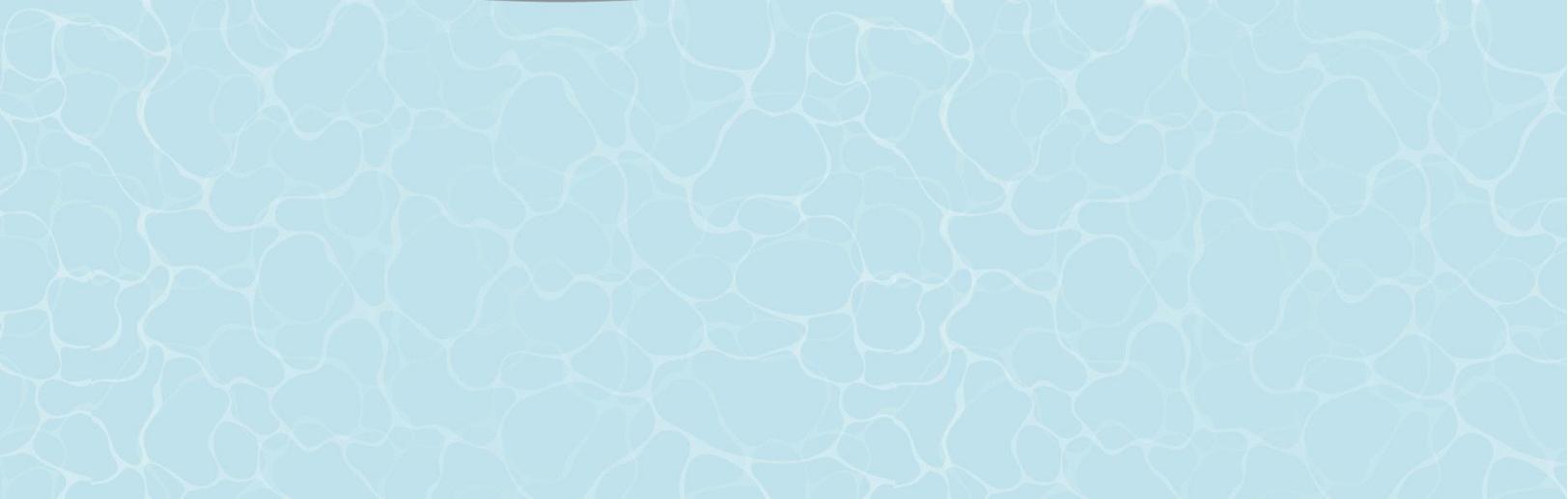




Prospectiva Energética

Adopción de la electromovilidad

2 0 1 9 - 2 0 5 0



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	6
OBJETIVOS DEL ESTUDIO	7
I. ANTECEDENTES	8
1.1 SOCIOECONÓMICOS	8
1.1.1. Economía.....	8
1.1.2. Demografía.....	9
1.2 SECTOR ENERGÉTICO	9
1.2.1. Oferta Energética	9
1.2.2. Consumo Energético por Fuentes.....	10
1.2.3. Sectores de Consumo.....	11
1.3 SECTOR TRANSPORTE DE HONDURAS	12
1.3.1. Demanda Sector Transporte	12
1.3.2. Parque Vehicular de Honduras	13
1.3.2.1. Antigüedad y tipo de combustible utilizados de la flota vehicular	14
1.3.2.2. Parque Vehicular por Departamento.....	15
1.3.3. Precio de Combustible para Transporte	16
1.4 GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD	17
1.4.1. Capacidad Instalada	17
1.4.2. Generación de Energía Eléctrica	18
1.4.3. Tarifa Energía Eléctrica.....	19
1.5 CAMBIO CLIMÁTICO.....	20
1.6. ELECTROMOVILIDAD	22
II. HIPÓTESIS GENERALES.....	25
2.1 SOCIOECONÓMICOS	25

2.2	SECTOR TRANSPORTE	26
2.3	SECTOR ELECTRICIDAD.....	28
III.	ESCENARIOS PROPUESTOS	31
3.1	ESCENARIO I	31
3.2	ESCENARIO II	33
3.3	ESCENARIO III	36
3.4	ESCENARIO IV.....	39
IV.	RESULTADOS.....	42
4.1	SECTOR TRANSPORTE	42
4.2	RESULTADOS DEL SECTOR ELECTRICIDAD	48
4.3	RESULTADOS GENERALES	52
V.	CONCLUSIONES.....	55
VI.	BIBLIOGRAFÍA	56

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfica 1: Producto Interno Bruto Honduras 2010 – 2021	8
Gráfica 2: Población en Honduras 2010 – 2021.....	9
Gráfica 3: Oferta total de energía en Honduras 2010 - 2021	10
Gráfica 4: Consumo energético por fuente en Honduras 2010 – 2021	11
Gráfica 5: Consumo energético por sector en Honduras 2010 - 2021.....	12
Gráfica 6: Demanda de energía del sector transporte en Honduras 2010 - 2021.....	13
Gráfica 7: Parque vehicular de Honduras 2006 – 2021.....	14
Gráfica 8: antigüedad y tipo de combustible de la flota vehicular de Honduras.....	15
Gráfica 9: Distribución del parque vehicular por departamento 2006 - 2021.....	16
Gráfica 10: Precio final de los combustibles para el sector	17
Gráfica 11: Capacidad instalada por fuente en el SIN 2003 -2021.....	18
Gráfica 12: Energía generada en el SIN por fuente y porcentaje de renovabilidad 2003.....	19
Gráfica 13: Tarifas promedio de la electricidad en el SIN 2018 – 2021	20
Gráfica 14: Emisiones totales de gases de efecto invernadero	21
Gráfica 15: Emisiones de gases de efecto invernadero sector transformación y transporte	22
Gráfica 16: Proyecciones de PIB y PIB per Cápita 2020 -2050.	25
Gráfica 17: Proyecciones de población en Honduras 2020 -2050.	26
Gráfica 18: Demanda de transporte de carga.....	28
Gráfica 19: Proyecciones de demanda de electricidad en el SIN.....	29
Gráfica 20: Proyección de costo de combustibles 2021 -2050	30
Gráfica 21: Escenario I, Modo de transporte de carga.	32
Gráfica 22: Escenario II, Modo de transporte de carga.	35
Gráfica 23: Escenario III, Modo de transporte de carga.	37
Gráfica 24: Escenario IV, Modo de transporte de carga.	40
Gráfica 25: Demanda de energía del sector transporte por fuente y escenario.	42
Gráfica 26: Demanda de energía del sector transporte por tipo de transporte y escenario.	43
Gráfica 27: Diferencia de demanda de energía de Escenarios IV con Escenario I	44
Gráfica 28: Demanda de energía para el transporte urbano de personas por escenario y tipo de vehículo	45
Gráfica 29: Demanda de energía para el transporte interurbano de personas por escenario y tipo de vehículo.....	46
Gráfica 30: Diferencia de demanda de energía entre escenario IV vs Escenario I para el transporte interurbano de pasajeros.....	47
Gráfica 31: Diferencia de Demanda de energía de escenario IV vs Escenario I para el transporte urbano de pasajeros.....	48
Gráfica 32: Capacidad instalada por fuente y escenario.....	49
Gráfica 33: Diferencia de capacidad instalada entre escenario IV y escenario I.	49
Gráfica 34: Generación de electricidad por fuente y escenario (GWh).....	50
Gráfica 35: Comparación de la generación de electricidad entre escenario IV y escenario I.....	51

Gráfica 36: Renovabilidad de la generación de electricidad de los escenarios	52
Gráfica 37: Emisiones de CO ₂ de los sectores transformación y transporte por escenario.	53
Gráfica 38: Inversiones acumuladas por escenario.	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Hipótesis generales del sector transporte 2019.	26
Tabla 2: Costos de inversión, fijos y variables de las opciones de generación.	29
Tabla 3: Escenario I, Porcentaje de vehículos de bajas emisiones y eficiencia energética.....	32
Tabla 4: Escenario I, Supuestos para expansión de la generación 2022 – 2050.....	33
Tabla 5: Escenario II, Porcentaje de vehículos de bajas emisiones y eficiencia energética.....	34
Tabla 6: Escenario II, Supuestos para expansión de la generación 2022 – 2050.....	36
Tabla 7: Escenario III, Porcentaje de vehículos de bajas emisiones y eficiencia energética.....	37
Tabla 8: Escenario III, Supuestos para expansión de la generación 2022 – 2050.....	38
Tabla 9: Escenario IV, Porcentaje de vehículos de bajas emisiones y eficiencia energética.	39
Tabla 10: Escenario IV, Supuestos para expansión de la generación 2022 – 2050.....	41
Tabla 11: Comparación de emisiones de CO ₂ de los escenarios.	53
Tabla 12: Costo promedio de producción de electricidad 2019 - 2050.....	54

INTRODUCCIÓN

Muchos han sido los acontecimientos internacionales que han evidenciado la dependencia que los países a nivel global tienen ante los productos derivados de los combustibles fósiles, por ejemplo, la guerra que ha enfrentado Ucrania contra Rusia ha ocasionado sus efectos en los mercados de los combustibles, fluctuaciones que modifican e interfieren en las economías de los países que utilizan dicho energético para diferentes actividades en los sectores de producción o servicio. Aunado a ello, los compromisos internacionales como los objetivos de desarrollo sostenible, han impulsado iniciativas de descarbonización, cuidado del medioambiente y la libertad de la dependencia de los productos derivados del petróleo.

Entre estas iniciativas, se propone la adopción de la electromovilidad como una alternativa para reducir la dependencia fósil a nivel global. Sin embargo, en países de bajos ingresos, es necesario evaluar dicha adopción y su impacto en la demanda de energía eléctrica, por lo cual, al considerar la electromovilidad como una estrategia de eficiencia y reducción de la dependencia energética externa, es clave asegurar una producción de electricidad sostenible, asequible y segura.

Para conocer el impacto de la adopción de electromovilidad en Honduras, se han evaluado cuatro escenarios. El primero considera que la expansión del sector transporte y de las plantas de generación tendrá un crecimiento tendencial. El segundo escenario evalúa la integración masiva de vehículos eléctricos, mientras la generación de electricidad continuará con el crecimiento tendencial del escenario primero. Luego, el tercer escenario evalúa mantener un crecimiento tendencial en la adopción de la electromovilidad, pero la generación de electricidad se integra propuestas de cambios estructurales que permitan alcanzar objetivos de renovabilidad y disminuciones de gases de efecto invernadero. Finalmente, un cuarto escenario estima el panorama más deseado, que consiste en una inclusión masiva de vehículos eléctricos y un cambio estructural en la generación eléctrica del país.

Entonces, en este documento se explican los escenarios antes descritos y se analizan los resultados obtenidos, expresando antecedentes en el contexto nacional que se vinculan con la electromovilidad y el sector energético. Posteriormente se describen las hipótesis utilizadas para la creación de los escenarios, específicamente las relacionadas con la demanda de energía, continuando con la construcción de los escenarios y los resultados obtenidos de cada uno. Finalmente, este documento culmina con las conclusiones y literatura consultada.

OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Objetivo general

Evaluar los efectos de la adopción de vehículos eléctricos en el contexto hondureño, así como el rol que éstos tienen sobre el sistema eléctrico nacional, en el cumplimiento de las metas climáticas nacionales y en general, otros cobeneficios para el Estado.

Objetivos específicos

Analizar diferentes tasas de penetración y adopción de vehículos eléctricos y sus efectos en el sector energético y en el parque vehicular.

Identificar las inversiones necesarias en el sector energético hondureño para satisfacer los cambios en la demanda producto de la penetración de vehículos eléctricos.

Identificar la ruta de cumplimiento de las metas climáticas nacionales relacionadas con las emisiones de gases de efecto invernadero del sector energía en Honduras

I. ANTECEDENTES

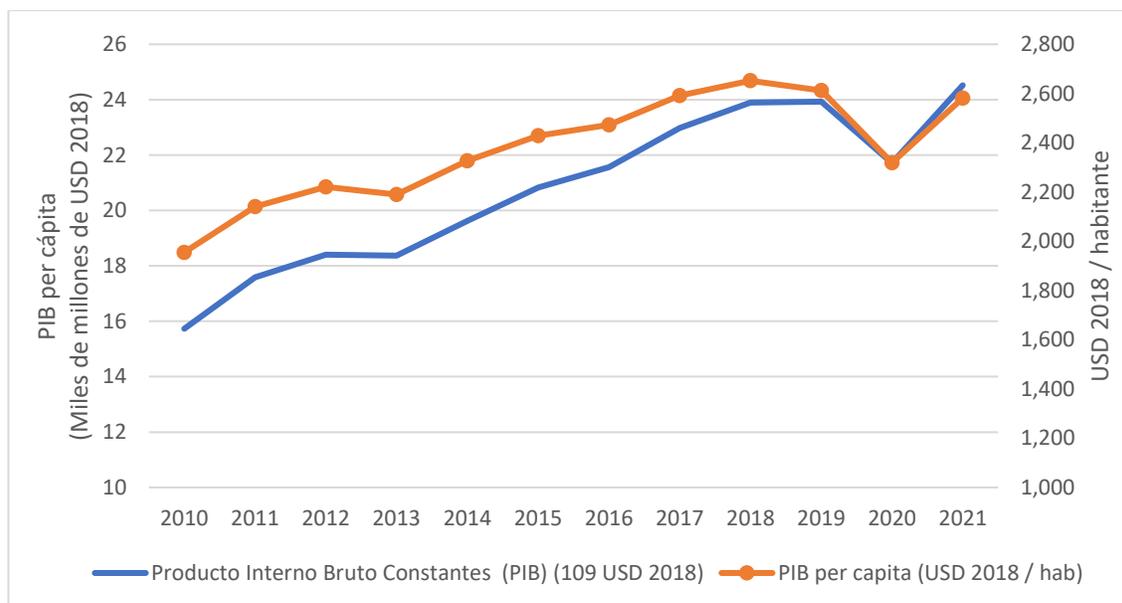
1.1 SOCIOECONÓMICOS

1.1.1. Economía

Honduras tiene una economía en gran medida impulsada por los sectores industriales, agrícolas, comerciales y de servicio; sin embargo, en el año 2020 la economía a nivel mundial sufrió una fuerte contracción y Honduras no fue la excepción, las medidas sanitarias que fueron implementadas para contrarrestar los contagios debido a la pandemia por coronavirus (COVID-19) y salvaguardar la vida de las poblaciones, conllevaron a caídas en las economías de todos los países del mundo (BCH, 2021).

La evolución del producto interno bruto (PIB) de Honduras de 2010 a 2021 se muestra en la Gráfica 1: Producto Interno Bruto Honduras 2010 – 2021, en la que se observa que la tasa de crecimiento anual fue de un 3.8% durante este periodo, pero en el año 2020 se denota la contracción económica que vivió Honduras por las razones antes expuestas, representando una reducción del 9% en comparación al PIB registrado durante el año 2019; en 2021 el PIB registró un crecimiento atípico de 12% en comparación con el año 2020 debido al retorno de las actividades económicas del país. Se considera también importante detallar que la tasa de crecimiento anual del periodo 2010 – 2021 para el PIB per cápita fue de 2.3%.

Gráfica 1: Producto Interno Bruto Honduras 2010 – 2021

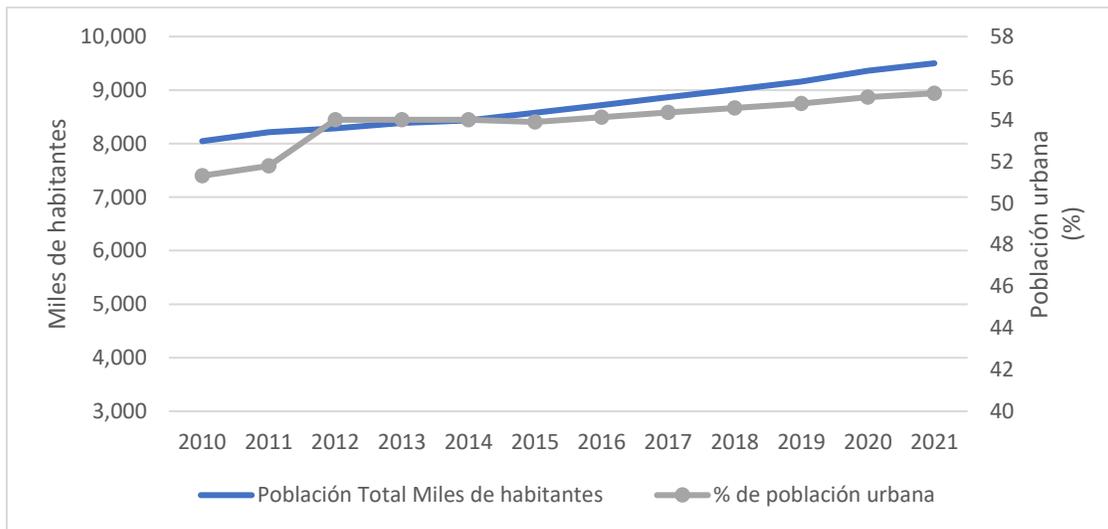


Fuente: (CNBS, 2019; INE, 2012, 2013, 2014^a, 2015, 2016^b, 2017^a, 2018, 2019^a, 2020, 2022a)

1.1.2. Demografía

Honduras es un país que cuenta con una extensión territorial de 112,492 Km² dividida en 18 departamentos, y 298 municipios, la población en Honduras ha crecido a una tasa anual de 1.4% de 2010 a 2021, llegando a tener una población de ≈9.5 millones de habitantes para el final de dicho periodo. Para el 2021 el 55% de la población se concentraba en zonas urbanas y se evidencia una tendencia hacia concentrar más la población en estas zonas (Gráfica 2).

Gráfica 2: Población en Honduras 2010 – 2021



Fuente: (INE, 2012, 2013, 2014^a, 2015, 2016^b, 2017^a, 2018, 2019^a, 2020, 2021^b).

1.2 SECTOR ENERGÉTICO

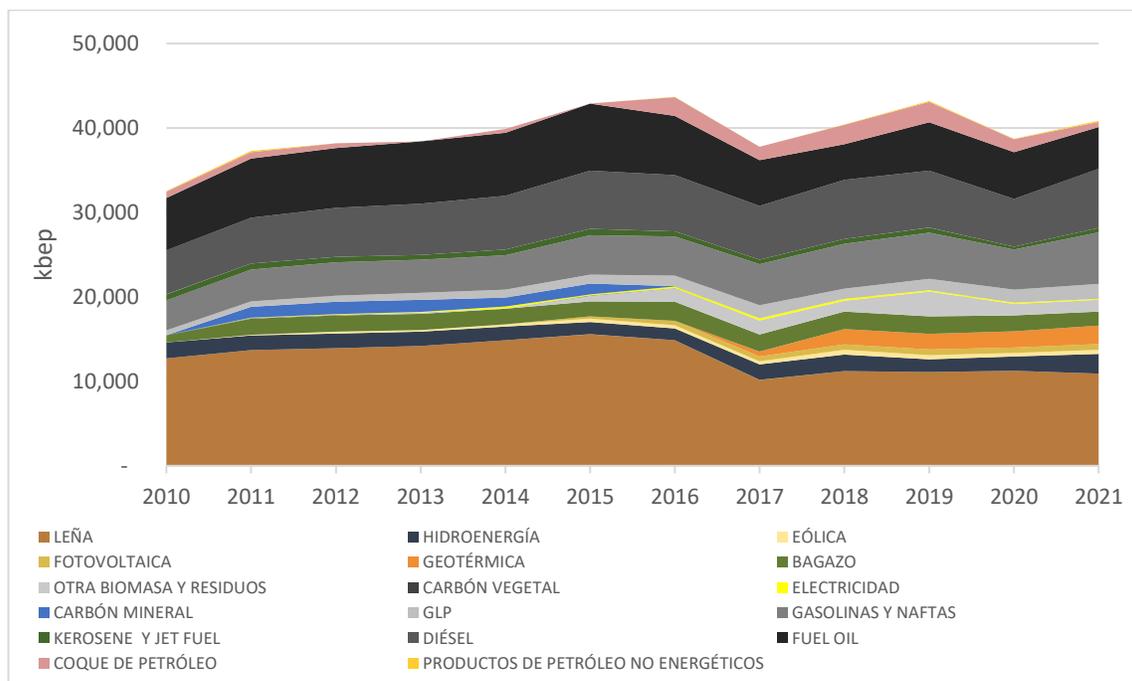
1.2.1. Oferta Energética

De acuerdo a la Gráfica 3, se puede observar que a lo largo del periodo del 2010 al 2021, Honduras ha contado en su totalidad con 17 energéticos, de los cuales 8 son considerados primarios: hidroenergía, eólica, geotermia, solar, leña, bagazo, otras biomasas o residuos y el carbón mineral, este último dejando de ser ofertado a partir del 2016; los restantes 9 energéticos están compuestos por electricidad, GLP, gasolinas, kerosenes, diésel, fuel oil, coque de petróleo, carbón vegetal y productos no energéticos.

El principal energético ofertado en Honduras de 2010 a 2021 es la leña, representando 27% del total de energía ofertada, este energético es utilizado principalmente en el sector residencial para la cocción de alimentos y es producida de forma local. Los otros energéticos que más aportan son derivados de petróleo, aportando en conjunto más del 50% de la energía en el periodo mostrado en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, estos

energéticos son importados en su totalidad y son utilizados para el sector transporte. La tasa de crecimiento anual de 2010 a 2021 es de $\approx 2\%$.

Gráfica 3: Oferta total de energía en Honduras 2010 - 2021

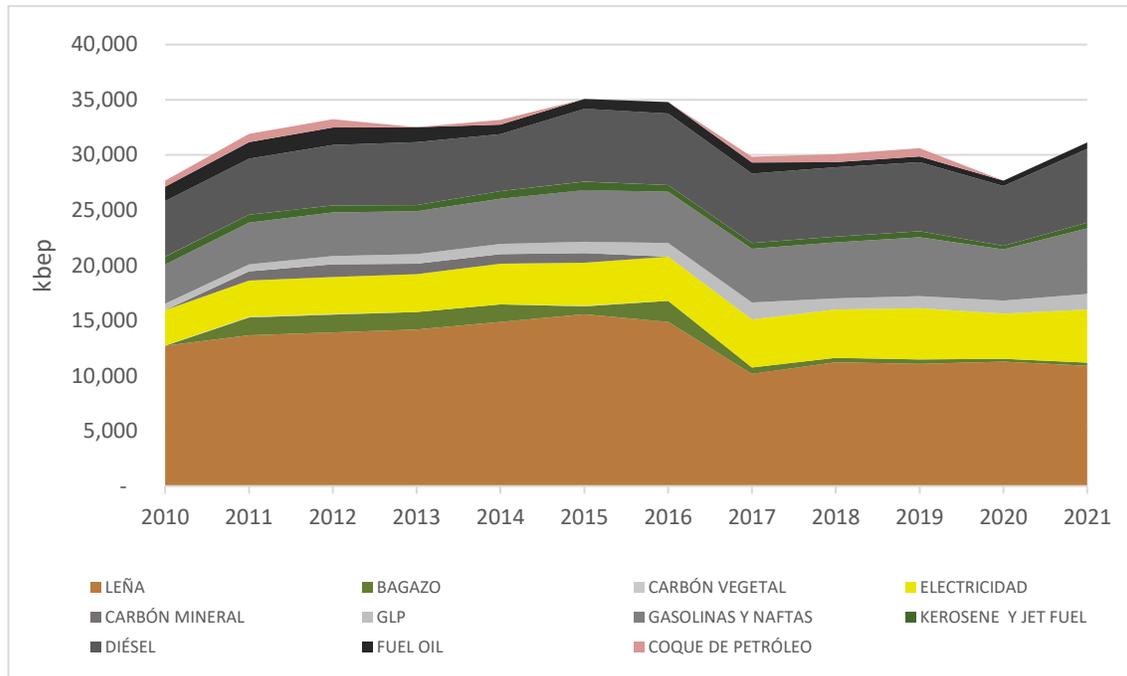


Fuente: (Secretaría de Energía, 2021; SEN, 2018, 2019, 2020, 2022a, 2022b)

1.2.2. Consumo Energético por Fuentes

Esta energía ofertada es utilizada en los centros de transformación y por los sectores de consumo. En la Gráfica 4 se muestra la demanda por energético del país, se observa que la leña es el energético que más demanda tiene en Honduras, esto se debe a la demanda del sector residencial (como fue mencionado con anterioridad), cabe destacar que dentro de la electricidad se está considerando la demanda de los energéticos hidroeléctricos, solares, eólicos y geotérmicos, en virtud que los mismos son utilizados en centros de transformación para la generación de energía eléctrica. Los derivados del petróleo suelen aportar más del 43% de la energía demandada por los sectores, aportando 49% en 2021; La electricidad aporta en promedio 13% de la energía demandada, y en concreto 15% en 2021. El consumo de energía ha crecido a una tasa anual de $\approx 1\%$.

Gráfica 4: Consumo energético por fuente en Honduras 2010 – 2021



Fuente: (Secretaría de Energía, 2021; SEN, 2018, 2019, 2020, 2022a, 2022b)

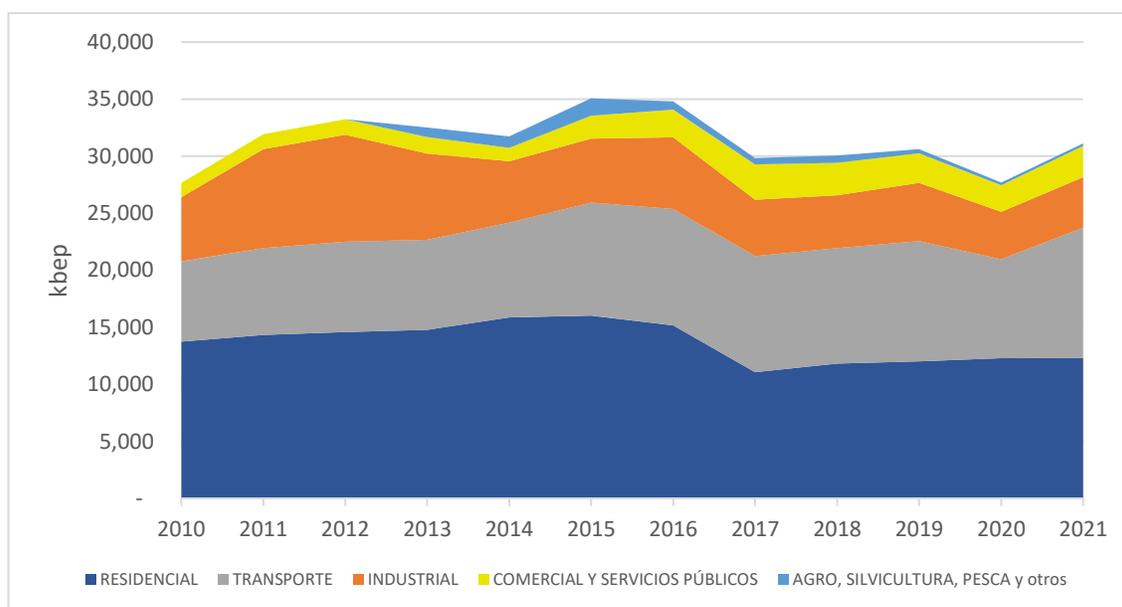
1.2.3. Sectores de Consumo

Si se evalúan directamente los sectores de consumo en Honduras¹ se evidencian que la oferta energética es esencial para abastecer la demanda que estos sectores requieren para mantener la economía y el bienestar de la población.

Para entender mejor el consumo energético de Honduras por sector de consumo de 2010 a 2021 se muestra en la Gráfica 5, observando que el sector que más energía demanda es el residencial, representando más del 40% durante todo el periodo estudiado, debido al consumo de leña en equipos ineficientes para la cocción de alimentos. El segundo sector que más energía demanda es transporte, demandando en promedio 29% de la energía en el periodo mostrado y 37% en 2021 en concreto, este sector presenta un crecimiento constante a una tasa anual de 4.1%, en este sector se consumen únicamente derivados de petróleo.

¹ Los sectores de consumo son: residencial, comercial, industrial, agropecuario, construcción y servicios públicos

Gráfica 5: Consumo energético por sector en Honduras 2010 - 2021



Fuente: (Secretaría de Energía, 2021; SEN, 2018, 2019, 2020, 2022a, 2022b)

1.3 SECTOR TRANSPORTE DE HONDURAS

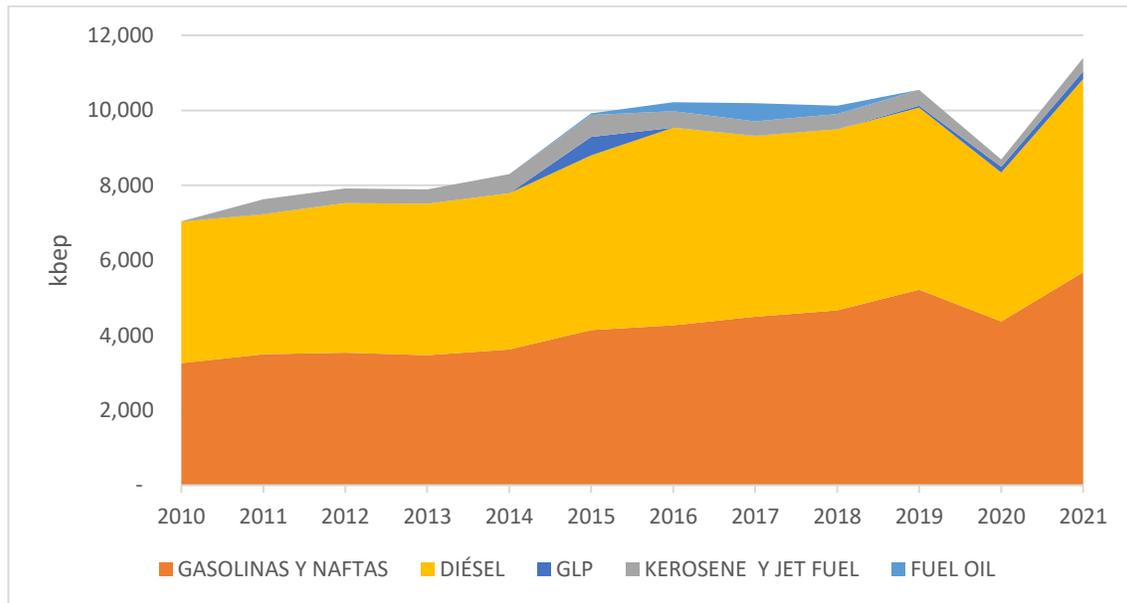
1.3.1. Demanda Sector Transporte

Como se vio anteriormente, el segundo sector de consumo con mayor demanda de energía es el sector transporte. Este sector, de acuerdo con su naturaleza tiene una demanda dirigida exclusivamente por derivados de petróleo, que son utilizados en las 3 formas de navegación: terrestre, marítima y aérea. Sin embargo, para fines de este estudio se hace énfasis en el transporte terrestre ya que es la principal área por intervenir con la electromovilidad.

La demanda del sector transporte tiene una tendencia al crecimiento que puede observarse en la

Gráfica 6, en la que durante el periodo 2010 a 2021, con la excepción de 2020 debido a las restricciones de movilidad que existieron en Honduras para disminuir o ralentizar los contagios por COVID-19, la demanda de energía del sector transporte crece a una tasa anual de 4.1%. Este sector consume exclusivamente derivados de petróleo, siendo el diésel y las gasolinas los más utilizados, para el periodo del 2010 – 2021 el diésel ha aportado en promedio el 49% de la demanda energética, mientras que la gasolina ha representado un promedio de 46% en dicho periodo. Cabe mencionar que, al tener una demanda energética esencialmente de derivados del petróleo, este es uno de los sectores que más aporta a emisiones de gases de efecto invernadero, por lo cual es un tema de interés que será posteriormente abordado.

Gráfica 6: Demanda de energía del sector transporte en Honduras 2010 - 2021

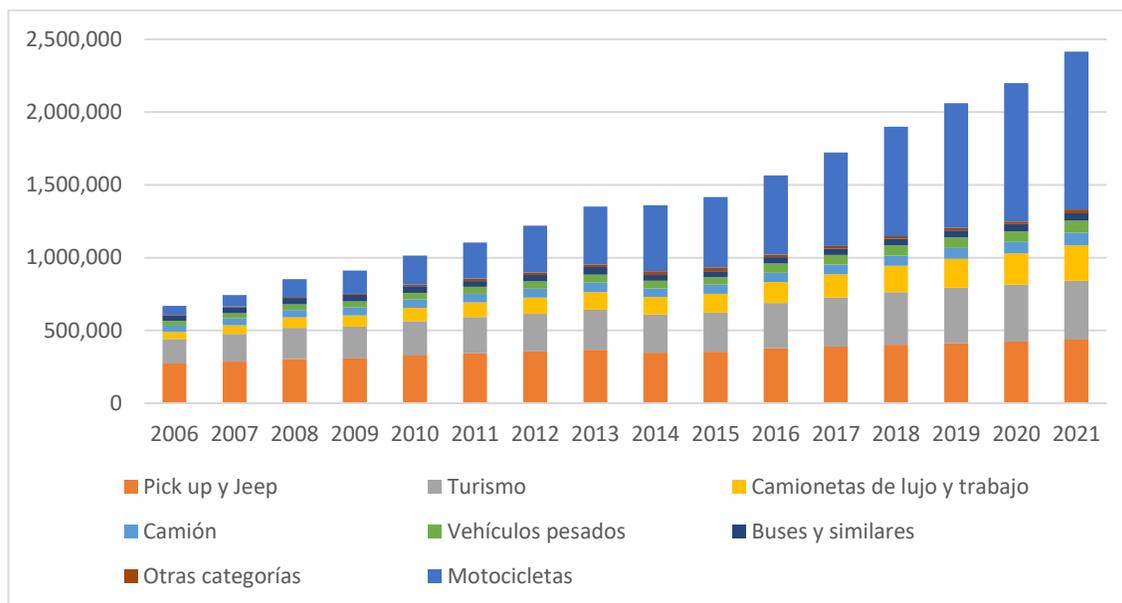


Fuente: (Secretaría de Energía, 2021; SEN, 2018, 2019, 2020, 2022a, 2022b)

1.3.2. Parque Vehicular de Honduras

El parque vehicular juega un papel importante para la actividad productiva y de movilización de bienes y servicios en el país. En la Gráfica 7 se muestra la evolución del parque vehicular de Honduras de 2006 a 2021, claramente se puede observar que el parque vehicular en su totalidad ha mostrado crecimientos a lo largo de este periodo, dicho crecimiento está representado por una tasa anual de 8.35%, el tipo de vehículo que más porcentaje representa son las motocicletas y son las que muestran una tasa anual de crecimiento mayor en el periodo 2010 a 2021 (15%), en este mismo periodo el parque vehicular en conjunto creció en 7.5%. Si se realiza una evaluación del año 2021, el 45% del total de vehículos en Honduras son motocicletas, seguidas de un 18% de Pick up y Jeep, un 17% de turismos, el 10% de camionetas de lujos y trabajo, y el restante 10% compuesto por camiones, vehículos pesados, buses y otras categorías.

Gráfica 7: Parque vehicular de Honduras 2006 – 2021



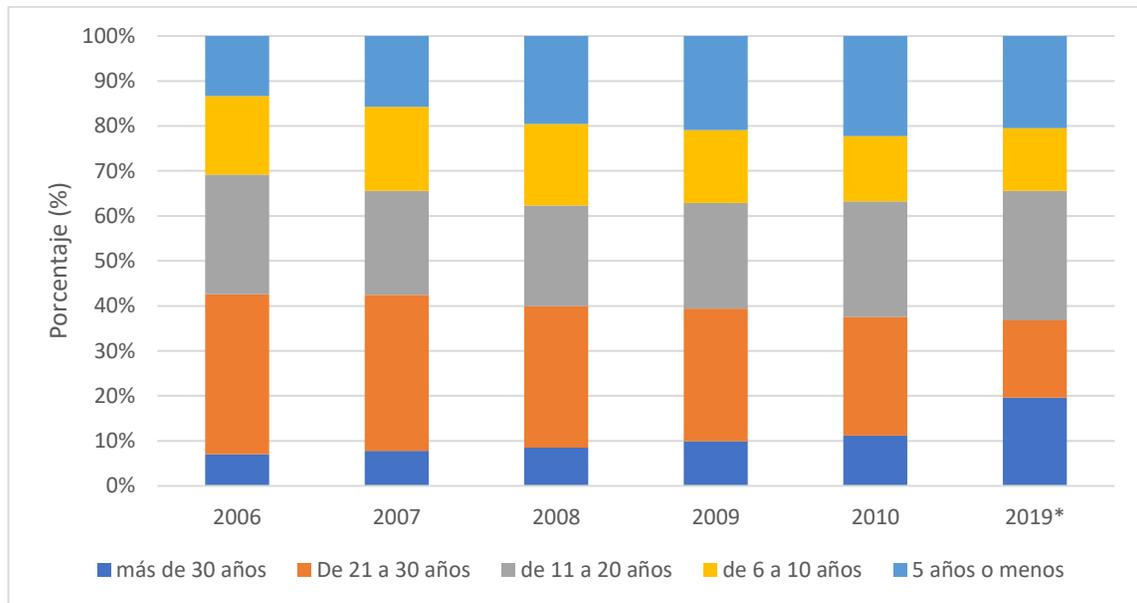
Fuente: (INE, 2011, 2016a, 2017b, 2019b, 2021a, 2022)

1.3.2.1. Antigüedad y tipo de combustible utilizados de la flota vehicular

En Honduras, la revisión de conformidad de los vehículos no es obligatoria, por lo que, para tener una mejor visión de la eficiencia del parque vehicular existente, se muestra la antigüedad del parque vehicular en los años que dicha información ha estado disponible, así como de los combustibles utilizados para el transporte carretero. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se observa que el 66% de la flota vehicular tiene una antigüedad mayor a 11 años, siendo 37% de la flota con una antigüedad mayor a 21 años lo que, aunque actualmente representa que la eficiencia promedio de los vehículos es limitada, también presenta una gran oportunidad para renovar la flota vehicular a nivel nacional.

Adicionalmente, ≈84% de los vehículos registrados a nivel nacional utilizan gasolinas, dentro de estos figuran las motocicletas, pues las mismas representan más del 40% del parque vehicular del país, cabe mencionar que un pequeño porcentaje de vehículos que ronda alrededor del 1% utilizan gas licuado de petróleo (GLP) como combustible, mientras el resto utiliza diésel como energético para su funcionamiento (INE, 2011; Instituto de la Propiedad, 2020).

Gráfica 8: antigüedad y tipo de combustible de la flota vehicular de Honduras



Fuente: (INE, 2011; Instituto de la Propiedad, 2020)

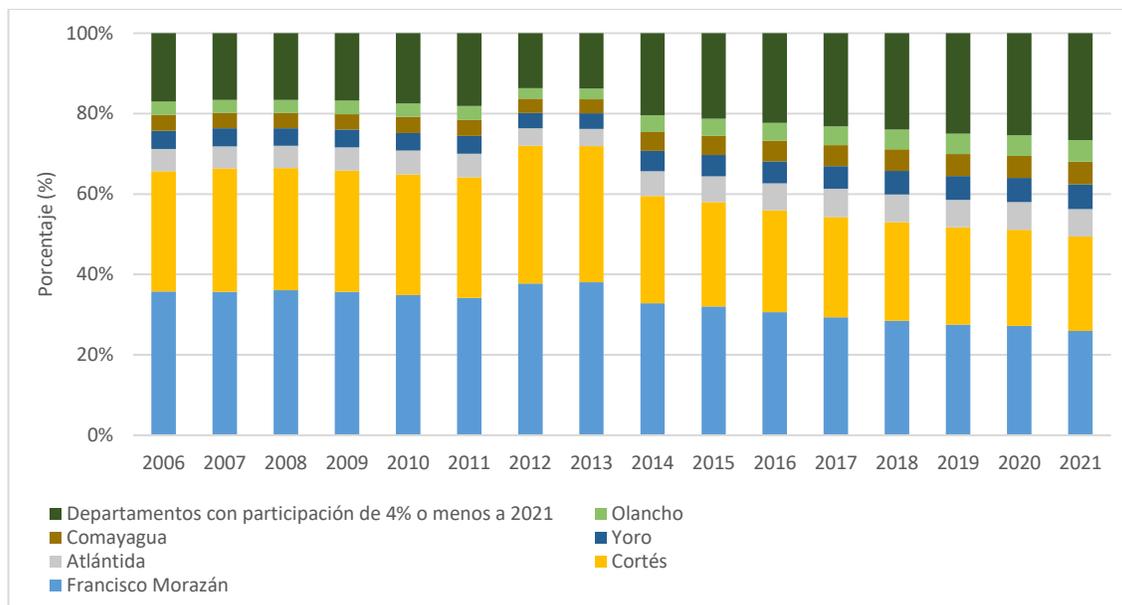
Además, Honduras no produce vehículos, por lo que la totalidad de la flota vehicular es importada, de los cuales el 44% importados hasta 2015 son vehículos usados(INE, 2016a).

1.3.2.2. Parque Vehicular por Departamento

La mayor concentración de la flota vehicular se presenta en dos departamentos: Francisco Morazán y Cortés, en los cuales se ubican los dos focos metropolitanos del país: Tegucigalpa y San Pedro Sula, en conjunto más del 50% de la flota vehicular se encuentra registrada en dichos departamentos (ver

Gráfica 9), aunque dado que son las zonas en las que se concentra la población, existe una mayor circulación de los vehículos a los que se encuentran registrados por departamento. Lo anteriormente expuesto, sugiere que un programa de renovación vehicular puede presentar resultados más rápido si se comienza a aplicar en dichos departamentos.

Gráfica 9: Distribución del parque vehicular por departamento 2006 - 2021



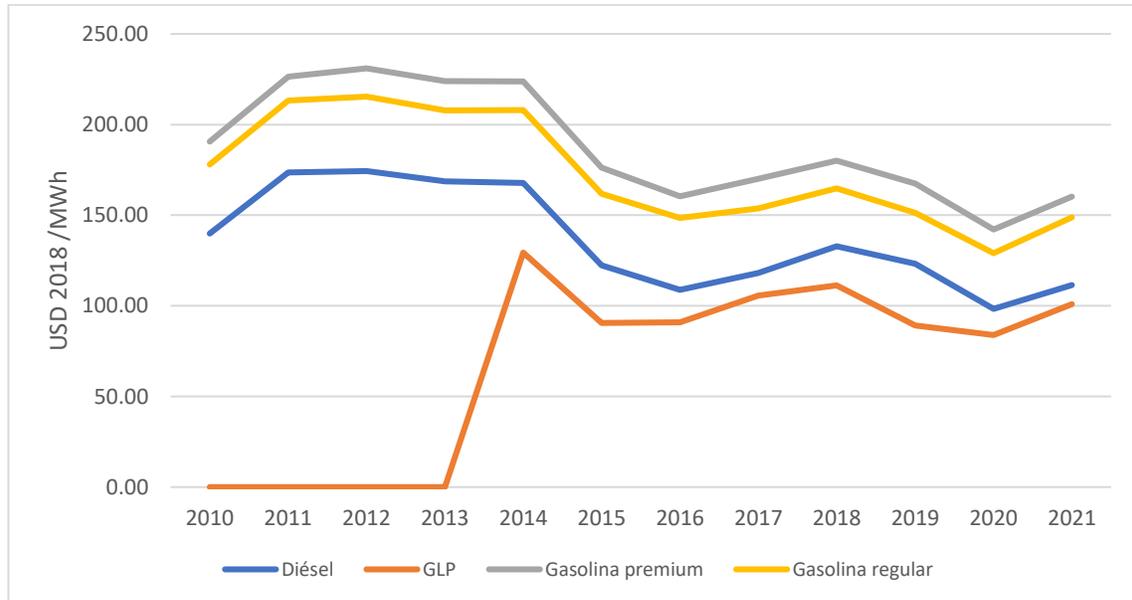
Fuente: (INE, 2011, 2016a, 2017b, 2019b, 2021a, 2022)

1.3.3. Precio de Combustible para Transporte

Como se mencionó anteriormente, este sector se caracteriza por su consumo de gasolina o diésel y, en menor medida Gas Licuado de Petróleo (GLP), energético que se empezó a utilizar en Honduras para fines de transporte a mediados del año 2013. Debido al rol que el transporte tiene en cuanto a la distribución de productos y servicios básicos, el aumento en el precio de estos energéticos impacta directamente los costos en los que incide la población hondureña para desarrollar las actividades económicas y de servicio, contribuyendo así con la tasa de inflación en la economía nacional.

El precio de los combustibles a consumidores del sector transporte de 2010 a 2021 se muestran en la Gráfica 10, se observa que el precio promedio de todos los combustibles presenta fluctuaciones a lo largo de los años, esto se explica parcialmente debido a las variaciones de los precios del petróleo a nivel internacional, ya que Honduras importa todos los derivados de petróleo.

Gráfica 10: Precio final de los combustibles para el sector



Fuente: Elaboración propia con datos de (Inflation Calculator | Find US Dollar's Value from 1913-2022, n.d.; SEN, 2022a)

1.4 GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD

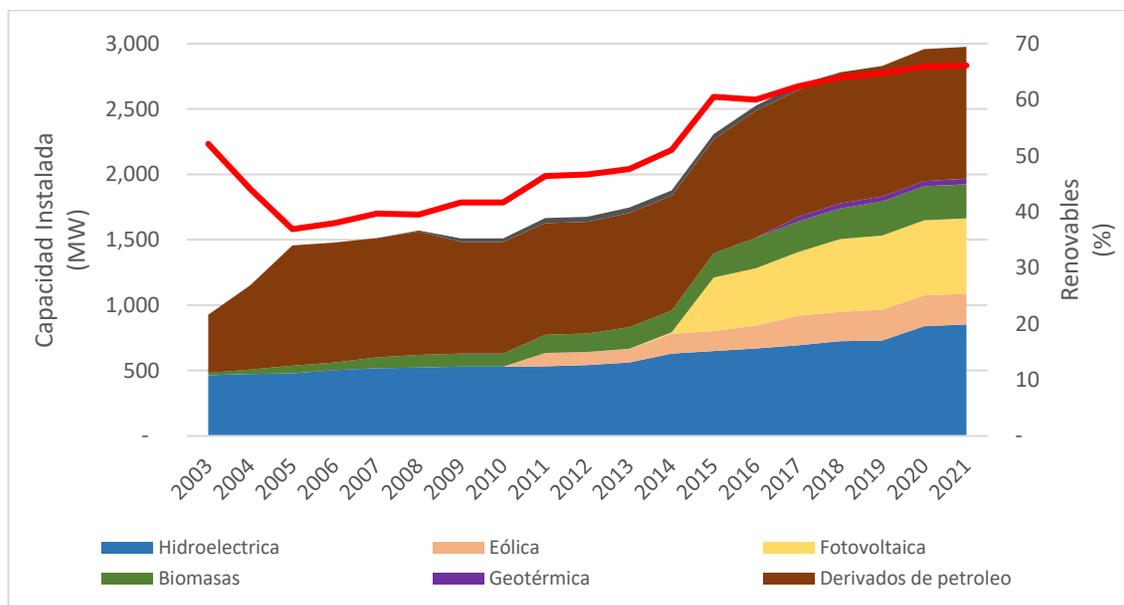
Este estudio se centra en hacer el análisis de la adopción masiva de la movilidad eléctrica en los vehículos eléctricos que eventualmente necesitarán conectarse al Sistema interconectado nacional (SIN). De acuerdo con SEN (2022a), en este sistema en el que se consume el 99% de la electricidad generada en Honduras, atiende al 85% de las viviendas y se encuentra en las zonas mayor densidad vehicular. Por tanto, se considera que es el Sistema que tendrá mayores requerimientos para poder apoyar la adopción masiva de la movilidad eléctrica.

1.4.1. Capacidad Instalada

La Gráfica 11 la capacidad instalada para generar electricidad en el SIN de 2003 a 2021, se observa que la capacidad instalada con fuentes renovables pasó de 42% en 2010 a 64% en 2021. Dicha diversificación comenzó en 2011 con la integración de la generación eólica, permitiendo tener en 2021 mayores aprovechamientos de la geotermia, fotovoltaica, biomasa,

etc. El parque de generación ha mantenido una tendencia al crecimiento, pasando de 1,512 MW en 2010 a 3055 MW en 2021.

Gráfica 11: Capacidad instalada por fuente en el SIN 2003 -2021

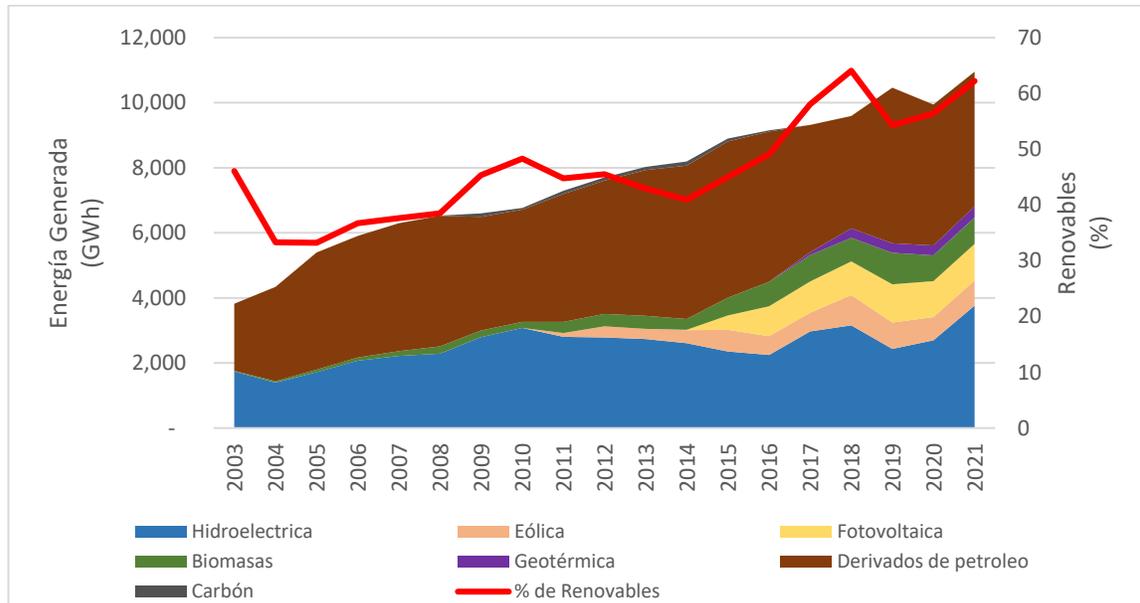


Fuente: Elaboración propia con datos de (ENEE, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019; ODS, 2020a, 2020b, 2021a; SEN, 2022a)

1.4.2. Generación de Energía Eléctrica

La energía generada en el SIN de 2003 a 2021 por fuente se muestra en la Gráfica 12, se observa que el porcentaje de generación de fuentes renovables pasó de 48% en 2010 a 62% en 2021, esto se ha logrado con la diversificación del parque de generación mencionada en la sección anterior, permitiendo que las variaciones inherentes a algunos recursos utilizados para obtener energía eléctrica (ejemplo: hidroenergía, eólica, fotovoltaica, biomasa), se compensen entre ellas permitiendo tener un mayor aprovechamiento de recursos. La energía que es generada por recursos no renovables se obtiene de derivados de petróleo como ser el fuel oil, diésel y coque de petróleo.

Gráfica 12: Energía generada en el SIN por fuente y porcentaje de renovabilidad 2003.

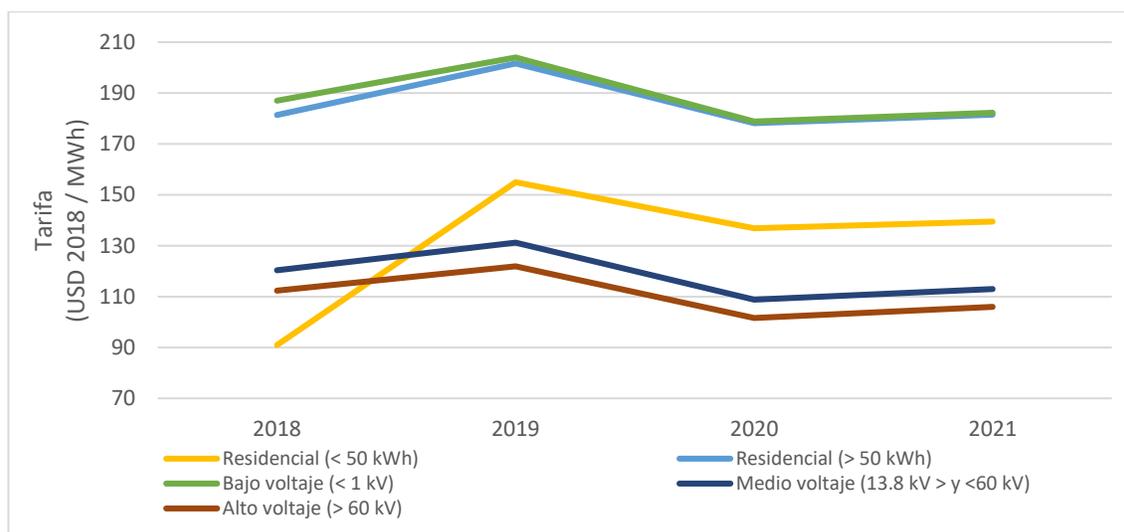


Fuente: Elaboración propia con datos de (ENEE, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019; ODS, 2020a, 2020b, 2021a; SEN, 2022a)

1.4.3. Tarifa Energía Eléctrica

Las tarifas promedio de la electricidad en Honduras son mostrados en la Gráfica 13: Tarifas promedio de la electricidad en el SIN 2018 – 2021, estas tarifas se diferencian por nivel de voltaje, a excepción de la tarifa pagada por el sector residencial que es una tarifa escalonada de acuerdo con el consumo promedio mensual, siendo la tarifa de los primeros 50kWh menor que la tarifa pagada por el consumo mayor a kWh. Típicamente dichas tarifas dependen de, entre otros factores, la cantidad y costo de los combustibles fósiles utilizados para la generación de electricidad.

Gráfica 13: Tarifas promedio de la electricidad en el SIN 2018 – 2021



Fuente: Elaboración propia con de (CREE, 2019, 2022; SEN, 2022a)

1.5 CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático que actualmente se experimenta, es generado por los gases de efecto invernadero (GEI). A su vez, estas emisiones se asocian con las variaciones en patrones climáticos de lluvia y radiación solar, entre otros fenómenos que afectan y amenazan con el bienestar de las poblaciones. A medida que el cambio climático se agrava, las personas, los ecosistemas y los medios de vida se vuelven cada vez más vulnerables.

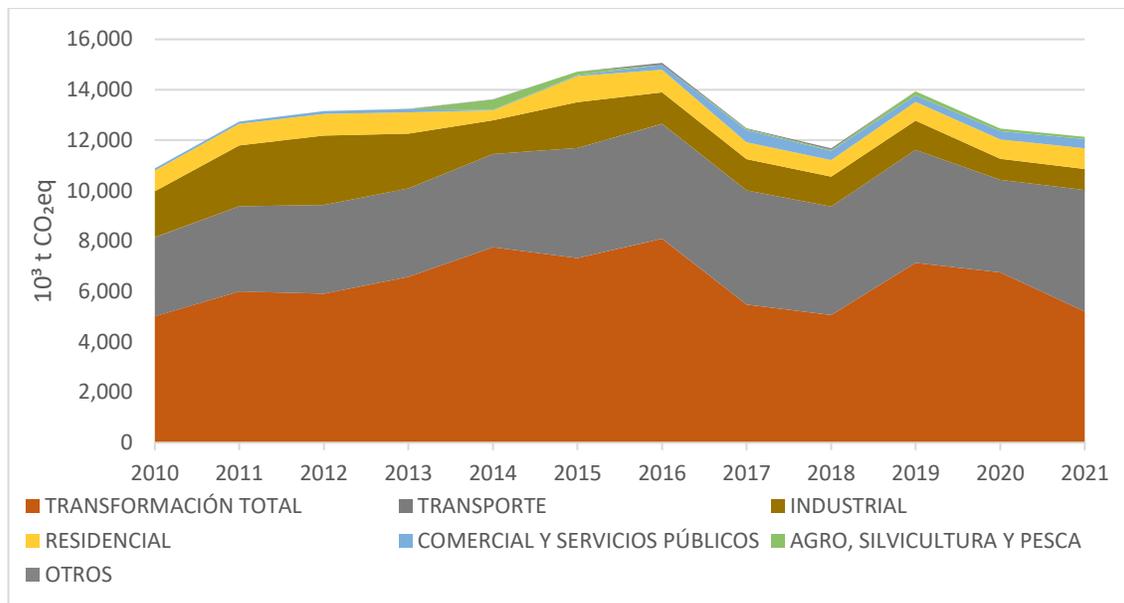
A nivel global los gases más relevantes son el dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxidos nitrosos (NO_x), estos pueden ser emitidos de forma natural debido a diferentes ciclos ecológicos, y/o biológicos, que están relacionados por ejemplo a las erupciones volcánicas, los desechos animales, evaporación de agua entre otros, o bien son generados debido a diferentes actividades humanas, por lo que es necesario desarrollar acciones que contrarresten lo cambios climáticos (IPCC, 2007).

Para el presente trabajo, se consideran como un elemento clave de los escenarios la cuantificación de las emisiones de gases de efecto invernadero que están asociadas

directamente al sector de energía y, específicamente las asociadas con los subsectores de transformación de electricidad y transporte. Esto, esto en virtud de la necesidad de evaluar cambios o estrategias que permitan lograr una transición energética, aportando a la renovabilidad de la matriz eléctrica y de transporte del país.

Las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al sector energía de 2010 a 2021 en Honduras se muestran en la Gráfica 14: Emisiones totales de gases de efecto invernadero. El sector que más emite es el de transformación en electricidad, ≈49% durante este periodo y específicamente representa un 43% en 2021, las emisiones en este sector dependen tanto de la demanda de la electricidad y de la disponibilidad de fuentes renovables como ser hidroeléctrica, eólica, fotovoltaica, etc. Por ende, nace la necesidad de fortalecer la matriz energética promoviendo las fuentes de generación a base de recursos renovables. El segundo sector que más emite es el sector transporte emitiendo ≈31% de los GEI para el periodo comprendido entre el 2010 a 2021 y representando un 40% específicamente para el año 2021, a diferencia del sector transformación, las emisiones en el sector transporte tienen una tendencia al crecimiento sostenido durante todo el periodo de estudio. En conjunto los sectores transporte y transformación emiten más del 80% de los GEI del sector energía, esta es una de las razones por las que este estudio es importante, ya que en éste se analiza cómo se puede reducir en las emisiones de GEI provenientes de estos subsectores.

Gráfica 14: Emisiones totales de gases de efecto invernadero



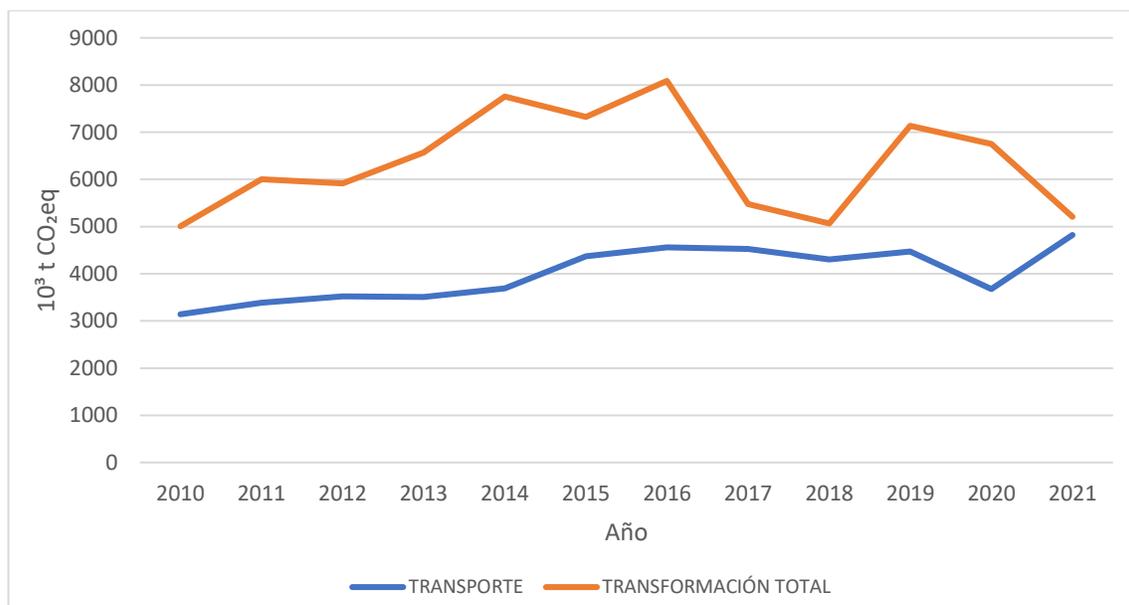
Fuente: (Secretaría de Energía, 2021; SEN, 2018, 2019, 2020, 2022a, 2022b)

A continuación, a través de la Gráfica 15, se puede observar la tendencia de crecimiento en las emisiones que son causadas por el sector transporte, por su puesto varía un poco la misma en el año 2020 debido a los confinamientos para prevenir contagios por la pandemia Covid-19,

sin embargo, se evidencia un crecimiento constante durante el periodo observado. En cambio, para el caso del sector transformación se observa volatilidad en las emisiones de dicho subsector a lo largo de los años. La reducción registrada en los años 2016 - 2018 están relacionados con la participación e inicio que tuvieron las plantas de generación renovable, tal como se puede observar en la sección de la generación de electricidad, situación que resalta la importancia de la participación de las centrales renovables y cómo su inclusión está ligada proporcionalmente a las emisiones de gases de efecto invernadero.

La dependencia que el país tiene ante productos derivados del petróleo es alta, estos dos sectores son los mayores consumidores de estos, por lo cual, dentro del Plan de Gobierno, se considera procurar una relación del 70% de renovabilidad en la matriz energética del país, reduciendo la dependencia de los combustibles fósiles; lo que abre la necesidad de evaluar estrategias que permitan cumplir con las metas establecidas en el Plan de Gobierno.

Gráfica 15: Emisiones de gases de efecto invernadero sector transformación y transporte



Fuente: (Secretaría de Energía, 2021; SEN, 2018, 2019, 2020, 2022a, 2022b)

1.6. ELECTROMOVILIDAD

Tal como lo expresa el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE), optar por electromovilidad disminuye la dependencia de los combustibles fósiles (como la gasolina, diésel y GNL), consistentemente se reducirán las emisiones de gases de efecto invernadero responsables del cambio climático y por supuesto se logrará un impacto local en la calidad del aire, debido a las emisiones de contaminantes como por ejemplo el Material Particulado (MP), Óxidos de Nitrógeno (NOx) o bien Monóxido de Carbono (CO) que son provocados en la combustión de los vehículos convencionales (BCIE, 2023).

Como vimos con anterioridad, el sector transporte en Honduras, contribuye grandemente a las emisiones de gases de efecto invernadero en el país, al representar una de las fuentes principales de contaminación del aire repercute directamente con en la salud de la población, especialmente a las personas que residen en las zonas urbanas, que es donde se concentra la mayor cantidad de vehículos tal como se muestra en la

Gráfica 9.

Lo anterior es una situación que se vive a nivel global, en virtud de ello los países han buscado unir fuerza a través del compromiso pactado gracias al acuerdo de Paris, y con ello transformar sus economías y las sociedades buscando combatir el cambio climático y uniendo fuerzas y estrategias que conlleven a la reducción de gases de efecto invernadero, por supuesto Honduras no es la excepción, al ser parte del acuerdo de Paris, ha buscado alternativas que le permitan desarrollar un plan de gobierno encaminado al cumplimiento de las responsabilidades internacionales y las mejoras al medioambiente (Naciones Unidas, 2023).

Actualmente en Centroamérica, la Asociación Costarricense de Electromovilidad (ASOMOVE) ha buscado impulsar constantemente la movilidad eléctrica en Costa Rica, apostando a una transición más libre de la dependencia de los derivados del petróleo. En noviembre de 2022 realizaron la caravana de vehículos eléctricos para inaugurar la Ruta Eléctrica Centroamericana, el objetivo de dicho evento fue promover el transporte con cero emisiones en los seis países que integran la Región Centroamericana, dicha caravana inició desde Guatemala hasta finalizar en Panamá, la actividad contó con el apoyo del sector privado y de los Gobiernos de cada uno de los países centroamericanos (ASOMOVE, 2023).

Por lo cual, la movilidad eléctrica es un tema de suma relevancia para los países centroamericanos, al unir esfuerzos, se avanza con la visión de desarrollo de estrategias y rutas centroamericanas que permitan la transición de tecnologías más limpias en el sector transporte, eventos como la ruta eléctrica permite demostrar la eficiencia de los vehículos eléctricos y la contribución al cuidado medioambiental.



Fuente: (ALAMOS, 2023)

En virtud de lo anteriormente descrito, en Honduras es necesario evaluar de manera más profunda el impacto de este tipo de estrategias energéticas que permitan disminuir las emisiones que son provocadas por el sector transporte disminuyendo la dependencia que tiene el sector energía ante los derivados del petróleo y cumplir con los compromisos en materia de cambio climático que el país tiene, aportando a las metas establecidas en el Plan de Gobierno en cuanto a disminuir la dependencia de petróleo, lograr una matriz energética con un 70% renovable y promover vehículos de alta eficiencia y bajo consumo de combustible asegurándonos que la energía que se utiliza para su funcionamiento provenga de fuentes renovables. Bajo este panorama se pretende evaluar en el presente trabajo la inclusión masiva de vehículos eléctricos y las modificaciones en la matriz energética de la generación eléctrica para buscar oportunidades que permitan aprovechar las fuentes que son significativamente menos contaminantes que los combustibles fósiles.

II. HIPÓTESIS GENERALES

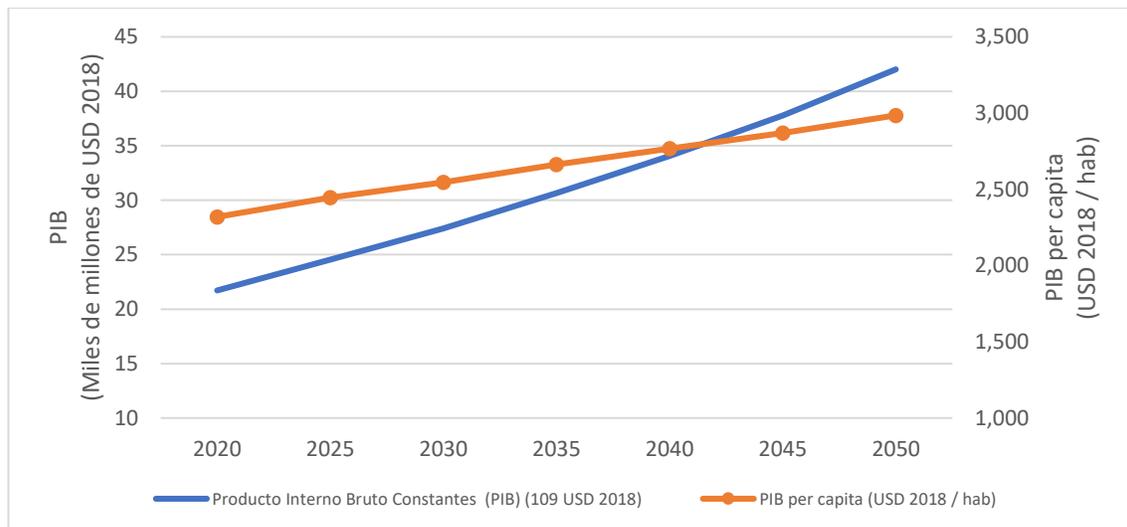
En esta sección se muestran los elementos que permanecen constantes en todos los escenarios evaluados, por lo que se determinan como hipótesis generales.

2.1 SOCIOECONÓMICOS

Las proyecciones de PIB fueron provistas por el Banco Central de Honduras y fueron parte de un ejercicio de prospectiva realizado por la SEN, estas incluyen la actualización de proyecciones hechas a finales de 2020 incluyendo los efectos esperados de la pandemia por COVID-19.

En la Gráfica 16 se muestran las proyecciones del PIB y PIB per cápita de 2020 – 2050. Se proyecta que el PIB crecerá a una tasa anual de 1% hasta llegar al 2030 y 2% el resto del periodo de estudio, pasando a producir un PIB de 42 billones de USD 2018 en 2050. En cambio, el PIB per cápita, se estima que crecerá en 0.5% hasta llegar a 3,000 USD 2018 en 2050.

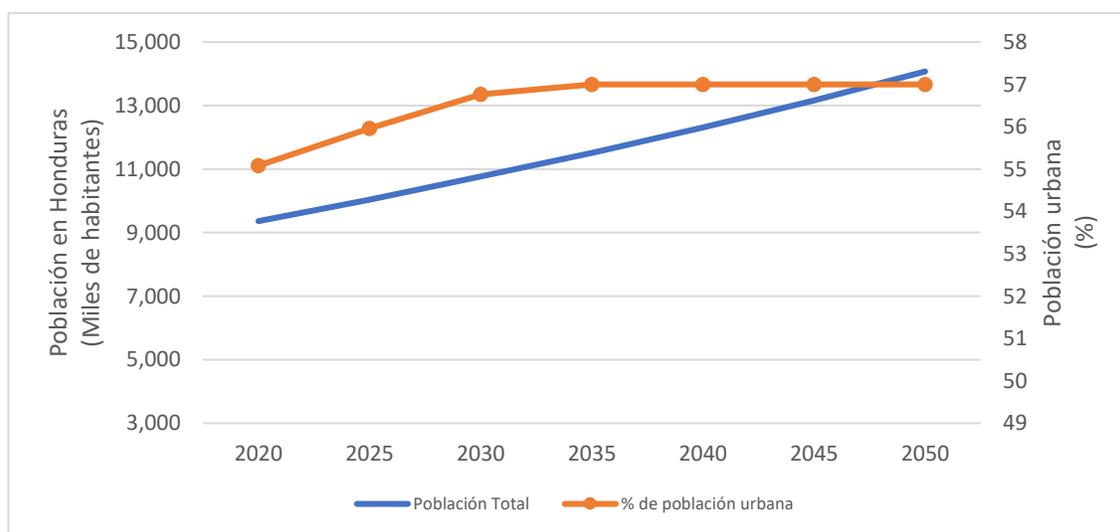
Gráfica 16: Proyecciones de PIB y PIB per Cápita 2020 -2050.



Fuente: Elaboración propia con datos de (BCH, 2021; SEFIN SCGG and BCH, 2020; SEN, 2021)

Tal como se muestra en la Gráfica 17, se estima que la población crecerá a una tasa anual de 1.4% hasta 2030, y de 1.2% de 2030 – 2050, pasando a tener una población de 14.1 millones en 2050. Se estima que la población urbana pasará de 55% en 2020 a 57% en 2030 y se estima que este porcentaje continúe igual hasta el final del periodo.

Gráfica 17: Proyecciones de población en Honduras 2020 -2050.



Fuente: (INE, 2014b; SEN, 2021)

2.2 SECTOR TRANSPORTE

Es importante evaluar una hipótesis que permita determinar los detalles relevantes en el sector transporte, debido a que el nivel de desagregación que el Instituto de la Propiedad provee en la información compartida suele tener limitaciones para poder hacer análisis como el realizado en este estudio, se asumieron ciertas hipótesis mostradas en la Tabla 1, por lo que los datos suministrados por (Instituto de la Propiedad, 2020) fueron utilizados para desagregarlos al nivel mostrados en la Tabla 1.

Tabla 1: Hipótesis generales del sector transporte 2019.

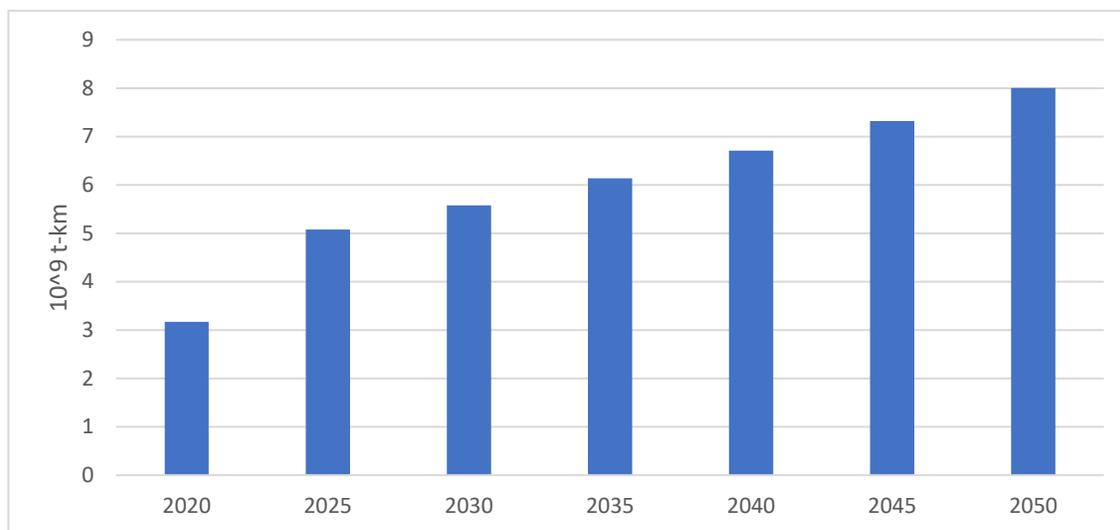
Tipo de vehículo	Cantidad (Miles)	Participación urbana (%)	Intensidad Energética (kWh/100 km)	Factor de carga (pasaj/vehíc)
Bus (Diésel)	32.7	0.5	460.6 (Grütter, 2015; IDAE, 2006)	45.0
Bus (Eléctrico)	0.0	1.0	200.0 (Grütter, 2015; IDAE, 2006)	45.0
Bus de Transito Rápido (Gasolina)	0.0	1.0	368.5	45.0
Microbús (Diésel)	11.2	0.7	330.4	25.0
Microbús (Gasolina)	7.6	0.8	187.4	25.0
Microbús (Eléctrico)	0.0	1.0	150.0	25.0
Taxi (Gasolina)	38.0	0.9	93.7 (combustiblecl.com, n.d.)	4.0

Tipo de vehículo	Cantidad (Miles)	Participación urbana (%)	Intensidad Energética (kWh/100 km)	Factor de carga (pasaj/vehíc)
Taxi (GLP)	12.1	1.0	90.6 (electromovilidad.net, n.d.)	4.0
Taxi (Híbrido)	0.0	1.0	46.8 (motorpasion.com.mx, n.d.)	4.0
Taxi (Eléctrico)	0.0	1.0	18.0 (electromovilidad.net, n.d.)	4.0
Motocicleta (Gasolina)	848.8	0.8	42.2 (anmotoristas.org, n.d.)	2.0
Motocicleta (eléctrica)	0.0	0.8	16.9 (Greenmoto, n.d.)	2.0
Turismo (Gasolina)	311.8	0.7	93.7 (combustiblecl.com, n.d.)	2.0
Turismo (Híbrido)	0.0	0.7	46.8 (motorpasion.com.mx, n.d.)	2.0
Turismo (Eléctrico)	0.0	0.7	18.0 (electromovilidad.net, n.d.; ev-database.org, n.d.)	2.0
Camionetas y SUV (Gasolina)	165.9	0.7	103.1 (carerac.com, n.d.)	2.0
Camionetas y SUV (Diésel)	26.2	0.7	100.1 (carerac.com, n.d.)	2.0
Camionetas y SUV (Híbrido)	0.0	0.7	79.6 (carerac.com, n.d.)	2.0
Camionetas y SUV (Eléctrico)	0.0	0.7	20.0 (ev-database.org, n.d.)	2.0
Pick Up and JEEPS (Gasolina)	240.2	0.7	103.1 (carerac.com, n.d.)	2.0
Pick Up and JEEPS (Diésel)	153.1	0.7	100.1 (carerac.com, n.d.)	2.0
Pick Up and JEEPS (Híbrido)	0.0	0.7	79.6 (carerac.com, n.d.)	2.0
Pick Up and JEEPS (Electric)	0.0	0.7	20.0 (ev-database.org, n.d.)	2.0

Para estimar la intensidad energética promedio de la flota vehicular, se utilizó el rango superior de las fuentes citadas, ya que 66% de la flota vehicular a 2019 tienen una antigüedad promedio mayor a 10 años (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Debido a que el foco de este estudio es evaluar la sustitución de la flota vehicular para el transporte de personas, la demanda de actividad en el transporte de carga permanecerá constante tal como se muestra en la Gráfica 18 en los escenarios analizados, ya que la actividad económica en los escenarios propuestos es la misma, es decir, el crecimiento económico continuará igual, el tipo de industrias continuará igual y la distribución de cargas también continúa constante.

Gráfica 18: Demanda de transporte de carga

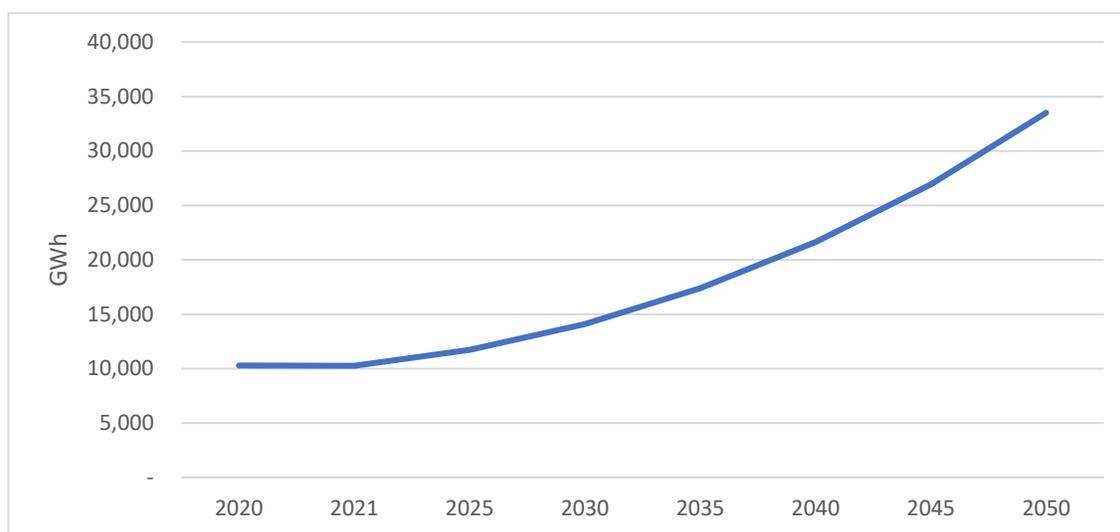


2.3 SECTOR ELECTRICIDAD

Las demandas de los típicos sectores que demandan electricidad, es decir: residencial, industrial, comercial y servicios, gobierno y municipal; esta demanda se utiliza como base para determinar la demanda mínima de electricidad a ser generada y la demanda necesaria para atender la movilidad eléctrica se obtiene a través del cálculo de demanda del sector transporte utilizando el modelo MAED.

El modelo MAED (Model for Analysis of Energy Demand) permite evaluar la demanda energética de los diferentes sectores, esta es una herramienta desarrollada por la Agencia Internacional de Energía Atómica (OIEA) y la misma permite trazar tendencias o evaluar posibles cambios o variaciones en la demanda energética de los diferentes sectores considerando aspectos tecnológicos, económicos y demográficos a mediano y largo plazo mediante la implementación o desarrollo de diferentes escenarios, posibles, plausibles y coherentes.

Gráfica 19: Proyecciones de demanda de electricidad en el SIN.



Fuente: datos 2020 a 2035 (ENEE, 2020) y datos 2035 a 2050 (SEN, 2021).

Los costos relacionados con la expansión de la generación se muestran en la Tabla 2. Estos incluyen los costos de inversión, fijos y variables para las diferentes tecnologías de generación de electricidad y hacen referencia a costos reportados a 2020 referenciados a USD 2018.

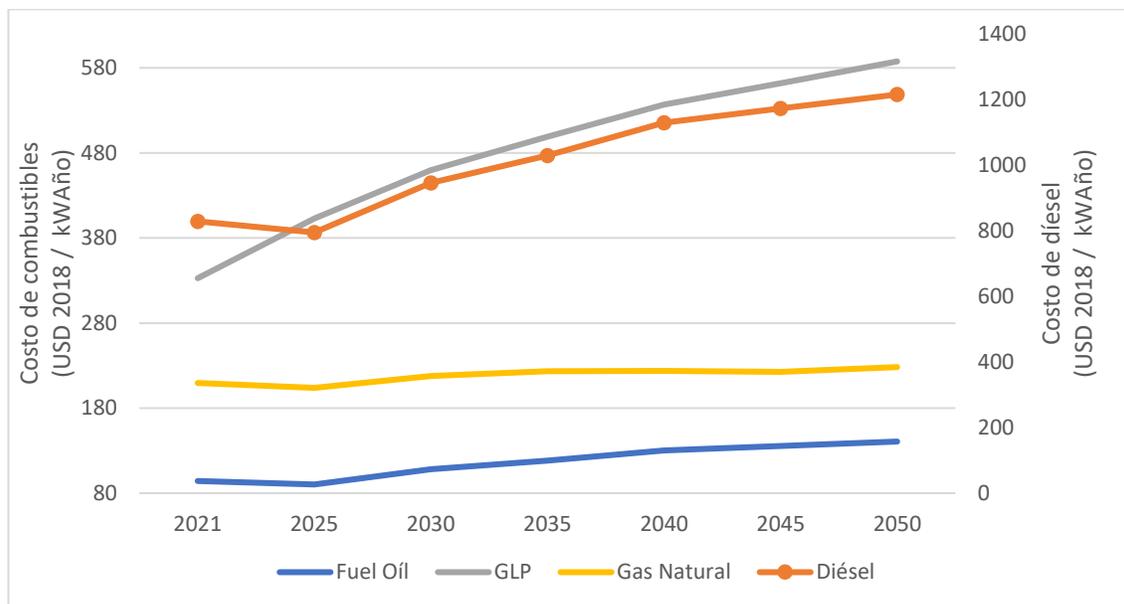
Tabla 2: Costos de inversión, fijos y variables de las opciones de generación.

Tecnología	Costos de Inversión (USD 2018/kW)	Costo fijo (USD 2018/kWyear)	Costo variable (USD 2018/kWyear)
Hidroeléctrica de pasada (ROR)	3627.1	40.7	11.9
Fotovoltaicas	1006.1	15.9	0.0
Fotovoltaicas con baterías	1562.0	0.0	0.0
Eólica en tierra	1788.7	25.6	0.0
Eólica Offshore	5242.1	107.1	0.0
Geotérmica	5612.7	133.2	9.9
CSP	4857.2	158.9	0.0
Biomasa	3388.8	122.4	45.0
Gas natural	1233.5	0.0	16.5
GLP	1133.1	15.9	40.1
Diésel	1756.9	34.2	48.6
Fuel Oil	1756.9	34.2	48.6

Fuente: Elaboración propia con datos de (Cole et al., 2021; IEA & NEA, 2020; Irena, 2021; Mongird et al., 2020)

La proyección de los costos de los combustibles fósiles a 2050 propuestos en este estudio para la producción de energía eléctrica se muestran en la Gráfica 20, se observa que en la mayoría se proyecta un incremento de costo, a excepción del carbón mineral; el costo del diésel se muestra en el eje vertical derecho para permitir una mejor apreciación de la variación de costos de los otros combustibles.

Gráfica 20: Proyección de costo de combustibles 2021 -2050



Fuente: Elaboración propia con datos (EIA, 2021; IEA & NEA, 2020; ODS, 2021b)

III. ESCENARIOS PROPUESTOS

En este estudio se analizan 4 escenarios, los que consideran las expansiones tendenciales del sector transporte y de la generación de electricidad, el escenario deseado de la expansión del sector transporte y electricidad y la combinación intermedia de los escenarios, se ha considerado el año 2019 como base en virtud que es el año que tuvo un comportamiento más estable en comparación con los años 2020 y 2021, no se consideró 2022 debido a la falta de estadísticas en algunos sectores.

3.1 ESCENARIO I

El Escenario I, es considerado como el escenario base, ya que supone que la expansión del sector transporte y de las plantas de generación tendrán un crecimiento tendencial, es decir, crecerán sin ninguna promoción de tecnologías más eficientes, por lo que considera que estos sectores crecen buscando obtener el menor costo de expansión y operación posible.

Transporte

Los supuestos utilizados en el sector transporte en el escenario I se muestran en la Tabla 3 y la Gráfica 21. Hasta 2050, la eficiencia de los vehículos aumenta paulatinamente a 10% en los vehículos a gasolina y electricidad y 15% en todos los demás.

La penetración de los vehículos eléctricos a 2030 es: 3% de las motocicletas, 0.5% de los vehículos livianos (SUV, compact cars, pick ups y microbuses) y 0.1% de los buses grandes de transporte masivo de personas considerando tanto eléctricos como a base de gasolina. Adicionalmente, 1% de los vehículos livianos son híbridos.

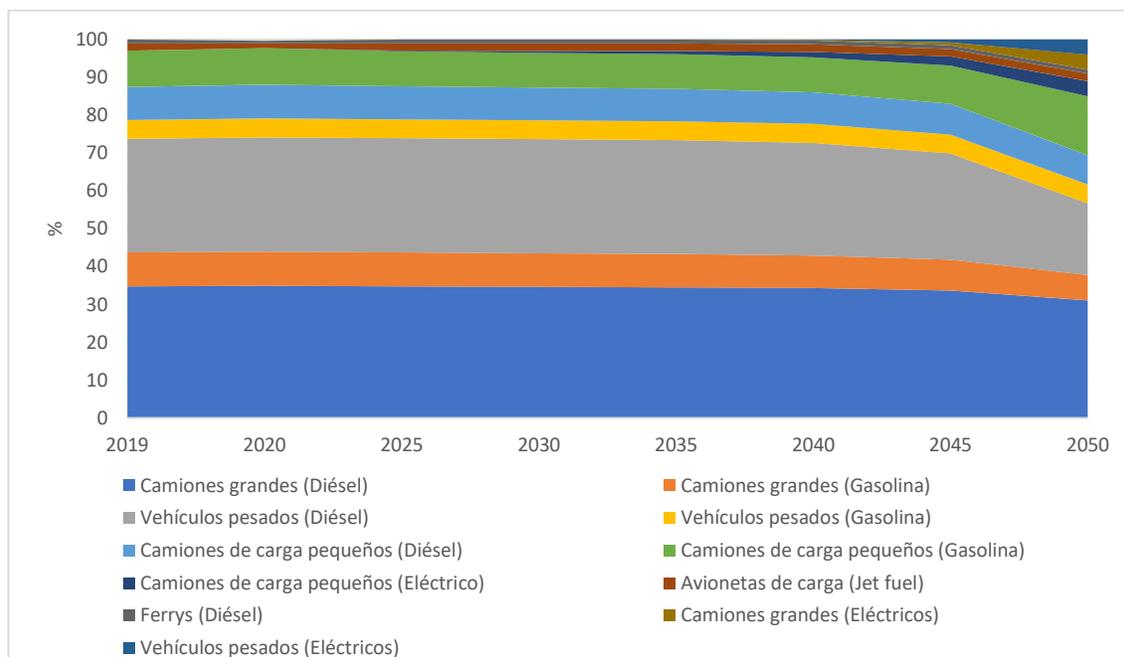
La penetración de los vehículos eléctricos a 2050 es: 5% de las motocicletas, 2% de los vehículos livianos (SUV, compact cars, pick ups) y este caso se considera los microbuses eléctricos con una penetración del 5% y 1% de buses grandes de transporte masivo de personas tanto eléctricos como a gasolina. Adicionalmente, 5% de los vehículos livianos son híbridos.

Se observa en la Tabla 3 que el porcentaje de penetración de vehículos de bajas emisiones es bajo para el 2050, esto considerando que las condiciones actuales continuaran (ejemplo: el costo de adquisición de los vehículos actualmente existentes en el mercado, los prestadores de servicios para vehículos de bajas emisiones, los impuestos de introducción, la infraestructura necesaria para proveerle energía a los vehículos, etc.), así como la mejora en la eficiencia energética, ya que se proyecta que la antigüedad de los vehículos continúe con la tendencia actual por lo que aunque se estima que exista mejora en la eficiencia, no se estima que sea tan grande ya que se daría por efectos del mercado. y En la Gráfica 21 se muestra el porcentaje de carga transportada por tipo de vehículo en el escenario I.

Tabla 3: Escenario I, Porcentaje de vehículos de bajas emisiones y eficiencia energética.

Escenario I (Referencia)			
Tipo de vehículo	Penetración de los vehículos de bajas emisiones (%)		Mejoras en eficiencia energética a 2050 (%)
	2030	2050	
Motocicletas (eléctricas)	3.0%	5.0%	10%
Turismo (Híbrido)	1.0%	5.0%	10%
Turismo (Eléctrico)	0.5%	2.0%	10%
Camioneta (Híbrido)	1.0%	5.0%	10%
Camioneta (Eléctrico)	0.5%	2.0%	10%
PU y JEEP (Híbrido)	0.7%	5.0%	10%
PU y JEEP (Eléctrico)	0.5%	2.0%	10%
Bus (Eléctrico)	0.1%	1.0%	10%
BTR (gasolina)	0.1%	1.0%	10%
Microbús (Eléctrico)	0.5%	5.0%	10%
Vehículos a gasolina			10%
Vehículos a diésel		NA	15%
Vehículos a GLP			15%

Gráfica 21: Escenario I, Modo de transporte de carga.



Generación de electricidad

Este es considerado como el escenario más probable. El principal supuesto para la expansión del parque de generación del sistema interconectado nacional es que no se adoptarán cambios estructurales tales como: instalación de tipos de plantas que no existen en la actualidad como instalación de plantas de regasificación, así como la actualización de transmisión y distribución.

Este escenario se considera como el de referencia dado que respeta las restricciones existentes en transmisión y distribución y no integra cambios estructurales a corto plazo. La expansión de la generación se basa en las plantas que ya cuentan con contrato y que su integración ya está decidida, así como las restricciones de integración de las plantas renovables se muestran en Tabla 4: Escenario I, Supuestos para expansión de la generación 2022 – 2050.

Tabla 4: Escenario I, Supuestos para expansión de la generación 2022 – 2050

Escenario I											
Tecnología	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2035	2050
Hasta											
Fotovoltaica	150	150	150	150	200	200	250	350	350	5000	5000
Eólica	300	300	300	300	300	300	300	300	300	1500	1500
Geotérmica	0	0	0	0	0	15	15	15	15	72	110
Biomasa	600	600	600	600	600	600	600	600	600	1500	1500
CSP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1500	1500
Por lo menos											
Hidroeléctrica (Embalse)	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164
Hidroeléctrica (ROR)	0	0	198	202	202	202	202	202	202	202	202

Fuente: Restricciones a 2030 de (ODS, 2021b), Las restricciones de 2030 – 2050 son supuestos.

3.2 ESCENARIO II

El escenario II supone que existirá mayor integración de vehículos eléctricos, aunque la generación de electricidad se expande con el supuesto de alcanzar el objetivo fundamental de tener una expansión al mínimo costo. Para alcanzar lo anterior, se supone que se promoverá la adopción de nuevas tecnologías en el sector transporte, sin embargo, el sector electricidad continuará con el crecimiento tendencial descrito en el ESCENARIO I.

Transporte

En el Escenario II se considera que la adopción de la electromovilidad será mayor a la mostrada en el ESCENARIO I. Los supuestos se muestran en la Tabla 5 y la Gráfica 22.

Para este escenario, la penetración de los vehículos eléctricos a 2030 es: 15% de las motocicletas, 10% de los vehículos livianos como turismos, pick ups, jeep y microbuses, para las camionetas se considera un 8%, un 10% de los buses grandes de transporte masivo de personas (eléctricos y vehículos a base de gasolina). Adicionalmente, 20% de los vehículos livianos tales como los turismos, pick up y jeep son híbridos, en cambio para las camionetas híbridas se considera una penetración de un 15%.

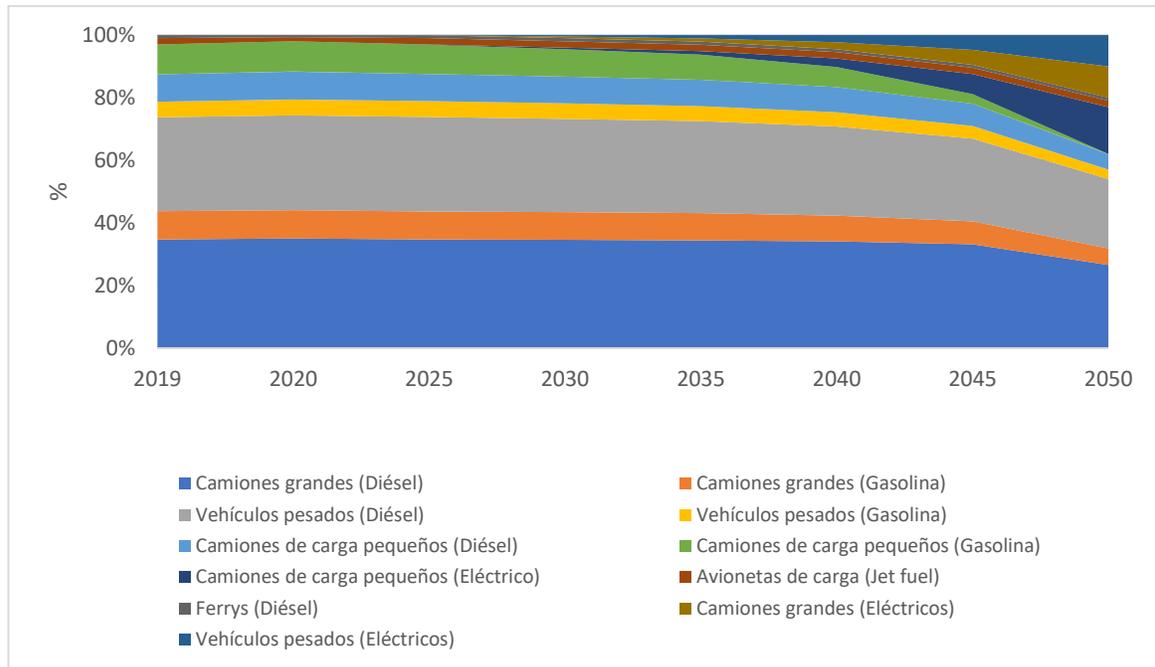
Al evaluar la penetración de los vehículos eléctricos a 2050 se tiene una inclusión del 40% de las motocicletas, 40% de turismos, 30% en pick ups y jeep, así como de microbuses y camionetas; a su vez, se tiene un 40% de buses grandes de transporte masivo de personas y para el caso de vehículos a base de gasolina, se considera la inclusión de un 30% de buses de tránsito rápido (BTR). Adicionalmente, 50% de los vehículos turismos, pick up y jeep son híbridos, así como el 40% de camionetas.

Se observa en la Tabla 5 que el porcentaje de penetración de vehículos de bajas emisiones crece para el 2050, esto considerando que se darán las condiciones necesarias para alcanzar los porcentajes propuestos. En la Gráfica 22 se muestra el porcentaje de carga transportada por tipo de vehículo en el escenario II.

Tabla 5: Escenario II, Porcentaje de vehículos de bajas emisiones y eficiencia energética.

Escenario II			
Tipo de vehículo	Penetración de los vehículos de bajas emisiones (%)		Mejoras en eficiencia energética a 2050 (%)
	2030	2050	
	Motocicletas (eléctricas)	15%	
Turismo (Híbrido)	20%	50%	20%
Turismo (Eléctrico)	10%	40%	10%
Camioneta (Híbrido)	15%	40%	20%
Camioneta (Eléctrico)	8%	30%	10%
PU y JEEP (Híbrido)	20%	50%	20%
PU y JEEP (Eléctrico)	10%	30%	10%
Bus (Eléctrico)	10%	40%	10%
BTR (gasolina)	10%	30%	20%
Microbús (Eléctrico)	10%	30%	10%
Vehículos a gasolina			20%
Vehículos a diésel		NA	20%
Vehículos a GLP			20%

Gráfica 22: Escenario II, Modo de transporte de carga.



Generación de electricidad

Este es considerado como el escenario más probable en la expansión de la generación y tiene los mismos supuestos que el ESCENARIO I. El principal supuesto para la expansión del parque de generación del sistema interconectado nacional es que no se adoptarán cambios estructurales tales como: instalación de tipos de plantas que no existen en la actualidad como instalación de plantas de regasificación, así como la actualización de transmisión y distribución.

Este escenario se considera como el de referencia dado que respeta las restricciones existentes en transmisión y distribución y no integra cambios estructurales a corto plazo. La expansión de la generación se basa en las plantas que ya cuentan con contrato y que su integración ya está decidida, así como las restricciones de integración de las plantas renovables se muestran en Tabla 4: Escenario I, Supuestos para expansión de la generación 2022 – 2050.

Tabla 6: Escenario II, Supuestos para expansión de la generación 2022 – 2050

Escenario II											
Tecnología	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2035	2050
Hasta											
Fotovoltaica	150	150	150	150	200	200	250	350	350	5000	5000
Eólica	300	300	300	300	300	300	300	300	300	1500	1500
Geotérmica	0	0	0	0	0	15	15	15	15	72	110
Biomasa	600	600	600	600	600	600	600	600	600	1500	1500
CSP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1500	1500
Por lo menos											
Hidroeléctrica (Embalse)	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164
Hidroeléctrica (ROR)	0	0	198	202	202	202	202	202	202	202	202

Fuente: Restricciones a 2030 de (ODS, 2021b), Las restricciones de 2030 – 2050 son un supuesto.

3.3 ESCENARIO III

Este escenario considera que el sector transporte tendrá un crecimiento tendencial, es decir, crecerá sin ninguna promoción de tecnologías más eficientes (Vehículos de bajas emisiones y vehículos de combustión interna más eficientes). Sin embargo, en la generación de electricidad, se supone que existirán cambios estructurales, permitiendo alcanzar objetivos de renovabilidad y disminución de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

Transporte

Los supuestos utilizados en el sector transporte en el escenario III se muestran en la Tabla 7 y la

Gráfica 23. Se observa en la Tabla 7 que el porcentaje de penetración de vehículos de bajas emisiones es bajo para el 2050, esto considerando que las condiciones actuales continuaran (ejemplo: el costo de adquisición de los vehículos actualmente existentes en el mercado, los prestadores de servicios para vehículos de bajas emisiones, los impuestos de introducción, la infraestructura necesaria para proveerle energía a los vehículos, etc.), así como la mejora en la eficiencia energética, ya que se proyecta que la antigüedad de los vehículos

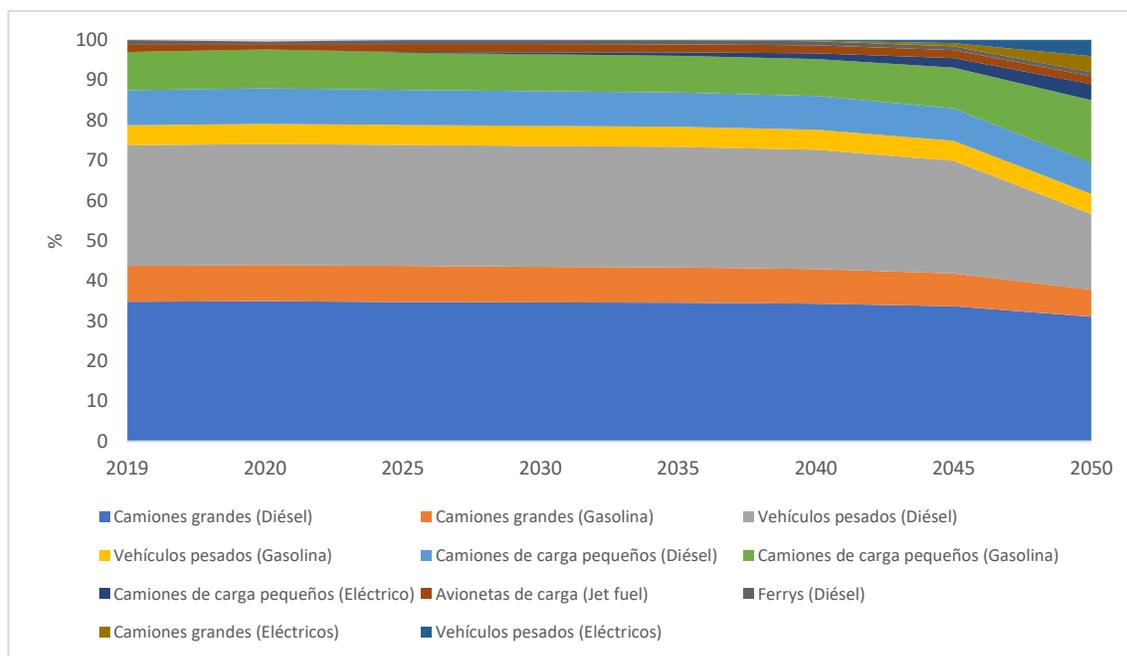
continúe con la tendencia actual por lo que aunque se estima que exista mejora en la eficiencia, no se estima que sea tan grande ya que se daría por efectos del mercado. En la

Gráfica 23 se muestra el porcentaje de carga transportada por tipo de vehículo, este refleja que para el sector transporte se está considerando lo dispuesto en el escenario I

Tabla 7: Escenario III, Porcentaje de vehículos de bajas emisiones y eficiencia energética.

Escenario III			
Tipo de vehículo	Penetración de los vehículos de bajas emisiones (%)		Mejoras en eficiencia energética a 2050 (%)
	2030	2050	
Motocicletas (eléctricas)	3.0%	5.0%	10%
Turismo (Híbrido)	1.0%	5.0%	10%
Turismo (Eléctrico)	0.5%	2.0%	10%
Camioneta (Híbrido)	1.0%	5.0%	10%
Camioneta (Eléctrico)	0.5%	2.0%	10%
PU y JEEP (Híbrido)	0.7%	5.0%	10%
PU y JEEP (Eléctrico)	0.5%	2.0%	10%
Bus (Eléctrico)	0.1%	1.0%	10%
BTR (gasolina)	0.1%	1.0%	10%
Microbús (Eléctrico)	0.5%	5.0%	10%
Vehículos a gasolina			10%
Vehículos a diésel		NA	15%
Vehículos a GLP			15%

Gráfica 23: Escenario III, Modo de transporte de carga.



Generación de electricidad

Se supone que el sector electricidad permite cambios estructurales como: la instalación de tipos de plantas que no existen en la actualidad como plantas de regasificación, la actualización y expansión de las redes de transmisión y distribución. Lo anterior permitirá alcanzar las siguientes metas:

- Al menos 80% de la energía generada en el país se obtenga de fuentes renovables a partir de 2038 (*República de Honduras Visión de País 2010 – 2038 y Plan de Nación 2010-2022, 2010*)
- Reducir en 9% las emisiones de Gases de Efecto Invernadero para 2030 (*MiAmbiente+, 2021*)
- Mínimo costo de generación cumpliendo con los criterios a y b.

La expansión de la generación se basa en plantas renovables, aunque permite la integración de plantas que utilizan derivados fósiles como ser: fuel oil, diésel, GLP y gas natural, para generar hasta 20% de la electricidad demandada. Las plantas que ya cuentan con contrato y que su integración ya está decidida, así como las restricciones de integración de las plantas se muestran en Tabla 8.

Tabla 8: Escenario III, Supuestos para expansión de la generación 2022 – 2050

Escenario III

Tecnología	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2035	2050
Hasta											
Fotovoltaica	150	150	200	350	350	450	450	450	450	5000	5000
Eólica	300	300	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Geotérmica	0	0	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Biomasa	600	600	600	600	600	600	600	600	600	1500	1500
Gas Natural	0	0	0	0	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Diésel	1000	1000	1000	1000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Fuel oil	1000	1000	1000	1000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
GLP	1000	1000	1000	1000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
CSP	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Por lo menos											
Hidroeléctrica (Embalse)	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164
Hidroeléctrica (ROR)	0	0	198	202	202	202	202	202	202	202	202

3.4 ESCENARIO IV

39

El Escenario IV es considerado como el más deseable, es decir, en el que se promueven la mayor integración de tecnologías de bajas emisiones en el sector transporte y, se supone que existirán cambios estructurales en la generación de electricidad, permitiendo alcanzar objetivos de renovabilidad y disminución de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

Transporte

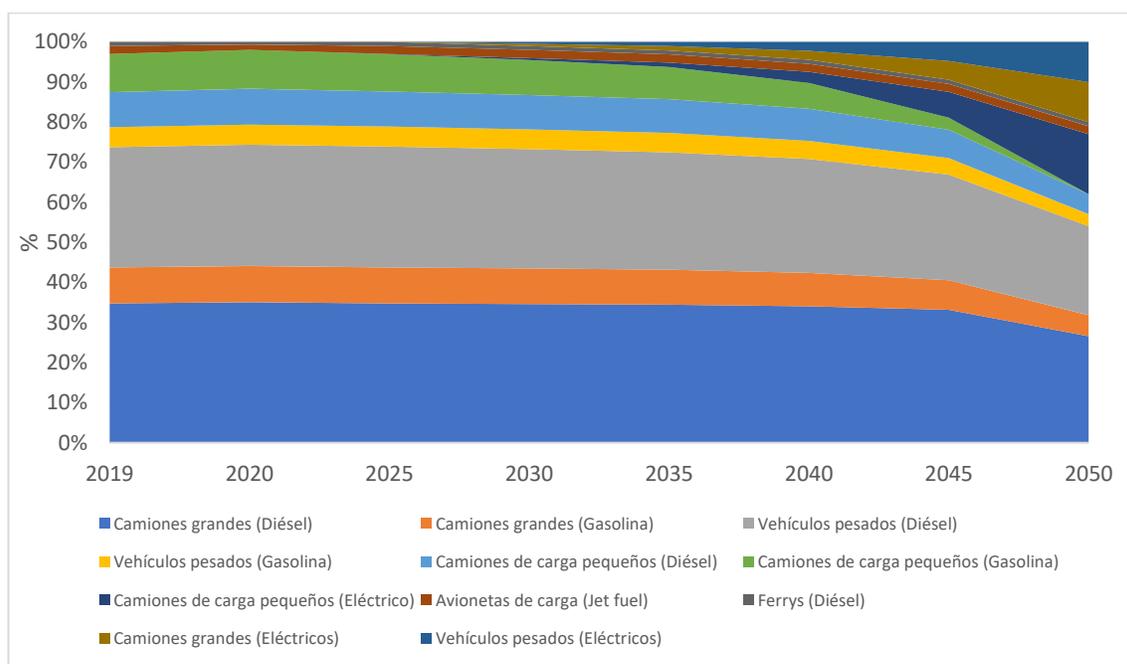
Este escenario utiliza los mismos supuestos planteados en el ESCENARIO II, y supone que la adopción de vehículos de eléctricos y de más eficientes será mayor a la mostrada en el ESCENARIO I. Los supuestos se muestran en la Tabla 9 que muestra que el porcentaje de penetración de vehículos de bajas emisiones crecerá para el 2050, esto considerando que se darán las condiciones necesarias para alcanzar los porcentajes propuestos y en la Gráfica 1: Producto Interno Bruto Honduras 2010 – 202Gráfica 24 se muestra el porcentaje de carga transportada por tipo de vehículo.

Tabla 9: Escenario IV, Porcentaje de vehículos de bajas emisiones y eficiencia energética.

Escenario IV			
Tipo de vehículo	Penetración de los vehículos de bajas emisiones (%)		Mejoras en eficiencia energética a 2050 (%)
	2030	2050	

Motocicletas (eléctricas)	15%	40%	10%
Turismo (Híbrido)	20%	50%	20%
Turismo (Eléctrico)	10%	40%	10%
Camioneta (Híbrido)	15%	40%	20%
Camioneta (Eléctrico)	8%	30%	10%
PU y JEEP (Híbrido)	20%	50%	20%
PU y JEEP (Eléctrico)	10%	30%	10%
Bus (Eléctrico)	10%	40%	10%
BTR (gasolina)	10%	30%	20%
Microbús (Eléctrico)	10%	30%	10%
Vehículos a gasolina			20%
Vehículos a diésel		NA	20%
Vehículos a GLP			20%

Gráfica 24: Escenario IV, Modo de transporte de carga.



Generación de electricidad

Se supone que el sector electricidad permite cambios estructurales como: la instalación de tipos de plantas que no existen en la actualidad como plantas de regasificación, la actualización y expansión de las redes de transmisión y distribución. Lo anterior permitirá alcanzar las siguientes metas:

- a. Al menos 80% de la energía generada en el país se obtenga de fuentes renovables a partir de 2038 (*República de Honduras Visión de País 2010 – 2038 y Plan de Nación 2010-2022, 2010*)
- b. Reducir en 9% las emisiones de Gases de Efecto Invernadero para 2030 (MiAmbiente+, 2021)
- c. Mínimo costo de generación cumpliendo con los criterios a y b.

La expansión de la generación se basa en plantas renovables, aunque permite la integración de plantas que utilizan derivados fósiles como ser: fuel oíl, diésel, GLP y gas natural, para generar hasta 20% de la electricidad demandada. Las plantas que ya cuentan con contrato y que su integración ya está decidida, así como las restricciones de integración de las plantas se muestran en Tabla 810.

Tabla 10: Escenario IV, Supuestos para expansión de la generación 2022 – 2050

Escenario IV											
Tecnología	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2035	2050
Hasta											
Fotovoltaica	150	150	200	350	350	450	450	450	450	5000	5000
Eólica	300	300	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Geotérmica	0	0	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Biomasa	600	600	600	600	600	600	600	600	600	1500	1500
Gas Natural	0	0	0	0	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Diésel	1000	1000	1000	1000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Fuel oíl	1000	1000	1000	1000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
GLP	1000	1000	1000	1000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
CSP	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Por lo menos											
Hidroeléctrica (Embalse)	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164
Hidroeléctrica (ROR)	0	0	198	202	202	202	202	202	202	202	202

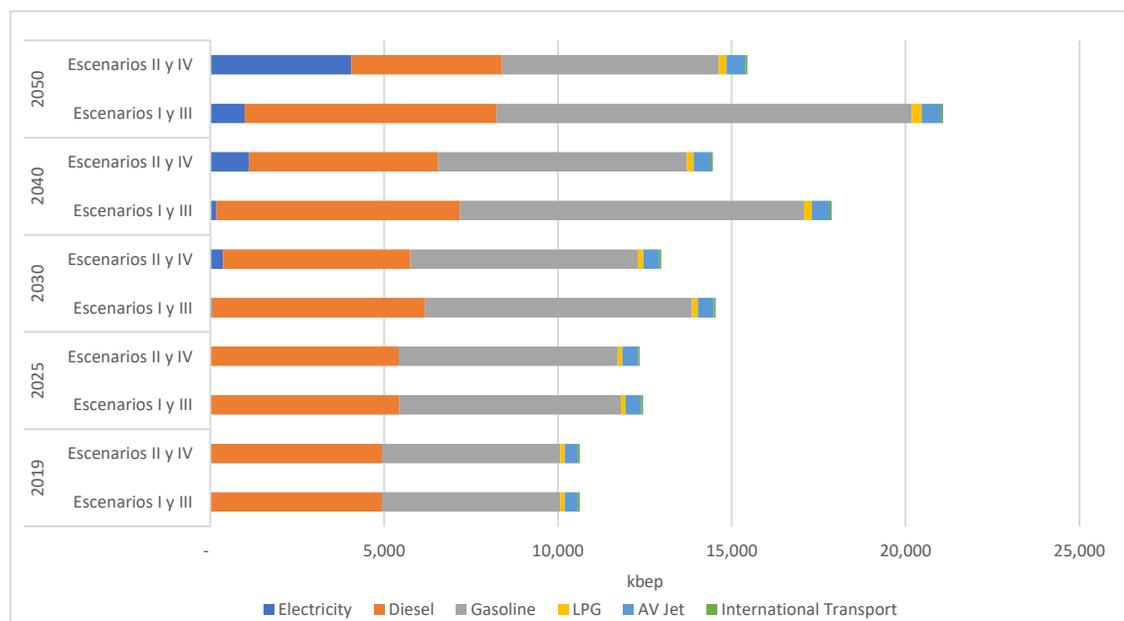
IV. RESULTADOS

4.1 SECTOR TRANSPORTE

En la Gráfica 25 se muestra la evolución de la demanda de energía para el sector transporte por escenario, como los supuestos del sector transporte de los escenarios I y III son las mismas, presentan los mismos resultados, lo mismo pasa con los escenarios II y IV.

Para 2030, se estima que la demanda total de energía para el sector transporte crecerá en $\approx 40\%$ en los escenarios I y III y en $\approx 20\%$ en los escenarios II y IV en relación con la demanda de energía de 2019. Para 2050, se estima que la demanda se duplicará en los escenarios I y III y aumentará en $\approx 45\%$ en los escenarios II y IV.

Gráfica 25: Demanda de energía del sector transporte por fuente y escenario.

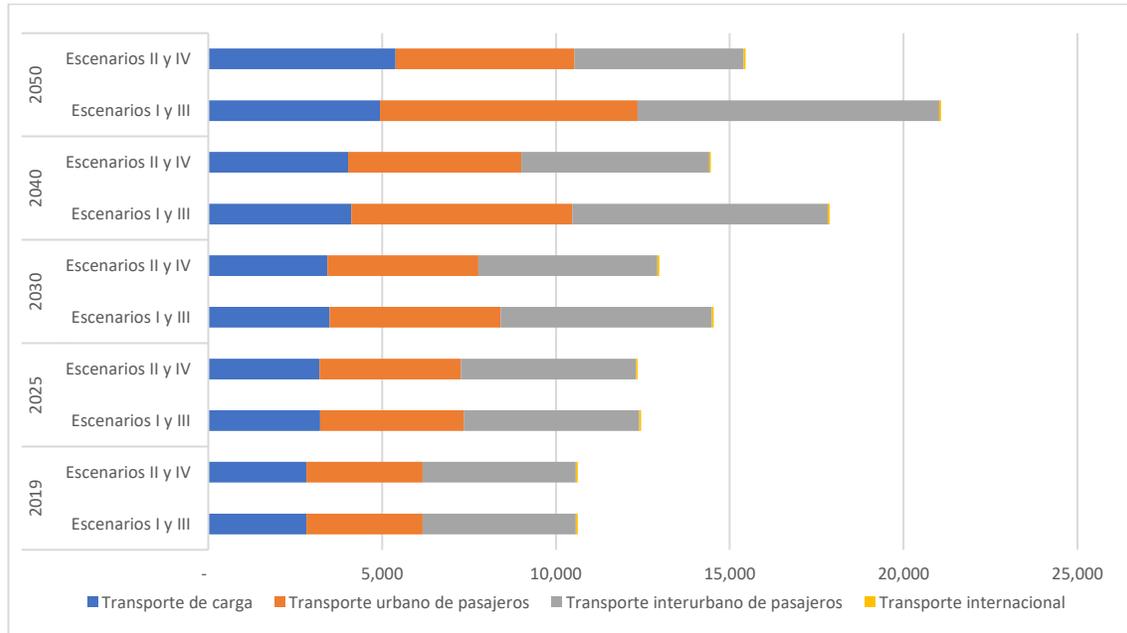


El crecimiento de la demanda final de energía en el sector transporte en los escenarios II y IV es menor a la de los escenarios I y III debido a la mayor integración de vehículos eléctricos que tienen una mayor eficiencia que los vehículos de combustión interna. La demanda de gasolinas es el que tendrá mayor crecimiento, explicado parcialmente por la demandada de este combustible para el transporte privado de personas.

En la Gráfica 26 se muestra como crecerá la demanda del sector energía por subsector de transporte, los subsectores que mayor crecimiento presentaran son: el transporte de personas a nivel urbano (crecerá 50% para 2030 y se duplicará para 2050 en los escenarios I y III y, 30% para 2030 y 50% para 2050 en los escenarios II y IV) y el transporte de personas a nivel

interurbano (crecerá 40% para 2030 y 70% para 2050 en los escenarios I y III y, 17% para 2030 y 22% para 2050 en los escenarios II y IV).

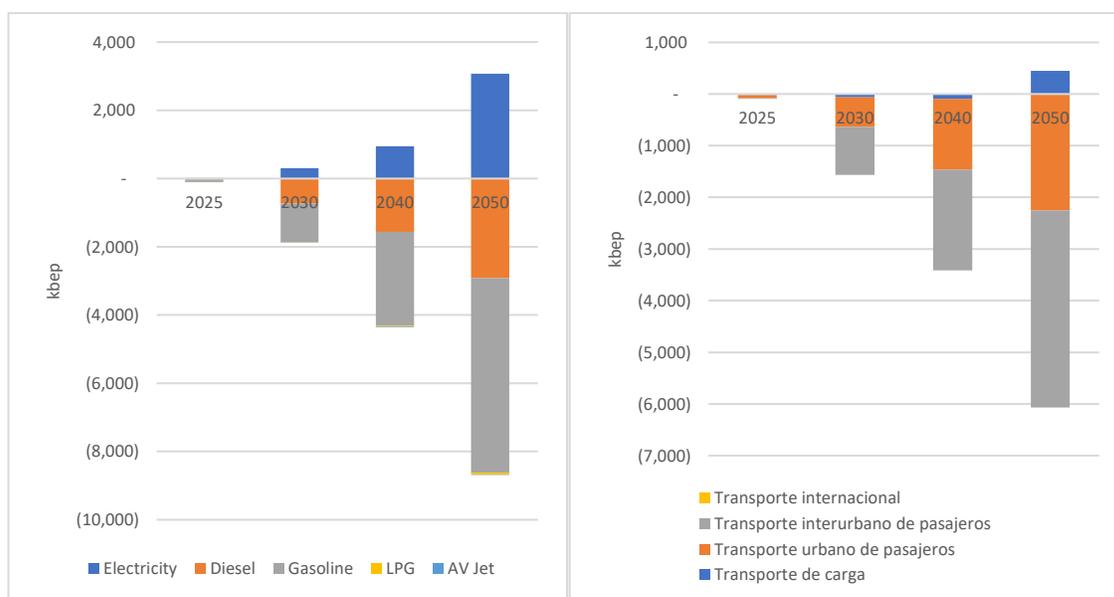
Gráfica 26: Demanda de energía del sector transporte por tipo de transporte y escenario.



Se observa que para 2050, la demanda de energía en los escenarios II y IV es 36% menor a la demanda del escenario I y II y para 2030 la demanda es 14% menor.

En la Gráfica 27 se puede observar que los sectores que presentaran una mayor reducción de consumo a 2050 son el de transporte interurbano de pasajeros (44%) y el transporte urbano de pasajeros (30%) a 2030 se reducen en 15% y 12% respectivamente. El combustible que mayor desplazamiento sufrirá son las gasolinas, reduciendo su demanda en 18 y 10% para 2050 y 2030 respectivamente.

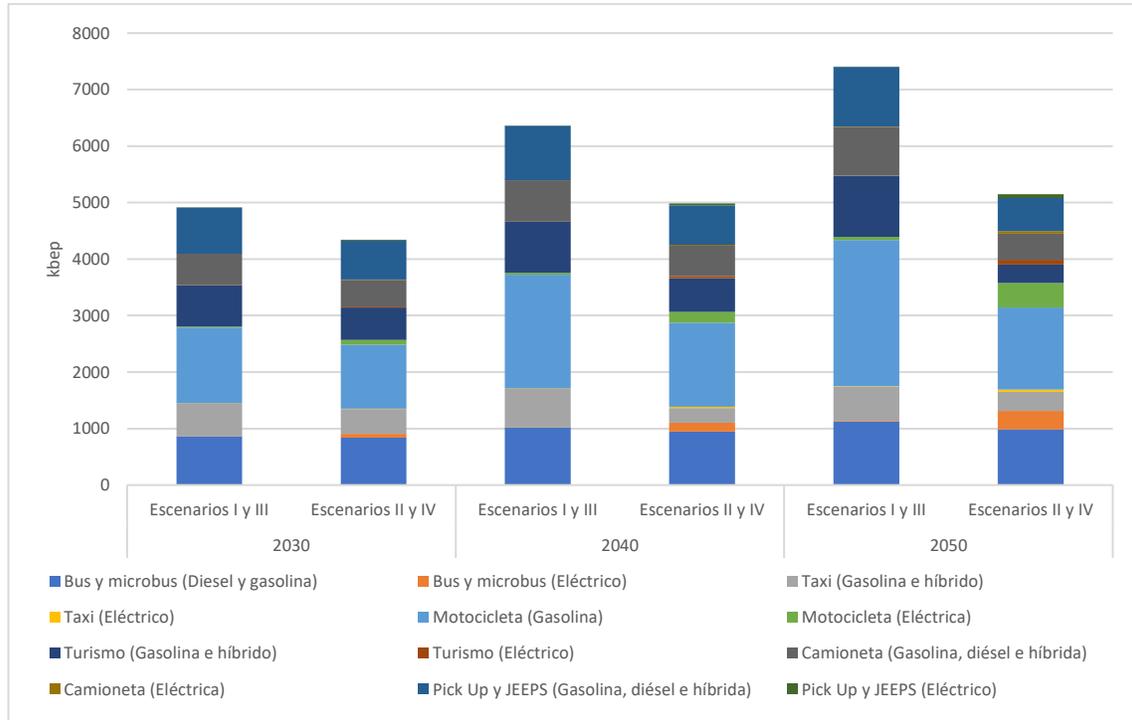
Gráfica 27: Diferencia de demanda de energía de Escenarios IV con Escenario I



Para comprender mejor los resultados, se analizarán los modos de transporte de los diferentes subsectores de transporte.

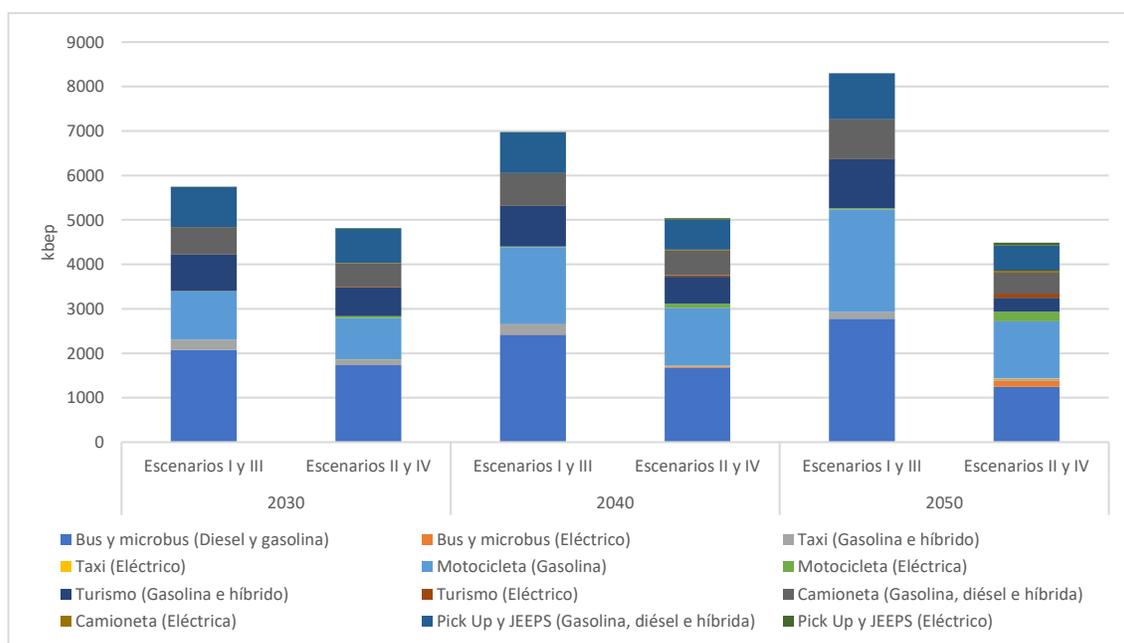
En la Gráfica 28 se muestra la proyección de demanda de energía para el transporte urbano de personas por escenario y tipo de vehículo. El tipo de vehículo que se estima tendrá mayor crecimiento son: las motocicletas (su consumo se duplica a 2030 y triplica a 2050 en los escenarios I y III y, aumenta en 80% a 2030 y en 150% para 2050 en los escenarios II y IV), las camionetas (su consumo incrementa en 60% a 2030 y duplica a 2050 en los escenarios I y III; y aumenta en 40% a 2030 y 60% para 2050 en los escenarios II y IV) y los buses y microbuses (su consumo aumenta en 44% para 2030 y triplica a 2050 en los escenarios I y III y, aumenta en 10% a 2030 y se reduce en 40% a 2050 en los escenarios II y IV).

Gráfica 28: Demanda de energía para el transporte urbano de personas por escenario y tipo de vehículo



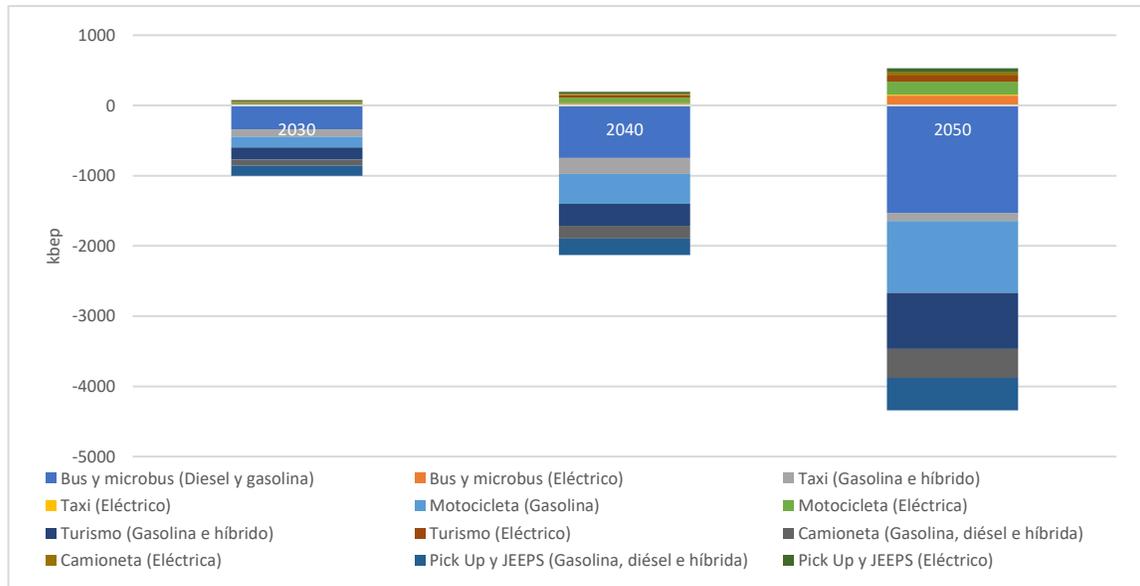
En la Gráfica 29 se muestra la proyección de demanda de energía para el transporte interurbano de personas por escenario y tipo de vehículo. El tipo de vehículo que se estima tendrá mayor crecimiento son: las motocicletas (su consumo se duplica a 2030 y triplica a 2050 en los escenarios I y III y, aumenta en 50% a 2030 y se duplica para 2050 en los escenarios II y IV), las camionetas (su consumo incrementa en 60% a 2030 y duplica a 2050 en los escenarios I y III y, aumenta en 40% a 2050 en los escenarios II y IV) y los buses y microbuses (su consumo se duplica a 2030 y triplica a 2050 en los escenarios I y III y, aumenta en 40% a 2050 en los escenarios II y IV).

Gráfica 29: Demanda de energía para el transporte interurbano de personas por escenario y tipo de vehículo



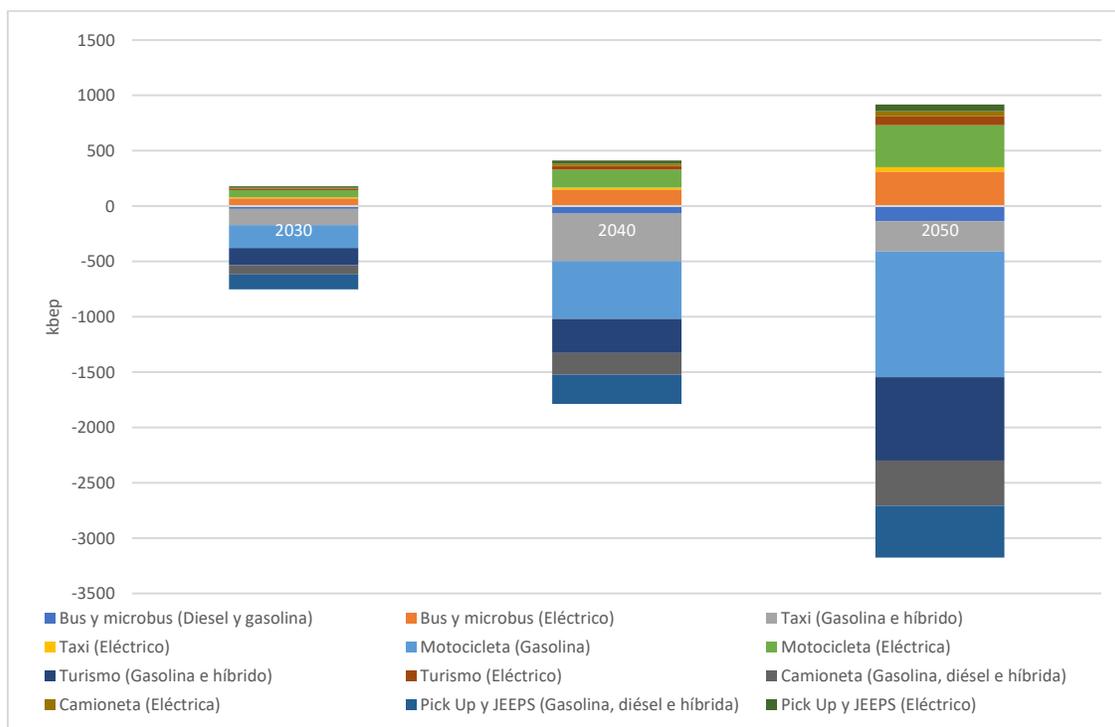
La comparación de demanda final de energía para el transporte interurbano de personas entre los escenarios IV y escenario I (que es igual a la diferencia entre los escenarios II y escenario III) se muestra en la Gráfica 30. Se observa que la mayor oportunidad de reducción de demanda entre los escenarios se da en la sustitución de los buses y microbuses, seguido por la sustitución de motocicletas y turismos de combustión interna.

Gráfica 30: Diferencia de demanda de energía entre escenario IV vs Escenario I para el transporte interurbano de pasajeros.



En la Gráfica 31 se muestra la comparación de demanda final de energía para el transporte urbano de personas entre los escenarios IV y escenario I (que es igual a la diferencia entre los escenarios II y escenario III). Se observa que la mayor oportunidad de reducción de demanda entre los escenarios se da en la sustitución de las motocicletas, seguido por la sustitución de turismos y los buses y microbuses de combustión interna.

Gráfica 31: Diferencia de Demanda de energía de escenario IV vs Escenario I para el transporte urbano de pasajeros.



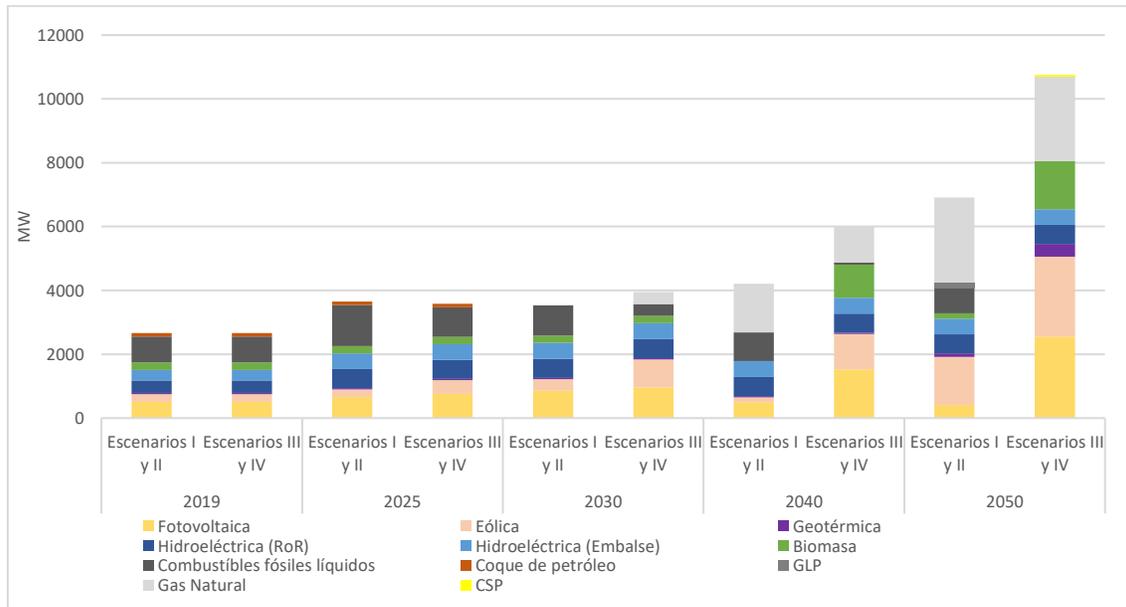
En los gráficos anteriores se observa que tanto en el transporte urbano, los tipos de vehículos que representan un mayor desplazamiento de combustibles fósiles son los buses y microbuses, motocicletas y turismos de combustión interna, siendo reemplazados por sus homologos eléctricos.

4.2 RESULTADOS DEL SECTOR ELECTRICIDAD

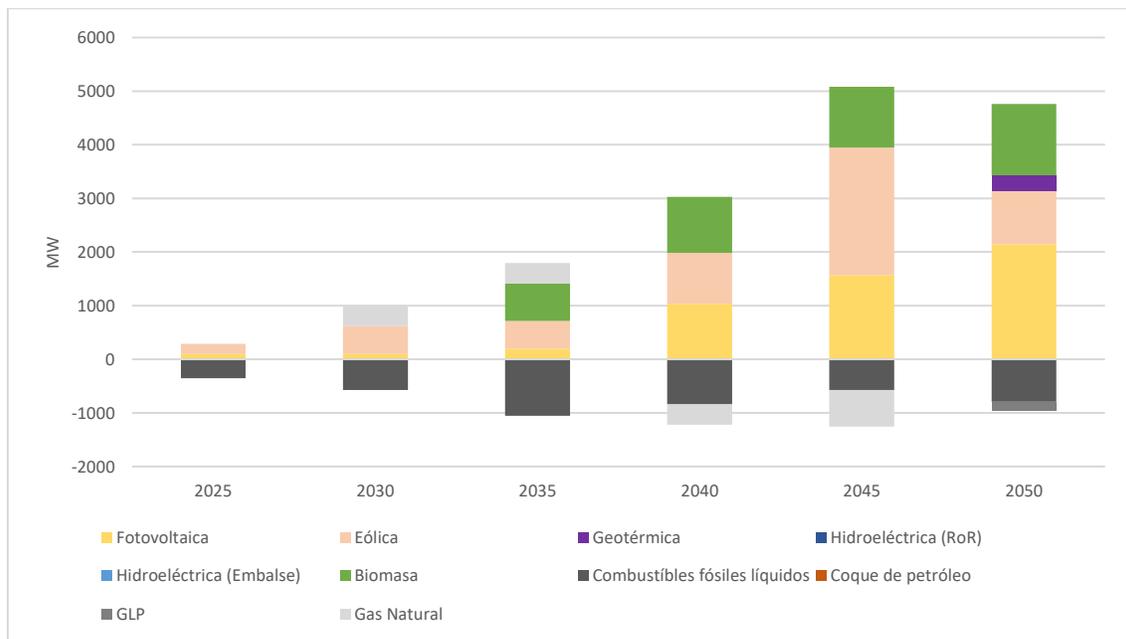
En la Gráfica 32 se muestra la capacidad instalada para la generación de electricidad por fuente y escenario. En comparación con el 2019, se observa que la capacidad instalada incrementa en $\approx 30\%$ en los escenarios I y II y $\approx 50\%$ en los escenarios III y IV hasta 2030 y en 2050 se duplica y triplica en comparación a 2030. Se observa que en los escenarios I y II se mantiene participación de plantas de generación de electricidad que utilizan combustibles líquidos (fuel oil y diesel) durante todo el periodo de estudio, aunque a partir de 2040 se da participación a las plantas que utilizan gas natural. Las plantas CSP no se integran en ninguno de los escenarios analizados y la cantidad de capacidad instalada de las plantas hidroeléctricas es la misma en todos los escenarios analizados.

La expansión del parque de generación en los escenarios I y II se hará en base a plantas que funcionan con derivados fósiles aunque se integra toda el potencial permitido de plantas fotovoltaicas y solar fotovoltaica.

Gráfica 32: Capacidad instalada por fuente y escenario.



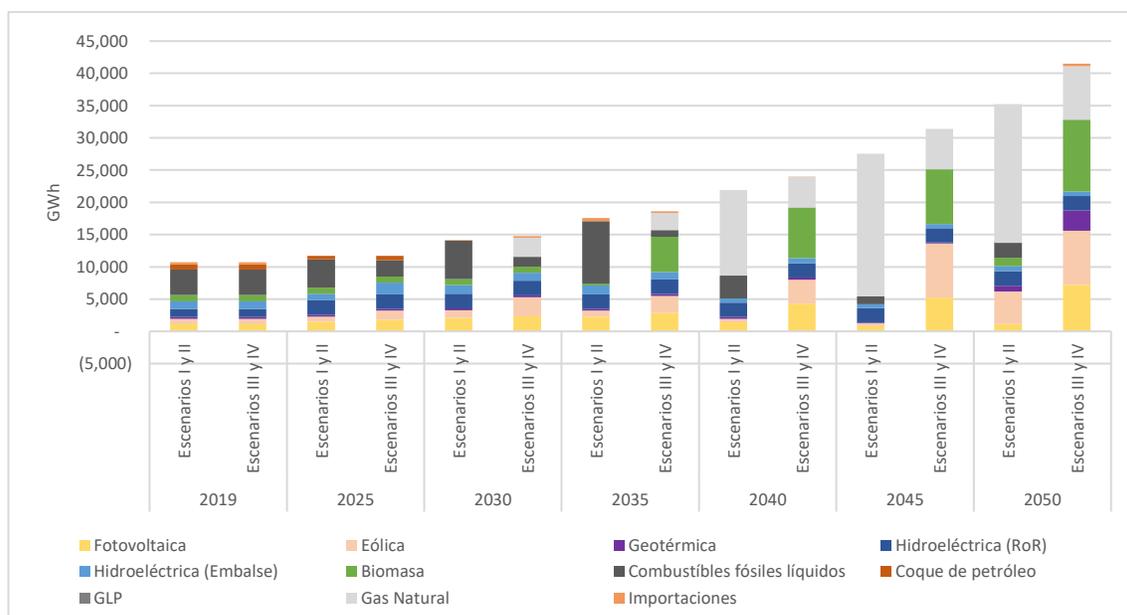
Gráfica 33: Diferencia de capacidad instalada entre escenario IV y escenario I.



En los escenarios III y IV, la expansión de capacidad instalada permite la mayor integración de renovables y de plantas que utilizan gas natural. Permitiendo la instalación de todo el potencial de generación en base a biomasa y geotermica que permite el escenario.

En la Gráfica 33 se muestra la diferencia entre la capacidad instalada del escenario IV y escenario I (es la misma que la diferencia entre escenario III y escenario II que son utilizados los mismos supuestos), se observa que las plantas que utilizan combustibles fósiles que serían instaladas en el escenario I son desplazadas por plantas de fotovoltaicas y eólicas hasta 2025, proyectando la adición de plantas a gas natural para 2030 y la integración de plantas a biomasa a partir de 2035. Para 2030 el escenario IV proyecta la instalación de ≈ 400 MW más que en el escenario uno y ≈ 4000 MW más para 2050, esto se explica por que la expansión en la generación en el escenario IV se basa en fuentes renovables que tienen mayor variabilidad que las plantas convencionales (que usan combustibles fósiles).

Gráfica 34: Generación de electricidad por fuente y escenario (GWh).

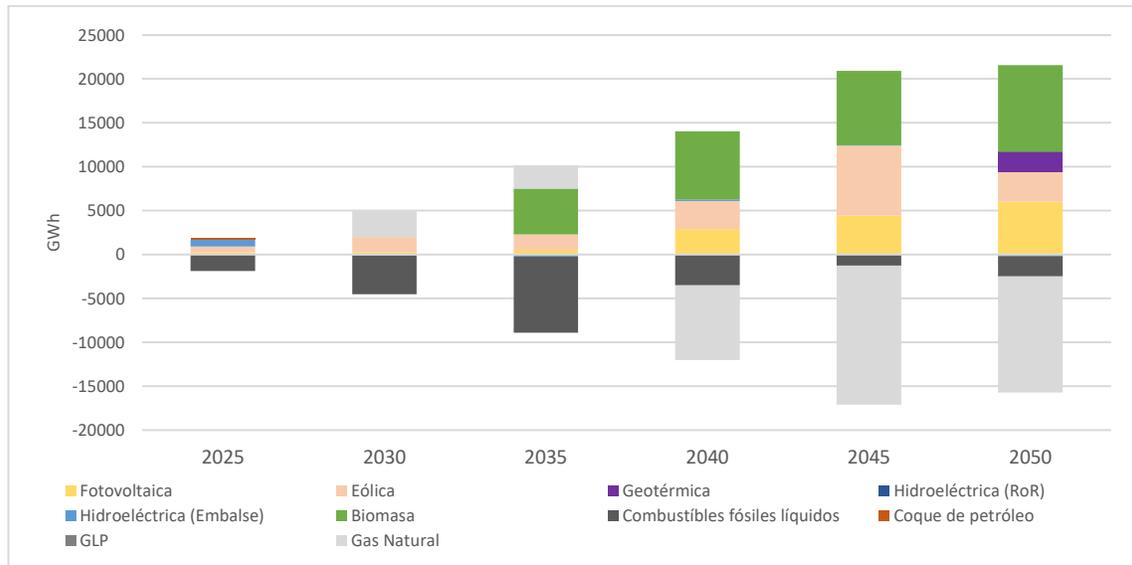


En cuanto a la energía generada, la Gráfica 34 muestra la generación de electricidad de los diferentes escenarios analizados, se observa que hasta 2025 las fuentes de generación de todos los escenarios son muy similar, pero a partir de 2030 los escenarios IV y II muestran una mayor diversificación de fuentes, haciendo mayor uso de recursos renovables.

Los escenarios IV y II presentan un mayor uso de plantas que utilizan biomasa y de las geotérmicas, permitiendo mayor integración de fotovoltaicas sin batería y eólica (renovables variables).

En la Gráfica 35 se muestra la comparación de la fuente de la energía generada en el escenario IV y el escenario I, toda la energía obtenida de derivados fósiles (derivados líquidos de petróleo, gas natural y gas licuado del petróleo) en el escenario I es desplazada por fuentes renovables en el escenario IV, siendo la generación de biomasa, solar y eólica las más relevantes en dicho escenario.

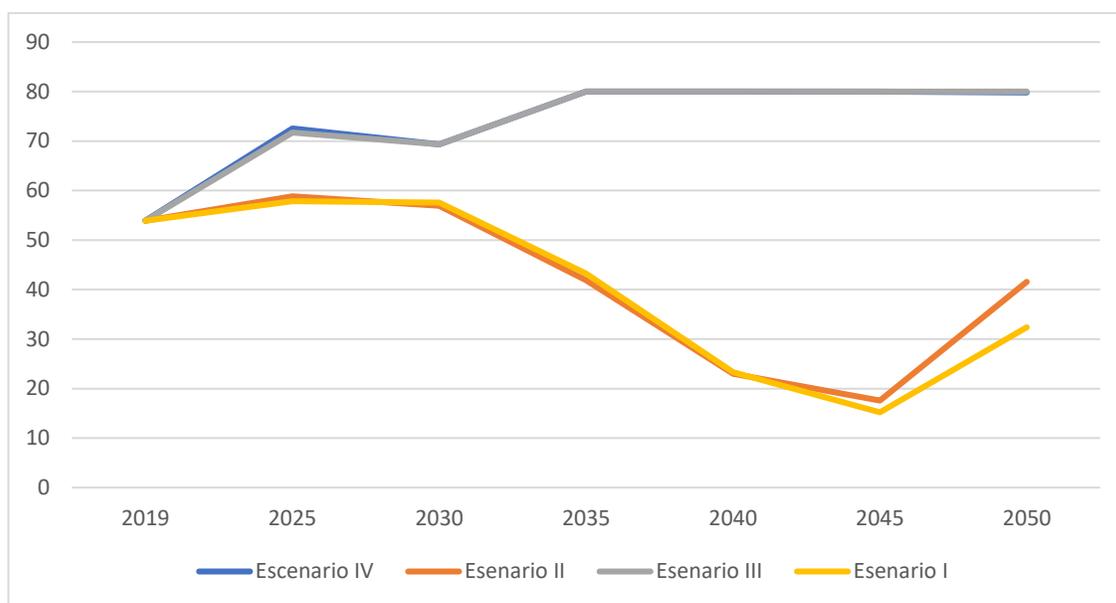
Gráfica 35: Comparación de la generación de electricidad entre escenario IV y escenario I



En la Gráfica 36 se muestra la renovabilidad de la generación en los escenarios analizados, la renovabilidad de los escenarios IV y III es la misma, por lo que las líneas se superponen, se observa que, aunque se proyecta que la renovabilidad baje en el periodo 2026 a 2030 (debido a que hace un mayor uso de las plantas instaladas actualmente y prioriza la instalación de plantas de gas natural en dicho periodo), se recupera la tendencia de renovabilidad en 2035. Los escenarios I y II, tienen una renovabilidad similar, llegando a su punto mínimo en 2045.

Al menos 80% de renovabilidad en la matriz de generación para 2038 es uno de los objetivos a alcanzar de acuerdo con las hipótesis de los escenarios IV y III, por lo que se observa que la meta establecida de acuerdo a dichos escenarios se cumple de forma exitosa.

Gráfica 36: Renovabilidad de la generación de electricidad de los escenarios



4.3 RESULTADOS GENERALES

En la Gráfica 37 se muestran las emisiones de CO₂ de los escenarios analizados, se observa que el escenario I (considerado el escenario de referencia) presenta la mayor emisión de CO₂, incluso mayor que el escenario II (en el cual se propone alta adopción de vehículos de bajas emisiones, aunque la generación de electricidad sea en base a plantas que usan derivados de petróleo convencionales). El escenario IV es el que presenta menores emisiones de CO₂.

En la Tabla 11 se muestra el porcentaje de reducción de emisiones de CO₂, se observa que el escenario que mayor reducción con respecto al escenario I presenta, es el escenario IV (reducción de 24% a 2030 y 56% en 2050). Sin embargo, el escenario III también presenta una importante reducción (17% a 2030 y 40% a 2050), recordando que este escenario proyecta el crecimiento tendencial del sector transporte, pero se adoptan medidas de política en el sector transformación.

Gráfica 37: Emisiones de CO₂ de los sectores transformación y transporte por escenario.

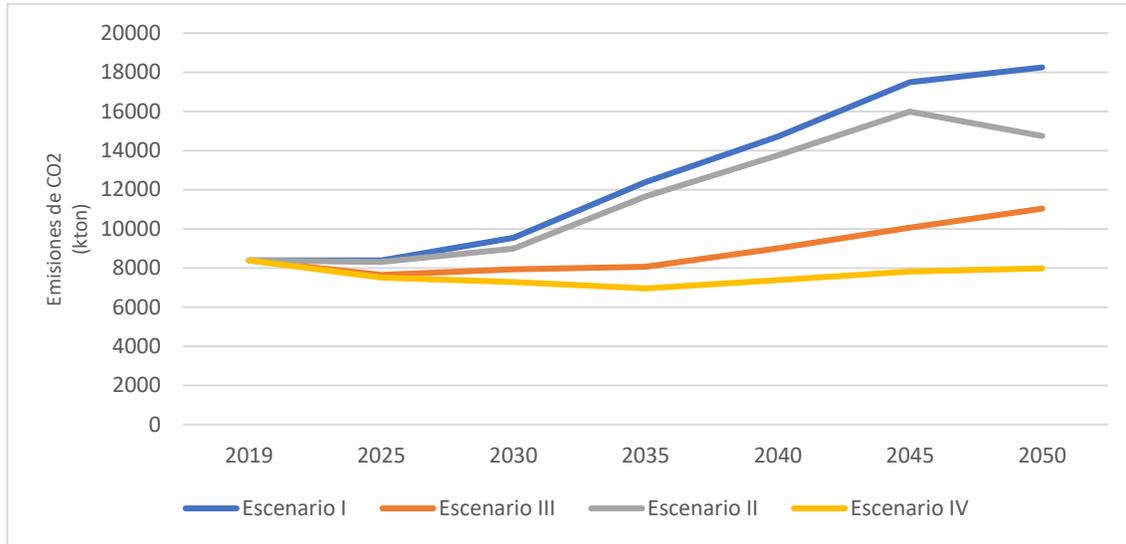


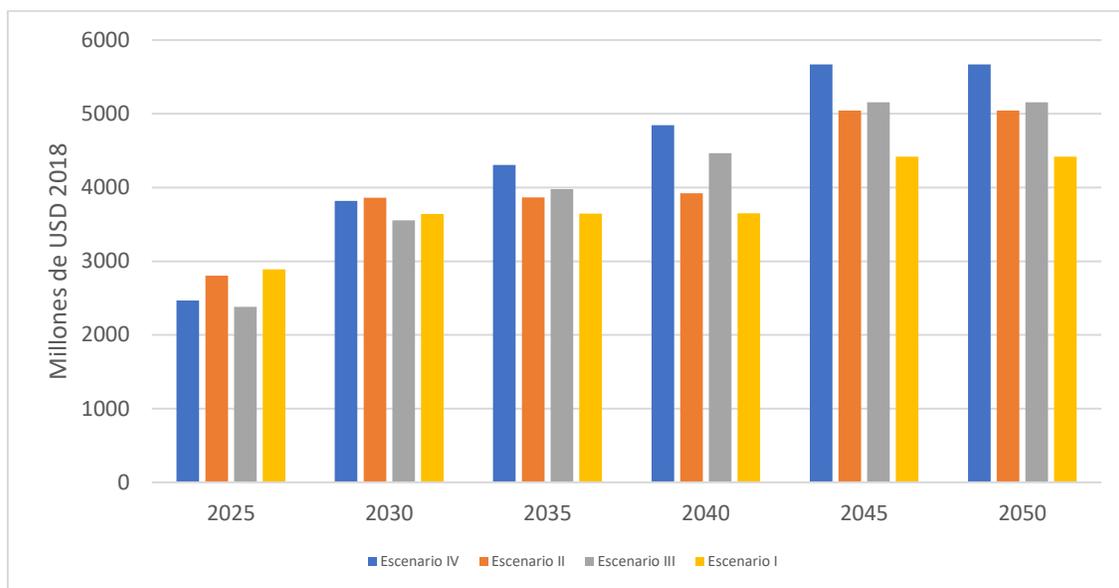
Tabla 11: Comparación de emisiones de CO₂ de los escenarios.

Escenarios comparados	2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Escenario IV vs Escenario I	0	-11	-24	-44	-50	-55	-56
Escenario III vs Escenario I	0	-9	-17	-35	-39	-42	-40
Escenario II vs Escenario I	0	-1	-6	-6	-6	-9	-19

La reducción de emisiones de CO₂ del escenario II en comparación con el escenario I, es de 6% en 2030 y 19% para 2050. Recordando que el escenario II supone una alta integración de vehículos de bajas emisiones, suponiendo que el sector transformación crecerá con plantas que usan derivados fósiles.

Al menos el 67% de las inversiones para la expansión de la generación de electricidad se proyectan para 2030, siendo necesaria la inversión de ≈3,600 millones de USD 2018 para el escenario I. La Gráfica 38 muestra que a 2030 el escenario IV requiere una inversión de 177 millones de USD 2018 (5%) mayor al escenario I, y para 2050 el escenario IV requiere una inversión de ≈1,300 millones de USD 2018 (30%) mayor al escenario I.

Gráfica 38: Inversiones acumuladas por escenario.



En la Tabla 12 se muestra el costo promedio de la producción de electricidad generada de 2019 a 2050. El escenario IV tiene un costo promedio 6% mayor al escenario base.

Tabla 12: Costo promedio de producción de electricidad 2019 - 2050

Costo promedio de producción de energía 2019 - 2050		
Escenario	USD 2018/MWh	Variación con respecto a escenario I (%)
Escenario IV	140.2	5.8
Escenario III	137.6	3.8
Escenario II	136.8	3.2
Escenario I	132.5	0.0

V. CONCLUSIONES

El escenario IV, que permite la adopción masiva de vehículos de bajas emisiones y la expansión de la generación en base a fuentes renovables, presenta los mayores beneficios en cuanto al uso de los recursos locales, la reducción de emisiones de CO₂, reducción de contaminación local del aire y el costo de la energía asociado es solamente 6% mayor al escenario base. Todo lo anterior indica que este escenario debe de ser promovido, ya que aportará diversos beneficios a la población hondureña.

Los resultados muestran que tanto el escenario III como el escenario IV permite cumplir con las metas de renovabilidad y reducción de emisiones de CO₂ propuestas en los instrumentos de política existentes a nivel nacional. Esto resalta la importancia de la diversificación del sector transformación en electricidad, ya que estos escenarios son los que suponen la mayor integración de energía renovable en el SIN.

La mayor integración de vehículos de bajas emisiones presenta beneficios en la reducción de emisiones de CO₂, incluso si la generación de electricidad se basa en derivados fósiles. Y tiene un efecto mucho más positivo si la generación de electricidad prioriza la integración de fuentes renovables.

Las principales inversiones en la expansión de la generación (67% a 82%, según el escenario) son necesarias para el 2030, lo que hace el acceso al capital un elemento clave a ser promovido a corto plazo.

La integración de vehículos eléctricos al sistema energético de Honduras es una medida clave para asegurar una transición energética confiable y resiliente y, además, permitir que el país y los usuarios tengan más independencia del costo del transporte a través de un mayor control de los principios internos de la energía.

La habilitación completa de estos recursos incluye la capacidad de los usuarios de explorar el DER (recursos energéticos distribuidos) a niveles de usuarios (como generación distribuida con fotovoltaica) permitiéndoles obtener energía de los recursos disponibles en sus instalaciones, lo cual no es una posibilidad con el vehículo de combustión interna ya que Honduras importa todos los combustibles fósiles.

Las motocicletas son el tipo de vehículo que puede ser promovido a corto plazo, ya que permitirá un desplazamiento rápido del consumo de gasolinas, además de no demandar cargadores especiales y crear un mayor conocimiento de los vehículos eléctricos facilitando así, una mayor posibilidad de adquisición de vehículos eléctricos de cuatro ruedas.

VI. BIBLIOGRAFÍA

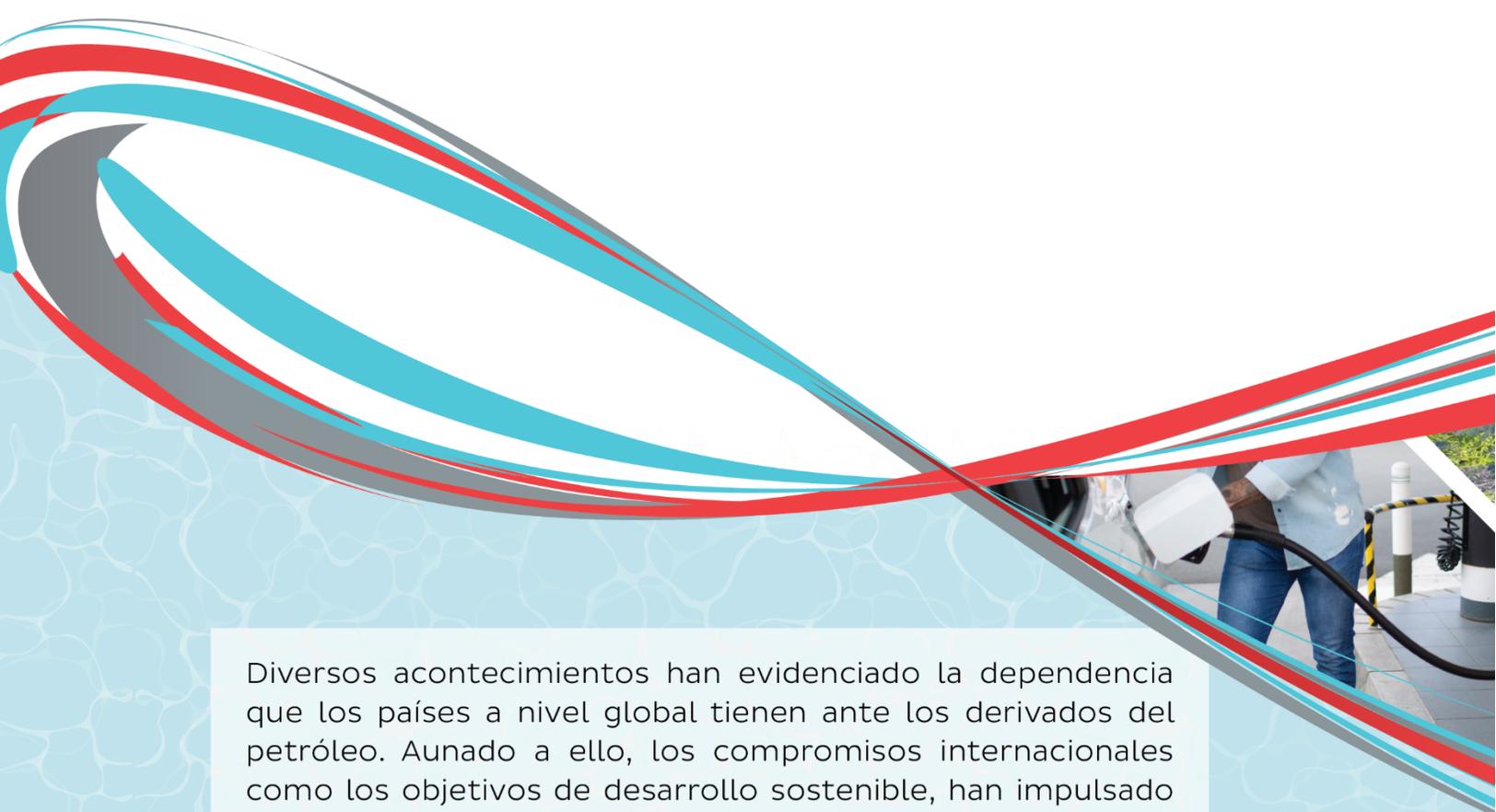
- anmotoristas.org. (n.d.). *Análisis comparativo de consumos moto-coche: la moto gana*. Retrieved March 24, 2022, from https://anmotoristas.org/noticia_desarrollada.php?cod=5415&seccion=171#:~:text=El%20resultado%20es%20concluyente%2C%20las,%2C6%20l%2F100%20km.
- ALAMOS. (2023). *Asociación Latinoamericana de Movilidad Sostenible*. <https://alamoslatam.org/ruta-electrica-centroamericana/>
- ASOMOVE. (2023). *Asociación Costarricense de Movilidad Eléctrica*. <https://asomove.org/faq/>
- BCH. (2021). *Revisión Programa Monetario 2021-2022*. <https://www.bch.hn/estadisticos/AM/LIBPROGRAMA%20MONETARIO/Revisi%C3%B3n%20Programa%20Monetario%202021-2022.pdf>
- BCIE. (2023). *Banco Centroamericano de Integración Económica*. <https://www.bcie.org/electromovilidad>
- carerac.com. (n.d.). *Gasolina o Diesel Consumo de Ford Escape*. Retrieved March 24, 2022, from https://carerac.com/ahorrar_combustible/ford/escape.html
- CNBS. (2019). *Memoria Anual 2018*. <https://publicaciones.cnbs.gob.hn/boletines/Memoria%20Anual/Memoria%202018.pdf>
- Cole, W., Frazier, A. W., & Augustine, C. (2021). *Cost Projections for Utility-Scale Battery Storage: 2021 Update*. www.nrel.gov/publications.
- combustiblecl.com. (n.d.). <https://combustiblecl.com/corolla/c>. Retrieved March 23, 2022, from <https://combustiblecl.com/corolla/c>
- CREE. (2019). Reglamento de Tarifas. In *La Gaceta* (Issue 34978). <https://www.cree.gob.hn/wp-content/uploads/2019/02/Reglamento-de-Tarifas.pdf>
- CREE. (2022). *HISTORIAL DE TARIFAS*. HISTORIAL DE TARIFAS de La Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE). <https://www.cree.gob.hn/historial-de-tarifas/>
- EIA. (2021). *Cost and Performance Characteristics of New Generating Technologies, Annual Energy Outlook 2021*.
- electromovilidad.net. (n.d.). <http://electromovilidad.net/comparativa-coche-electrico-vs-coche-combustion/>. Retrieved March 24, 2022, from <http://electromovilidad.net/comparativa-coche-electrico-vs-coche-combustion/>
- ENEE. (2015). *INFORME ANUAL DE OPERACIÓN 2014*.

- ENEE. (2016). *INFORME ANUAL DE OPERACIÓN 2015*.
- ENEE. (2017). *INFORME ANUAL DE OPERACIÓN 2016*.
- ENEE. (2018). *INFORME PRELIMINAR DE OPERACIÓN DICIEMBRE 2017*.
- ENEE. (2019). *INFORME PRELIMINAR DE OPERACIÓN DICIEMBRE 2018*.
- ENEE. (2020). *PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL SISTEMA INTERCONECTADO NACIONAL DE HONDURAS 2021 - 2035*.
[http://www.enee.hn/Subgerencia%20planificacion/2021/DCTO%20_PROY_DEM_ELECT_2021_2035_TRES_ESCENARIOS%20FINAL%20\(09-11-20\).pdf](http://www.enee.hn/Subgerencia%20planificacion/2021/DCTO%20_PROY_DEM_ELECT_2021_2035_TRES_ESCENARIOS%20FINAL%20(09-11-20).pdf)
- ev-database.org. (n.d.). *Energy consumption of full electric vehicles*. Retrieved March 24, 2022, from <https://ev-database.org/cheatsheet/energy-consumption-electric-car>
- Greenmoto. (n.d.). *Comparación moto eléctrica VS gasolina*. Retrieved March 24, 2022, from <https://www.greenmoto.es/blog/consumo-moto-electrica/#:~:text=En%20l%C3%ADneas%20generales%2C%20una%20moto,moto%20el%C3%A9ctrica%20representa%20un%2090%25>.
- Grütter, J. M. (2015). *Real World Performance of Hybrid and Electric Buses Environmental and Financial Performance of Hybrid and Battery Electric Transit Buses Based on Real World Performance of Large Operational Fleets Hybrid and Electric Buses*.
<https://www.repic.ch/wp-content/uploads/2020/07/Real-World-Performance-of-Hybrid-and-Electric-Buses-in-Englisch.pdf>
- IDAE. (2006). *Guía para la gestión del combustible en las flotas de transporte por carretera*.
- IEA, & NEA. (2020). *Projected Costs of Generating Electricity*.
- INE. (2011). *El parque vehicular en Honduras 2006 - 2010*.
<https://www.ine.gob.hn/images/Productos%20ine/Boletines/servicios%20publicos/Parque%20Vehicular%202006%202010.pdf>
- INE. (2012). *Encuesta Permanente de Hogares de Propósitos Múltiples (EPHPM)*.
<https://www.ine.gob.hn/V3/ephpm/>
- INE. (2013). *CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA*. <https://www.ine.gob.hn/V3/censo-de-poblacion-y-vivienda/>
- INE. (2014a). *Encuesta Permanente de Hogares de Propósitos Múltiples (EPHPM)*.
<https://www.ine.gob.hn/V3/ephpm/>
- INE. (2014b). *PROYECCIONES DE POBLACIÓN 2013-2050*. In INE.
https://www.ine.gob.hn/publicaciones/Censos/Censo_2013/09Tomo-IX-Proyecciones-de-Poblacion/Cuadros%20xls/1.pdf

- INE. (2015). *Encuesta Permanente de Hogares de Propósitos Múltiples (EPHPM)*.
<https://www.ine.gob.hn/V3/ephpm/>
- INE. (2016a). *El parque vehicular en Honduras 2011 - 2015*.
<https://www.ine.gob.hn/V3/2015/07/04/boletin-parque-vehicular-2011-2015/>
- INE. (2016b). *Encuesta Permanente de Hogares de Propósitos Múltiples (EPHPM)*.
<https://www.ine.gob.hn/V3/ephpm/>
- INE. (2017a). *Encuesta Permanente de Hogares de Propósitos Múltiples (EPHPM)*.
<https://www.ine.gob.hn/V3/ephpm/>
- INE. (2017b). *Parque Vehicular de Honduras 2012 - 2016*.
<https://www.ine.gob.hn/V3/2016/07/04/boletin-parque-vehicular-2012-2016/>
- INE. (2018). *Encuesta Permanente de Hogares de Propósitos Múltiples (EPHPM)*.
<https://www.ine.gob.hn/V3/ephpm/>
- INE. (2019a). *Encuesta Permanente de Hogares de Propósitos Múltiples (EPHPM)*.
<https://www.ine.gob.hn/V3/ephpm/>
- INE. (2019b). *Parque Vehicular de Honduras 2014 - 2018*.
<https://www.ine.gob.hn/V3/2019/05/27/parque-vehicular/>
- INE. (2020). *Encuesta Permanente de Hogares de Propósitos Múltiples (EPHPM)*.
<https://www.ine.gob.hn/V3/ephpm/>
- INE. (2021a). *Parque Vehicular de Honduras 2016 - 2020*.
<https://www.ine.gob.hn/V3/2021/06/15/parque-vehicular-de-honduras-2016-2020/>
- INE. (2021b). *LXXII Encuesta Permanente de Hogares de Propósitos Múltiples (EPHPM)*.
<https://www.ine.gob.hn/V3/imag-doc/2021/11/INE-EPHPM-2021.pdf>
- INE. (2022). *EL PARQUE VEHICULAR DE HONDURAS 2017-2021*.
<https://www.ine.gob.hn/V3/imag-doc/2022/09/PARQUE-VEHICULAR-2017-2021-1.pdf>
- INE. (2022a). *Producto Interno Bruto por rama de actividad económica (valores corrientes) 2017-2021*. <https://ine.gob.hn/v4/docs/cuentas-nacionales/producto-interno-bruto-por-rama-de-actividad-economica-valores-corrientes-2017-2021/>
- Inflation Calculator | Find US Dollar's Value from 1913-2022*. (n.d.). Retrieved March 22, 2022, from <https://www.usinflationcalculator.com/>
- Instituto de la Propiedad. (2020). *Base de datos del parque vehicular de Honduras por tipo de vehículo y combustible*.
- IPCC. (2007). *Informe del Grupo de Trabajo I - Base de las Ciencias Físicas*. https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/ts.html

- Irena. (2021). *Renewable Power Generation Costs 2020*. www.irena.org
- MiAmbiente+. (2021). *Primera actualización de la Contribución Nacional Determinada de Honduras (NDC-HN)*.
https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Honduras%20First/NDC%20de%20Honduras_%20Primera%20Actualizaci%C3%B3n.pdf
- Mongird, K., Viswanathan, V., Alam, J., Vartanian, C., Sprenkle, V., & Baxter, R. (2020). *2020 Grid Energy Storage Technology Cost and Performance Assessment*. <https://doi.org/DOE/PA-0204>
- motorpasion.com.mx. (n.d.). <https://www.motorpasion.com.mx/pruebas-de-coches/toyota-prius-c-rendimiento-vs-yaris>. Retrieved March 24, 2022, from <https://www.motorpasion.com.mx/pruebas-de-coches/toyota-prius-c-rendimiento-vs-yaris>
- ODS. (2020a). *Informe Anual de Operación del Mercado Eléctrico Nacional 2019*. <https://www.ods.org.hn/index.php/informes/informe-anual/2019>
- ODS. (2020b). *Informe Anual de Operaciones del 2019*.
- ODS. (2021a). *INFORME ANUAL OPERACIÓN DEL MERCADO y SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL AÑO 2020*. <https://www.ods.org.hn/index.php/informes/operacion-del-mercado/informe-anual/2020-informe-anual>
- ODS. (2021b). *Plan Indicativo de Expansión de la Generación 2022 – 2031*.
- OMS. (julio de 2016). *Organización Panamericana de la Salud*. <https://www.paho.org/es/temas/calidad-aire/calidad-aire-ambiente>
- República de Honduras Visión de País 2010 – 2038 y Plan de Nación 2010- 2022*. (2010). <https://observatorioplanificacion.cepal.org/es/planes/vision-de-pais-2010-2038-y-plan-de-nacion-2010-2022-de-honduras>
- Secretaría de Energía. (2021). *Balance Energético Nacional 2020*. <https://sen.hn/balance-energetico-nacional/>
- SEFIN SCGG and BCH. (2020). *MARCO MACRO FISCAL DE MEDIANO PLAZO (MMFMP) 2021-2024*. https://www.sefin.gob.hn/download_file.php?download_file=/wp-content/uploads/2020/04/MMFMP2021-2024.pdf
- SEN. (2018). *Balance Energético Nacional 2017*. In *Secretar*. <https://sen.hn/balance-energetico-nacional/>
- SEN. (2019). *Balance Energético Nacional 2018*. <https://siehonduras.olade.org/WebForms/Reportes/VisorDocumentos.aspx?or=453&ss=7&v=1>

- SEN. (2020). Balance Energético Nacional 2019. In *Se*. <https://sen.hn/balance-energetico-nacional/>
- SEN. (2021). *Análisis de la demanda de energía en Honduras*.
- SEN. (2022a). *sieHonduras*. Secretaría de Energía. <http://siehonduras.olade.org/>
- SEN. (2022b). *Balance Energético Nacional 2021*. <https://siehonduras.olade.org/WebForms/Reportes/VisorDocumentos.aspx?or=453&documentid=59>



Diversos acontecimientos han evidenciado la dependencia que los países a nivel global tienen ante los derivados del petróleo. Aunado a ello, los compromisos internacionales como los objetivos de desarrollo sostenible, han impulsado iniciativas de descarbonización, cuidado del ambiente y la libertad de la dependencia de estos productos fósiles.

Ante esta situación esta prospectiva energética evalúa los efectos de la adopción de vehículos eléctricos en el contexto hondureño, así como el rol que éstos tienen sobre el sistema eléctrico nacional, en el cumplimiento de las metas climáticas nacionales y en general, otros cobeneficios para el Estado.