

# enerLAC

Revista de  
Energía de  
Latinoamérica  
y el Caribe

Biomasa  
residual de  
piñón como  
combustible  
sólido

Aprovechamiento  
GNL en empresas  
mineras en  
Perú

*NAMA &  
Residential  
efficient lighting  
in Grenada*

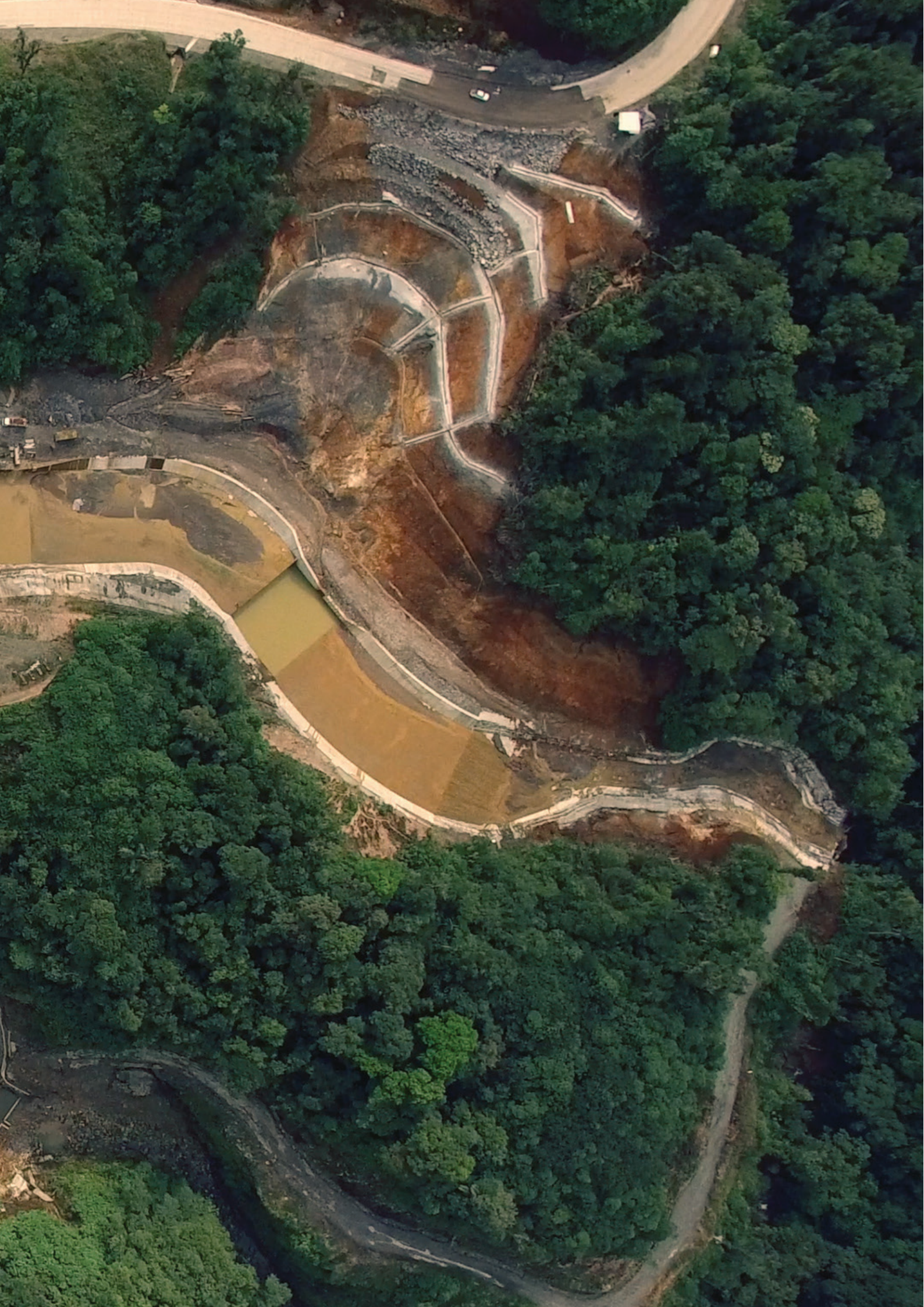
Refinación  
y eficiencia  
energética

Indicadores  
para medir  
pobreza  
energética

Residuos  
leñosos para  
calefacción

Resultados de  
estudios prospectivos  
internacionales de  
ALC







---

## COMITÉ EDITORIAL

Alfonso Blanco  
SECRETARIO EJECUTIVO DE OLADE

Pablo Garcés  
ASESOR TÉCNICO DE OLADE

Marcelo Vega  
COORDINADOR DE LA COMISIÓN ACADÉMICA DE LA  
ASOCIACIÓN DE UNIVERSIDADES GRUPO MONTEVIDEO  
(AUGM)

Martha Ligia Vides Lozano  
ESPECIALISTA PRINCIPAL DE HIDROCARBUROS DE OLADE

Blanca Guanocunga  
BIBLIOTECARIA OLADE

---

## COORDINADORES DE LA EDICIÓN

DIRECTOR GENERAL  
Alfonso Blanco

DIRECTORES EJECUTIVOS  
Pablo Garcés  
Marcelo Vega

COORDINADORA DE PRODUCCIÓN  
Martha Ligia Vides Lozano

---

## REVISORES

Cristhian Carrasco Villanueva. *Universidad Mayor de  
San Andrés (UMSA). Bolivia*

Marcelo Castelli Léméz. *MCT ESCO. Uruguay*

Martha Ligia Vides Lozano. *Especialista Principal de  
Hidrocarburos de OLADE*

Mauricio Medinaceli Monrroy. *Consultor Externo. Bolivia*

Byron Chilibingua.  
*Gerente de Proyecto de Cooperación Canadiense*

Jaime Guillén. *Consultor de OLADE*

Alexandra Arias. *Energy Advocacy Officer, Oficina regional  
América Latina HIVOS, Costa Rica*

Carina Guzowski.  
*Universidad Nacional del Sur (UNS). Argentina*

María Rosa Gamarra Céspedes. *Instituto Universitario de  
Ciencia y Tecnología (IUCT). España*

Laura Moyano. *Universidad Nacional de Córdoba. Argentina*

## COLABORADORES

Raquel Atiaja. *Técnica de Área Informática OLADE*  
Ana María Arroyo. *Diseño y diagramación*

---

© Copyright Organización Latinoamericana de Energía  
(OLADE) 2018. Todos los derechos reservados.

2602-8042 (Impresa)  
2631-2522 (Electrónica)

Dirección: Av. Mariscal Antonio José de Sucre N58-63 y  
Fernández Salvador.  
Quito - Ecuador

Página web Revista ENERLAC: <http://enerlac.olade.org>  
Página web OLADE: [www.olade.org](http://www.olade.org)  
Mail ENERLAC: [enerlac@olade.org](mailto:enerlac@olade.org)

Teléfonos: (+593 2) 2598-122 / 2598-280 / 2597-995 /  
2599-489

Fotografía de portada: Central Hidroeléctrica Coca Codo  
Sinclair. Ecuador. Foto cedida por el Ministerio de Energía y  
Recursos Naturales no Renovables del Gobierno del Ecuador.

Esta revista es financiada por la Cooperación Canadiense.



Global Affairs  
Canada

Affaires mondiales  
Canada

## NOTA DE RESPONSABILIDAD DE CONTENIDO

Las ideas expresadas en este documento son responsabilidad  
de los autores y no comprometen a las organizaciones  
mencionadas.



# PRESENTACIÓN COMPARATIVA DE ALGUNOS RESULTADOS PROVENIENTES DE ESTUDIOS PROSPECTIVOS INTERNACIONALES REFERIDOS A AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Wonhee Lee<sup>1</sup>, Katherine Segura<sup>2</sup>, Andrés Schuschny<sup>3</sup>

Recibido: 25/10/2018 y Aceptado: 05/12/2018  
ENERLAC. Volume II. Número 2. Diciembre, 2018 (140-162).





1 Ingeniero eléctrico y electrónico de la Yonsei University, BE  
[dnjs9523@naver.com](mailto:dnjs9523@naver.com)

2 Especialista Asociada de la Organización Latinoamericana  
de Energía (OLADE) [katherine.segura@olade.org](mailto:katherine.segura@olade.org)

3 Director de Estudios, Proyectos e Información de la  
Organización Latinoamericana de Energía (OLADE)  
[andres.schuschny@olade.org](mailto:andres.schuschny@olade.org)

## RESUMEN

El objetivo de este artículo es recopilar y presentar, en forma armonizada y comparable, los resultados más relevantes correspondientes a la región de América Latina y el Caribe, de un conjunto de estudios prospectivos publicados recientemente por diferentes organismos internacionales. Se tomó como referencia el período 2016 – 2040, el cual se desagrega por quinquenios con la finalidad de mantener armonizadas las escalas de tiempo de todos los estudios considerados.

En el presente documento se da una breve referencia de la tendencia que tendrá la oferta y demanda de energía en la región, para el período de estudio, enmarcadas principalmente en el desarrollo y rápido crecimiento de las fuentes de energía renovable especialmente para generación eléctrica. A nivel de consumo final de energía, el petróleo y sus derivados continuará con una participación dominante con tendencia a disminuir paulatinamente, especialmente por una mayor participación del gas natural y biocombustibles en el sector transporte.

**Palabras Claves:** Estudios Prospectivos, *Outlooks*, Predicciones del Sector Energía, Proyecciones, Escenarios, Planificación Energética.

## ABSTRACT

*The objective of this article is to compile and present, in a harmonized and comparable way, the most relevant results corresponding to the Latin America and the Caribbean region, from a set of Prospective Studies recently published by different international organizations. The period 2016 - 2040 was taken as reference, which is broken down by five-year periods.*

*This document gives a brief reference to the trend that energy supply and demand will have within the region, for the period of study, focused mainly on the development and rapid growth of renewable energy sources, especially for electricity generation. Regarding final energy consumption, oil and its derivatives will continue with a dominant share with a tendency to decrease gradually, especially due to a greater participation of natural gas and biofuels in the transport sector.*

**Keywords:** *Prospective Studies, Outlooks, Predictions of the Energy Sector, Projections, Scenarios, Energy Planning.*



## INTRODUCCIÓN

Como parte de su programa de trabajo habitual, OLADE ha venido trabajando en temas de planificación energética a través de la creación de herramientas y mecanismos que contribuyan a la toma de decisiones de sus países miembros sobre bases informadas. En tal sentido, desde la Dirección de Estudios, Proyectos e Información, se ha considerado relevante identificar cómo los diferentes Organismos Internacionales y otras instituciones de relevancia académica, a través del desarrollo de Estudios Prospectivos (ó *Outlooks*), prevén el futuro del sector energético con miras a promover la planificación sectorial.

El texto que se presenta a continuación recopila y armoniza los resultados de varios estudios prospectivos con el fin de brindar información comparable acerca del comportamiento y evolución histórica de indicadores relacionados con la oferta y demanda de energía para el período 2016 – 2040 desagregados por quinquenios. Esta recopilación de resultados se ha realizado tanto a nivel mundial como regional, procesando la información que han publicado varios organismos e instituciones entre las que se incluye a la OLADE, en el caso regional.

En términos globales (ver OLADE, 2018), vale comentar a modo de resumen que la tasa de variación media acumulada del **consumo de energía primaria** entre 2016 y 2040 de los doce estudios prospectivos analizados es 1.12% por año, pasando de 13,993 Mtep en 2016 a 18,030 Mtep en 2040. Los combustibles fósiles continuarán teniendo un rol relevante en la demanda de energía primaria al año 2040, a pesar de que la nuclear, hidráulica y renovables crecerán más rápido. Como resultado, las participaciones del petróleo y carbón disminuirán mientras que aumentarán las del gas natural y las energías renovables.

En el caso del **consumo final de energía**, la electricidad posee una tasa de variación acumulada más alta entre las fuentes de energía final, seguida del gas natural, mientras que el carbón tiene el valor más bajo. La **generación eléctrica** registra una tasa de variación promedio de 1.98% para los seis estudios prospectivos, pasando de 24,732 Mtep a 39,052 Mtep. Considerando las emisiones de CO<sub>2</sub>, seis estudios prospectivos indican que se incrementará hasta 2030 en un promedio de 1.03% por año, y sólo dos de ellos (EXXONMOBIL, EQUINOR) predicen que las emisiones disminuirán a partir del 2030 en aproximadamente -0.05% por año. A pesar de ello, la tasa de crecimiento es mucho menor que la de los últimos 25 años a medida que aumenta la eficiencia energética y se utilizan combustibles bajos en carbono, como el gas natural y las energías renovables. La tasa de variación promedio de los seis estudios prospectivos analizados es 0.88% p.a.

Para la región de **América Latina y el Caribe (ALC)**, la tasa de variación promedio del **consumo de energía primaria** entre 2016 y 2040 de siete estudios prospectivos es de 1.93% por año, pasando de 755 Mtep a 1,172 Mtep. El gas natural contribuirá más al crecimiento del consumo de energía primaria en ALC y esta tendencia resulta ser similar a la situación planteada a nivel global.

La tasa de variación media acumulada del **consumo final de energía** de cinco estudios prospectivos es de 2.06% por año, pasando de 563 Mtep en el 2016 a 899 Mtep en el 2040, mientras que la de la **generación eléctrica** crecerá a una tasa media acumulada de 2.73% por año, pasando de 1430 TWh en 2016 a 2,658 TWh en 2040.



## PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN

### Recopilación de Estudios Prospectivos o Outlooks

Para comparar las perspectivas energéticas elaboradas por las diferentes organizaciones, primero se recopilaron todos los estudios disponibles, identificando la periodicidad y temas que abordan; finalizado este proceso se los clasificó en 5 categorías: (i) Estudios con prospectiva energética mundial (24 estudios); (ii) Estudios con prospectiva energética regional (46); (iii) Estudios con proyecciones de combustibles (28); (iv) Estudios prospectivos que incluyen variables de desarrollo sostenible y cambio climático (9) y (v) Estudios realizados por institutos de investigación (2).

En total, se recopilaron 109 estudios prospectivos (o *outlooks*), sobre los cuales se aplicaron los siguientes criterios de selección para que sean incluidos en el análisis comparado realizado:

- a) Relacionados con el año base; se tomó como referencia el año 2016 con la finalidad de reflejar la situación más actual que sea posible.
- b) Similitud de variables que puedan ser analizadas.
- c) Similitud en la composición de los países de la subregión de América Latina y el Caribe.

A partir de allí, para el caso regional, se seleccionaron 7 estudios prospectivos para la presente investigación. Estos son:

1. *World Energy Outlook 2017* – Agencia Internacional de Energía (AIE, 2017)
2. *2018 Outlook for Energy* – EXXONMOBIL (2018)
3. *IEEJ Outlook 2018* – Instituto de Economía Energética de Japón (IEEJ, 2017)

4. *World Energy Scenarios 2017* – Escenarios Energéticos de América Latina y el Caribe (WEC, 2017)

5. *Global and Russian Energy Outlook 2016* – Instituto de Investigación Energética de la Academia de Ciencias de Rusia (ERIRAS, 2016)

6. *Energy [r]evolution : A Sustainable World Energy Outlook 2015* – GREENPEACE (2015)

7. *Panorama Energético de América Latina y el Caribe 2018* – (OLADE, 2018)

### Búsqueda de variables comunes

Cada estudio considerado presenta información prospectiva abordando diferentes temas entre los que se destacan:

- Consumo de energía primaria/final por combustible/región/sector
- Importación/exportación de combustible y precios
- Oferta de energía por combustible/región/sector
- Inversión de energía o necesidades de inversión por combustible/región/sector
- Generación eléctrica por combustible/región/sector
- Producción de combustibles
- Emisiones de CO<sub>2</sub> (Gases de Efecto Invernadero)
- Eficiencia Energética
- Capacidad instalada para generación eléctrica

Para definir las variables a analizar, se consideró que por lo menos sean consideradas en 4 de los



siete estudios prospectivos analizados. Derivado de esto se obtuvieron 6 variables mundiales, analizadas en OLADE (2018) y 4 para ALC que se detallan en la Tabla 1.

**Tabla 1. Lista de variables comunes**

4 variables comunes de ALC
1. ALC consumo de energía primaria por fuente de energía (7 estudios prospectivos)
2. ALC consumo final de energía por tipo de combustible (5 estudios)
3. ALC consumo final de energía por sector (5 estudios)
4. ALC generación eléctrica por fuente de energía (6 estudios prospectivos)

Fuente: Elaboración propia.

### Recopilación de datos

Cada estudio prospectivo presenta diferentes escenarios, los cuales son denominados de distinta manera, para lo cual se seleccionaron escenarios con características lo más similares posibles. Así, se utilizaron los escenarios base (o “*business-as-usual*” ó BAU), es decir, aquellos de carácter tendencial que no agregan más hipótesis contrafácticas, que aquellas que vienen aconteciendo según las tendencias y políticas vigentes. La finalidad de usar estos escenarios es la de obtener resultados lo más comparables posibles. A pesar de ello y dado que en cada estudio prospectivo se trabaja con un modelo de simulación distinto puede haber diferencias en la forma en que se realizan las diversas proyecciones. El objetivo de este trabajo es mostrar resultados generales obtenidos de cada estudio con el fin de disponer de un marco de comparabilidad que nos permita conocer cómo cada estudio considerado concibe la evolución futura de tales resultados generales y no la de comparar modelos entre sí.

De igual manera se estandarizaron las unidades convirtiendo toda la información disponible a millones de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep); Teravatio hora (TWh) para las variables asociadas a generación eléctrica y millones de toneladas (Mt) para emisiones. Dado que los resultados de todos los estudios estaban expresados en unidades energéticas, la conversión realizada no revistió inconveniente alguno.

Para el caso de los períodos de tiempo, los diversos estudios prospectivos pueden presentar períodos diferentes. Dado que se tomó como referencia el período 2016 – 2040, se extrapolaron los valores por quinquenios, por lo que se calcularon las tasas de variaciones interanuales mediante la expresión de la tasa de variación media acumulada:

$$\overline{TV}_{t+n}^t = \left[ \left( \frac{M_{t+n}}{M_t} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right] \cdot 100$$

donde:

$$\begin{aligned} \overline{TV}_{t+n}^t &= \text{Tasa de variación media acumulada entre } t+n \text{ y } t \\ M_t &= \text{Monto o valoren el instante } t \\ M_{t+n} &= \text{Monto en el instante posterior } t+n \end{aligned}$$

Entonces, la tasa de variación de todo el período  $TT$  comprendida entre  $t$  y  $t+n$  se puede calcular mediante la expresión:

$$TT_{t+n}^t = \left[ \left( 1 + \frac{\overline{TV}_{t+n}^t}{100} \right)^n - 1 \right] \cdot 100$$

Estando ambas tasas expresadas en términos porcentuales.

### HIPÓTESIS UTILIZADAS

La mayor parte de los estudios prospectivos consideran algunas variables socioeconómicas, como el crecimiento de la población y el PIB, para construir los respectivos escenarios predictivos. En la tabla 2, se registran el período, los escenarios utilizados y tasas de variaciones media acumuladas empleadas.



**Tabla 2. Hipótesis principales de cada estudio prospectivo – ALC**

	Período	Tasa de crecimiento del PIB (% p.a.)	Tasa de crecimiento de la población (% p.a.)
AIE	2016 – 2040	2.8	0.7
EXXONMOBIL	2016 – 2040	2.8	**
IEEJ	2015 – 2050	2.7	0.6
WEC	2014 – 2040	*3.8	*0.74
ERIRAS	2015 – 2040	1.9	0.69
GREENPEACE	2012 – 2050	2.9	0.67
OLADE	2016 – 2040	2	1.14

Fuente: Datos reportados por cada organización internacional.

\* Estimaciones propias a partir del Escenario Modern jazz (rápido crecimiento económico).

\*\*Para el caso de EXXONMOBIL no se presentan datos de población por lo que no fue factible calcular las tasas de crecimiento.

**AIE:** ALC- Países Miembros de OLADE más Antigua y Barbuda, Aruba, Bahamas, Barbados, Bermuda, Islas Vírgenes Británicas, Islas Caimán, Islas Malvinas, Guyana Francesa, Guadalupe, Martinica, Saint Kitts and Nevis, Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas e Islas Turcas y Caicos.

**IEEJ:** ALC- Brasil, Chile, México y otros países de ALC.

**WEC:** ALC – Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Trinidad & Tobago, Uruguay y Venezuela.

**ERIRAS:** Centroamérica y Suramérica.

**Greenpeace:** ALC - Países de la AIE.

**OLADE:** ALC – Argentina, Barbados, Belice, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Grenada, Guatemala, Guyana, Haití, honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Suriname, Trinidad & Tobago, Uruguay y Venezuela.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

Presentamos a continuación los resultados obtenidos del ejercicio de compilación y armonización de los siete estudios prospectivos correspondientes a la región de América Latina y el Caribe. Para examinar los resultados obtenidos a nivel mundial, recomendamos consultar el Panorama Energético de América Latina y el Caribe, próximo a ser publicado en diciembre del 2018, donde se podrá acceder, también, a un completo capítulo de prospectiva regional.

## Consumo de energía primaria

Según el BID (2016), “*las 6 economías más importantes de la región (Brasil, México, Argentina, Venezuela, Chile y Colombia) continuarán dominando la tendencia del uso energético de la región. Más del 83% del incremento total del consumo de energía primaria para el 2040 se espera que provenga de estos países.*”



## Por fuente de energía

Los siete estudios prospectivos (AIE, EXXONMOBIL, IEEJ, WEC, ERIRAS, GREENPEACE y OLADE) presentan información sobre el consumo de energía primaria de ALC por fuente de energía. La tasa de variación promedio entre 2016 y 2040 es 1.93% para los siete estudios, pasando de 755 Mtep a 1,172 Mtep. En la Tabla 3 se presentan datos sobre el consumo de energía primaria para América Latina y el Caribe por cada estudio prospectivo.

**WEC pronostica que las fuentes renovables contribuirán más al crecimiento del consumo primario de energía en ALC, y los otros estudios prospectivos predicen también una contribución significativa, con un promedio de 24.29%.**

**Tabla 3. Consumo de energía primaria ALC**

Mtep	2016	2020	2025	2030	2035	2040
AIE	664	706	752	823	916	1,000
EXXONMOBIL	695	742	798	862	927	990
IEEJ	865	928	1,014	1,091	1,182	1,262
WEC	728	780	853	918	1,001	1,076
ERIRAS	708	737	792	855	919	977
GREENPEACE	754	813	898	983	1,067	1,142
OLADE	870	952	1,095	1,261	1,486	1,757

Fuente: Datos reportados por cada organización internacional.

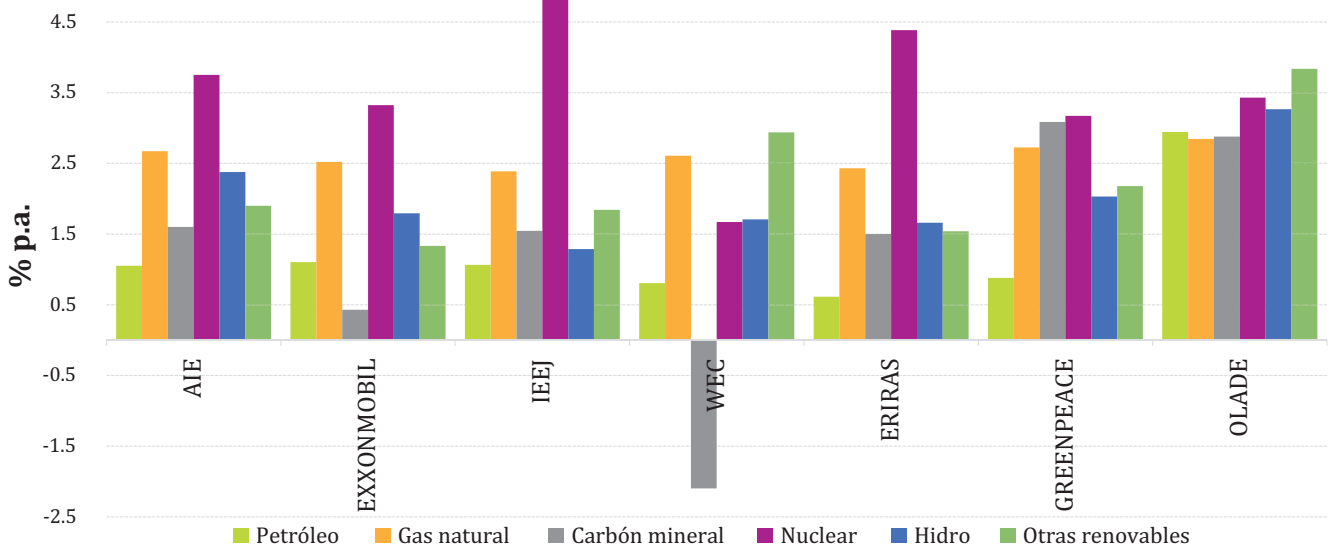
A continuación, se realiza una descripción de la situación del consumo de energía por fuente:

### Petróleo

La tasa de variación media anual acumulada más alta es de 2.94% de OLADE y la más baja, de 0.61% de ERIRAS y la tasa promedio de 1.21% por año para los 7 estudios.

En el 2040 todavía el petróleo mantendrá su papel en el consumo de energía primaria, pero la tasa de variación promedio entre los combustibles es la más baja (Figura 1) y la participación disminuye continuamente en todos los estudios. Sin embargo, tiene una contribución importante en el crecimiento del consumo de energía primaria en ALC, manteniendo su segundo o tercer lugar entre los combustibles.

Figura 1. ALC tasa de variación del consumo de energía primaria (2016 – 2040)



Fuente: Elaboración propia de OLADE con base en datos reportados por organizaciones internacionales.

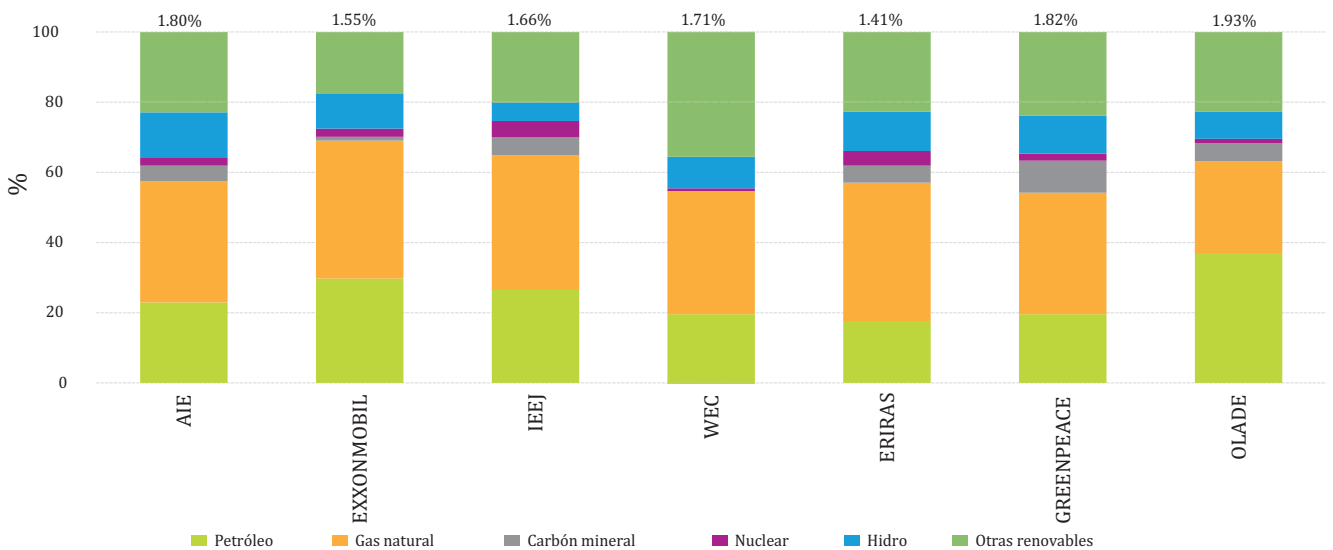
### Gas natural

La tasa de variación media anual acumulada más alta es de 2.85% de OLADE y la más baja, de 2.39% de IEEJ y la tasa promedio de 2.60% por año de los 7 estudios.

El gas natural continuará siendo la fuente de energía con la mayor contribución al crecimiento

del consumo de energía primaria en ALC. Su tasa de variación es la segunda más alta entre las fuentes de energía en seis estudios (excepto GREENPEACE). El primer lugar es nuclear, pero teniendo en cuenta que su cantidad absoluta es muy leve en comparación con la del gas natural, podemos concluir que esta última será la fuente con mayor contribución al crecimiento del consumo de energía primaria en la región.

Figura 2. ALC contribución al crecimiento del consumo de energía primaria (2016 – 2040)



Fuente: Elaboración propia de OLADE con base en datos reportados por organizaciones internacionales.

Los números por encima de las barras significan una tasa promedio anual de crecimiento del consumo de energía primaria ALC pronosticada en cada estudio prospectivo.



## Carbón mineral

La tasa de variación media anual acumulada más alta es de 3.09% correspondiente a GREENPEACE y la más baja, de -2.10% de WEC; la tasa promedio es de 1.28% por año para los 7 estudios prospectivos.

WEC pronostica que en 2040 el uso del carbón para la energía primaria es menor que el de 2016. Otros outlooks prevén un aumento del carbón, pero la participación de carbón entre los combustibles es pequeña en comparación con otros combustibles fósiles y renovables (Figura 3) porque “el papel del carbón en ALC fuera de Colombia y Chile también será limitado” (WEC, 2017, p. 40).

## Hidro

La tasa de variación media anual acumulada más alta es de 3.27% correspondiente a OLADE y la más baja, de 1.29% de IEEJ y la tasa promedio es de 2.01% por año para los 7 estudios.

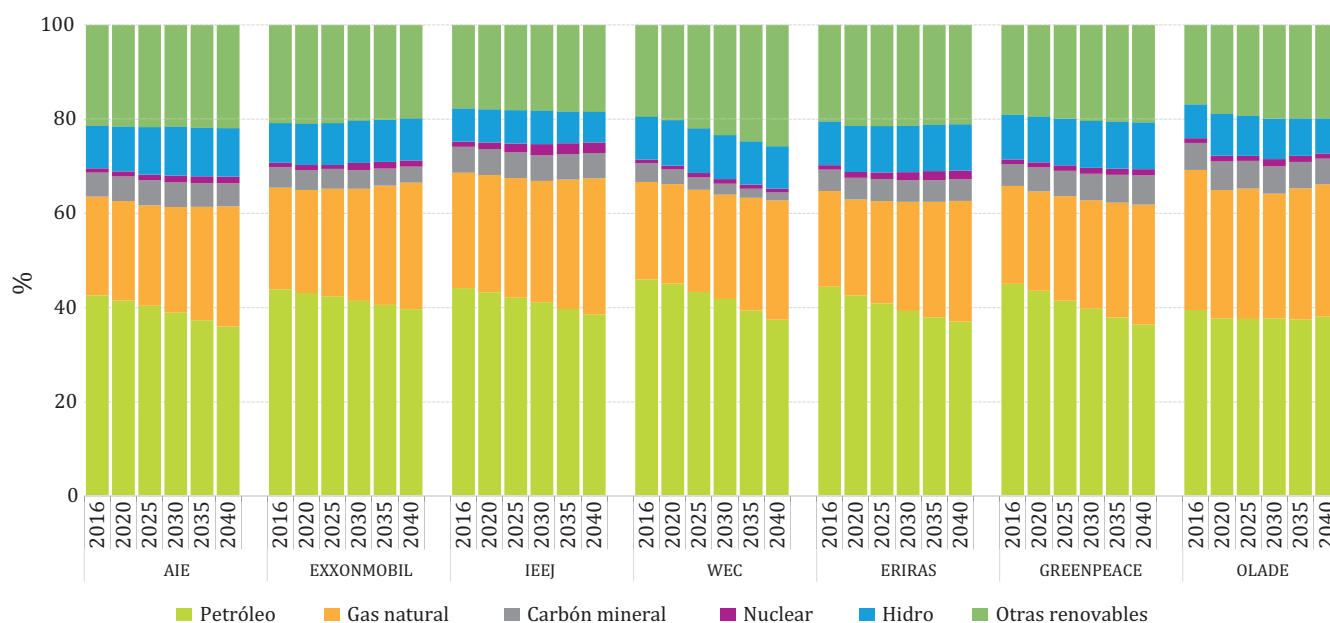
La hidroenergía en el consumo de energía primaria ocupa el cuarto lugar en importancia de participación y como se observa en la Figura 3 se muestra que durante el período de estudio habrá un mayor incremento, sin embargo, su participación disminuirá por una mayor penetración del gas natural especialmente en el 2040 según WEC.

## Nuclear

La tasa de variación media anual acumulada más alta es de 4.86% de IEEJ y la más baja, de 1.67% de WEC; la tasa promedio es de 3.51% por año para los 7 estudios.

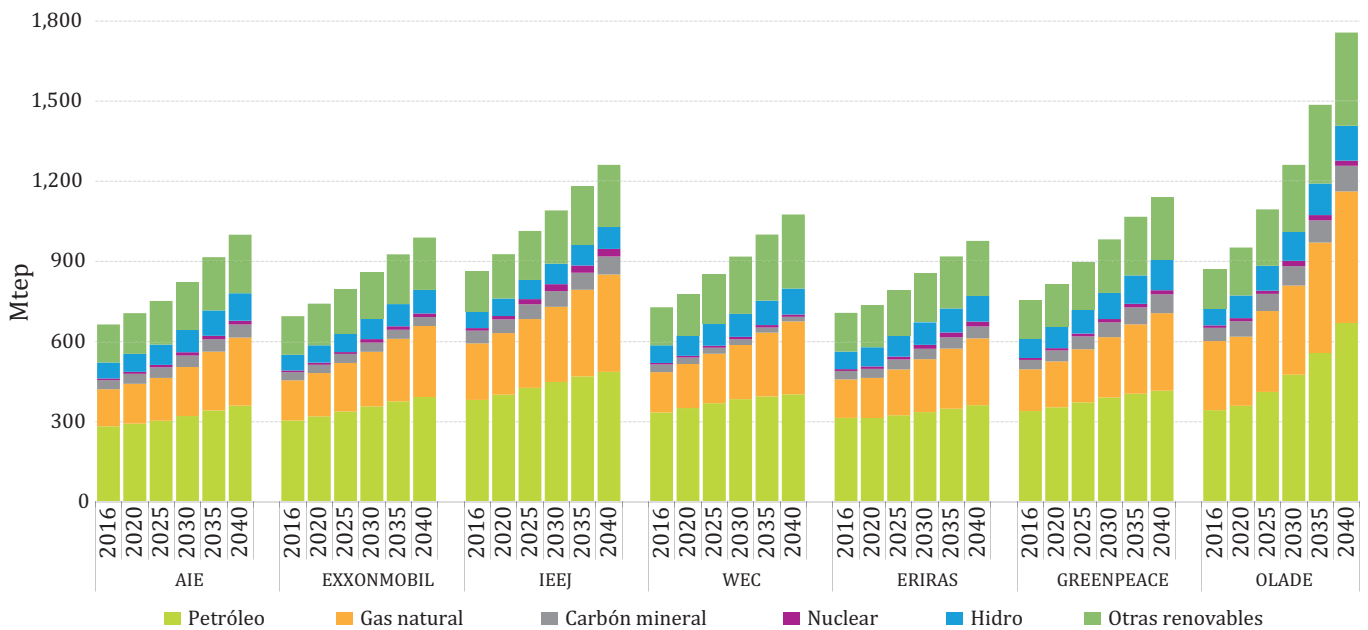
La energía nuclear tiene un papel muy limitado en la región de ALC en 2016 y esta tendencia se mantiene hasta el 2040. La participación de la energía nuclear en el consumo de energía primaria es baja para todo el período de estudio (Figura 3).

Figura 3. Participación del consumo de energía primaria por fuente de energía para ALC



Fuente: Elaboración propia de OLADE con base en datos reportados por organizaciones internacionales.

Figura 4. ALC consumo de energía primaria por fuente de energía



Fuente: Elaboración propia de OLADE con base en datos reportados por organizaciones internacionales.

## Renovables

La tasa de variación media anual acumulada más alta es de 2.94% de WEC y la más baja, de 1.33% de EXXONMOBIL; la tasa promedio es de 2.22% por año para los 7 estudios.

WEC pronostica que las fuentes renovables contribuirán más al crecimiento del consumo primario de energía en ALC, y los otros estudios prospectivos predicen también una contribución significativa, con un promedio de 24.29%. En el caso de WEC, se prevé que la participación de renovables superará la del gas natural en 2040 en tanto que otros estudios indican que su participación se mantendrá en un rango comprendido del 18% al 22%.

La biomasa tiene un papel importante en ALC especialmente en Brasil. Por ejemplo, WEC predice que “la demanda de biomasa superará la de petróleo para ser la mayor fuente de

energía primaria en Brasil para el 2050” (WEC, 2017, p. 37).

## CONSUMO FINAL DE ENERGÍA FINAL

*“Aunque un mayor crecimiento económico, abundantes y baratos suministros de energía impulsan el aumento del consumo energético final, los países de ALC continúan diversificando sus economías más allá de las exportaciones de productos básicos y creando sectores de manufactura y servicios. Las tecnologías también hacen que la actividad industrial sea más eficiente, mientras que la creciente penetración de las energías renovables ayuda a lograr una conversión más eficiente”* (WEC, 2017, p. 33).

En la tabla 4 se presentan datos sobre consumo final de energía para cada uno de los outlooks analizados.



**Tabla 4. LAC consumo final de energía**

<b>Mtep</b>	<b>2016</b>	<b>2020</b>	<b>2025</b>	<b>2030</b>	<b>2035</b>	<b>2040</b>
AIE	496	532	572	624	691	751
IEEJ	620	663	722	773	837	892
WEC	545	582	639	690	745	794
GREENPEACE	529	590	658	726	771	847
OLADE	625	688	782	898	1040	1213

Fuente: Datos reportados por cada organización internacional.

Cinco estudios (AIE, IEEJ, WEC, GREENPEACE y OLADE) ofrecen información sobre el consumo de final energía de ALC por combustible o sector. La tasa de variación promedio entre 2016 y 2040 es 2.06%, pasando de 563.0 Mtep a 899.4 Mtep, al 2040. A continuación, se realiza una descripción de la situación del consumo final de energía por tipo de combustible.

#### **POR TIPO DE COMBUSTIBLE**

##### **Petróleo y derivados**

La tasa de variación media anual acumulada más alta es de 2.96% de OLADE y la más baja, de 0.75% de WEC; la tasa promedio es de 1.54% por año para los cinco estudios prospectivos.

El petróleo y sus derivados mantienen su papel protagonista en el consumo final de energía durante el período de investigación, aunque su porcentaje de participación disminuye continuamente, ya que las participaciones de otras fuentes como el gas natural y la electricidad aumentan. Sin embargo, dos estudios (AIE, IEEJ) predicen que contribuirá significativamente al crecimiento del consumo final de energía hasta 2040.

##### **Gas natural**

La tasa de variación media anual acumulada más alta es de 3.40% correspondiente al WEC y la más baja, de 1.81% de IEEJ; la tasa promedio de 2.66% por año para los cinco estudios.

El gas natural tiene la segunda magnitud más pequeña, entre cinco combustibles para el consumo final de energía. Sin embargo, WEC, muestra la tasa de variación más alta entre las fuentes, para el período de 2016 – 2040. Adicionalmente, en el mismo estudio se prevé que el gas natural contribuya más al crecimiento del consumo final de energía en el mismo período. Por lo tanto, se espera que la contribución del gas natural sea mayor que la de la electricidad después de 2040, según los datos de WEC.

##### **Carbón mineral**

La tasa de variación media anual acumulada más alta es de 4.26% de GREENPEACE y la más baja, de -0.34% de WEC; la tasa promedio es de 1.98% por año para los cinco estudios.

ALC no utiliza carbón mineral tanto como otras fuentes para el consumo final de energía. Por

ejemplo, la participación promedio de carbón mineral entre cinco combustibles en 2016 fue sólo 2.20% y será 2.35% en 2040, un aumento muy leve. WEC prevé que el uso de carbón mineral para el consumo final de energía disminuirá mientras GREENPEACE predice lo contrario, 4.26% del crecimiento por año. Sin embargo, la cantidad absoluta de carbón mineral es demasiado pequeña, en otras palabras, la contribución al crecimiento es muy leve.

### Electricidad

La tasa de variación media anual acumulada más alta es de 3.78% de OLADE y la más baja, de 2.33% de WEC; la tasa promedio de 2.86% por año para los cinco estudios.

GREENPEACE indica que “debido al crecimiento económico, el aumento de los niveles de vida y la electrificación del sector del transporte, se prevé que la demanda general de electricidad

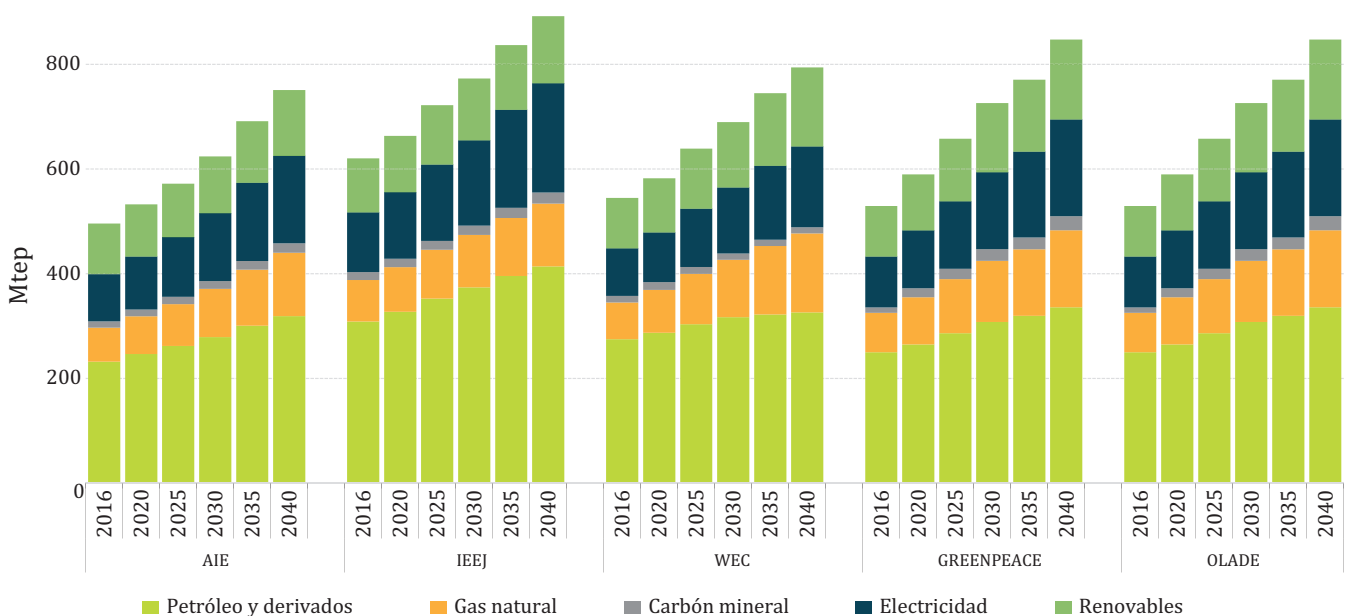
aumentará a pesar de las ganancias de eficiencia en todos los sectores. La electricidad se convertirá en la principal energía “primaria” renovable, no sólo para uso directo de diversos propósitos sino también para la generación de combustibles sintéticos para la sustitución de combustibles fósiles” (Greenpeace, 2015, p. 104).

### Renovables

La tasa de variación media anual acumulada más alta es de 2.18% de OLADE y la más baja, de 0.95% de IEEJ; la tasa promedio es de 1.65% por año para los 5 estudios.

Según la AIE, en Brasil, “la participación de uso renovable directo e indirecto en el consumo final de energía aumentará del 39% en el 2016 al 45% en 2040, en comparación con una progresión global del 9% al 16% en el mismo período” (AIE, 2017, p. 24).

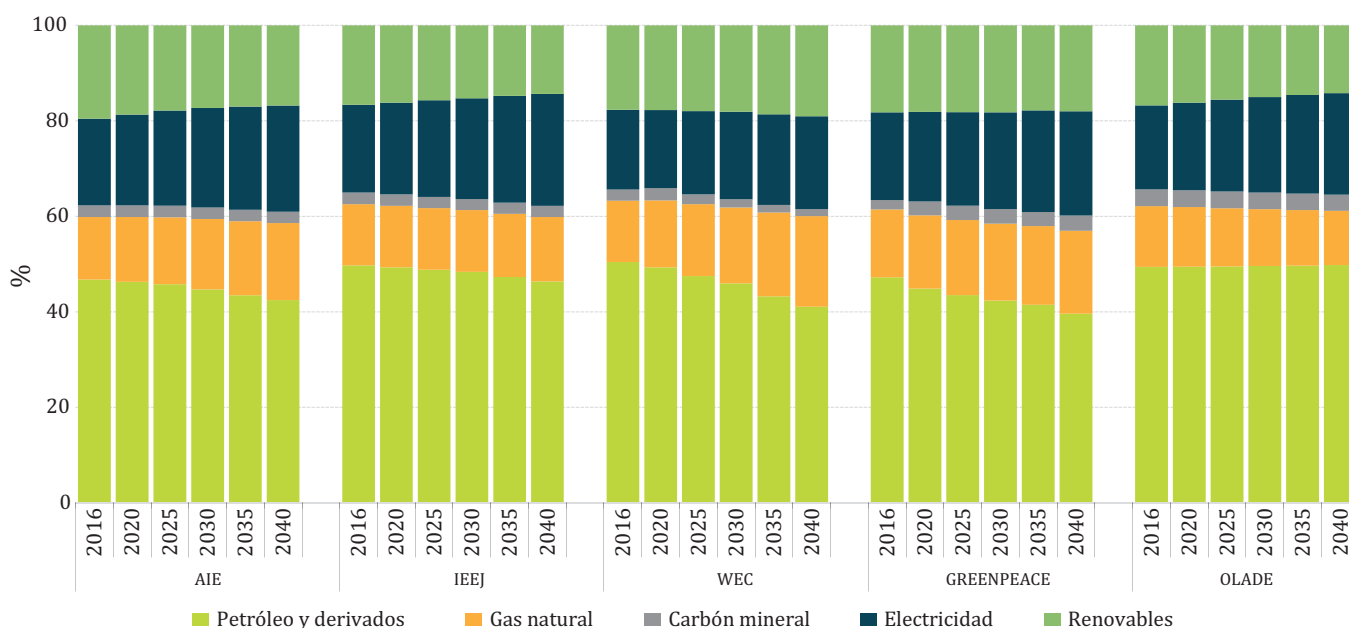
Figura 5. ALC consumo final de energía por combustible



Fuente: Elaboración propia de OLADE con base en datos reportados por organizaciones internacionales. Renovables incluyen: Bioenergía, calor y otros (AIE); calor, hidrógeno y otros (IEEJ); calor, biomasa, biocombustibles y otros (WEC) solar, biomasa, geotermia, hidrógeno y otros (GREENPEACE).

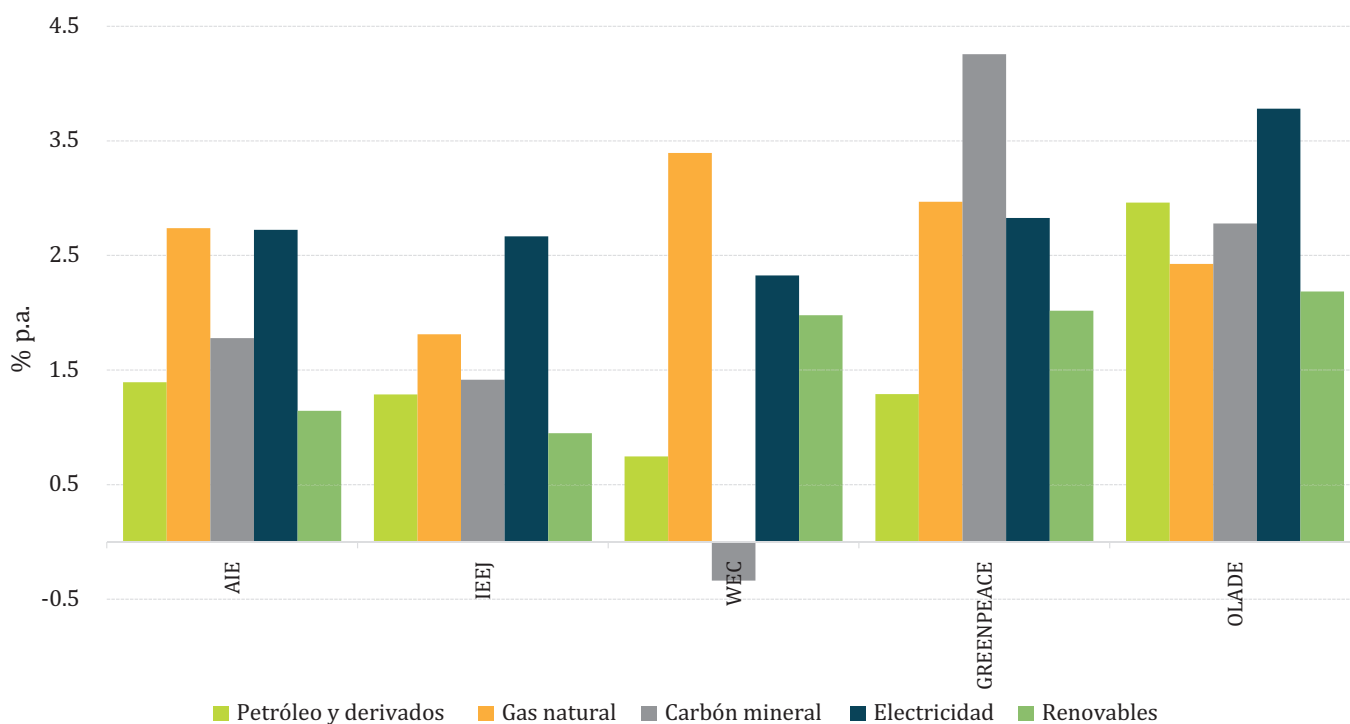


Figura 6. ALC participación del consumo final de energía por tipo de combustible



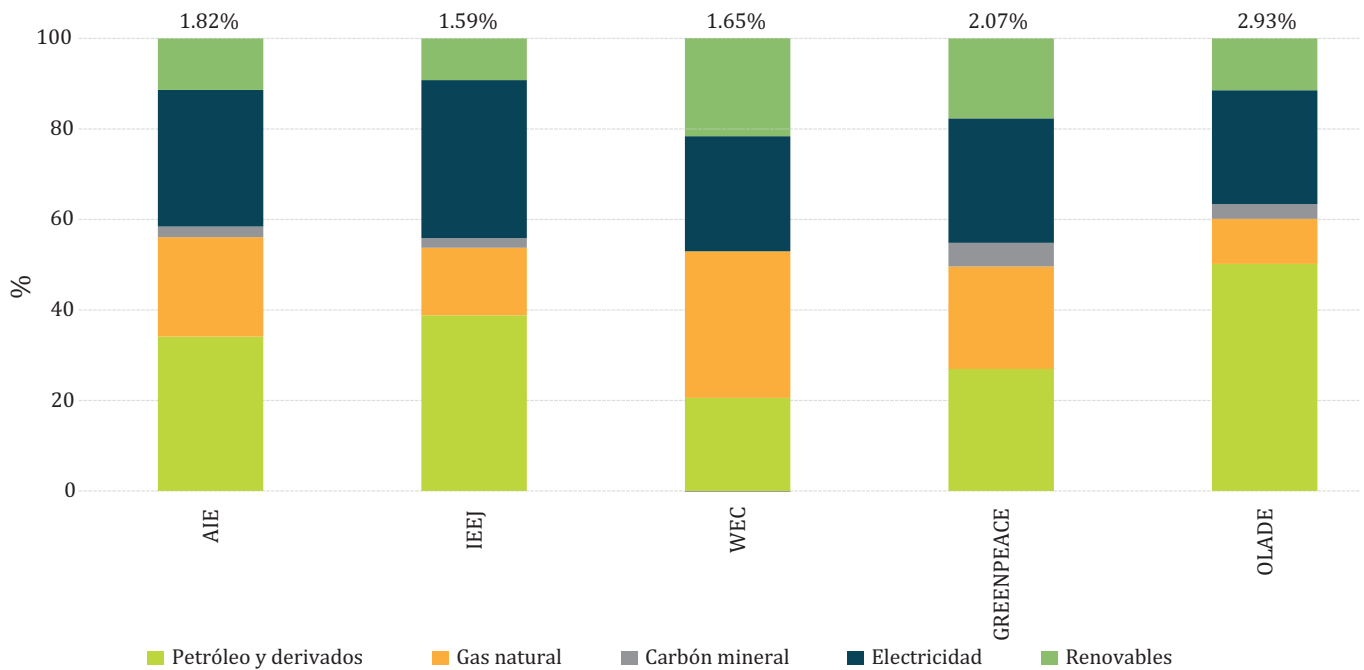
Fuente: Elaboración propia de OLADE con base en datos reportados por organizaciones internacionales. Renovables incluyen: Bioenergía, calor y otros (AIE); calor, hidrógeno y otros (IEEJ); calor, biomasa, biocombustibles y otros (WEC) solar, biomasa, geotermia, hidrógeno y otros (GREENPEACE).

Figura 7. ALC Tasa de variación del consumo final de energía por tipo de combustible (2016 – 2040)



Fuente: Elaboración propia de OLADE con base en datos reportados por organizaciones internacionales. Renovables incluyen: Bioenergía, calor y otros (AIE); calor, hidrógeno y otros (IEEJ); calor, biomasa, biocombustibles y otros (WEC) solar, biomasa, geotermia, hidrógeno y otros (GREENPEACE).

Figura 8. Contribución al crecimiento del consumo final de energía por tipo de combustible ALC (2016 – 2040)



Fuente: Elaboración propia de OLADE con base en datos reportados por organizaciones internacionales.

Renovables incluyen: Bioenergía, calor y otros (AIE); calor, hidrógeno y otros (IEEJ); calor, biomasa, bio-combustibles y otros (WEC); solar, biomasa, geotermia, hidrógeno y otros (GREENPEACE).

Los números por encima de las barras significan una tasa de variación anual promedio del consumo final de energía de ALC pronosticada en cada Outlook.

## POR SECTOR

En un escenario de Greenpeace, se espera que “como resultado de la renovación relacionada con la energía de las existencias en edificios residenciales, la introducción de estándares de energía baja y ‘climatización pasiva’ para los nuevos edificios, así como el aire altamente eficiente los sistemas de acondicionamiento, brindando la misma comodidad y los servicios energéticos estarán acompañados de una demanda energética mucho más baja” (Greenpeace, 2015, p. 104). A continuación, se realiza una descripción de la situación del consumo de energía por sector:

### Transporte

La tasa de variación media anual acumulada más alta registrada es de 3.33% correspondiente a

OLADE y la más baja, de 1.29% de WEC; la tasa promedio es de 1.91% por año para los 5 estudios.

Según el informe de IRENA (2016), “el transporte representa una mayor participación en América Latina que en la OCDE, debido principalmente a una flota de vehículos menos eficiente y a una composición modal diferente (por ejemplo, una baja participación del transporte ferroviario).”

“Debido al aumento de la población, el crecimiento del PIB y los niveles de vida más altos, se prevé que la demanda de energía del sector del transporte aumente en el escenario de referencia en alrededor de 61% a 11,030 PJ/a (264 Mtep) en 2050.” reportado por GREENPEACE (2015, p. 111).



## Industria

La tasa de variación media anual acumulada más alta es de 2.68% de OLADE y la más baja, de 1.52% de IEEJ y la tasa promedio es de 2.00% por año para los 5 estudios prospectivos.

La industria es el segundo sector económico con mayor participación en el consumo final de energía pasando de 713.38 Mtep 2016 a 1083.83 Mtep 2040 con un incremento de 51.93% total. Cuatro de los cinco estudios (AIE, WEC, GREENPEACE y OLADE) esperan que la industria contribuya más al crecimiento del consumo final de energía.

## Otros

La tasa de variación media anual acumulada más alta es de 2.83% (OLADE) y la más baja, de 1.65% (WEC); la tasa promedio de 2.09% por año para los cinco estudios prospectivos.

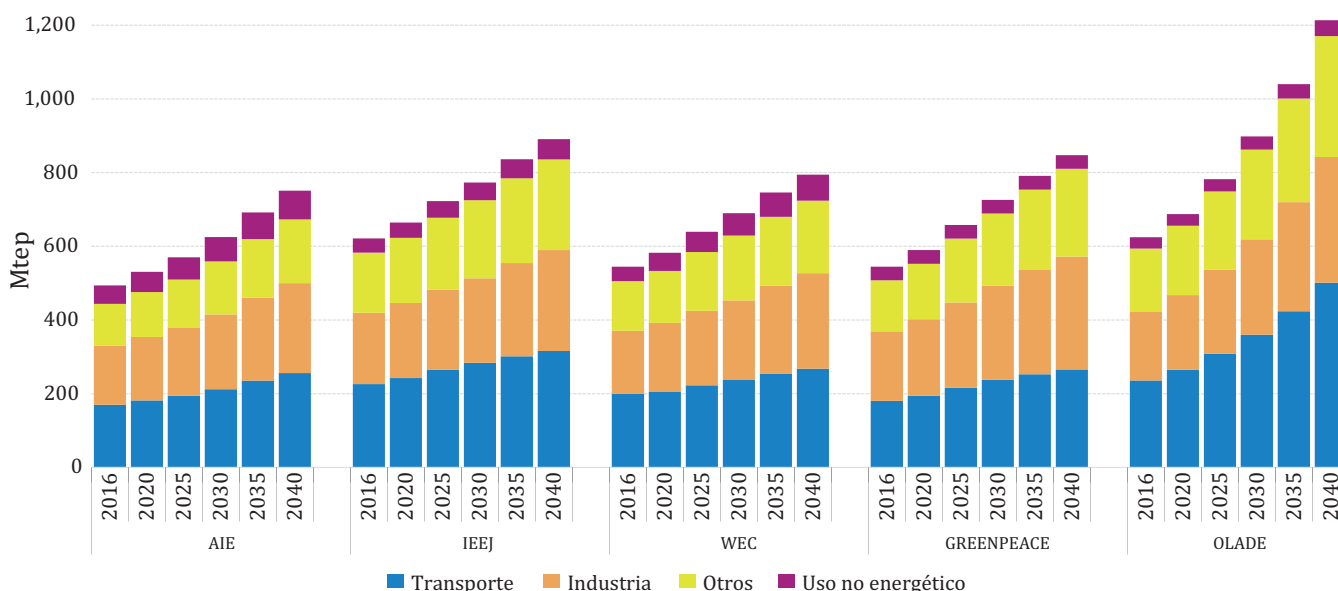
Este sector es el tercer sector económico con mayor participación en el consumo final de energía pasando de 550.81 Mtep en 2016 a 853.65 Mtep en 2040, con un incremento de 54.98% total. GREENPEACE señala que este sector tiene la tasa de variación más alta entre los sectores de consumo final de energía.

## Uso no energético

La tasa de variación media anual acumulada más alta es de 2.59% de WEC y la más baja, de 0.07% de GREENPEACE; la tasa promedio es de 1.53% por año para los cinco estudios.

Uso no energético es el sector económico más pequeño en el consumo final de energía pasando de 164.49 Mtep en 2016 a 240.81 Mtep en 2040 con un incremento de 46.40% total.

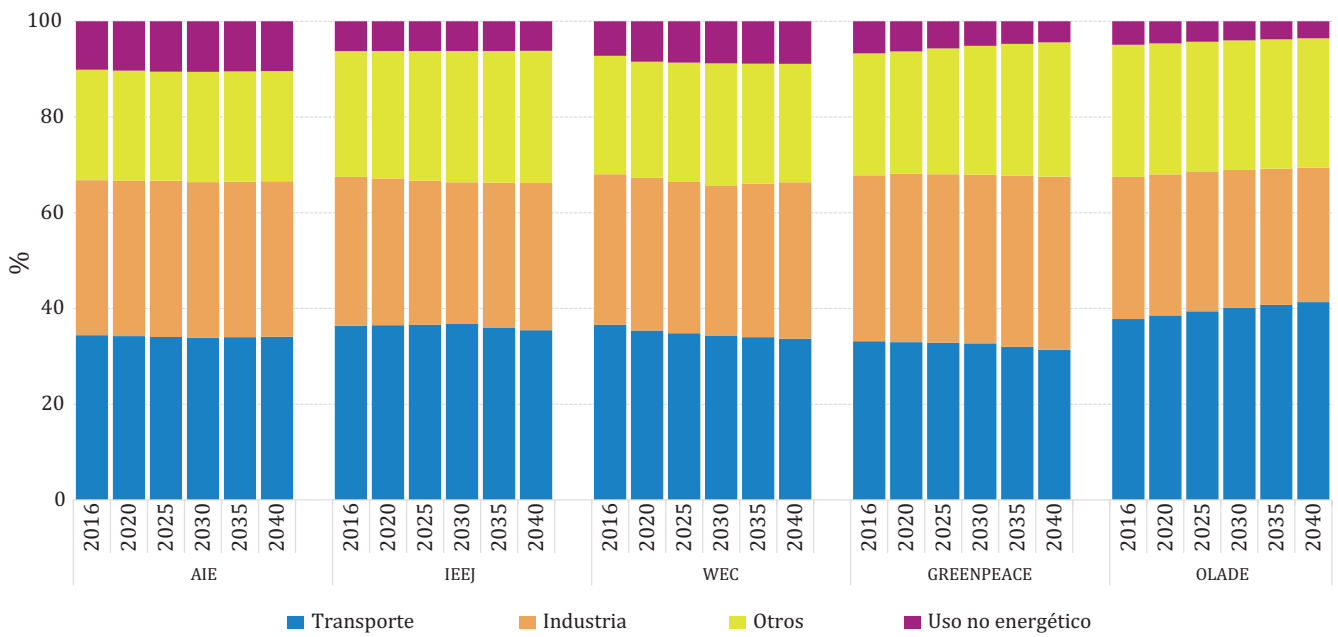
Figura 9. ALC consumo final de energía por sector



Fuente: Elaboración propia de OLADE con base en datos reportados por organizaciones internacionales.

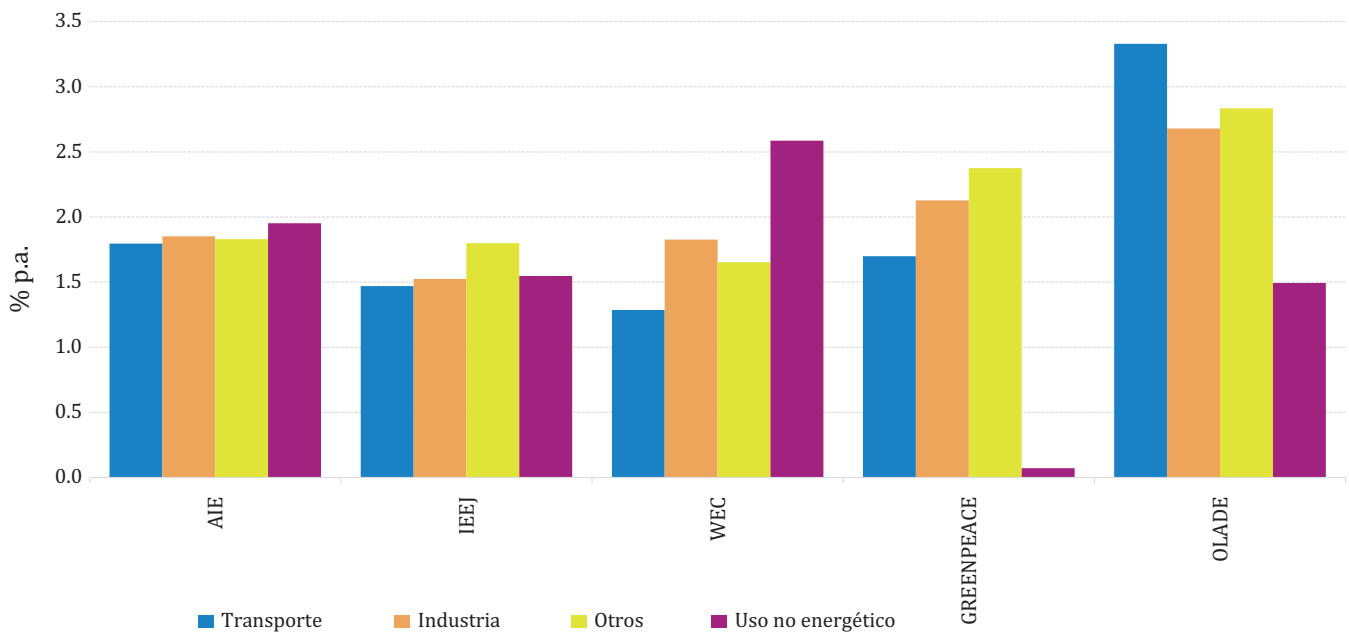
Otros incluyen: Edificios (residencial, comercial) para AIE, IEEJ, WEC; agricultura, silvicultura, pesca, residencial, comercial y servicio público para GREENPEACE.

Figura 10. ALC participación del consumo final de energía por sector



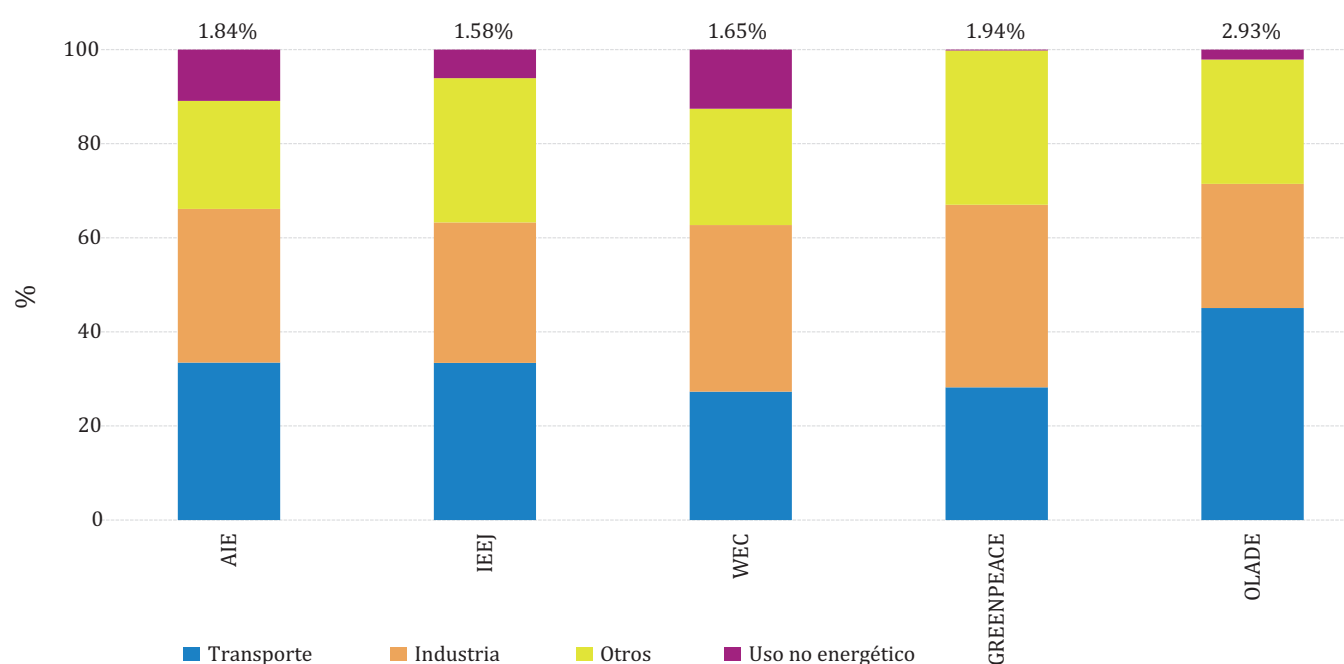
Fuente: Elaboración propia de OLADE con base en datos reportados por organizaciones internacionales.  
 Otros incluyen: Edificios (residencial, comercial) para AIE, IEEJ, WEC; agricultura, silvicultura, pesca, residencial, comercial y servicio público para GREENPEACE

Figura 11. ALC Tasa de variación del consumo final de energía por sector (2016 – 2040)



Fuente: Elaboración propia de OLADE con base en datos reportados por organizaciones internacionales.  
 Otros incluyen: Edificios (residencial, comercial) para AIE, IEEJ, WEC; agricultura, silvicultura, pesca, residencial, comercial y servicio público para GREENPEACE.

Figura 12. ALC contribución al crecimiento del consumo final de energía por sector (2016 – 2040)



Fuente: Elaboración propia de OLADE con base en datos reportados por organizaciones internacionales.

Otros incluyen: Edificios (residencial, comercial) para IEA, IEEJ, WEC; agricultura, silvicultura, pesca, residencial, comercial y servicio público para GREENPEACE

Los números por encima de las barras significan una tasa de variación anual promedio del consumo final de energía de ALC pronosticada en cada Outlook.

## GENERACIÓN ELÉCTRICA

Los seis estudios prospectivos (AIE, IEEJ, WEC, ERIRAS, GREENPEACE y OLADE) ofrecen información sobre la generación eléctrica de ALC. La tasa de variación promedio entre 2016 y 2040 es 2.73%, pasando de 1,429.67 TWh a 2,657.50 TWh. En la tabla 5 se presenta la generación eléctrica para ALC.

Tabla 5. ALC generación eléctrica

TWh	2016	2020	2025	2030	2035	2040
AIE	1,299	1,448	1,630	1,869	2,138	2,387
IEEJ	1,635	1,808	2,066	2,314	2,616	2,906
WEC	1,332	1,425	1,637	1,870	2,062	2,245
ERIRAS	1,325	1,411	1,577	1,747	1,914	2,072
GREENPEACE	1,401	1,567	1,818	2,067	2,332	2,574
OLADE	1,586	1,842	2,196	2,623	3,141	3,761

Fuente: Datos reportados por cada organización internacional.



Según el BID, “se espera que más del 80% del crecimiento proyectado provenga de las 6 economías más grandes de la región. El Brasil (37%) y México (19%) solo representarían más de la mitad de las necesidades de electricidad de la región en 2040. Los requisitos totales de electricidad en Brasil aumentarían en un 96%, mientras que las necesidades de México aumentarían en un 87%” (BID, 2016, p. 26).

## **POR TIPO DE COMBUSTIBLE**

A continuación, se presenta el análisis de la generación eléctrica por fuente de energía:

### **Hidro**

La tasa de variación media anual acumulada más alta es de 3.28% (OLADE) y la más baja, de 1.29% (IEEJ); la tasa promedio es de 1.98% por año para los 4 estudios prospectivos.

Solo 4 estudios (IEEJ, WEC, ERIRAS y OLADE) ofrecen la información sobre la participación de hidro en la generación de energía. La energía hidroeléctrica es el combustible más dominante para la generación de energía en ALC y esto es igual en 2040 según WEC y ERIRAS.

Sin embargo, la tasa de variación de la energía hidroeléctrica es menor que las de nuclear, gas natural y renovables. Según WEC: “la contribución de la energía eléctrica a la nueva generación de electricidad se retrasará debido a las preocupaciones ambientales y sociales, por lo que su participación en la generación de electricidad disminuirá después de 2030.”<sup>1</sup>

### **Gas natural**

La tasa de variación media anual acumulada más alta es de 4.44% correspondiente al estudio de GREENPEACE y la más baja es de 3.01% de ERIRAS; la tasa promedio es de 3.75% por año para los 5 estudios prospectivos.

El gas natural muestra la segunda mayor participación entre seis combustibles para la generación eléctrica en ALC. IEEJ prevé que va a contribuir más al crecimiento de la generación eléctrica. Otros cinco outlooks predicen también una contribución significativa, con un promedio de 34.85% para los seis estudios prospectivos.

“Aunque el gas natural desempeña un papel transitorio para satisfacer el crecimiento de la demanda de electricidad, la cuota de combustible fósil de la electricidad disminuirá de 37% en 20140 a 23%”<sup>2</sup>, informó WEC.

### **Renovables**

La tasa de variación media anual acumulada más alta es de 8.64% de OLADE y la más baja, de 2.48% de GREENPEACE; la tasa promedio es de 5.17% por año para los 6 estudios prospectivos.

Más allá de 2030, se prevé que la energía eólica, la energía solar y otras renovables serán el factor dominante del crecimiento de la generación eléctrica. WEC pronostica que “más allá de 2030, el nuevo crecimiento de la generación eléctrica en ALC será dominado por el viento/solar/otros y así que la parte de la generación de electricidad aumentará drásticamente de 2% en 2014 a 19% – 29% en 2060” (WEC, 2017, p. 63) También Bloomberg New Energy Finance (BNEF) espera que “el viento y la energía solar que en la actualidad representan alrededor del 4% de la capacidad de generación. Llegue a 37% en el 2040, por lo que alrededor del 90% de la electricidad de la región provendrá de nuevas fuentes de energía – incluyendo grandes hidroeléctricas y nucleares, así como solar y eólica” (BNEF, 2017).

Un informe realizado por el BID y el Consejo Atlántico pronostica un futuro brillante de las energías renovables en ALC. “Si bien las nuevas tecnologías que reducen el costo de la extracción de gas natural pueden permitir una segunda

1 “World Energy Scenarios – Latin America and the Caribbean energy scenario”, WEC, 2017, 63p.

2 “World Energy Scenarios – Latin America and the Caribbean energy scenario”, WEC, 2017, 35p.

*ola de producción de energía, el crecimiento del sector de las energías renovables, promovido principalmente por las economías del Cono Sur, podría permitir que el sector energético de América Latina y el Caribe sea impulsado principalmente por fuentes renovables por 2040” (BID, 2016b, p. 142).*

## **Petróleo y derivados**

La tasa de variación media anual acumulada más alta (en valor absoluto) es de -3.37 de WEC y la más baja de -0.69% de IEEJ; la tasa promedio de -2.12% por año para los seis estudios prospectivos.

Seis estudios pronostican que el uso de petróleo y derivados para la generación eléctrica disminuirá gradualmente en promedio de 160.56 Mtep en 2016 a 100.4 Mtep en 2040, debido al aumento de gas natural y fuentes renovables para la generación eléctrica. La parte del petróleo y derivados también disminuye en todos los estudios prospectivos, en promedio de 11.47% en 2016 a 4.05% en 2040.

## **Carbón mineral**

La tasa de variación media anual acumulada más alta es de 3.70% de GREENPEACE y la más baja, de -3.36% de WEC; la tasa promedio es de 1.27% por año para los seis estudios.

ALC no utiliza carbón mineral tanto como otras fuentes para la generación de electricidad. Por ejemplo, la proporción promedio de carbón mineral entre seis combustibles en 2016 fue

de sólo 5.02% y se reducirá a 4.09% en 2040. WEC y ERIRAS prevén que el uso del carbón mineral para la generación eléctrica disminuirá mientras GREENPEACE predice lo contrario, 3.70% del crecimiento por año. Sin embargo, la cantidad absoluta de carbón mineral es demasiado pequeña, en otras palabras, la contribución al crecimiento es muy leve.

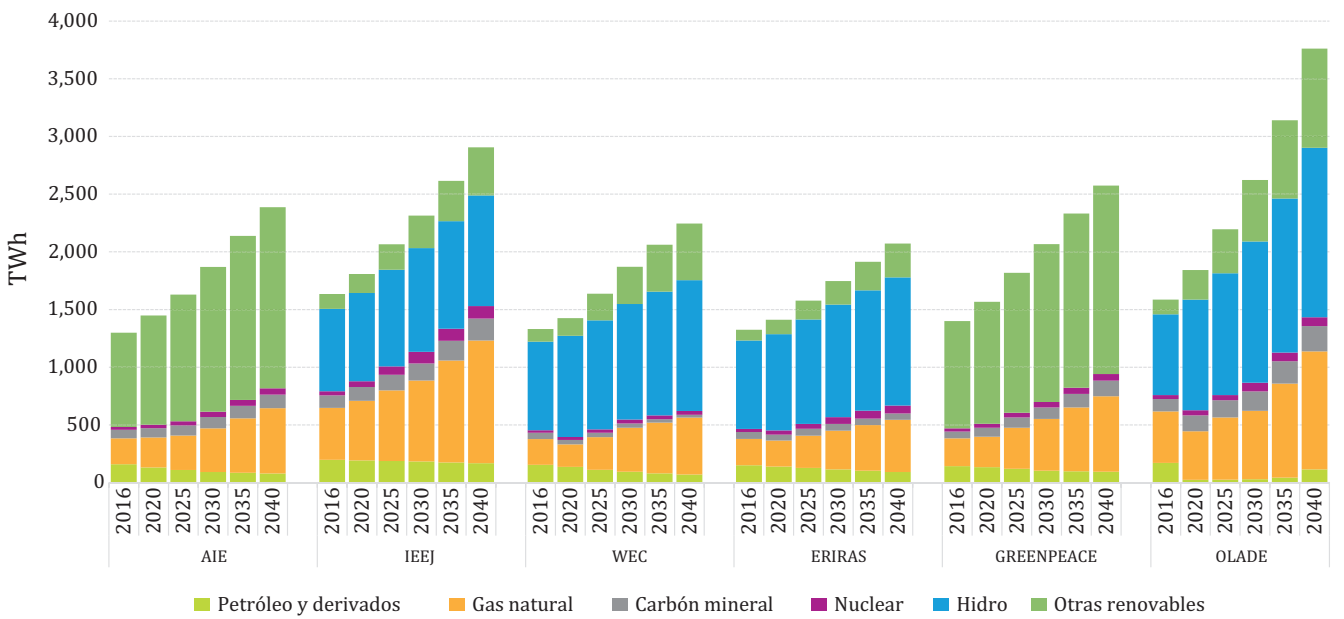
## **Nuclear**

La tasa de variación media anual acumulada más alta es de 4.97% de IEEJ y la más baja, de 1.68% de WEC; la tasa promedio anual es de 3.52% para los seis estudios prospectivos.

La parte de la energía nuclear para la generación eléctrica sigue siendo la más baja en todas las prospectivas y en todo el período. Comparando con la escala global (Figura 13), podemos ver que Latinoamérica no desarrolla mucho la energía nuclear. Esto se debe a que los países de América Latina ya cuentan con abundantes recursos naturales, como combustibles fósiles y energía hidroeléctrica. Así, los países latinoamericanos no tienen una fuerte motivación para desarrollar la energía nuclear.

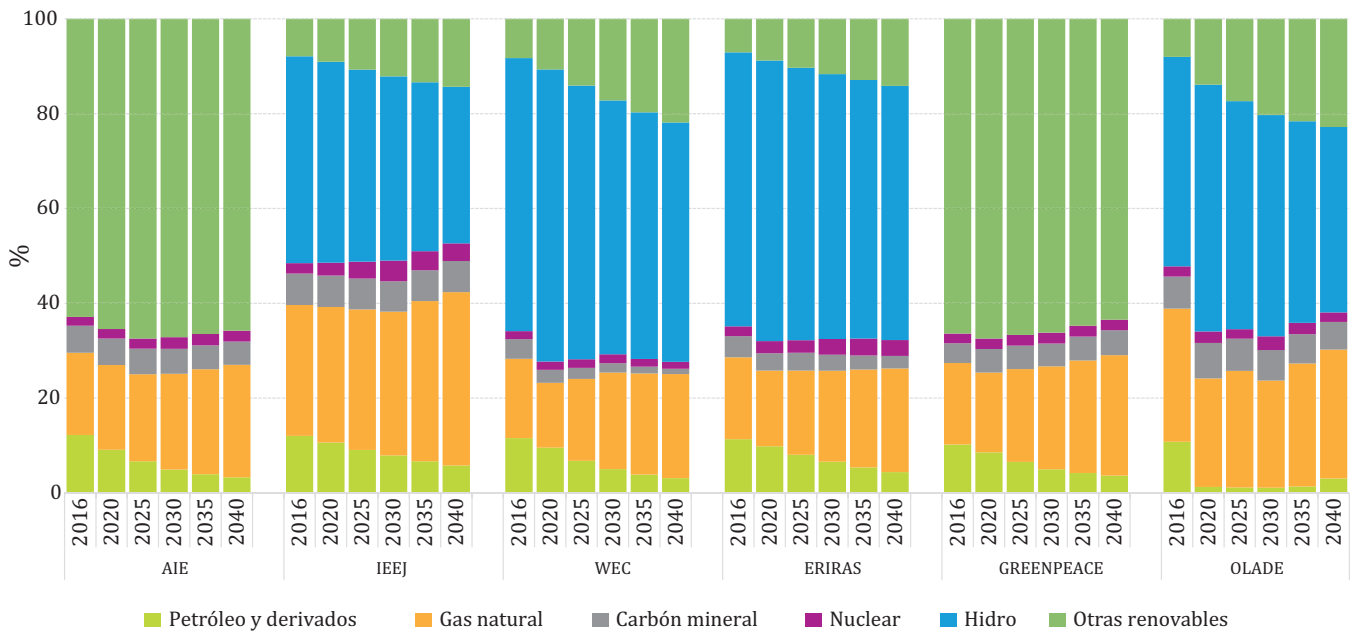


Figura 13. ALC generación eléctrica por fuente de energía



Fuente: Elaboración propia de OLADE con base en datos reportados por organizaciones internacionales.

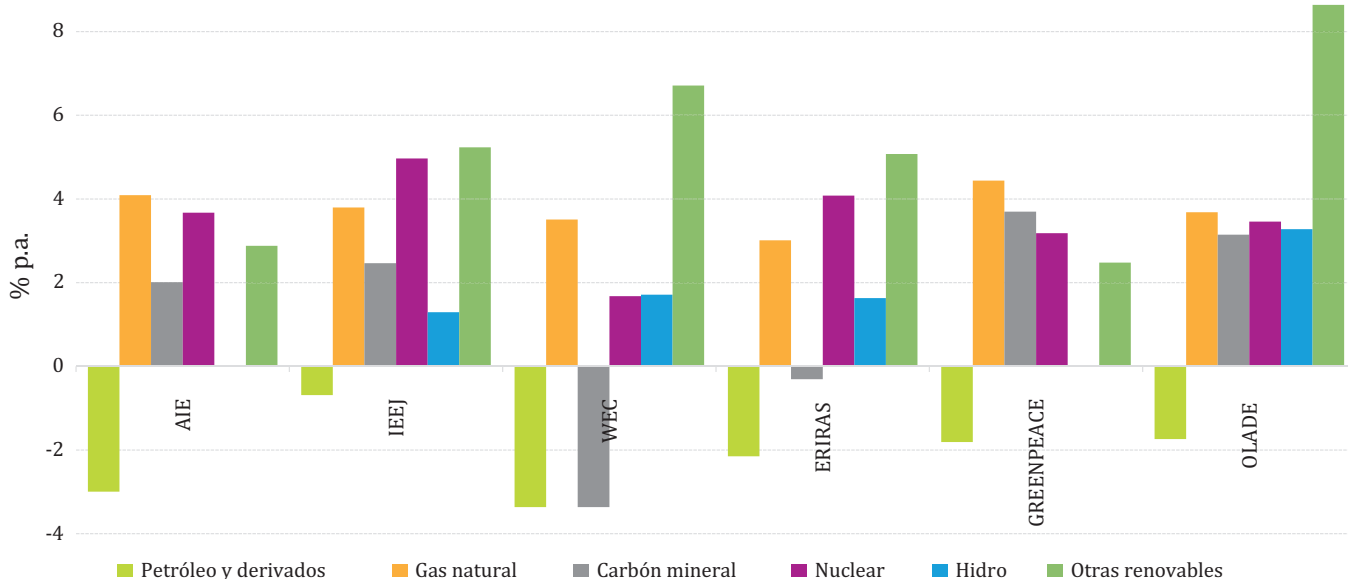
Figura 14. ALC participación de la generación eléctrica por fuente de energía



Fuente: Elaboración propia de OLADE con base en datos reportados por organizaciones internacionales.

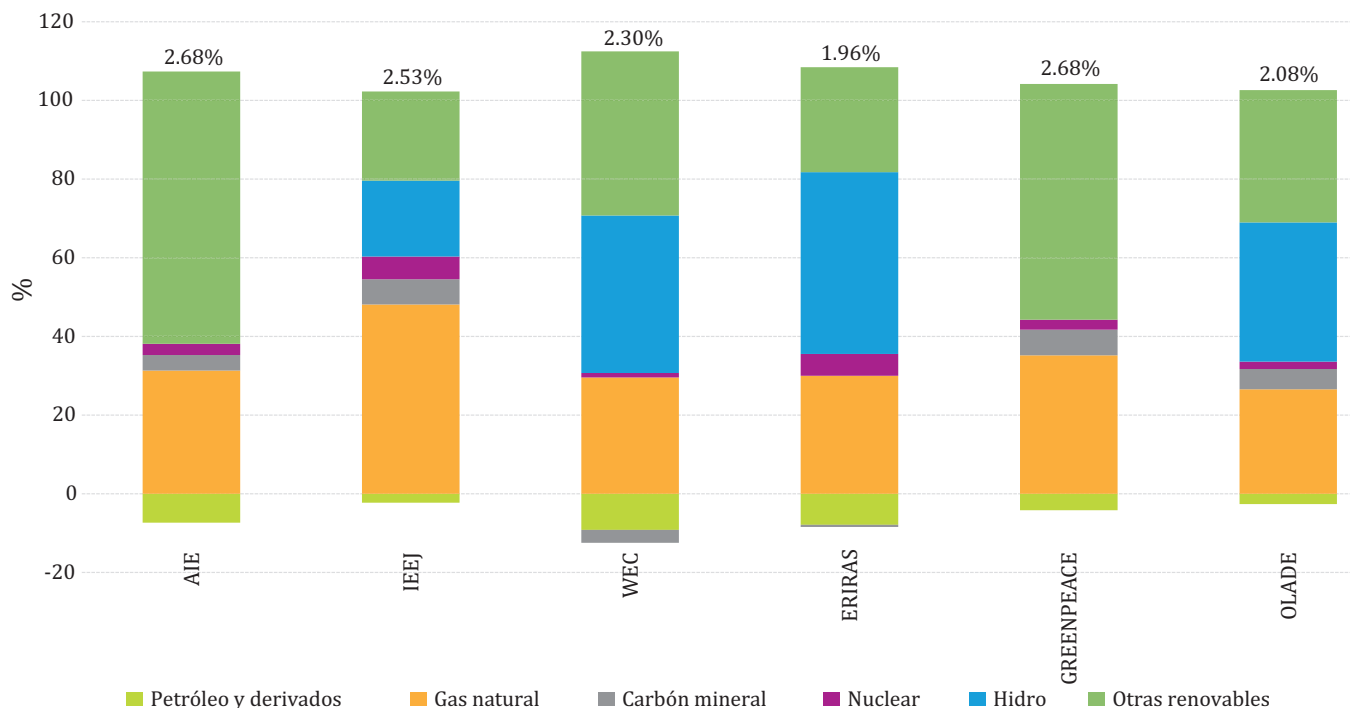


Figura 15. ALC tasa de variación de la Generación eléctrica por fuente de energía (2016 - 2040)



Fuente: Elaboración propia de OLADE con base en datos reportados por organizaciones internacionales.

Figura 16. ALC contribución al crecimiento de la generación eléctrica por fuente de energía (2016 - 2040)



Fuente: Elaboración propia de OLADE con base en datos reportados por organizaciones internacionales.

Los números por encima de las barras significan una tasa de variación media anual crecimiento de la generación de energía de ALC pronosticada en cada estudio prospectivo.

## COMENTARIOS FINALES

El ejercicio realizado a lo largo de este trabajo tuvo por finalidad agrupar los resultados de varios estudios prospectivos publicados recientemente con el fin de poder compararlos entre sí y disponer de un cuadro de situación en el que se conozcan, al menos en una primera aproximación, los márgenes de variabilidad planteados por estos estudios analizados en conjunto.

Ciertamente, el ejercicio planteado presenta algunas serias limitaciones que no deben perderse de vista a la hora de considerar los resultados obtenidos. Cada uno de los estudios analizados parte de un conjunto de hipótesis tecno - económicas particular, se basan en la utilización de modelos de simulación diferentes algunos de los cuáles pueden ser de optimización, otros de simulación, de equilibrio parcial o general, sectoriales o integrados o, simplemente, econométricos. Incluso los modelos utilizados por cada institución pueden

estar calibrados con variables exógenas diferentes o estar alimentados por información energética proveniente de fuentes distintas. No deben perderse de vista estas consideraciones que, como se asevera, plantea serios límites a la comparabilidad que se pretende aquí realizar.

No obstante, consideramos que, el hecho de poder visualizar los resultados generales y comunes de varios estudios que proyectan hacia el futuro un conjunto de variables similares, resulta de gran utilidad para estimar, aunque sea cualitativamente, los términos que cada estudio plantea en la presentación de sus resultados, poniéndolos a disposición de la comunidad energética en un encuadre cuantitativo común, de fácil comparabilidad y acceso. Esto facilita la posibilidad de generar una visión de conjunto, general y robusta acerca de las tendencias proyectadas de la evolución futura de la matriz energética de América Latina y el Caribe.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIE (2017), World Energy Outlook – 2017, Agencia Internacional de Energía, OCDE/AIE, Paris, <https://www.iea.org/weo2017/>.

BID (2016), Luces Encendidas – Necesidades de Energía para América Latina y el Caribe al 2040”, Banco Interamericano de Desarrollo, Ed.: Lenin, H., Balza, Ramón Espinasa y Tomas Serebrisky, <https://publications.iadb.org/handle/11319/7361>.

BID (2016b), Latin America and the Caribbean 2030: Future Scenarios, BID y el Consejo Atlántico; Ed.: Jason. Marczak, Peter Engelke, David Bohl y Andrea S. Jiménez, <https://publications.iadb.org/handle/11319/7978>.

BNEF (2017), New Energy Outlook 2017 Report, Bloomberg New Energy Finance (BNEF) [https://data.bloomberglp.com/bnef/sites/14/2017/06/NEO-2017\\_CSIS\\_2017-06-20.pdf](https://data.bloomberglp.com/bnef/sites/14/2017/06/NEO-2017_CSIS_2017-06-20.pdf).

ERIRAS (2016), Global and Russian Energy Outlook 2016, The Energy Research Institute of the Russian Academy of Sciences (ERIRAS), The Analytical Center for the Government of the Russian Federation (ACRF), Moscú, [https://www.eriras.ru/files/forecast\\_2016.pdf](https://www.eriras.ru/files/forecast_2016.pdf)

Exxon Mobil (2018), 2018 Outlook for Energy: A View to 2040, Exxon Mobil Corporation, Texas, <https://cdn.exxonmobil.com/~media/global/files/outlook-for-energy/2018/2018-outlook-for-energy.pdf>.

GREENPEACE (2015), energy [r]evolution: a sustainable world energy outlook 2015, Greenpeace, Hamburg. <https://www.greenpeace.org/archive-international/en/publications/Campaign-reports/Climate-Reports/Energy-Revolution-2015/>

IEEJ (2017), The 42th Forum on Research Work, IEEJ Outlook 2018 – Prospects and challenges until 2050, The Institute of Energy Economics, Japan, Tokyo, <https://eneken.ieej.or.jp/data/7748.pdf>.

IRENA (2016), Renewable energy market analysis - Latin America”, IRENA, 2016, 36p. <http://www.irena.org/publications/2016/Nov/Renewable-Energy-Market-Analysis-Latin-America>.

OLADE (2018), Panorama Energético de América Latina y el Caribe 2018 (por publicarse).

WEC (2016), World Energy Scenarios 2016 – The grand transition, World Energy Council (WEC), London, [https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2016/10/World-Energy-Scenarios-2016\\_Full-report.pdf](https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2016/10/World-Energy-Scenarios-2016_Full-report.pdf).

WEC (2017) World Energy Scenarios 2017 – Latin America & The Caribbean Energy Scenarios, World Energy Council (WEC), London, [https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2017/03/LAC-Scenarios\\_summary-report\\_English\\_WEB\\_2017.05.25.pdf](https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2017/03/LAC-Scenarios_summary-report_English_WEB_2017.05.25.pdf).

## ACRÓNIMOS

<b>ACRF</b>	El Centro Analítico para el Gobierno de la Federación de Rusia
<b>AIE</b>	Agencia Internacional de Energía
<b>ALC</b>	América Latina y el Caribe
<b>BID</b>	Banco Interamericano de Desarrollo
<b>ERIRAS</b>	Instituto de Investigación Energético de la Academia de Ciencias de Rusia (The Energy Research Institute of the Russian Academy of Sciences)
<b>IEEJ</b>	El Instituto de economía de la energía, Japón (The Institute of Energy Economics, Japan)
<b>Mtep</b>	Millones de toneladas de petróleo equivalente
<b>TWh</b>	Teravatio hora
<b>WEC</b>	Consejo mundial de la energía (World Energy Council)