	0	0	0
2015	0,026	0,85	0	0,122	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0
2016	0,023	0,857	0	0,118	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0
2017	0,025	0,851	0	0,123	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0
2018	0,025	0,856	0	0,117	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0

6.1.7. Fichero_7_Uij

j	FE [tCO2/tep]	
1	0,0000	energías renovables
2	2,3492	gas - gas de pozo y distribuido
3	2,4121	gas - gas de refinería
4	2,6424	gas - gas licuado
5	3,2412	petroleo - petroleo
6	2,9020	petroleo - motonafta
7	2,9941	petroleo - kerosene + aerokerosene
8	3,1030	petroleo - diesel oil + gas oil
9	3,9615	carbon - mineral
10	4,0829	carbon - coque
11	1,8593	otros - gas coquería
12	10,8878	otros - gas alto horno
13	4,1876	otros - otros

6.2. Anexo: Fuentes de Energía Primaria en Argentina

Hidrocarburos (Gas Natural y Petróleo)

Las 24 cuencas sedimentarias de Argentina ocupan una superficie de 1.750.000 km², si se suman territorios terrestres y marítimos. En cinco de ellas se realiza la explotación de hidrocarburos, y en algunas se incluyen la explotación de **recursos no convencionales** (*shale gas, tight gas, shale oil y tight oil*)³⁴ La mayor producción de petróleo se da en la **cuenca del Golfo San Jorge y la cuenca Neuquina**. En el caso del gas natural, el aporte de la cuenca Neuquina supera ampliamente a la producción en la cuenca del Golfo San Jorge y la cuenca Austral.

Según la EIA, **Argentina se ubica entre los primeros países con reservas no convencionales de gas y petróleo**. Es segunda, luego de China, en el podio del gas natural, mientras que para el petróleo se ubica en cuarto lugar luego de Rusia, EE. UU. y China. (Argentina. MINEM, Plan Energético Argentino, 2018) En las **Figuras 6.1 y 6.2** se pueden observar el peso relativo que tienen las reservas no convencionales respecto al recurso hidrocarburífero total.

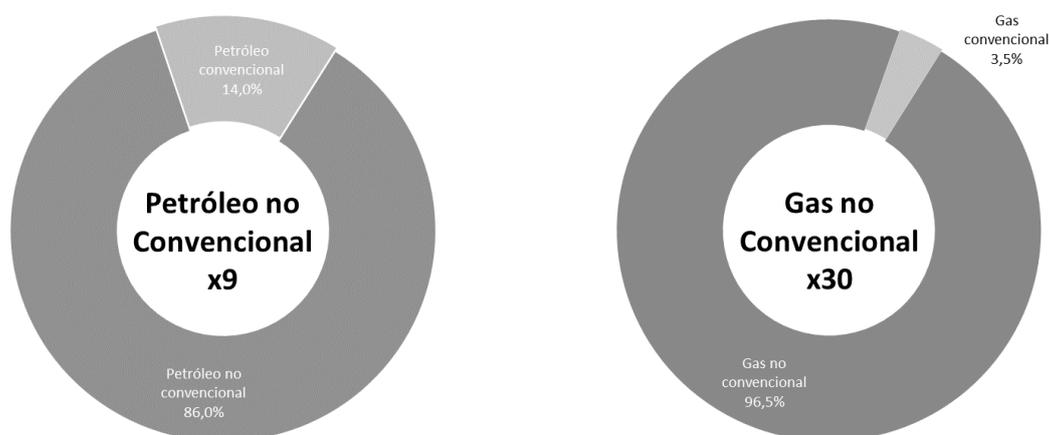


Fig.6.1. Reservas de petróleo en Argentina

Fig.6.2. Reservas de gas en Argentina

Fuente: MINEM (2018)

Gran parte de las políticas de los últimos años han sido dirigidas a la **explotación de hidrocarburos no convencionales de Vaca Muerta (cuenca Neuquina)** como motor de crecimiento energético y económico. “Duplicar la producción de gas en 5 años” y “duplicar la producción de petróleo en 5 años” son objetivos fijados por la Secretaría de Planificación Energética. (Argentina. MINEM, Plan Energético

³⁴ Se considera un **recurso no convencional** a aquel que se ubica en una formación geológica o roca que presenta volúmenes de hidrocarburos aislados entre sí o muy poco comunicados. (YPF, 2020)

Argentino, 2018) También puede observarse en la web de YPF ³⁵ *slogans* como “el gas es el combustible puente hacia las energías renovables” y “el desarrollo de petróleo y gas no convencional es el camino hacia la independencia energética”. Sin embargo, “hasta el momento existen pocas evaluaciones del impacto económico global que tendría el desarrollo de Vaca Muerta” (Argentina. MINEM, Desarrollo de Vaca Muerta. Impacto económico agregado y sectorial, 2017)

Lo cierto es que la producción de hidrocarburos aumenta año tras año y gran parte de este aumento se debe a la explotación de reservas no convencionales. En el caso del *shale oil*, el crecimiento observado entre 2017 y 2018 fue de un 68%, mientras que para el *shale gas* el crecimiento observado fue de un 256%.³⁶

Biomasa y Biocombustibles

Argentina es un gran productor de biocombustibles. El **bioetanol** es producido a partir de dos grandes insumos: la caña y el maíz (45% y 55% respectivamente). Dicha producción es mayor en las provincias de Córdoba y Tucumán. (Argentina. MINEM, Informe Estadístico Anual, 1960-2018)

El **biodiesel** también está muy desarrollado en Argentina. Del total producido en el país, se exporta más del 60%. Santa Fe es la provincia de mayor producción de este combustible, superando ampliamente al resto.

Energía Hidráulica

La energía hidráulica representa un **30% de la generación de energía eléctrica del país**. Las centrales de mayor potencia se encuentran en la zona del litoral (provincias de Corrientes y Entre Ríos), en donde se destacan la Central Binacional Argentina-Paraguay de Yacyretá (2.746 MW), ubicada sobre el río Paraná, y la Central Binacional Argentina-Uruguay de Salto Grande (945 MW), ubicada sobre el río Uruguay. En la zona de la Patagonia (provincia de Neuquén) destaca Piedra del Águila (1.400 MW), Chocón (1.260 MW), Alicura (1.050 MW) y Banderita (472 MW). Y en la provincia de Córdoba destaca la central de Rio Grande (750 MW).

Argentina cuenta con un gran potencial hidroeléctrico el cual ha sabido aprovechar. Para el año 1992, la energía hidroeléctrica cubría el 42% de la demanda eléctrica del Sistema Argentino de Interconexión (SADI). Este porcentaje fue disminuyendo a lo

³⁵ Yacimientos Petrolíferos Fiscales S.A. es la empresa estatal argentina más grande del país. Fue fundada en 1922 y se dedica a la explotación de los recursos fósiles y a la generación de energía eléctrica.

³⁶ La explotación del petróleo no convencional representa un 15% de la explotación total de petróleo del país. La explotación de gas no convencional representa un 37% de la explotación total de gas del país.

largo de los años por la utilización de otras tecnologías de generación. (Argentina. Ministerio de Desarrollo Productivo, Sitio Web de Energía Hidroeléctrica Argentina, 2020)

Energía Nuclear

La historia de la energía nuclear en Argentina se remonta a mediados del siglo XX. El Decreto 10.936, del 31 de mayo de 1950, expresa que “el progreso de la energía atómica no puede ser desconocido por el Estado, en razón de las múltiples derivaciones de orden público que sus aplicaciones prácticas determinan o pueden determinar en el porvenir.” A partir de aquel entonces, la energía nuclear ocupa un lugar importante en el SADI.

Argentina cuenta con 3 centrales nucleares. La **Central Nuclear Atucha I** fue la primera central nuclear de América Latina. Está ubicada en el partido de Zárate, a 100 km de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. La capacidad instalada es de 362 MW. La construcción de la **Central Nuclear Atucha II** (745 MW), situada en el mismo complejo que Atucha I, comenzó en 1982, pero la obra estuvo paralizada entre los años 1994 y 2006, hasta el relanzamiento del Plan Nuclear Argentino. En el 2014 la Central logra su primera criticidad, logrando sincronizar el generador al SADI. La **Central Nuclear Embalse** se ubica en la costa sur del embalse de río Tercero, en la provincia de Córdoba. Es la segunda planta nuclear construida en Argentina y tiene una potencia de 683 MW. (Nucleoeléctrica Argentina S.A., 2020)