

Revisión de la reglamentación en América Latina para la integración de generación solar
fotovoltaica al sistema interconectado nacional

Francis Nathalia Rincón Suárez

Monografía presentada como requisito para optar al título de Especialista en Sistemas de
Distribución de Energía Eléctrica

Director
Gabriel Ordóñez Plata
Doctor Ingeniero Industrial

Universidad Industrial de Santander
Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas
Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones
Especialización en Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica

Bucaramanga

2020

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	10
1. Objetivos	12
1.1 Objetivo General	12
1.2 Objetivos Específicos.....	12
2. Generalidades.....	12
2.1 Brasil	14
2.2 Chile.....	16
2.3 Colombia.....	19
2.4 Honduras	22
2.5 México	25
2.6 Uruguay.....	28
3. Reglamentación para la integración de generación solar fotovoltaica en América Latina	31
3.1 Caso Brasil	31
3.1.1 Estructura del sector eléctrico brasileño	32
3.1.2 Planes y políticas energéticas del Brasil	33
3.1.3 Marco regulatorio y normativo del Brasil.....	35
3.1.4 Programas de financiación e incentivos del Brasil	37
3.1.5 Subastas de energía eléctrica del Brasil	39
3.2 Caso Chile	41
3.2.1 Estructura del sector eléctrico chileno	41

3.2.2 Planes y políticas energéticas de Chile	42
3.2.3 Marco regulatorio y normativo del sistema eléctrico chileno.....	44
3.2.4 Programas de financiación e incentivos de Chile	46
3.2.5 Subastas de energía de Chile.....	47
3.3 Caso Honduras	49
3.3.1 Estructura del sector eléctrico hondureño.....	50
3.3.2 Planes y políticas energéticas de Honduras	50
3.3.3 Marco regulatorio y normativo de Honduras.....	51
3.3.4 Programas de financiación e incentivos de Honduras	52
3.3.5 Subastas de energía eléctrica en Honduras	53
3.4 Caso México	54
4.3.1 Estructura del sector eléctrico mexicano	55
3.4.2 Planes y políticas energéticas de México.....	55
3.4.3 Marco regulatorio y normativo de México	58
3.4.4 Programas de financiación e incentivos de México.....	61
3.4.5 Subastas de energía eléctrica en México	63
3.5 Caso Uruguay.....	65
3.5.1 Estructura del sector eléctrico uruguayo.....	66
3.5.2 Planes y políticas energéticas en Uruguay.....	66
3.5.3 Marco regulatorio y normativo de Uruguay	68
3.5.4 Programas de financiación e incentivos en Uruguay.....	71
3.5.5 Subastas de energía eléctrica en Uruguay.....	72

4. Proyectos de generación solar fotovoltaica integrados al sistema eléctrico en América Latina	74
4.1 Caso Brasil	74
4.2 Caso Chile	75
4.3 Caso Honduras	76
4.4 Caso México	76
4.5 Caso Uruguay	77
5. Generación de energía solar fotovoltaica en Colombia y reglamentación actual	78
5.1 Estructura Organizacional del sector eléctrico colombiano	79
5.2 Agentes del mercado eléctrico colombiano	79
5.3 Planes y políticas energéticas colombianas	80
5.4 Marco regulatorio y normativo	82
5.5 Programas de financiación e incentivos	87
5.6 Subastas de energía eléctrica	89
5.7 Proyectos de generación solar fotovoltaica integrados al Sistema Interconectado Nacional-SIN	90
5.8 Solicitudes de conexión de nueva generación de energía eléctrica con fuentes solares fotovoltaicas	90
6. Alternativas Para el desarrollo de la integración de la generación de energía eléctrica con fuentes solares fotovoltaicas al sistema eléctrico colombiano	92
7. Conclusiones	95
Referencias Bibliográficas	97

Lista de Tablas

Tabla 1 Matriz energética de Brasil a 2018	15
Tabla 2 Matriz energética de Chile a 2018	18
Tabla 3 Matriz energética de Colombia a 2018	20
Tabla 4 Matriz energética de Honduras a 2018	23
Tabla 5 Matriz energética de México a 2018	26
Tabla 6 Matriz energética de Uruguay a 2018	29
Tabla 7 Centrales de generación solar fotovoltaica de Brasil	75
Tabla 8 Centrales de generación solar fotovoltaica en Chile	75
Tabla 9 Centrales de generación solar fotovoltaica de Honduras	76
Tabla 10 Centrales de generación solar fotovoltaica de México	77
Tabla 11 Centrales de Generación Solar Fotovoltaica Uruguay	77
Tabla 12 Potencia a instalar de los proyectos de generación de energía eléctrica con fuentes solares fotovoltaicas en Colombia	91

Lista de Figuras

Figura 1 Balance energético de Brasil 2018	14
Figura 2 Índice de renovabilidad de Brasil 2018	15
Figura 3 Capacidad Instalada en Brasil 2018	16
Figura 4 Balance energético de Chile 2018	17
Figura 5 Índice de renovabilidad en Chile 2018	18
Figura 6 Capacidad instalada en Chile 2018	19
Figura 7 Balance energético de Colombia 2018	20
Figura 8 Índice de renovabilidad de Colombia 2018	21
Figura 9 Capacidad instalada en Colombia 2018	22
Figura 10 Balance energético de Honduras 2018	23
Figura 11 Índice de renovabilidad en Honduras 2018	24
Figura 12 Capacidad instalada en Honduras 2018	25
Figura 13 Balance energético en México 2018	26
Figura 14 Índice de renovabilidad en México 2018	27
Figura 15 Capacidad instalada en México 2018	28
Figura 16 Balance energético de Uruguay 2018	29
Figura 17 Índice de renovabilidad de Uruguay 2018	30
Figura 18 Capacidad instalada en Uruguay 2018	31
Figura 19 Índice de emisiones de CO ₂ de generación de energía eléctrica en Brasil 2018	32
Figura 20 Esquema resumido de subastas en Brasil	40
Figura 21 Subastas de energía con fuentes renovables en Brasil	40

Figura 22 Índice de emisiones de CO2 de generación de energía eléctrica en Chile 2018	41
Figura 23 Esquema resumido de subastas en Chile	48
Figura 24 Subastas de fuentes de energía Renovable en Chile	48
Figura 25 Índice Emisiones CO2 de generación de energía eléctrica en Honduras 2018	49
Figura 26 Índice Emisiones CO2 de generación de energía eléctrica en México 2018	54
Figura 27 Esquema resumido de subastas en México	64
Figura 28 Subastas de energía renovable en México	64
Figura 29 Índice Emisiones CO2 de generación de energía eléctrica en Uruguay 2018	65
Figura 30 Esquema resumido de subastas en Uruguay	73
Figura 31 Subastas de energía con fuentes renovables en Uruguay	73
Figura 32 Índice Emisiones CO2 de generación de energía eléctrica en Colombia 2018	78
Figura 33 Agentes del mercado eléctrico colombiano a abril 2020	80
Figura 34 Esquema Resumido de subastas de energía eléctrica con recursos renovables no convencionales en Colombia	89
Figura 35 Subastas de fuentes de generación de energía eléctrica con fuentes renovables en Colombia	90

Resumen

Título: Revisión de la reglamentación en América Latina para la integración de generación solar fotovoltaica al sistema interconectado nacional*

Autor: Francis Nathalia Rincón Suárez**

Palabras Clave: generación distribuida, energía solar fotovoltaica, eficiencia energética, autogeneración, fuentes renovables no convencionales.

Descripción: A medida que crece la demanda de energía para el desarrollo de las actividades en los diferentes sectores productivos de un país, se hace necesario establecer estrategias nuevas que permitan diversificar su matriz energética, promoviendo la utilización de nuevas tecnologías que garanticen la calidad, continuidad y confiabilidad del suministro del servicio a un costo competitivo y con el menor impacto ambiental posible.

Por su ubicación geográfica y disponibilidad de recursos naturales, América Latina es una región que ha contribuido significativamente en la penetración de las fuentes renovables no convencionales para la generación de energía eléctrica; destacándose entre otros, los modelos implementados por Brasil, Chile y México para la expansión de la generación de energía eólica y solar fotovoltaica, convirtiéndose en referentes del sector y de la región.

Durante los últimos años Colombia ha concentrado esfuerzos en la promoción de la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables no convencionales, principalmente solar fotovoltaica, por lo que en esta monografía, se realiza la revisión de la reglamentación de los países latinoamericanos cuya matriz energética cuenta con una contribución significativa de la generación solar fotovoltaica, con el fin de identificar alternativas que contribuyan al desarrollo de la integración de generación solar fotovoltaica al sistema eléctrico colombiano.

* Monografía

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. Director: Gabriel Ordóñez Plata. Doctor Ingeniero Industrial.

Abstract

Title: Review of the regulation in Latin America for the integration of photovoltaic solar generation to the national interconnected system *

Author: Francis Nathalia Rincón Suárez**

Key Words: distributed generation, photovoltaic solar energy, energy efficiency, self-generation, non-conventional renewable sources.

Description: As the energy demand grows for the development of activities in the different productive sectors of a country, it is necessary to establish new strategies that let diversifying its energy matrix, promoting the use of new technologies that guarantee quality, continuity and reliability of supplying the service at a competitive cost and with the least possible environmental impact.

Due to its geographical location and availability of natural resources, Latin America is a region that has contributed significantly to the penetration of non-conventional renewable sources for the electrical energy generation; Standing out among others, the models implemented by Brazil, Chile and Mexico for the expansion of the wind and solar photovoltaic energy generation, becoming on benchmarks in the sector and the region.

In recent years, Colombia has concentrated efforts on promoting the electrical energy generation from non-conventional renewable sources, mainly photovoltaic solar, so this monograph reviews the regulation of Latin American countries whose energy matrix has a significant contribution from solar photovoltaic generation, in order to identify alternatives that contribute to the development of the integration of photovoltaic solar generation to the Colombian electricity system.

* Monograph

** Department of Physical – Mechanical Engineerings. School of Electrical, Electronic and of Telecommunications Engineerings. Director: Gabriel Ordóñez Plata. Industrial Engineer Doctor.

Introducción

La revolución industrial transformó social, económica y tecnológicamente las regiones a través del desarrollo de las comunicaciones, el transporte, el comercio y la producción masiva, mediante el uso de nuevas fuentes de energía derivadas de la explotación de carbón, gas y petróleo.

Con el paso del tiempo, el crecimiento económico de las regiones trajo consigo un aumento de la demanda de energía, para el desarrollo de las actividades industriales, comerciales y residenciales, extendiendo el uso de los combustibles fósiles a la generación de energía eléctrica, produciendo emisiones de dióxido de carbono que aumentan los gases de efecto invernadero en la atmosfera y elevan la temperatura del planeta; situación que ha impulsado el aprovechamiento de los recursos renovables como nuevas fuentes de generación de energía.

Colombia ha concentrado esfuerzos en la generación hidráulica aprovechando la disponibilidad del recurso hídrico por su ubicación geográfica, sin embargo, la crisis energética de 1992 causada por las fuertes sequias del fenómeno del niño, obligó al gobierno nacional a incorporar en el sistema eléctrico la generación térmica, incentivando la ejecución de nuevos proyectos a través de contratos de compra de energía a muy largo plazo, aumentando la capacidad térmica instalada del 22% en 1991 al 33% en 2009 (UPME, 2010).

Por consiguiente, el sistema eléctrico colombiano ha evidenciado una dependencia de la generación hidráulica (70%) y térmica (30%) y la matriz energética del país ha experimentado pequeños cambios dando paso en el año 2017, a la generación a través de radiación solar con una

participación del 0,06%, reduciendo la porción de los combustibles fósiles, alcanzando en 2018 una contribución del 0,49% (OLADE, 2018; OLADE, 2019).

Adicionalmente, los proyectos registrados ante la Unidad de Planeación Minero Energética – UPME durante el periodo 2016 – 2018, permiten evidenciar la tendencia por la implementación de nuevas tecnologías de generación como eólica y solar con el 16% y 27% de contribución, respetivamente (UPME, 2018).

Esta iniciativa, ha surgido como resultado de los esfuerzos realizados por el gobierno nacional que, a través de incentivos tributarios, ha venido promoviendo la integración de nuevas fuentes de energía como se evidencia en la ley 1715 de 2014, generando un punto de partida para la nueva política energética y estableciendo un marco conceptual que servirá de base para la realización de esta monografía.

La monografía se ha organizado como se resume a continuación. En el Capítulo 1 se escriben los objetivos de la monografía. Posteriormente, en el Capítulo 2, se relacionan las generalidades de cada país en términos de la participación de la generación limpia en su matriz energética, presentando los motivos por los cuales los países de estudio son Brasil, Chile, Honduras, México y Uruguay. Luego, en los capítulos 3 y 4, se realiza la revisión de las políticas energéticas, marco regulatorio, instrumentos de financiación e incentivos implementados, además de la identificación de proyectos realizados para la integración de generación solar fotovoltaica en los países latinoamericanos seleccionados. Finalmente, en los capítulos 5 y 6, se analiza el mercado solar fotovoltaico y su reglamentación en Colombia y se identifican las alternativas existentes para desarrollar la integración de generación solar fotovoltaica basadas en los modelos de los países de estudio.

1. Objetivos

A continuación, se enunciarán los objetivos de esta monografía.

1.1 Objetivo General

Analizar tendencias, oportunidades y desafíos de mayor impacto en el mercado de la energía solar fotovoltaica de América Latina que puedan ser revisadas para el desarrollo de la penetración de energía solar fotovoltaica en Colombia.

1.2 Objetivos Específicos

El cumplimiento del objetivo general de la monografía, comprende:

Revisar la reglamentación existente en Brasil, Chile, Honduras, México y Uruguay para la integración de generación solar fotovoltaica al Sistema Interconectado Nacional.

Identificar proyectos de generación solar fotovoltaica integrados al sistema eléctrico, que se hayan llevado a cabo en los países anteriormente mencionados.

Analizar el mercado de energía solar fotovoltaica en Colombia y su reglamentación.

Identificar alternativas para el desarrollo de la integración de generación solar fotovoltaica al sistema eléctrico colombiano.

2. Generalidades

El desarrollo de nuevas tecnologías para la generación de energía eléctrica a través del aprovechamiento de los recursos renovables, ha surgido como consecuencia del impacto

ambiental en el mundo, causado por la explotación desmesurada de los combustibles fósiles y la ambición por el crecimiento económico e industrial de las regiones que aumenta considerablemente, la demanda de energía.

La participación de los recursos renovables permite transformar la matriz energética de un país, haciendo más robusto el sistema e impulsando el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible, principalmente en materia de energía asequible no contaminante y acciones por el clima (ODS 7 y 13) e impactando indirectamente en la producción y consumo responsables y el desarrollo sostenible de las comunidades (ODS 11 y 12), de acuerdo a la agenda 2030 aprobada en septiembre del año 2015, por la asamblea de las Naciones Unidas (ONU, 2018a).

Hace una década, el mercado de energía renovable era casi inexistente en América Latina y sus instalaciones totales tan solo alcanzaban los 30 MW, pero con el paso del tiempo, los diferentes países han diseñado políticas gubernamentales que incentivan una mayor adaptación de las energías renovables, para reducir los gases de efecto invernadero y combatir el calentamiento global, aprovechando que, por su ubicación geográfica y disponibilidad de recursos naturales, cuentan con diferentes opciones de generación de energía (SolarFeeds, 2019).

El alto potencial para producir energía solar en Latinoamérica, puede cumplir con todos los requisitos energéticos de América del Sur y ha convertido la región en uno de los principales contribuyentes al mercado de energía solar mundial, experimentando un crecimiento sustancial del mercado solar en Brasil, México, Chile, Perú, Honduras, Uruguay y Argentina (SolarFeeds, 2019).

Dado que la monografía se enfoca en la generación solar fotovoltaica, se seleccionan los cinco países latinoamericanos, cuya participación del recurso solar en su matriz energética, es

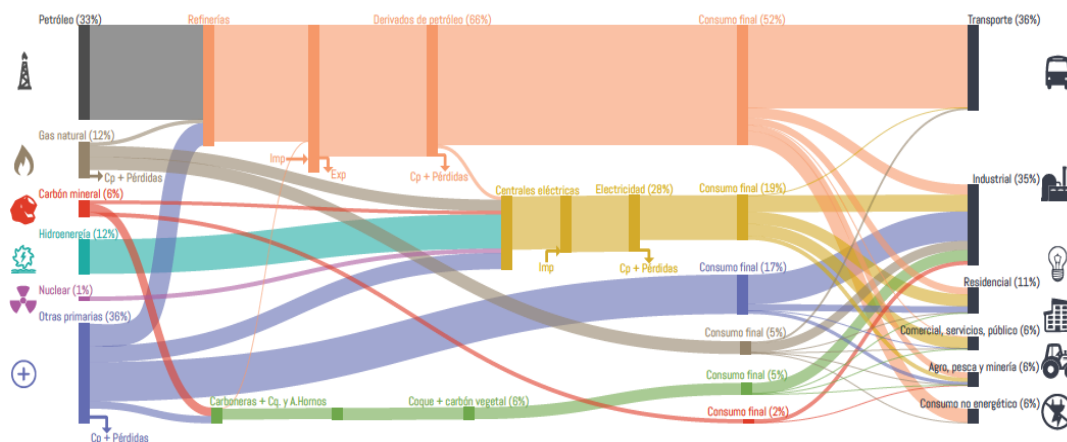
significativa y que pueden aportar al desarrollo de la integración de generación solar fotovoltaica al sistema eléctrico colombiano.

2.1 Brasil

Para el año 2018 y con una población de 209,47 millones de habitantes, Brasil presenta un consumo eléctrico per cápita de 2,40 kWh, una tasa de electrificación del 99,73% y una participación considerable de los combustibles fósiles en su oferta bruta de energías primaria y secundaria, alcanzando el 33% para el petróleo, el 12% para el gas natural y el 6% para el carbón mineral, cuyas reservas probadas son 13 434 Mbbl, 369 Gm3 y 6 596 Mt, respectivamente (OLADE, 2019). La Figura 1 presenta el balance energético de oferta y demanda, evidenciando que los sectores de mayor consumo son transporte (36%), industrial (35%) y residencial (11%).

Figura 1

Balance energético de Brasil 2018



Nota. Tomado de Organización Latinoamericana de Energía. (2019). Panorama Energético de América Latina y el Caribe 2019 (ISBN 978-9978-70-134-8). <http://www.olade.org/publicaciones/>

Brasil cuenta con una capacidad total instalada de 163,44 GW, con un incremento del 3,72% sobre la capacidad total instalada en 2017, evidenciando una participación significativa de

la generación a través de recursos renovables, alcanzando el 83,04% con 135,72 GW, de los cuales, 2,30 GW (1,40%) corresponden al recurso solar y 14,4 GW (8,81%) corresponden al recurso viento (OLADE, 2018; OLADE, 2019), como se relaciona en la Tabla 1. Cabe resaltar, que Brasil ha mantenido su índice de renovabilidad por encima del 40% durante casi dos décadas, como se presenta en la Figura 2.

Tabla 1

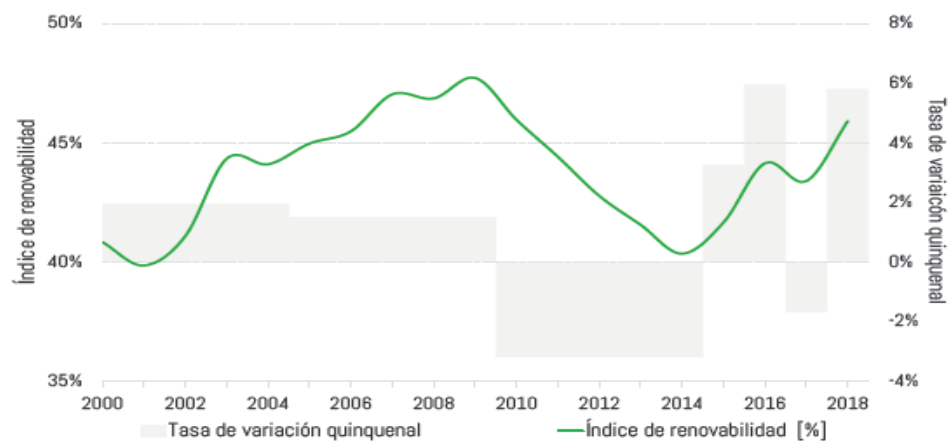
Matriz energética de Brasil a 2018

CAPACIDAD INSTALADA DE GENERACIÓN [GW] - BRASIL 2018	
Eólica	14,40
Hidroeléctrica	104,20
Nuclear	1,99
Solar	2,30
Térmica no renovable	25,73
Térmica renovable	14,83
TOTAL	163,44

Nota. Información tomada de OLADE (2019)

Figura 2

Índice de renovabilidad de Brasil 2018

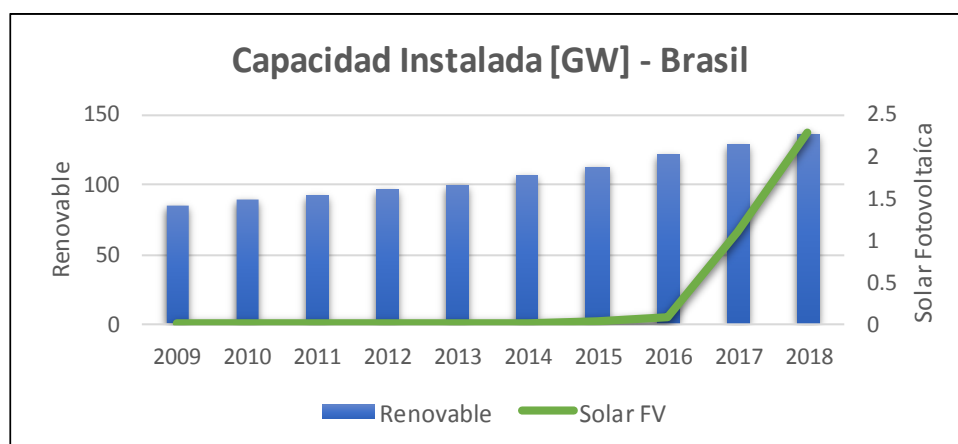


Nota. Tomado de Organización Latinoamericana de Energía. (2019). Panorama Energético de América Latina y el Caribe 2019 (ISBN 978-9978-70-134-8). <http://www.olade.org/publicaciones/>

El sistema eléctrico brasileiro evidencia una mayor participación de la generación hidráulica, sin embargo, su matriz energética ha experimentado pequeños cambios desde el año 2010, dando paso a la generación solar fotovoltaica, con una capacidad instalada de 1 MW, que durante los últimos años ha mantenido una tendencia creciente, alcanzando los 1,10 GW (0,85% de total renovable) y 2,30 GW (1,69% del total renovable), en 2017 y 2018, respectivamente (IRENA, 2019). La Figura 3 muestra el comportamiento de la capacidad instalada de generación solar fotovoltaica respecto a la capacidad instalada de generación renovable total.

Figura 3

Capacidad Instalada en Brasil 2018



Nota. Información tomada de IRENA (2019)

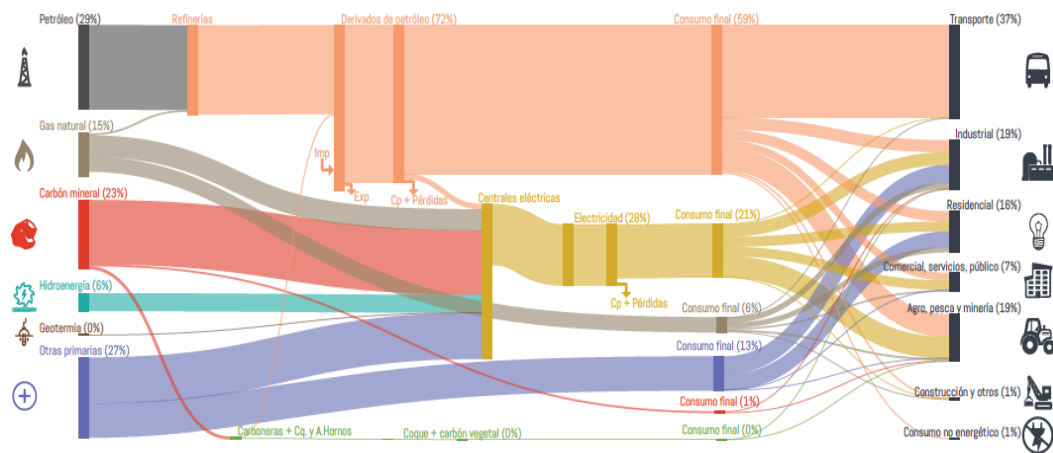
2.2 Chile

Para el año 2018 y con una población de 17,72 millones de habitantes, Chile presenta un consumo eléctrico per cápita de 3,99 kWh, una tasa de electrificación del 99,63% y una participación considerable de los combustibles fósiles en su oferta bruta de energías primaria y secundaria, alcanzando el 29% para el petróleo, el 15% para el gas natural y el 23% para el carbón mineral, cuyas reservas probadas son 6 Mbbl y 7 Gm³, respectivamente (OLADE, 2019).

La Figura 4 presenta el balance energético de oferta y demanda, evidenciando que los sectores de mayor consumo son transporte (37%), industrial (19%), agro, pesca y minería (19%) y residencial (16%).

Figura 4

Balance energético de Chile 2018



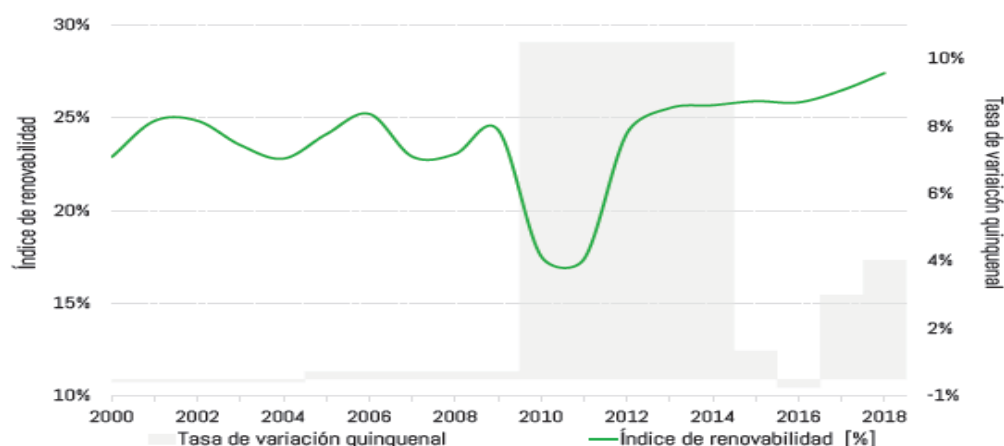
Nota. Tomado de Organización Latinoamericana de Energía. (2019). Panorama Energético de América Latina y el Caribe 2019 (ISBN 978-9978-70-134-8). <http://www.olade.org/publicaciones/>

Chile cuenta con una capacidad total instalada de 24,31 GW, con un incremento del 0,83% sobre la capacidad total instalada en 2017, evidenciando la participación de la generación a través de recursos renovables, alcanzando el 45,43% con 11,05 GW, de los cuales; 2,32 GW (9,53%) corresponden al recurso solar y 1,54 GW (6,34%) corresponden al recurso viento (OLADE, 2018; OLADE, 2019), como se relaciona en la Tabla 2. Cabe resaltar, que Chile ha mantenido su índice de renovabilidad por encima del 25% durante los últimos seis años, como se presenta en la Figura 5.

Tabla 2*Matriz energética de Chile a 2018*

CAPACIDAD INSTALADA DE GENERACIÓN [GW] - CHILE 2018	
Eólica	1,54
Hidroeléctrica	6,65
Solar	2,32
Térmica no renovable	13,27
Térmica renovable	0,54
TOTAL	24,31

Nota. Información tomada de OLADE (2019)

Figura 5*Índice de renovabilidad en Chile 2018*

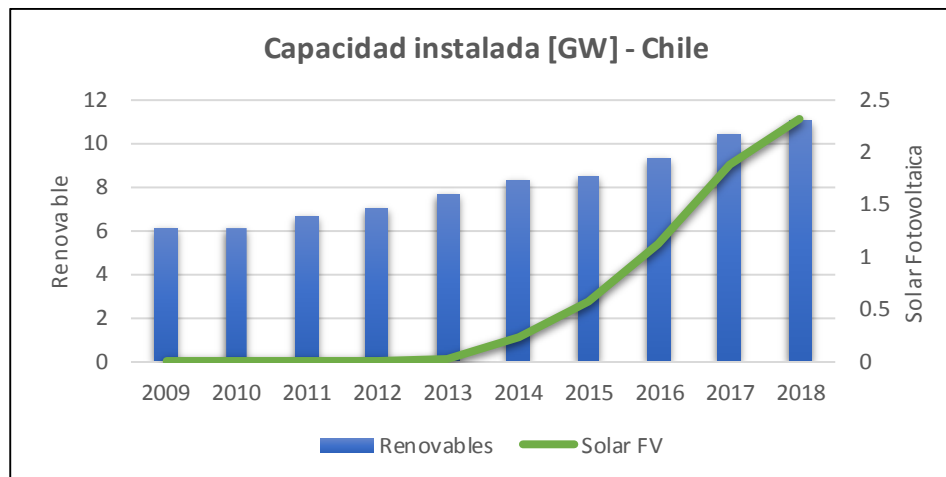
Nota. Tomado de Organización Latinoamericana de Energía. (2019). Panorama Energético de América Latina y el Caribe 2019 (ISBN 978-9978-70-134-8). <http://www.olade.org/publicaciones/>

Aunque el sistema eléctrico chileno evidencia una mayor participación de la generación térmica no renovable, su matriz energética ha experimentado pequeños cambios desde el año 2012, dando paso a la generación solar fotovoltaica, con una capacidad instalada de 2 MW, que durante los últimos años ha mantenido una tendencia creciente, alcanzando los 1,88 GW (18,11% del total renovable) y 2,32 GW (20,99% del total renovable), en 2017 y 2018,

respectivamente (IRENA, 2019). La Figura 6 muestra el comportamiento de la generación solar fotovoltaica respecto a la generación renovable total.

Figura 6

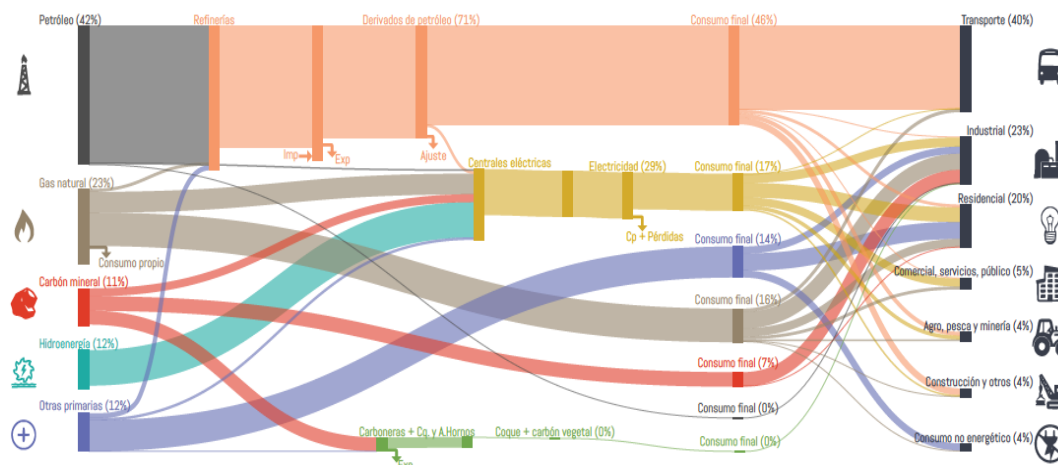
Capacidad instalada en Chile 2018



Nota. Información tomada de IRENA (2019)

2.3 Colombia

Para el año 2018 y con una población de 49,66 millones de habitantes, Colombia presenta un consumo eléctrico per cápita de 1,26 kWh, una tasa de electrificación del 96,89% y una participación considerable de los combustibles fósiles en su oferta bruta de energías primaria y secundaria, alcanzando el 42% para el petróleo, el 23% para el gas natural y el 11% para el carbón mineral, cuyas reservas probadas son 1 958 Mbbl, 107 Gm³ y 5 996 Mt, respectivamente (OLADE, 2019). La Figura 7 presenta el balance energético de oferta y demanda, evidenciando que los sectores de mayor consumo son transporte (40%), industrial (23%) y residencial (20%).

Figura 7*Balance energético de Colombia 2018*

Nota. Tomado de Organización Latinoamericana de Energía. (2019). Panorama Energético de América Latina y el Caribe 2019 (ISBN 978-9978-70-134-8). <http://www.olade.org/publicaciones/>

Colombia cuenta con una capacidad total instalada de 17,39 GW, con un incremento del 3,27% sobre la capacidad total instalada en 2017, evidenciando una participación significativa de la generación a través de recursos renovables, alcanzando el 69,48% con 12,09 GW, de los cuales, 85 MW (0,49%) corresponden al recurso solar y 18 MW (0,11%) corresponden al recurso viento (OLADE, 2018; OLADE, 2019), como se relaciona en la Tabla 3. Cabe resaltar, que Colombia ha mantenido su índice de renovabilidad por encima del 20% durante casi dos décadas, como se presenta en la Figura 8.

Tabla 3*Matriz energética de Colombia a 2018*

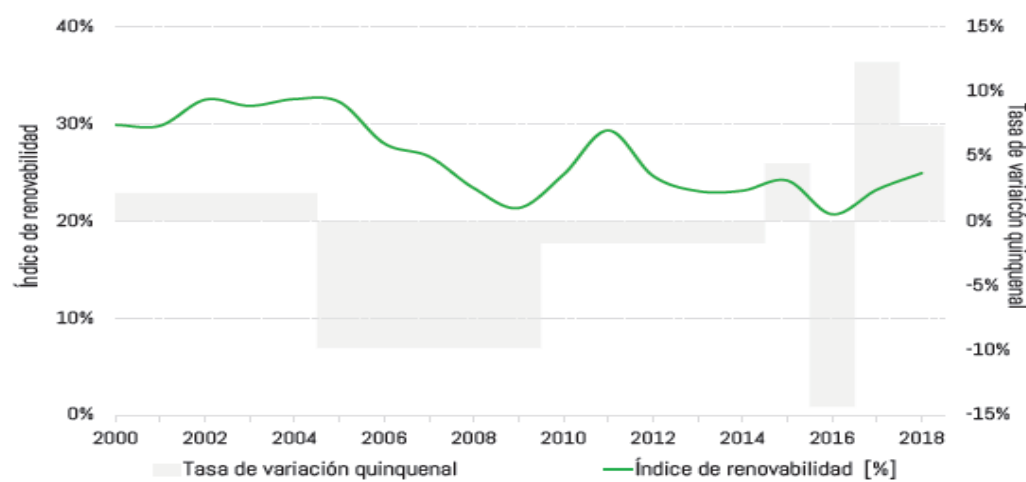
CAPACIDAD INSTALADA DE GENERACIÓN [GW] - COLOMBIA 2018	
Eólica	0,02
Hidroeléctrica	11,84
Solar	0,09

Térmica no renovable	5,31
Térmica renovable	0,15
TOTAL	17,39

Nota. Información tomada de OLADE (2019)

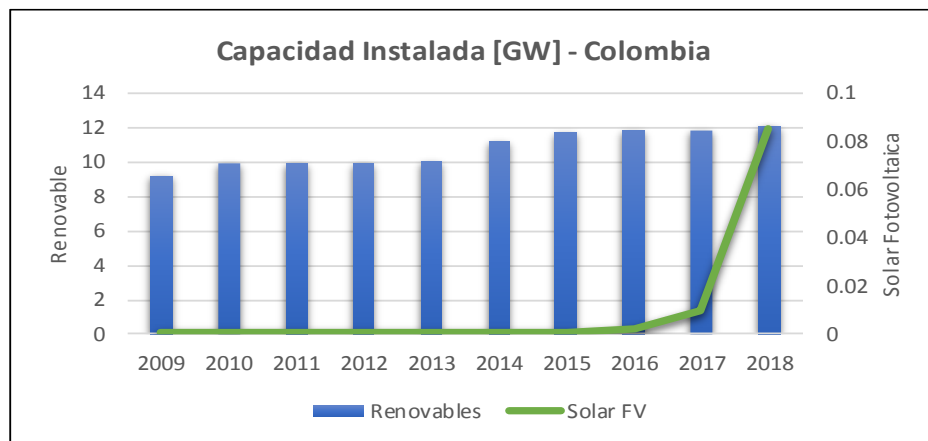
Figura 8

Índice de renovabilidad de Colombia 2018



Nota. Tomado de Organización Latinoamericana de Energía. (2019). Panorama Energético de América Latina y el Caribe 2019 (ISBN 978-9978-70-134-8). <http://www.olade.org/publicaciones/>

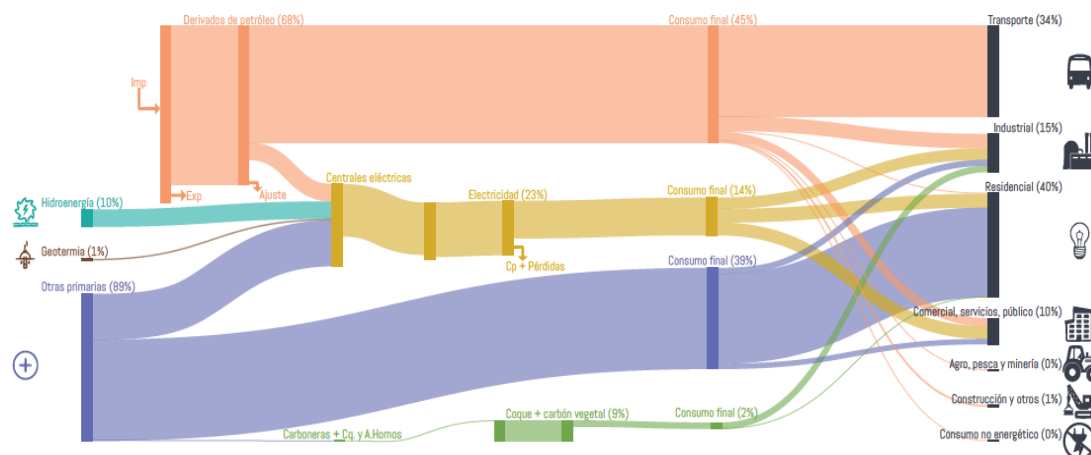
El sistema eléctrico colombiano evidencia una mayor dependencia de la generación hidráulica, sin embargo, su matriz energética ha experimentado pequeños cambios desde el año 2009, dando paso a la generación solar fotovoltaica, con una capacidad instalada de 1 MW. Durante los últimos años, se ha ido incrementando la capacidad instalada, alcanzando los 85 MW (0,70% del total renovable) en 2018 (IRENA, 2019). La Figura 9 muestra el comportamiento de la generación solar fotovoltaica respecto a la generación renovable total.

Figura 9*Capacidad instalada en Colombia 2018*

Nota. Información tomada de IRENA (2019)

2.4 Honduras

Para el año 2018 y con una población de 9,01 millones de habitantes, Honduras presenta un consumo eléctrico per cápita de 757 kWh, una tasa de electrificación del 80,82% y una participación considerable de los derivados del petróleo en su oferta bruta de energías primaria y secundaria, alcanzando el 68% (OLADE, 2019). La Figura 10 presenta el balance energético de oferta y demanda, evidenciando que los sectores de mayor consumo son residencia (40%), transporte (34%) e industrial (15%).

Figura 10*Balance energético de Honduras 2018*

Nota. Tomado de Organización Latinoamericana de Energía. (2019). Panorama Energético de América Latina y el Caribe 2019 (ISBN 978-9978-70-134-8). <http://www.olade.org/publicaciones/>

Honduras cuenta con una capacidad total instalada de 2,64 GW, con un incremento del 8,2% sobre la capacidad total instalada en 2017, evidenciando una participación significativa de la generación a través de recursos renovables, alcanzando el 63,6% con 1,68 GW, de los cuales, 0,51 GW (19,4%) corresponden al recurso solar y 0,23 GW (8,5%) corresponden al recurso viento (OLADE, 2018; OLADE, 2019), como se relaciona en la Tabla 4. Cabe resaltar, que Honduras ha mantenido su índice de renovabilidad por encima del 46% durante los últimos 13 años, como se presenta en la Figura 11.

Tabla 4*Matriz energética de Honduras a 2018*

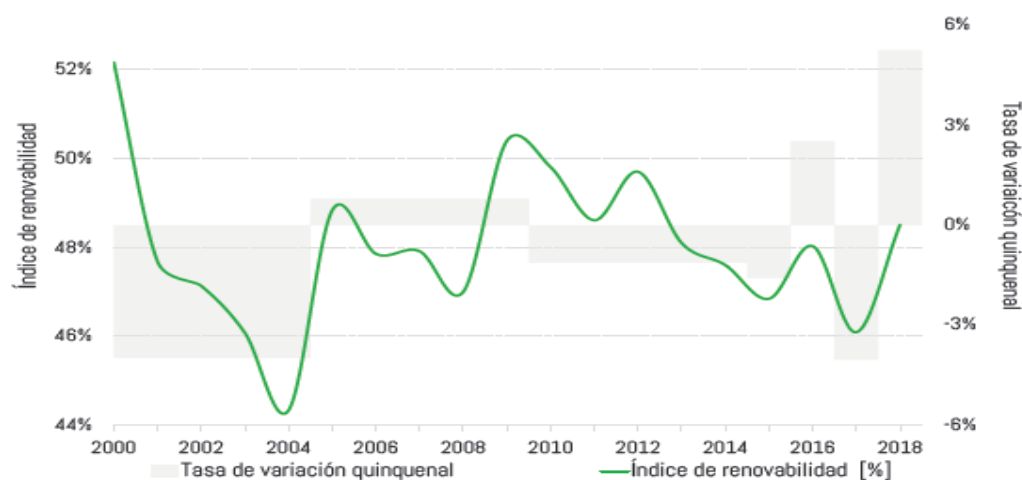
CAPACIDAD INSTALADA DE GENERACIÓN [GW] - HONDURAS 2018	
Eólica	0,23
Geotermia	0,04
Hidroeléctrica	0,70

Solar	0,51
Térmica no renovable	0,96
Térmica renovable	0,21
TOTAL	2,64

Nota. Información tomada de OLADE (2019)

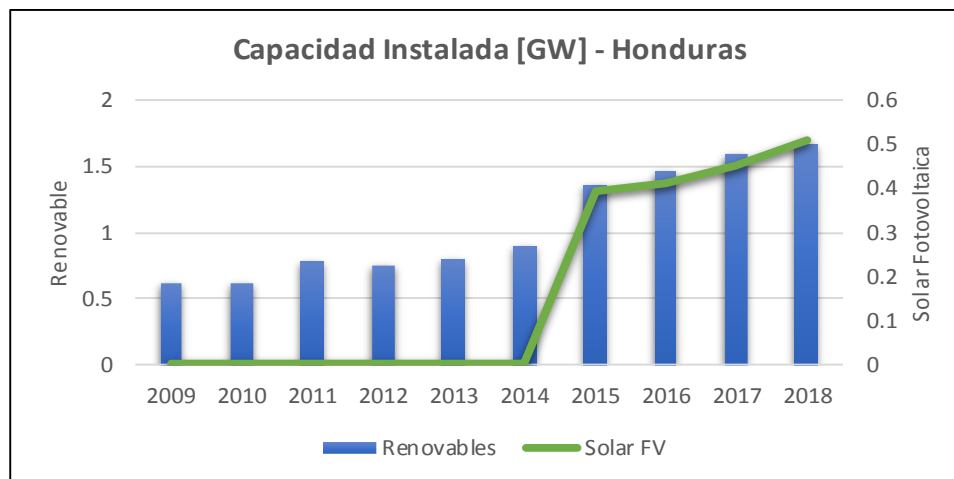
Figura 11

Índice de renovabilidad en Honduras 2018



Nota. Tomado de Organización Latinoamericana de Energía. (2019). Panorama Energético de América Latina y el Caribe 2019 (ISBN 978-9978-70-134-8). <http://www.olade.org/publicaciones/>

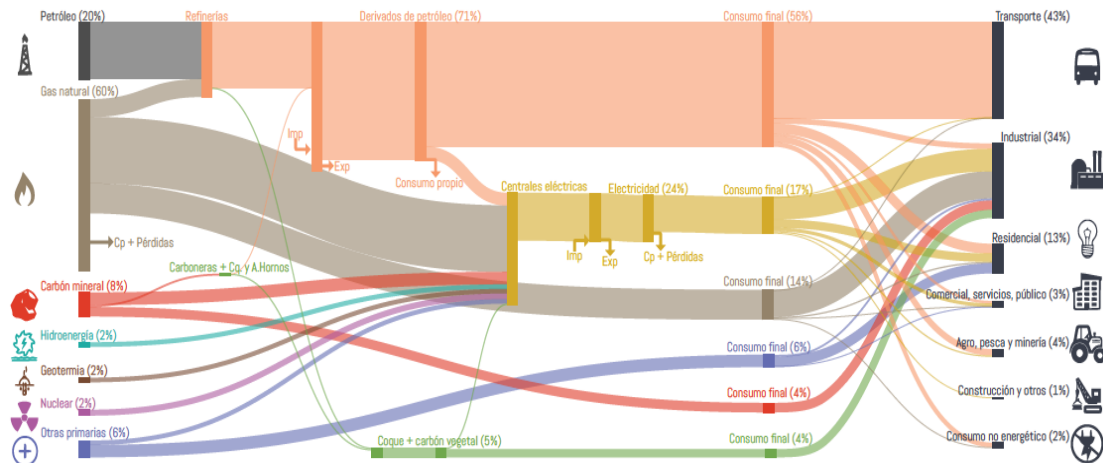
El sistema eléctrico hondureño evidencia una mayor participación de la generación hidráulica, sin embargo, su matriz energética ha experimentado pequeños cambios desde el año 2009, dando paso a la generación solar fotovoltaica, con una capacidad instalada de 4 MW, que durante los últimos años, ha presentado un comportamiento creciente, alcanzando los 451 MW (28,26% de total renovable) y 511 MW (30,49% del total renovable), en 2017 y 2018, respectivamente (IRENA, 2019). La Figura 12 muestra el comportamiento de la generación solar fotovoltaica respecto a la generación renovable total.

Figura 12*Capacidad instalada en Honduras 2018*

Nota. Información tomada de IRENA (2019)

2.5 México

Para el año 2018 y con una población de 126,19 millones de habitantes, México presenta un consumo eléctrico per cápita de 2,09 kWh, una tasa de electrificación del 98,75% y una participación considerable de los combustibles fósiles en su oferta bruta de energías primaria y secundaria, alcanzando 20% para el petróleo, el 60% para el gas natural y el 8% para el carbón mineral, cuyas reservas aprobadas son 6 464 Mbbl, 284 Gm³ y 1 211 Mt, respectivamente (OLADE, 2019). La Figura 13 presenta el balance energético de oferta y demanda, evidenciando que los sectores de mayor consumo son transporte (43%), industrial (34%) y residencial (13%).

Figura 13*Balance energético en México 2018*

Nota. Tomado de Organización Latinoamericana de Energía. (2019). Panorama Energético de América Latina y el Caribe 2019 (ISBN 978-9978-70-134-8). <http://www.olade.org/publicaciones/>

México cuenta con una capacidad total instalada de 70,05 GW, evidenciando la participación de la generación a través de recursos renovables, alcanzando el 30,90% con 21,65 GW, de los cuales, 1,82 GW (2,60%) corresponden al recurso solar y 4,76 GW (6,80%) corresponden al recurso viento (OLADE, 2019), como se relaciona en la Tabla 5. Cabe resaltar, que México ha mantenido su índice de renovabilidad por debajo del 10% durante casi dos décadas, como se presenta en la Figura 14.

Tabla 5*Matriz energética de México a 2018*

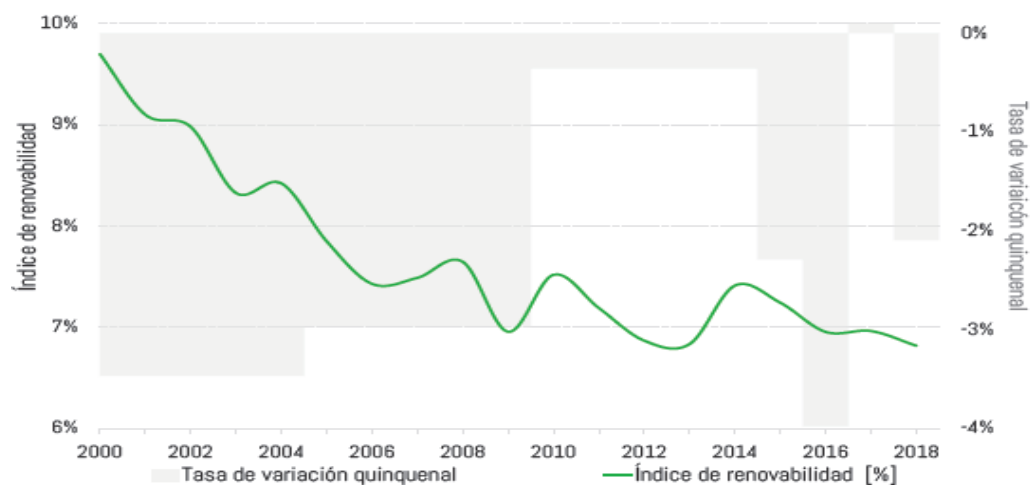
CAPACIDAD INSTALADA DE GENERACIÓN [GW] - MÉXICO 2018	
Eólica	4,76
Geotermia	0,70
Hidroeléctrica	12,61
Nuclear	1,61
Solar	1,82

Térmica no renovable	46,80
Térmica renovable	1,75
TOTAL	70,05

Nota. Información tomada de OLADE (2019)

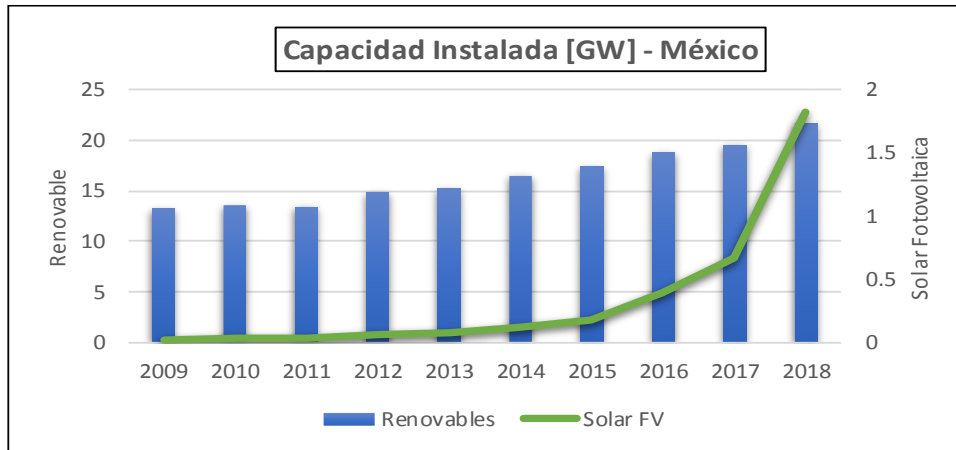
Figura 14

Índice de renovabilidad en México 2018



Nota. Tomado de Organización Latinoamericana de Energía. (2019). Panorama Energético de América Latina y el Caribe 2019 (ISBN 978-9978-70-134-8). <http://www.olade.org/publicaciones/>

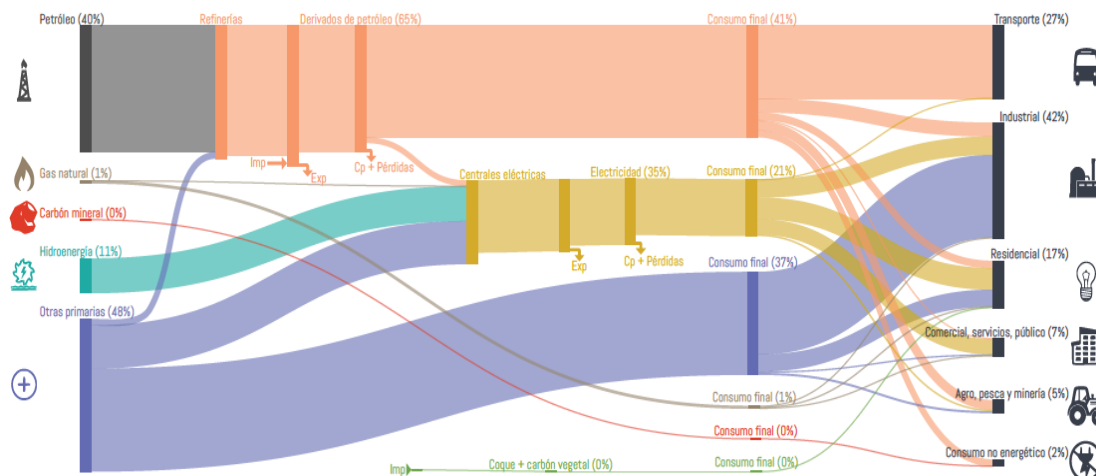
Aunque el sistema eléctrico mexicano evidencia una mayor participación de la generación térmica no renovable, su matriz energética ha experimentado pequeños cambios desde el año 2009, dando paso a la generación solar fotovoltaica, con una capacidad instalada de 25 MW, que durante los últimos años ha mantenido una tendencia creciente, alcanzando los 1,82 GW (8,41% del total renovable) en 2018 (IRENA, 2019). La Figura 15 muestra el comportamiento de la generación solar fotovoltaica respecto a la generación renovable total.

Figura 15*Capacidad instalada en México 2018*

Nota. Información tomada de IRENA (2019)

2.6 Uruguay

Para el año 2018 y con una población de 3,51 millones de habitantes, Uruguay presenta un consumo eléctrico per cápita de 3,26 kWh, una tasa de electrificación del 99,80% y una participación de los combustibles fósiles en su oferta bruta de energías primaria y secundaria, alcanzado el 40% para el petróleo y el 1% para el gas natural (OLADE, 2019). La Figura 16 presenta el balance energético de oferta y demanda, evidenciando que los sectores de mayor consumo son el industrial (42%), transporte (27%) y residencial (17%).

Figura 16*Balance energético de Uruguay 2018*

Nota. Tomado de Organización Latinoamericana de Energía. (2019). Panorama Energético de América Latina y el Caribe 2019 (ISBN 978-9978-70-134-8). <http://www.olade.org/publicaciones/>

Uruguay cuenta con una capacidad total instalada de 4,91 GW, con un incremento del 7,91% sobre la capacidad total instalada en 2017, evidenciando una participación significativa de la generación a través de recursos renovables, alcanzando el 75,8% con 3,72 GW, de los cuales, 0,25 GW (5,1%) corresponden al recurso solar y 1,51 GW (30,8%) corresponden al recurso viento (OLADE, 2018; OLADE, 2019), como se relaciona en la Tabla 6. Cabe resaltar, que Uruguay ha mantenido su índice de renovabilidad por encima del 40% durante los últimos nueve años, como se presenta en la Figura 17.

Tabla 6*Matriz energética de Uruguay a 2018*

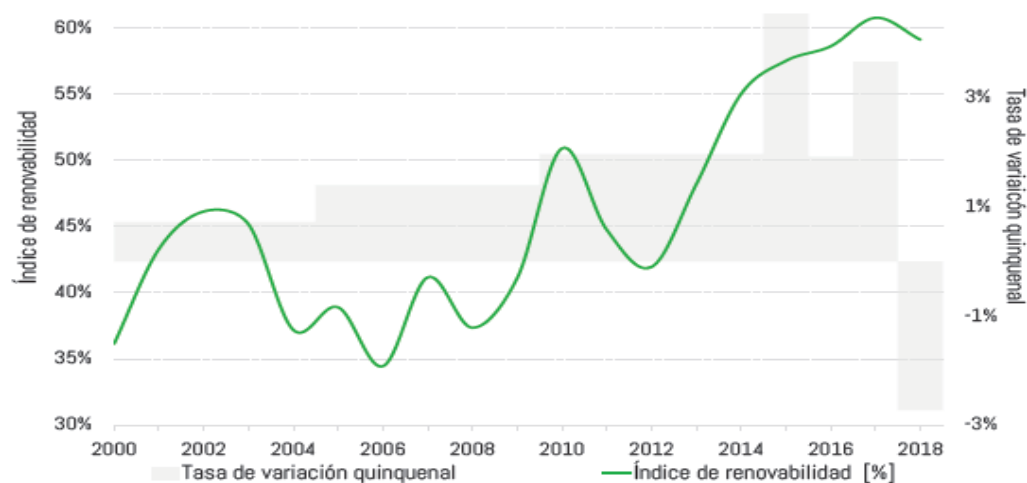
CAPACIDAD INSTALADA DE GENERACIÓN [GW] - URUGUAY 2018	
Eólica	1,51
Hidroeléctrica	1,54
Solar	0,25

Térmica no renovable	1,19
Térmica renovable	0,43
TOTAL	4,91

Nota. Información tomada de OLADE (2019)

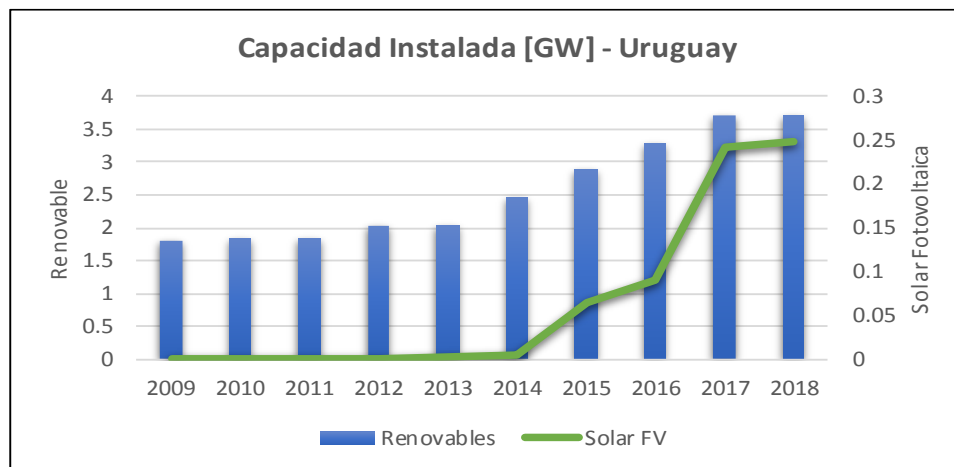
Figura 17

Índice de renovabilidad de Uruguay 2018



Nota. Tomado de Organización Latinoamericana de Energía. (2019). Panorama Energético de América Latina y el Caribe 2019 (ISBN 978-9978-70-134-8). <http://www.olade.org/publicaciones/>

El sistema eléctrico uruguayo evidencia una mayor participación de la generación hidráulica y eólica, sin embargo, su matriz energética ha experimentado pequeños cambios desde el año 2011, dando paso a la generación solar fotovoltaica, con una capacidad instalada de 1 MW, que durante los últimos años ha mantenido una tendencia creciente, alcanzando los 243 MW (6,54% del total renovable) y 248 MW (6,66% del total renovable), en 2017 y 2018, respectivamente (IRENA, 2019). La Figura 18 muestra el comportamiento de la generación solar fotovoltaica respecto a la generación renovable total.

Figura 18*Capacidad instalada en Uruguay 2018*

Nota. Información tomada de IRENA (2019)

3. Reglamentación para la integración de generación solar fotovoltaica en América Latina

Como consecuencia de la penetración de las energías renovables no convencionales, particularmente solar fotovoltaica, los países líderes de América latina han desarrollado e impulsado durante los últimos años diferentes estrategias institucionales, políticas, regulatorias, técnicas y financieras que para el desarrollo de esta monografía son objeto de estudio; por lo que en este capítulo se realiza una descripción detallada para los principales avances en Brasil, Chile, Honduras, México y Uruguay.

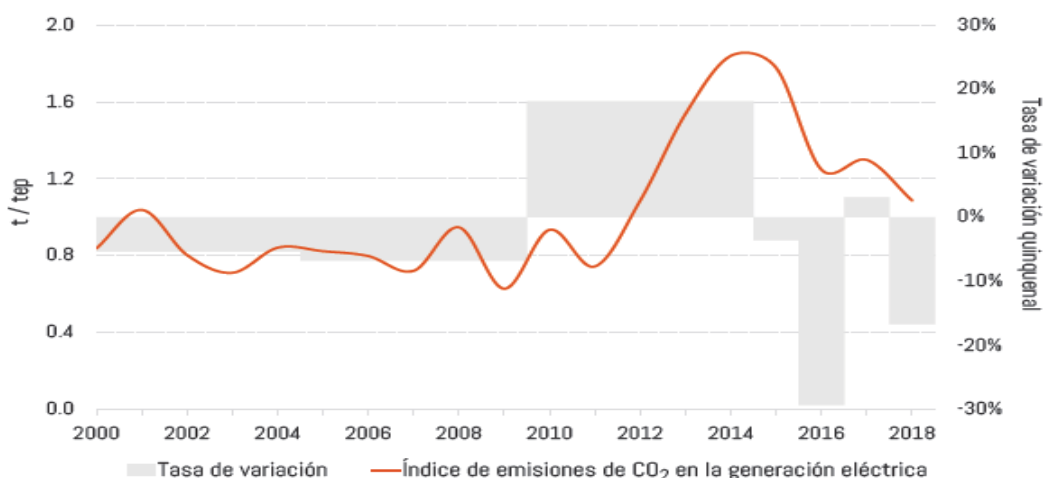
3.1 Caso Brasil

Es uno de los países emergentes de América Latina, liderando la expansión de la capacidad de energía renovable, principalmente, energía solar (SolarFeeds, 2019). En 2018, su

capacidad total instalada de energía renovable representaba el 55% de la capacidad total instalada renovable en América Latina, alcanzando una generación de 495 290 GWh con un incremento del 6,42% sobre la generación renovable en 2017, con una participación del recurso solar del 0,70% equivalente a una generación de 3 461 GWh, tres veces mayor a la generación solar en 2017 (832 GWh), disminuyendo así, el índice de emisiones de CO₂ (OLADE, 2018; OLADE, 2019), como se presenta en la Figura 19, apalancando el cumplimiento de los compromisos adquiridos en el acuerdo de París firmado en abril de 2016, reducción de emisiones del 37% para el 2025 (Comisión Europea, 2019).

Figura 19

Índice de emisiones de CO₂ de generación de energía eléctrica en Brasil 2018



Nota. Tomado de Organización Latinoamericana de Energía. (2019). Panorama Energético de América Latina y el Caribe 2019 (ISBN 978-9978-70-134-8). <http://www.olade.org/publicaciones/>

3.1.1 Estructura del sector eléctrico brasileño

El sector eléctrico brasileño tiene una estructura organizacional encabezada por el Consejo Nacional de Política Energética (CNPE) que, en conjunto con el Congreso Nacional y la Presidencia de la República, define las políticas y directrices públicas que permiten garantizar el

abastecimiento de energía en todos los sectores del país, optimizando los recursos disponibles. La supervisión y control del cumplimiento de dichas políticas es función del Ministerio de Minas y Energía (MME), así como la planeación y el desarrollo de los lineamientos, normas y legislación del sector, que garanticen un equilibrio entre la oferta y la demanda y, que sirven como base para que la Empresa de Investigación de Energía (EPE), realice la planificación de las acciones del largo plazo como lo son generación y transmisión (López et al., 2019).

De otro lado, el Comité de Monitoreo del Sector Eléctrico (CMSE), es un comité de control, es decir, es la entidad encargada de evaluar la continuidad y seguridad del suministro de energía eléctrica, al igual que la Agencia Nacional de Energía Eléctrica (ANEEL), es la entidad encargada de la regulación del funcionamiento de las actividades de generación, transmisión y distribución. Finalmente, El Operador Nacional del Sistema (ONS), es el encargado de coordinar, controlar y optimizar las actividades operativas del Sistema Interconectado Nacional–SIN, siendo parte de la Cámara de Comercialización de Energía Eléctrica (CCEE), la cual se encarga de la contabilización y liquidación de las transacciones del SIN (López et al., 2019).

3.1.2 Planes y políticas energéticas del Brasil

A continuación, se resumen los programas, planes y políticas energéticas que se han venido desarrollando en Brasil:

- ✓ PROCEL, es un programa creado desde 1985 con el fin de promover la conservación de la energía eléctrica y la sostenibilidad, coordinado por el Ministerio de Minas y Energía–MME, que desarrolla proyectos de eficiencia energética dirigidos a las edificaciones, saneamiento medio ambiental, sector industrial, alumbrado público, entre otros (Ministerio de Minas y Energía de Brasil, 2011).

- ✓ CONPET, es un programa creado en 1991 por decreto presidencial, con el fin de promover el uso eficiente de los recursos naturales no renovables como petróleo y gas natural, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y apalancar la eficiencia energética del uso final de la energía, a cargo del Ministerio de Minas y Energía – MME (Ministerio de Minas y Energía de Brasil, 2011).
- ✓ PBE, conocido como el Programa Brasileño de Etiquetado, cuya finalidad es especificar los niveles de eficiencia energética de los diferentes equipos comercializados en el país, sirviendo de guía para los consumidores (Ministerio de Minas y Energía de Brasil, 2011).
- ✓ PEE, conocido como Plan de Eficiencia Energética creado en el año 2000 por el gobierno federal y regulado por ANEEL, que exige a los agentes distribuidores del mercado regulado de energía eléctrica, destinar el 0,5% de sus ingresos netos, a la ejecución de proyectos de eficiencia energética (Ministerio de Minas y Energía de Brasil, 2011).
- ✓ PNEf, es el plan que establece las proyecciones nacionales en términos de eficiencia energética en un periodo de tiempo determinado, el plan vigente comprende el periodo 2010 – 2035 y pretende reducir el consumo eléctrico en un 10% (Ministerio de Minas y Energía de Brasil, 2011).
- ✓ En 2000, se crea la Ley N°9 991 que promueve la inversión en actividades de investigación y desarrollo en eficiencia energética en el país, reglamentada por el Decreto N°3 867/2001, actualizada por la Ley 12 212/2010 y modificada por la Ley N°13 280/2016 (BCN, 2016).
- ✓ En 2001, el marco regulatorio de Brasil promueve una política de eficiencia energética mediante la Ley N°10 295, reglamentada por el Decreto N°4 059, que a su vez crea el

Comité Gestor de Indicadores y Niveles de Eficiencia Energética (CGINEE) (BCN, 2016).

- ✓ En 2016, se crea la Ley N°13 186 en aras de establecer una política para la educación de un consumo sostenible (BCN, 2016).

3.1.3 Marco regulatorio y normativo del Brasil

A continuación, se relacionan las modificaciones más significativas del marco regulatorio del sistema eléctrico brasileiro, que incentivan y promueven la participación de energías renovables en su matriz energética:

- ✓ La Ley N° 10 438, del 26 de abril de 2002, mediante la cual se crea el Programa de Incentivos a las Fuentes Alternativas de Energía (PROINFA), el Fondo de Desarrollo de Energía (CDE) y se promueve la universalización de la energía eléctrica (OLADE, 2011; ONU, 2017).
- ✓ La Ley N° 10 847 del 15 de marzo de 2004, mediante la cual se autoriza la creación de la Empresa de Investigación de Energía (EPE) para apoyar la planificación del sector en términos de energías renovables, eficiencia energética, entre otros (OLADE, 2011a).
- ✓ La Ley N° 10 848 del 15 de marzo de 2004, mediante la cual se autoriza la creación de la Cámara de Comercio de Energía Eléctrica (CCEE) para permitir la comercialización de la energía eléctrica, modificando entre otras leyes, por otra parte, la Ley N° 10 438 de abril de 2002 que sustituyó el mercado Mayorista de Energía (MAE) (OLADE, 2011; ONU, 2017).
- ✓ El Decreto N° 5 163 del 30 de julio de 2004, mediante el cual se regulan las actividades de comercialización de energía eléctrica, negociación, autorización de concesiones y de

generación de electricidad, subastas de energía eléctrica, entre otras (OLADE, 2011; ONU, 2017).

- ✓ La Resolución ANEEL N° 77 del 18 de agosto de 2004, mediante la cual se establece el procedimiento de reducción de tarifas por el uso de redes de transmisión y distribución de energía eléctrica, para proyectos hidroeléctricos, solares, eólicos, entre otros, con capacidad no mayor a 30 MW (OLADE, 2011; ONU, 2017).
- ✓ La Resolución ANEEL N° 109 del 26 de octubre de 2004, mediante la cual se crea la Convención de Comercialización de Electricidad, encargada de definir las condiciones de compra y venta de energía eléctrica y guiar las operaciones de la CCEE (ONU, 2017).
- ✓ La Resolución ANEEL N° 247 del 21 de diciembre de 2006, mediante la cual se establecen las condiciones para la comercialización de la energía eléctrica proveniente de fuentes de generación primarias incentivadas para los consumidores especiales, aquellos con capacidad menor o igual a 500 kW (OLADE, 2011; ONU, 2017).
- ✓ El Decreto 6 048 del 27 de febrero de 2007, mediante el cual se modifica el Decreto 5 163/2004 habilitando que las subastas de energía eléctrica sean exclusivas de fuentes alternativas (Factor, 2017a).
- ✓ La Ley N° 11 488 del 15 de junio de 2007, mediante la cual se crea el esquema de Incentivo Especial para el Desarrollo de Infraestructuras (REIDI), que corresponde a una exención tributaria para el beneficio de las entidades que importen o vendan equipos, maquinaria, materiales o instrumentos para la ejecución de proyectos de infraestructura en los sectores de transporte, energía eléctrica, saneamiento, entre otros (OLADE, 2011; ONU, 2017).

- ✓ La Resolución ANEEL N° 482 del 17 de abril de 2012, mediante la cual se definen las condiciones generales para que la micro generación (capacidad menor o igual a 100 kW) y mini generación (capacidad mayor a 100 kW y menor a 1 MW) eléctrica accedan al sistema interconectado y de compensaciones (ONU, 2017).
- ✓ La Ley N° 12 783 de 11 de enero de 2013, mediante la cual se definen concesiones para la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, reducción de tarifa y de los cargos del sector, incentivando la competitividad de la generación de energía eléctrica a través de fuentes renovables como eólica, térmica, fotovoltaica, entre otras (ONU, 2017).
- ✓ La Resolución ANEEL N° 687 del 2 de diciembre de 2015, mediante la cual se modifican algunas condiciones de la Resolución 482/2012, aumentando la potencia máxima de 1 MW a 5 MW y ampliando la duración de los créditos de electricidad por excedentes de energía eléctrica, de 36 a 60 meses (OLADE, 2011a).

3.1.4 Programas de financiación e incentivos del Brasil

Con relación a los programas de financiación e incentivos establecidos en el Brasil se destacan:

- ✓ El Programa de Incentivos a las Fuentes Alternativas de Energía Eléctrica (PROINFA), creado por la ley N°10 438/2002, cuya finalidad es ampliar la participación de fuentes de energías renovables como biomasa, eólica y pequeñas centrales hidráulicas-PCH, basado en una tarifa regulada (Feed-in-Tariff) (IRENA 2015a; Factor, 2017a).
- ✓ El Fondo de Desarrollo Energético (CDE), creado por la ley N°10 438/2002 y regulado por el Ministerio de Minas y Energía - MME, cuya finalidad es el desarrollo energético del país, proporcionando recursos para la inclusión de generaciones: eólica, solar fotovoltaica, solar térmica, entre otras (IRENA 2015a; Factor, 2017a).

- ✓ Los descuentos desde el 50% por uso de las redes de transmisión y distribución de energía eléctrica, para las centrales de generación hidráulica, eólica, solar fotovoltaica, entre otras, de máximo 30 MW, creado por la Ley N°10 438/2002 (IRENA 2015a; Factor, 2017a).
- ✓ El Programa Luz Para Todos, creado por el Decreto N°4 873/2003 a cargo del Ministerio de Minas y Energía-MME, cuya finalidad es ampliar la cobertura de electrificación rural de todo el país, ya sea a través de: la extensión de la red, la instalación de sistemas de generación de energía eléctrica aislados o las soluciones individuales (IRENA 2015a; Factor, 2017a).
- ✓ Los incentivos fiscales, creados con la Ley N°11 488/2007 que incluye un régimen para el desarrollo de infraestructura de proyectos de energías renovables (IRENA 2015a; Factor, 2017a).
- ✓ La exención de impuestos de importación de equipos de energía eléctrica con fuentes renovables como eólica y solar fotovoltaica, siempre y cuando, no exista un producto nacional equivalente, creado por el decreto 7660/2011; además de exención del impuesto por circulación de mercaderías y servicios (ICMS) según el acuerdo 101/97 (IRENA 2015a; Factor, 2017a).
- ✓ El Balance Neto (Net Metering), creado mediante la resolución 482/2012 con la finalidad de promover la generación de energía eléctrica con fuentes renovables en el país, beneficiando a productores con una capacidad instalada menor o igual a 1 MW, que entreguen excedentes a la red (IRENA 2015a; Factor, 2017a).
- ✓ El Plan Innova, creado en el año 2013 por el gobierno federal con el objetivo de subsidiar proyectos de investigación y desarrollo enfocados en redes inteligentes, generación de

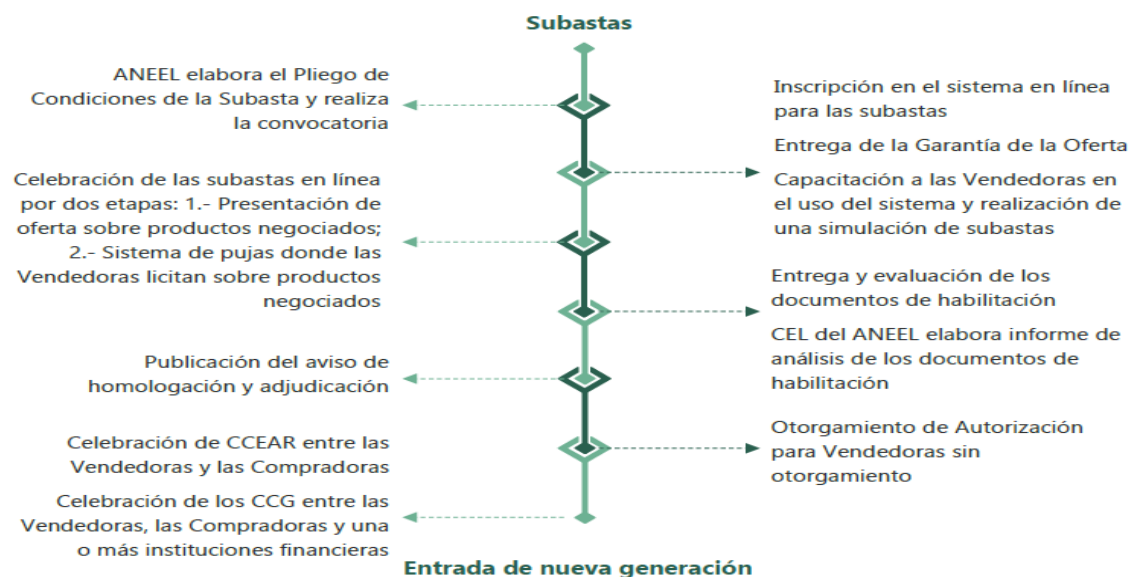
energía eléctrica a través de fuentes alternativas, vehículos híbridos, entre otros (IRENA 2015a; Factor, 2017a).

- ✓ La financiación preferencial del Banco Nacional de Desarrollo de Brasil (BNDES), a tasas de interés muy bajas para la implementación de proyectos de energía eléctrica con fuentes de generación renovables (IRENA 2015a; Factor, 2017a).

3.1.5 Subastas de energía eléctrica del Brasil

De acuerdo al Plan Decenal de Expansión Eléctrica 2029, Brasil tiene el objetivo de alcanzar una capacidad total instalada de 251 GW, aumentando la participación de los recursos de generación de energía eléctrica con fuentes renovables, principalmente, viento y sol, con una participación esperada del 16% y 8%, respectivamente (Ministerio de Minas y Energía de Brasil, 2020).

La Figura 20 presenta un resumen del esquema de subastas que viene realizando Brasil desde el año 2005, en concordancia con la legislación vigente (Ley 11 848/2004 y los Decretos 5 163/2004 y 6 048/2007) y en aras de cumplir con la política que promueve la diversificación de su matriz energética, como se presenta en la Figura 21, evidenciando la participación de las fuentes de energía eléctrica renovables (eólica, fotovoltaica, hidroeléctrica, pequeña central hidráulica y biomasa), con una adjudicación significativa en los años 2014 (13 233 MW), 2015 (14 075 MW) y 2016 (11 525 MW), además de la participación eólica y solar fotovoltaica desde el año 2009 y 2014, respectivamente, revelando una reducción del costo promedio (USD/MW) y una adjudicación significativa de 7 748 MW eólicos (2014) y 4 768 MW fotovoltaicos (2015) (OLADE, 2020).

Figura 20*Esquema resumido de subastas en Brasil*

Nota. Tomado de Organización Latinoamericana de Energía. (2020). Procesos Competitivos para el Financiamiento de Proyectos de Energías Renovables: Situación en América Latina y el Caribe.

Figura 21*Subastas de energía con fuentes renovables en Brasil*

Tipo	Unidad	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
	MW					751,0	899,0	1.284,5	151,6	2.088,5	7.748,6	5.301,0		7.274,0	5.221,0
	USD/MW					40,3	35,3	27,6	23,9	31,8	37,7	52,2		26,9	23,4
	MW										2.021,0	4.768,0		1.702,0	2.285,0
	USD/MW										58,5	81,5		39,6	32,1
	MW	406,0	339,0	1.552,0	1.503,0	3.199,0	1.256,0	290,8	150,6	647,7	129,6	1.082,0	1.205,0	8,0	345,0
	USD/MW	31,1	48,7	21,4	20,0	21,2	19,8	26,9	25,4	25,4	32,9	44,8	54,1	48,7	45,2
	MW		1,0	17,0		1,0	108,8			194,0	237,0	1.260,0	9.505,0	763,0	639,0
	USD/MW		34,0	36,7		39,2	39,8			36,2	44,0	55,9	61,0	59,0	53,0
	MW	33,0	119,0	140,0	509,0	10,0	153,8	87,2		459,0	3.097,0	1.664,0	815,0	1.112,0	269,0
	USD/MW	34,5	36,9	37,8	16,0	39,3	38,5	27,9		36,8	56,0	65,2	64,2	59,3	51,8
Total	MW	439,0	459,0	1.709,0	2.012,0	3.961,0	2.417,6	1.662,5	302,2	3.389,2	13.233,2	14.075,0	11.525,0	10.859,0	8.759,0
	USD/MW	31,3	45,6	22,9	19,0	24,9	27,7	27,5	24,7	31,5	45,2	63,4	60,5	34,5	29,6

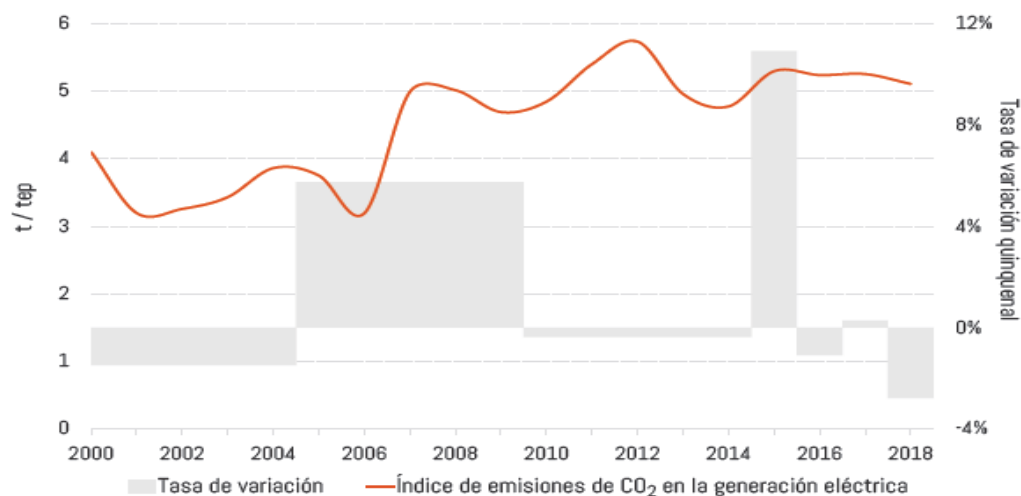
Nota. Tomado de Organización Latinoamericana de Energía. (2020). Procesos Competitivos para el Financiamiento de Proyectos de Energías Renovables: Situación en América Latina y el Caribe.

3.2 Caso Chile

Es uno de los países líderes de la revolución de la energía solar en América Latina, con una generación de 5 119 GWh en 2018 y un incremento del 31,39% sobre la generación solar en 2017 (3 896 GWh) y, aunque todavía depende en gran medida de los combustibles fósiles, alcanzando el 55% de su capacidad total instalada y con un alto índice de emisiones de CO₂ (OLADE, 2018; OLADE, 2019), como se presenta en la Figura 22. Chile planea aumentar su generación renovable al 65% y al 70% en 2035 y 2050, respectivamente (SolarFeeds, 2019), apalancando el cumplimiento de los compromisos adquiridos en el acuerdo de París firmado en septiembre de 2016, reducción de emisiones del 30% para el 2030 (Comisión Europea, 2019).

Figura 22

Índice de emisiones de CO₂ de generación de energía eléctrica en Chile 2018



Nota. Tomado de Organización Latinoamericana de Energía. (2019). Panorama Energético de América Latina y el Caribe 2019 (ISBN 978-9978-70-134-8). <http://www.olade.org/publicaciones/>

3.2.1 Estructura del sector eléctrico chileno

El sector energético chileno cuenta con una estructura organizacional con el Ministerio de Energía (ME) como la máxima autoridad, que asiste a la presidencia de la república, en el

desarrollo de planes, políticas y normas del sector eléctrico, que promuevan el uso eficiente de los recursos energéticos, garantizando el suministro de energía eléctrica en todos los sectores del país, asesorado por la Comisión Nacional de Energía (CNE), entidad encargada del análisis y regulación de precios, tarifas y normas técnicas, además de establecer un punto de partida para el plan de expansión del sistema. La vigilancia y control del cumplimiento de dichas políticas, reglamentaciones y normativas es función de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC). Finalmente, el Centro de Despacho Económico de Carga (CDEC), actúa como operador del mercado, cuya función principal es garantizar una operación eficiente y segura del sistema interconectado (López et al., 2019).

3.2.2 Planes y políticas energéticas de Chile

A continuación, se presenta un resumen de los programas, planes y políticas energéticas que se han venido desarrollando en Chile:

- ✓ El Programa de Energías Renovables y Eficiencia Energética en Chile (4e), cuya finalidad es promover la implementación de las fuentes de energías renovables no convencionales, aprovechando la disponibilidad de sus recursos naturales, orientado a la revisión del marco regulatorio, financiación de proyectos y actividades de desarrollo e investigación de nuevas tecnologías, que permitan diversificar la matriz energética del país, implementado por la Cooperación Alemana y el Ministerio de Energía (ME) a través de proyectos como (GIZ, 2016b):
 - Fomento de la energía solar en gran escala, es un proyecto basado en el aprovechamiento del recurso solar disponible en el país, con el fin de implementar diferentes tecnologías para la integración de la generación solar al sistema

interconectado, reduciendo la dependencia de los combustibles fósiles, la importación de energía y la contaminación ambiental (GIZ, 2018).

- Energías renovables para el autoconsumo en Chile (NAMA Support Project), es un proyecto dirigido a las pequeñas y medianas empresas, que promueve la implementación de sistemas de generación de energía eléctrica con fuentes renovables como la solar fotovoltaica, el biogás, entre otras, para su propio consumo (GIZ, 2019c).
- Energía solar para la generación de electricidad y calor, es un proyecto que promueve una cultura de autoconsumo a través de la generación solar térmica y fotovoltaica a pequeña escala, en todos los sectores (GIZ, 2016a).
- Cogeneración en los sectores comercial e industrial de Chile, es un proyecto cuya finalidad es reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GIZ, 2019a).
- Energypartnership Chile- Alemania, es un proyecto creado en el año 2019, mediante el cual se realiza el intercambio de conocimientos técnicos, avances tecnológicos y buenas prácticas para el desarrollo sostenible del sector eléctrico en Chile y el fortalecimiento de la eficiencia energética (GIZ, 2019b).
- ✓ Programa Techos Solares Públicos (PTSP), creado en el año 2014 por el Ministerio de Energía (ME), basado en la ley 20 571/2012 e implementado por la cooperación alemana, mediante la instalación de soluciones solares fotovoltaicas en los edificios públicos del país, incentivando las buenas prácticas del autoconsumo y la eficiencia energética (Ministerio de Energía de Chile, 2017).
- ✓ Programa de Electrificación Rural (PER), creado en el año 1994 con el objetivo de ampliar la cobertura rural del país, mediante la extensión de redes, sistemas de

autogeneración o normalización eléctrica de las viviendas, e impulsado mediante la ruta energética definida para el periodo 2018 - 2022 (Ministerio de Energía de Chile, 2018).

- ✓ Programa Comuna Energética, creado en el año 2015 por el Ministerio de Energía (ME) e implementado por la empresa EBP, mediante el cual se evalúa el nivel de madurez de un municipio en términos de gestión energética local, impulsado por la creación de un mercado de inversión mediante la ruta energética 2018 - 2022 (Ministerio de Energía de Chile, 2018).
- ✓ La ruta energética aprobada por el Ministerio de Energía (ME), establece las diferentes estrategias a implementar durante el periodo 2018-2022 para el desarrollo energético del país enfocado en la reducción de emisiones contaminantes, transporte eficiente, cultura de consumo sostenible, entre otros (Ministerio de Energía de Chile, 2018).
- ✓ La política energética vigente establece un panorama del sector y define las metas al año 2050, destacándose entre otras, alcanzar el 70% de su generación con fuentes de generación renovables para garantizar la continuidad y calidad del servicio al 100% de su población y estar en el ranking de los tres países de la OCDE con precios más bajos para el suministro de energía (Ministerio de Energía de Chile, 2015).

3.2.3 Marco regulatorio y normativo del sistema eléctrico chileno

A continuación, se presentan las modificaciones más significativas del marco regulatorio del sistema eléctrico chileno, en términos de promoción e implementación de energías renovables no convencionales:

- ✓ La Ley 19 940 del 13 de marzo de 2004, conocida como la Ley Corta I, mediante la cual se promueve la inclusión de las fuentes de energías renovables no convencionales, fomentando la participación de pequeños generadores de energía eléctrica en el mercado

mayorista, obteniendo una exención (capacidad de 9 kW) o una reducción significativa (capacidad entre 9 kW y 20 kW) en los pagos del uso de la red de transmisión (ONU, 2017).

- ✓ La Ley 20 018 del 19 de mayo de 2005, conocida como la Ley Corta II, mediante la cual se establece que las empresas distribuidoras de energía eléctrica, deben comprar la energía requerida para abastecer sus clientes, a través de licitaciones de contratos de largo plazo, donde por lo menos el 5% de dicha energía debe provenir de fuentes renovables no convencionales, garantizando los ingresos de los generadores e incentivando la inversión en dicho sector (ONU, 2017).
- ✓ El Decreto 244 del 17 de enero de 2006, mediante el cual se establece el reglamento de conexión y operación de los pequeños sistemas de generación de energía eléctrica, cuyo punto de conexión para inyección de energía eléctrica en media y alta tensión, será autorizado por las empresas distribuidoras de esta energía (Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Decreto 244, 2006).
- ✓ La Ley 20 257 del 1 de abril de 2008, conocida como la Ley de Energía Renovables no Convencionales-ERNC, mediante la cual se modifica la Ley General de Servicios Eléctricos (LGSE) y se establece para los generadores, una cuota de mercado en generación de energía eléctrica con fuentes renovables no convencionales del 5%, aumentando año a año hasta alcanzar el 10% en 2024, garantizando la implementación de nuevas tecnologías (ONU, 2017).
- ✓ La Ley 20 571 del 22 de marzo de 2012, conocida como la Ley Net-Billing o Ley de generación distribuida, cuya finalidad es promover la generación de energía eléctrica con fuentes renovables a pequeña escala, principalmente en el sector residencial, para unos

excedentes menores a 100 kW, definiendo tarifas tanto para la energía eléctrica consumida como para la energía eléctrica producida (ONU, 2017).

- ✓ La Ley 20 698 del 22 de octubre de 2013, mediante la cual se modifica la Ley 20 257/2008, conocida comúnmente como la Ley 20/25, mediante la cual se fomenta la diversificación de la matriz energética del país, aumentando los incrementos anuales correspondientes a la cuota de mercado de cada generador, alcanzando el 20% en 2015 (ONU, 2017).
- ✓ La Ley N° 20 805 del 29 de enero de 2015, mediante la cual se perfecciona el procedimiento de licitaciones de energía eléctrica, estableciendo que las empresas distribuidoras de energía eléctrica deberán contar con contratos de suministro como resultado de procesos públicos de licitación, para garantizar la demanda de sus clientes regulados (Ley 20 805 de 2015).
- ✓ La Ley 21 118 del 17 de noviembre de 2018, mediante la cual se modifica la Ley 20 571/2012 o Net Billing, promoviendo el autoconsumo de energía eléctrica a través de las fuentes de energías renovables no convencionales, estableciendo mejores garantías para los consumidores, aumentando a 300 kW los excedentes inyectados a la red y autorizando el uso de los “créditos de energía” en diferentes cuentas del servicio de energía eléctrica del mismo usuario (Ley 21 118 de 2018).

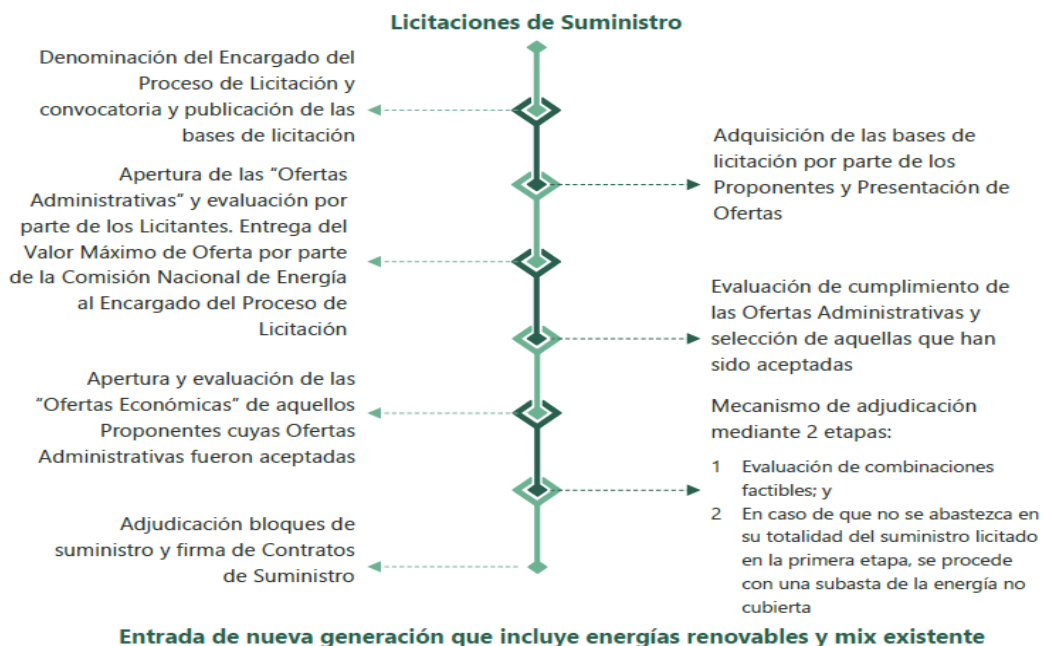
3.2.4 Programas de financiación e incentivos de Chile

Para el desarrollo de los programas establecidos y el nuevo marco regulatorio enfocados a la inclusión de las fuentes de energías renovables no convencionales, el gobierno de Chile se ha visto obligado a crear diferentes líneas de financiación con entidades locales y extranjeras (destacándose entre otras, el Ministerio de Energía-ME, el Banco Interamericano de Desarrollo-

BID, la Cooperación Alemana de Inversores-kfW, la Corporación de Fomento de la Producción-CORFO y el Centro de Energías Renovables-CER), en aras de aprovechar adecuadamente los recursos naturales de los que dispone, apalancando las metas establecidas en su política energética (BID, 2016).

3.2.5 Subastas de energía de Chile

A diferencia de la mayoría de países que realizan subastas de energía eléctrica, el esquema realizado en Chile desde el 2014 y presentado en la Figura 23, licita bloques de energía (GWh) y la participación de la oferta incluye tanto la generación de energía eléctrica convencional como la renovable no convencional, adjudicando contratos a proyectos nuevos y existentes. La Figura 24 evidencia la participación de la generación renovable (eólica, fotovoltaica, pequeña central hidráulica y solar concentrada) con una adjudicación significativa en los años 2014 (12 750 GWh) y 2016 (12 430 GWh), revelando una reducción sustancial del costo promedio (USD/MWh) y una adjudicación significativa de 2 361 MW eólicos y 717 MW fotovoltaicos en 2016 (OLADE, 2020).

Figura 23*Esquema resumido de subastas en Chile*

Nota. Tomado de Organización Latinoamericana de Energía. (2020). Procesos Competitivos para el Financiamiento de Proyectos de Energías Renovables: Situación en América Latina y el Caribe.

Figura 24*Subastas de fuentes de energía Renovable en Chile*

Tipo	Unidad	2014	2015	2016	2017
	MW	415,0	448,0	2.361,0	185,0
	MW	530,0	141,0	717,0	559,0
	MW	29,0		6,0	
	MW	110,0			
Total	GWh	12.750,0	1.200,0	12.430,0	2.200,0
	USD/MWh	108,4	79,3	47,6	32,5

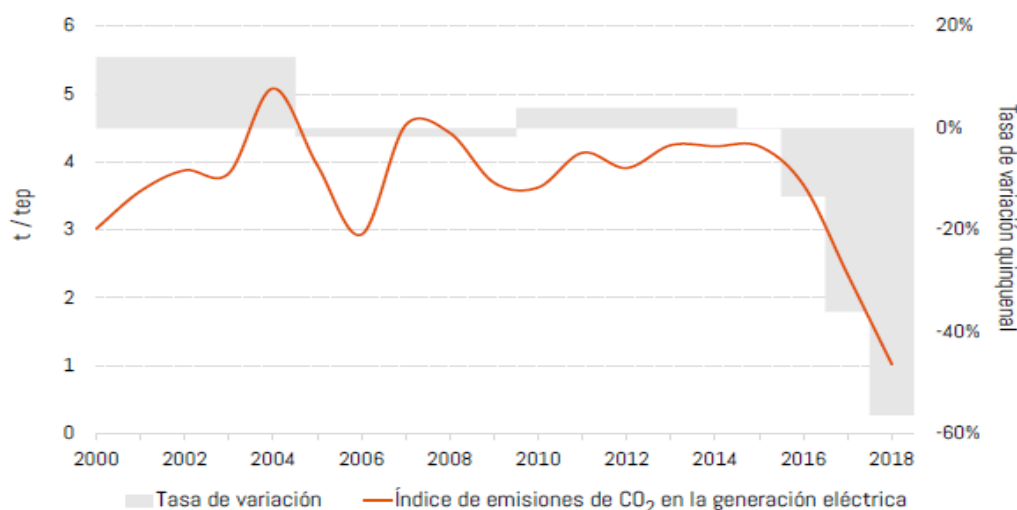
Nota. Tomado de Organización Latinoamericana de Energía. (2020). Procesos Competitivos para el Financiamiento de Proyectos de Energías Renovables: Situación en América Latina y el Caribe.

3.3 Caso Honduras

Honduras es otro de los países latinoamericanos que ha experimentado un crecimiento acelerado de la participación de la energía solar fotovoltaica en su matriz energética, con una generación de 993 GWh en 2018 y un incremento del 7,47% sobre la generación solar en 2017 (924 GWh), superando países líderes de la región como Argentina (108 GWh) y Uruguay (416 GWh) (OLADE, 2018; OLADE, 2019), siendo en 2016, el primer país con una capacidad de generación solar fotovoltaica que representaba el 10% de su capacidad total (SolarFeeds, 2019), reduciendo significativamente su índice de emisiones de CO₂, como se presenta en la Figura 25, apalancando el cumplimiento de los compromisos adquiridos en el acuerdo de París firmado en abril de 2016, reducción de emisiones del 15% para el 2030 (Comisión Europea, 2019).

Figura 25

Índice Emisiones CO₂ de generación de energía eléctrica en Honduras 2018



Nota. Tomado de Organización Latinoamericana de Energía. (2019). Panorama Energético de América Latina y el Caribe 2019 (ISBN 978-9978-70-134-8). <http://www.olade.org/publicaciones/>

3.3.1 Estructura del sector eléctrico hondureño

El sector energético hondureño cuenta con una estructura organizacional encabezada por la Secretaría de Estado en el Despacho de Energía (SEN), creada mediante el Decreto PCM-048-2017, conformada por la Subsecretaría de Energía Renovable y Electricidad y la Subsecretaría de Hidrocarburos, encargada de la planeación del sector eléctrico del país, en concordancia con las políticas, normas y estrategias energéticas, establecidas por el Consejo Nacional de Energía (CONAEN), creado mediante el Decreto PCM-017-2017. La supervisión y regulación del cumplimiento de dichas normas, leyes, políticas energéticas y demás reglamentación asociada al sector eléctrico, está a cargo de la Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE), creada mediante el Decreto N° 404-2013. Finalmente, el Operador del Sistema (OS) es la entidad encargada de la operación y administración del sistema interconectado, garantizando el suministro de energía, creado mediante el Decreto N° 404-2013 y con el apoyo del Comité de Agentes del Mercado identifican oportunidades de mejora para el funcionamiento del sistema (Gobierno de la República de Honduras, 2016; ONU, 2018b).

3.3.2 Planes y políticas energéticas de Honduras

A continuación, se resumen los programas, planes y políticas energéticos que se han venido desarrollando en Honduras:

- ✓ El Decreto N° 286-2009 mediante el cual se establece una política de estado que busca modificar la estructura del sector eléctrico, aumentando al 60% la participación de los recursos renovables en su matriz energética en el año 2022 y al 80% en el año 2038 (IRENA, 2018).
- ✓ Programa de Energías Renovables y Eficiencia Energética en Centroamérica (4e) Fase III (2018-2020), cuyo objetivo es reducir la dependencia de los combustibles fósiles y los

niveles de contaminación ambiental, incentivando la integración de las energías renovables en la matriz energética de cada uno de los países de la región, aumentando la calidad y confiabilidad del sistema interconectado regional, implementado por la Cooperación Alemana desde el 2010 y enfocado a diferentes líneas de acción, entre otras, asesoría técnica para el desarrollo de nuevos proyectos y definición de nuevas normas y reglamentos, capacitaciones e intercambio de experiencias y buena practicas a nivel regional (GIZ, 2020).

- ✓ La iniciativa MIPYMES Verdes, es un programa implementado en Honduras con el apoyo de la Agencia de Cooperación Alemana, la Unión Europea y el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE), dirigido a las pequeñas y medianas empresas del país, mediante el cual se fomenta el desarrollo de proyectos de generación de energía renovable (no mayores a 5 MW de capacidad instalada), además de proyectos de eficiencia energética que ahorren más del 15% de su consumo energético (BCIE, s.f.).

3.3.3 Marco regulatorio y normativo de Honduras

A continuación, se relacionan las actualizaciones más significativas del marco regulatorio del sistema eléctrico hondureño, que incentivan y promueven la participación de fuentes de energías renovables en su matriz energética:

- ✓ El Decreto N° 85 del 29 de abril de 1998, mediante el cual se declara de utilidad pública la generación de energía eléctrica a través de las fuentes renovables como eólica, solar, biomasa, entre otros, asignando prioridad al desarrollo de proyectos de menor impacto ambiental en cuanto a emisión de gases de efecto invernadero y estableciendo beneficios fiscales como exención de pago de aranceles para importación, exención de impuesto a la venta, entre otros. Modificado por el Decreto N° 267/98 (Suyapa, 2019).

- ✓ El Decreto N° 70 del 2 de octubre de 2007, conocido como la Ley de promoción para la generación de energía eléctrica con recursos renovables, mediante la cual se fomenta la inversión pública y privada en la generación de energía eléctrica con fuentes renovables en aras de diversificar la matriz energética del país, mejorar la eficiencia del sistema interconectado, promover un mercado en competencia aumentando la participación de nuevos agentes y eliminar la dependencia de la importación de combustibles (Gobierno de la república de Honduras, 2016; ONU, 2018b).
- ✓ El Decreto N° 138-2013 mediante el cual se actualiza el Decreto N° 70-2007 y se promueve la generación solar fotovoltaica para el autoconsumo de los usuarios con una capacidad instalada menor a los 250 kW (conectado en baja tensión) obteniendo créditos de energía por inyección a la red, además de crear nuevos incentivos para los proyectos de generación solar fotovoltaica a gran escala (no mayores a 50 MW) en aras de alcanzar una capacidad total instalada de 300 MW (ONU, 2018b).
- ✓ El Decreto N° 404-2013, conocido como la Ley General de la Industria Eléctrica (LGIE), mediante la cual se establece el control de las actividades del sector, las importaciones y exportaciones de energía eléctrica y la operación general del sistema interconectado, entre otras, revocando la Ley Marco del Subsector Eléctrico (Decreto 158-94) (Gobierno de la República de Honduras, 2016; ONU, 2018b).

3.3.4 Programas de financiación e incentivos de Honduras

A continuación, se relaciona los incentivos para la implementación de fuentes de energías renovables, dispuestos mediante el Decreto 138-2013:

- ✓ Las plantas generadoras que utilicen fuentes renovables podrán vender toda su producción mediante un contrato de suministro de potencia y tendrán prioridad en el despacho sin restricción del precio marginal (Banco Mundial, 2016).
- ✓ La exención de impuestos de ventas de equipos, maquinaria, instrumentos materiales, entre otros, para la construcción y operación de proyectos de generación de energía con fuentes renovables, que aplica tanto a personas naturales como jurídicas (Banco Mundial, 2016).
- ✓ La exención de aranceles y demás impuestos para importación de materiales, equipos, maquinaria, entre otros, relacionados con la infraestructura de los proyectos de generación de energía eléctrica con fuentes renovables, adquiridos interna o externamente (Banco Mundial, 2016).
- ✓ La exención del pago del impuesto de renta y demás cargos asociados durante una vigencia de 10 años a partir de la fecha de puesta en operación del proyecto (Banco Mundial, 2016).
- ✓ Para los proyectos de generación de energía eléctrica con fuentes renovables, se establece un precio base que corresponde al precio marginal vigente por un periodo de 10 años (con un máximo ajuste anual del 1,5%) y el 10% sobre dicho valor durante un periodo de 15 años, además las plantas de generación fotovoltaica (de máximo 50 MW) tendrán un valor adicional de tres centavos de dólar por kWh (Banco Mundial, 2016).

3.3.5 Subastas de energía eléctrica en Honduras

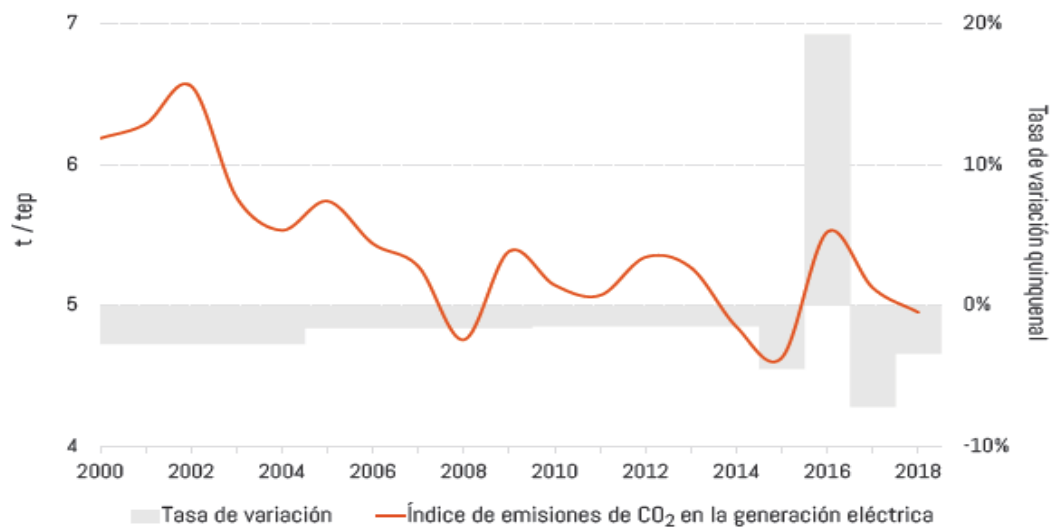
Honduras hace parte del grupo de países latinoamericanos que todavía no cuentan con subastas de energía eléctrica (OLADE, 2020).

3.4 Caso México

México es uno de los países más prometedores de América Latina, con una generación total renovable de 59 966 GWh, con una participación del recurso solar del 3,70% equivalente a una generación de 2 221 GWh en 2018, cinco veces mayor a la generación solar en 2017 (344 GWh) y, aunque todavía depende de los combustibles fósiles, superando el 66% de su capacidad total instalada y con un alto índice de emisiones de CO₂ (OLADE, 2018; OLADE, 2019), como se presenta en la Figura 26, México tiene el objetivo de aumentar su generación de energía limpia al 35% en 2024 (SolarFeeds, 2019), apalancando los compromisos adquiridos en el acuerdo de París firmado en abril de 2016, reducción de emisiones del 25% para el 2030 (Comisión Europea, 2019).

Figura 26

Índice Emisiones CO₂ de generación de energía eléctrica en México 2018



Nota. Tomado de Organización Latinoamericana de Energía. (2019). Panorama Energético de América Latina y el Caribe 2019 (ISBN 978-9978-70-134-8). <http://www.olade.org/publicaciones/>

4.3.1 Estructura del sector eléctrico mexicano

El sector energético mexicano cuenta con una estructura organizacional donde el sector eléctrico se encuentra encabezado por la secretaría de Energía (SENER), entidad encargada de la planeación del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) en concordancia con las políticas energéticas y en aras de garantizar la calidad y seguridad del suministro de energía eléctrica para el desarrollo de todos los sectores del país, con el apoyo del Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), el cual fue creado mediante el decreto presidencial del 28 de agosto de 2014 por la reforma energética (2013-2014) y encargado del control y la operación del sistema eléctrico nacional, además de la administración de las transacciones del Mercado Eléctrico Mayorista (MEM). La supervisión y control del buen funcionamiento del sistema eléctrico nacional está a cargo de la comisión Reguladora de Energía (CRE), encargada entre otras cosas, de aprobar las tarifas tanto de transmisión como de distribución de energía eléctrica. De otro lado, la Comisión Federal de Electricidad (CFE), tuvo modificaciones tanto en su estructura organizacional como en su administración, debido a la reforma energética (2013-2014), dejando de ser una entidad pública para ser una empresa productiva del estado (EPE), con participación en la generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica (SENER, 2015; BMWi & SENER, 2018).

3.4.2 Planes y políticas energéticas de México

A continuación, se resumen los programas, planes y políticas energéticas que se han desarrollado en México:

- ✓ La Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (LASE), creada mediante decreto del 28 de noviembre de 2008, a través de la cual se promueve el uso eficiente de la energía en todos y cada uno de los procesos productivos del sector (OLADE, 2011b).

- ✓ La Ley de Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE), creada por decreto el 28 de noviembre de 2008 y modificada el 7 de junio de 2013, mediante la cual se define como utilidad pública, el desarrollo del sector a través de la integración de las fuentes de energías renovables, incentivando la inversión, la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías, con la finalidad de reducir la dependencia de los combustibles fósiles como fuente primaria de energía (OLADE, 2011b).
- ✓ La Ley General del Cambio Climático (LGCC), del 6 de junio de 2012, mediante la cual se establece una política pública que fomenta la adaptación al cambio climático y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, definiendo entre otras metas, una generación de energía eléctrica a través de fuentes renovables del 35% para el año 2024. Modificada el 13 de julio de 2018, en concordancia a los compromisos adquiridos con el acuerdo de París (SENER, 2016; CEMDA, 2017).
- ✓ La Ley de Transición Energética (LTE), del 24 de diciembre de 2015, mediante la cual se sustituyen las Leyes de Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE) y Aprovechamiento Sustentable de la Energía (LASE), definiendo estrategias que permitan establecer el porcentaje de participación de la generación de energía eléctrica con fuentes renovables, que apalanque el cumplimiento de las metas definidas en la Ley General del Cambio Climático y demás políticas energéticas del país, incentivando la competitividad y el desarrollo sostenible del sector (SENER, 2016; CEMDA, 2017).
- ✓ El Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (PRONASE), creado mediante la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía del 2008,

dirigido por la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE), mediante el cual se establece las líneas de acción para el cumplimiento de las metas establecidas en términos de Eficiencia Energética en las diferentes políticas, a través del desarrollo de programas como normalización en eficiencia energética, el cual define los límites de consumo energético para equipos comercializados en el país, mejora de la tecnología de usuarios finales, a través del cual se realiza el cambio de electrodomésticos, entre otros (LTE, 2015; CEMDA, 2017).

- ✓ El Programa Especial de Transición Energética (PETE), creado mediante la Ley para el aprovechamiento sustentable de la energía del 2008, dirigido por la Secretaría de Energía (SENER), enfocado en el cumplimiento de las metas establecidas en términos de fuentes de energías renovables, a través del desarrollo de normas, reglamentos e incentivos financieros que garanticen la integración de las fuentes renovables de generación de energía eléctrica, actualizado cada año (LTE, 2015; CEMDA, 2017).
- ✓ El Programa de Redes Eléctricas Inteligentes, a cargo de la Secretaría de Energía (SENER), enfocado en la expansión óptima de la infraestructura tanto de las redes de transmisión como de las de distribución de energía eléctrica, facilitando el acceso de nuevas tecnologías para las fuentes de energías renovables, garantizando la confiabilidad y flexibilidad del sistema (LTE, 2015; CEMDA, 2017).
- ✓ El Plan Nacional de Desarrollo (PND) - 2019-2024, mediante el cual se establece como estrategia la integración de las fuentes de generación de energías renovables, para el desarrollo sostenible y el crecimiento económico del país (Gobierno de México, 2019).
- ✓ El Programa de Energía Solar México (DKTI Solar), implementado por la Cooperación Alemana desde el año 2015 y cuya finalidad es promover la implementación de

generación solar térmica y fotovoltaica a gran escala, mediante la asesoría técnica para la adaptación del marco regulatorio, intercambio de experiencias, desarrollo de nuevas tecnologías apoyado en las instituciones de investigación y actividades de capacitaciones, entre otras (GIZ, 2017).

3.4.3 Marco regulatorio y normativo de México

A continuación, se presentan las modificaciones más significativas del marco regulatorio del sistema eléctrico mexicano, que incentivan la participación de las fuentes de energías renovables:

- ✓ La Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, creada por decreto del 23 de diciembre de 1992 y actualizada el 9 de abril del 2012, mediante la cual se autoriza y promueve el autoconsumo (para zonas rurales o aisladas hasta de 1 MW), la cogeneración eficiente, la venta de excedentes de energía eléctrica tanto en autoconsumo como en la cogeneración, la producción independiente para la venta de energía eléctrica a la comisión federal de electricidad (CFE), siempre y cuando dichos proyectos se encuentren dentro de su planeación, además de la pequeña producción de energía eléctrica que deberá venderse en su totalidad a la comisión federal de electricidad, en proyectos que no superen los 30 MW (OLADE, 2011b).
- ✓ La Resolución N° 140/2001, por medio de la cual la Comisión Reguladora de Energía (CRE), define las condiciones contractuales para la interconexión al sistema eléctrico nacional (SEN), de proyectos de generación de energía eléctrica a través de fuentes renovables y establece la metodología para el cálculo de los cargos por uso de la red de transmisión de energía eléctrica, modificada por la Resolución N° 192/2007 (OLADE, 2011b; IRENA, 2015b).

- ✓ La Resolución N°176/2007 mediante la cual la Comisión Reguladora de Energía (CRE), establece las condiciones contractuales de balance neto (Net Metering) para sistemas solares fotovoltaicos a pequeña escala, definiendo la capacidad máxima instalada para uso residencial hasta 10 kW o uso general en baja tensión hasta 30 kW (OLADE, 2011b; IRENA, 2015b).
- ✓ La Resolución N° 054/2010, a través de la cual se sustituye la Resolución N° 176/2007 y se establecen las condiciones contractuales para sistemas de generación de energía eléctrica a pequeña escala, basados en cualquier tipo de tecnología y a mediana escala para aplicaciones de hasta 500 kW (OLADE, 2011b; IRENA, 2015b).
- ✓ La Resolución N° 066/2010, mediante la cual, se establece la metodología de cálculo de las tarifas por uso de la red de transmisión de energía eléctrica para los proyectos con fuentes de energías renovables en los diferentes niveles de tensión, definiendo para el año 2010 en pesos mexicanos 0,03037 \$/kWh para media tensión y 0,06074 \$/kWh para baja tensión, siendo actualizados cada año por la Comisión Reguladora de Energía (OLADE, 2011b; IRENA, 2015b).
- ✓ La Resolución N° 065/2010, mediante la cual se definen las condiciones contractuales para la interconexión al sistema eléctrico nacional y la metodología del cálculo del cargo por uso de la red de transmisión de energía eléctrica para proyectos hidroeléctricos mayores a 30 MW (OLADE, 2011b; IRENA, 2015b).
- ✓ La Resolución N° 067/2010, a través de la cual actualizan las condiciones contractuales para interconexión al sistema eléctrico nacional, de proyectos de generación y cogeneración eficiente, a partir del uso de fuentes renovables de energía eléctrica tanto a pequeña, mediana y gran escala (OLADE, 2011b).

- ✓ La Resolución N° 119/2012, mediante la cual la Comisión Reguladora de Energía (CRE), define las condiciones administrativas, técnicas y de carácter legal para la interconexión al sistema eléctrico nacional de generadores y cogeneradores eficientes, que utilizan fuentes renovables de energía eléctrica, ya sea en pequeña, mediana o a gran escala (Comisión Reguladora de Energía, Resolución 119, 2012).
- ✓ La Resolución N° 249/2012, a través de la cual la Comisión Reguladora de Energía (CRE) establece el modelo de contrato para la interconexión al sistema eléctrico nacional de generadores colectivos y cogeneradores eficientes colectivos, que utilicen fuentes renovables de energía eléctrica a pequeña escala, cuyo anexo establece las condiciones técnicas requeridas (OLADE, 2011b; IRENA, 2015b).
- ✓ La Ley de Industria Eléctrica (LIE), del 31 de octubre de 2014, la cual establece la nueva regulación del sector eléctrico incentivando la libre competencia en las actividades de generación y comercialización de la energía eléctrica, además de la integración de las fuentes de generación de energías renovables para la diversificación de la matriz energética, el desarrollo sostenible del sector y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (SENER, 2016; CEMDA, 2017).
- ✓ El 31 de octubre de 2014, se publica en el Diario Oficial Federal (DOF), un documento mediante el cual se definen las pautas para la emisión de los Certificados de Energías Limpias (CEL), además de los requerimientos de obligatorio cumplimiento para su obtención por parte de los generadores de energía eléctrica, individualizando las metas nacionales y promoviendo la inversión en fuentes de energías renovables (DOF, 2014).
- ✓ El 8 de septiembre de 2015, se publica en el diario federal oficial el conjunto de condiciones generales, más conocido como Bases del Mercado, mediante las cuales se

definen las reglas de diseño y operación del Mercado Eléctrico Mayorista (MEM), como el registro de nuevos agentes para la participación en las transacciones del mercado, procedimientos para realización de actividades de mantenimiento, operación en estados de emergencia, subastas de mediano y largo plazo, interconexión de centrales de generación, entre otros (DOF, 2015).

- ✓ El 15 de diciembre de 2016, se publica en el diario oficial federal (DOF) el manual para la interconexión de centrales de generación de energía eléctrica con capacidad instalada menor a 0,5 MW, en el cual se definen las condiciones técnicas, administrativas y de carácter contractual para la integración de generación distribuida al sistema eléctrico nacional, considerando la capacidad neta de generación de energía eléctrica, en los diferentes niveles de tensión, para la clasificación de las centrales como tipo baja tensión (menor o igual a 50 kW), media tensión tipo 1 (menor o igual a 250 kW) y media tensión tipo 2 (mayor a 250 kW pero menor 500 kW) (DOF, 2016).
- ✓ La Resolución N° 142/2017, mediante la cual se sustituye la Resolución N° 054/2010, estableciendo las nuevas condiciones administrativas, técnicas y contractuales, para la interconexión de la generación distribuida, además de definir la metodología para el cálculo de las contraprestaciones y sus condiciones de pago de acuerdo al método seleccionado por el generador (medición neta, facturación neta o venta completa de energía eléctrica) (Comisión Reguladora de Energía, Resolución 142, 2017).

3.4.4 Programas de financiación e incentivos de México

A continuación, se relacionan los programas de financiación e incentivos más destacados de México:

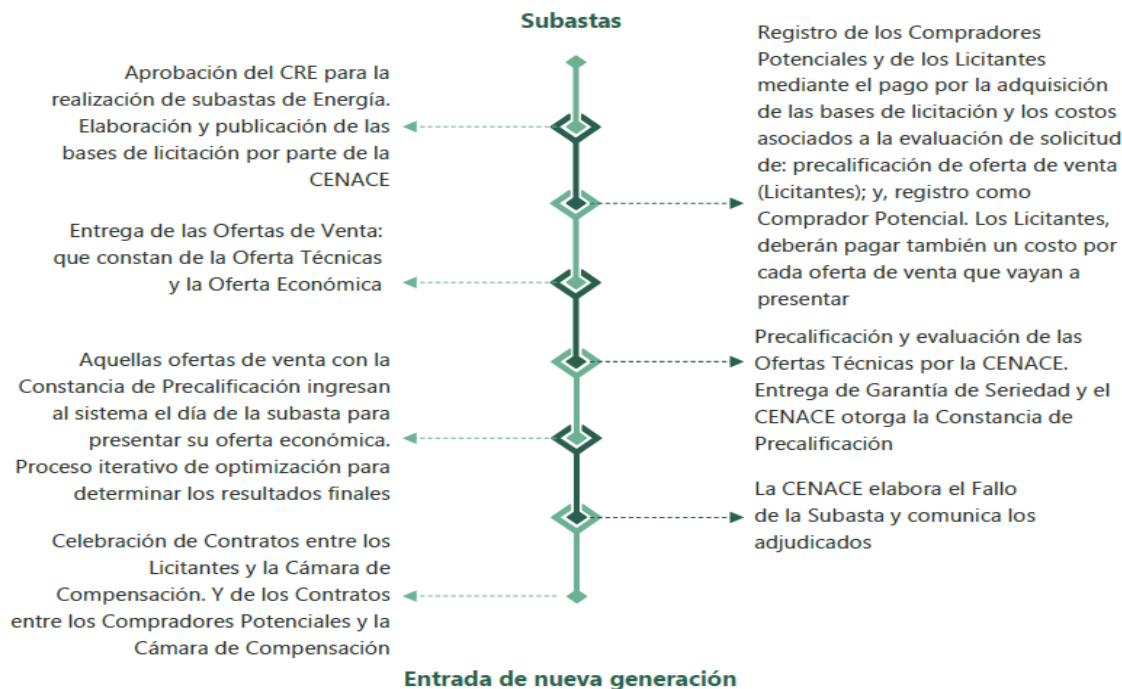
- ✓ El banco de energía, instrumento mediante el cual un generador de energía eléctrica puede almacenar hasta por 12 meses, su energía sobrante o energía no utilizada en un periodo determinado, para hacer uso de ella más adelante o realizar su venta (del 85% del total acumulado), a la comisión federal de electricidad (CFE), creado por la resolución N° 067/2010 (IRENA, 2015b; SEMARNAT, 2015).
- ✓ El Porteo Tipo “Estampilla Postal”, instrumento mediante el cual se establece una metodología, para el cálculo de las tarifas asociadas al uso de la red de transmisión de energía eléctrica por parte de los generadores con fuentes de energías renovables y cogeneradores eficientes, creado a partir de la Resolución N° 013/2003, una de las modificaciones de la resolución N° 140/2001. (IRENA, 2015b; SEMARNAT, 2015).
- ✓ Los incentivos fiscales como la exención de impuestos de importación y exportación para equipos no contaminantes establecida en la Ley de los Impuestos Generales de Importación y Exportación del 18 de junio de 2007, además de la depreciación acelerada del 100% de la inversión en equipos y maquinaria utilizados para proyectos de fuentes de energías renovables, establecida por la Ley del Impuesto de Renta actualizada el 9 de diciembre del 2019 (IRENA, 2015b; SEMARNAT, 2015).
- ✓ Dentro de los incentivos para la implementación de fuentes de energías renovables, los usuarios de la ciudad de México disponen de un descuento del 20% en la factura del servicio de agua, siempre y cuando, el ahorro energético a través de generación solar fotovoltaica o térmica sea mínimo del 20% (IRENA, 2015b).
- ✓ La ley de impuesto especial sobre producción y servicios del 11 de diciembre de 2013, establece un impuesto al carbono, promoviendo la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero ocasionadas por la explotación de combustibles fósiles y el desarrollo

de nuevas tecnologías para el aprovechamiento de los recursos renovables (IRENA, 2015b).

- ✓ El gobierno mexicano ha venido impulsando la integración de las fuentes de energías renovables en la matriz energética del país, para lo cual ha creado diferentes fondos de financiación (Fondo de Sustentabilidad Energética - FSE, Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía - FOTEASE, Fondo para el Cambio Climático, Fondo Mexicano del Petróleo para la Estabilización y el Desarrollo, entre otros), que permitan apalancar los recursos para la investigación, desarrollo, inversión e innovación en nuevas tecnologías, además de fomentar la formación académica y especializada en el uso de las fuentes de energías renovables y la eficiencia energética (IRENA, 2015b; SEMARNAT, 2015).

3.4.5 Subastas de energía eléctrica en México

La Figura 27, presenta un resumen del esquema de subastas que viene realizando México desde el año 2015, en concordancia con la legislación vigente y orientado al cumplimiento de la política que promueve la diversificación de su matriz energética, permitiendo la participación tanto de la generación de energía eléctrica convencional como de las fuentes renovables no convencionales, como se presenta en la Figura 28, evidenciando la participación de las fuentes de generación de energías renovables (eólica, fotovoltaica y geotérmica), con una adjudicación significativa en el año 2016 (8 909 GWh), además de la participación de las fuentes de generación eólica y solar fotovoltaica desde el año 2015, revelando una reducción sustancial del costo promedio (USD/MWh) y una adjudicación significativa de 3 874 GWh eólicos y 4 836 GWh fotovoltaicos en 2016 (OLADE, 2020).

Figura 27*Esquema resumido de subastas en México*

Nota. Tomado de Organización Latinoamericana de Energía. (2020). Procesos Competitivos para el Financiamiento de Proyectos de Energías Renovables: Situación en América Latina y el Caribe.

Figura 28*Subastas de energía renovable en México*

Tipo	Unidad	2015 ³⁸	2016 ³⁹	2017 ⁴⁰
	GWh	1.384,0	3.874,5	2.452,5
	USD/MWh	52,9	36,2	19,0
	GWh	4.018,9	4.836,6	3.040,0
	USD/MWh	50,7	30,1	21,8
	GWh		198,8	
	USD/MWh		62,0	
Total	GWh	5.402,9	8.909,8	5.492,6
	USD/MWh	51,2	33,5	20,6

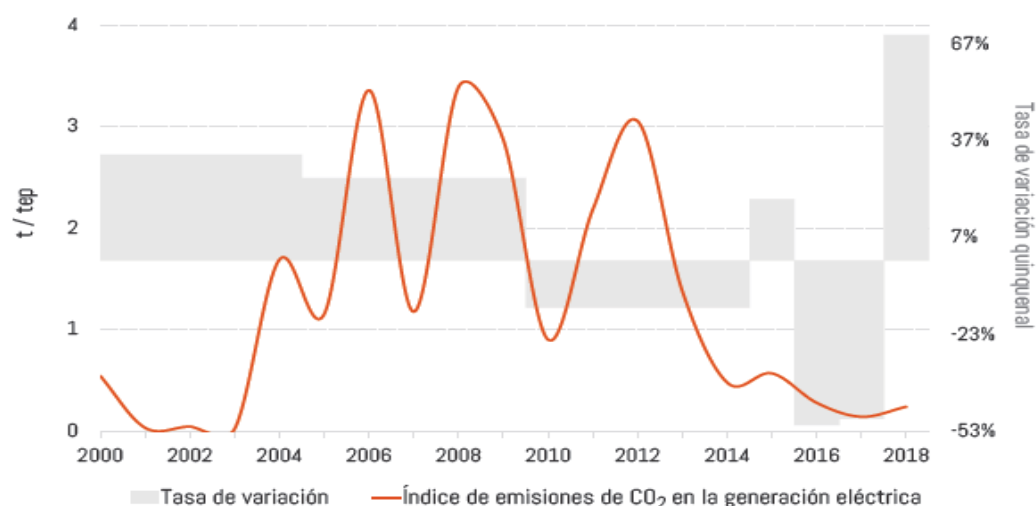
Nota. Tomado de Organización Latinoamericana de Energía. (2020). Procesos Competitivos para el Financiamiento de Proyectos de Energías Renovables: Situación en América Latina y el Caribe.

3.5 Caso Uruguay

Uruguay es uno de los países líderes de la generación de energía eléctrica con fuentes renovables en América Latina. Actualmente, más del 50% de su capacidad total instalada proviene de fuentes renovables de energía (SolarFeeds, 2019), alcanzando una generación de 14 234 GWh en 2018, con una participación del recurso solar del 2,92% equivalente a una generación de 416 GWh, con un incremento del 54,65% sobre la generación solar en 2017 (269 GWh), evidenciando una reducción de su índice de emisiones de CO₂ (OLADE, 2018; OLADE, 2019), como se muestra en Figura 29, demostrando una implementación a gran escala de la generación solar fotovoltaica y apalancando el cumplimiento de los compromisos adquiridos en el acuerdo de París firmado en abril de 2016, referente a la reducción de gases de efecto invernadero (GEI) (Comisión Europea, 2019).

Figura 29

Índice Emisiones CO₂ de generación de energía eléctrica en Uruguay 2018



Nota. Tomado de Organización Latinoamericana de Energía. (2019). Panorama Energético de América Latina y el Caribe 2019 (ISBN 978-9978-70-134-8). <http://www.olade.org/publicaciones/>

3.5.1 Estructura del sector eléctrico uruguayo

El sector energético uruguayo cuenta con una estructura organizacional encabezada por el Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM), encargado de la formulación y promoción de las políticas energéticas del país para el desarrollo sostenible del sector, asesorado por la Dirección Nacional de Energía (DNE), entidad encargada de la planeación de la infraestructura del sector y la revisión y actualización de normas y reglamentaciones que permitan dar cumplimiento a dichas políticas. Las actividades de supervisión y control, son realizadas por la Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua (URSEA), entidad encargada de garantizar la confiabilidad y continuidad del servicio para todos los usuarios, asociada a las actividades del DNE (BID, 2017b; ONU, 2017).

De otro lado, la Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas (UTE), es una entidad estatal encargada de las actividades de transmisión y distribución de energía eléctrica, además de participar en la actividad de generación de esta energía, responsable de realizar los procesos de licitación y contratación para la compra de energía eléctrica y de las actividades asociadas al despacho central, a través del Despacho Nacional de Cargas (DNC), bajo la supervisión y control de la Administración del Mercado Eléctrico (ADME) (BID, 2017b; ONU, 2017).

3.5.2 Planes y políticas energéticas en Uruguay

A continuación, se resumen los programas, planes y políticas energéticas que se han desarrollado en Uruguay:

- ✓ La Política Energética 2005 – 2030, establecida por el Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM) y aprobada en 2008, enfocada en la diversificación de la matriz energética del país y la sostenibilidad del sector, promoviendo la integración de las

fuentes de energía renovables, reduciendo la dependencia de los combustibles fósiles y su impacto ambiental por la emisión de gases de efecto invernadero, cuyo objetivo del corto plazo (2015), apuntaba a que el 15% de su generación de energía eléctrica fuese a partir de recursos renovables, el cual fue ampliamente superado, alcanzando el 85% de su capacidad instalada en 2019 (IRENA, 2015c; ONU, 2017).

- ✓ La Ley N° 18 597 del 21 de septiembre de 2009, mediante la cual se promueve el uso eficiente de la energía, incentivando la sustitución de los combustibles fósiles por las fuentes de generación de energía con recursos renovables: eólica, solar térmica, fotovoltaica, mareomotriz, geotérmica, entre otras, que permitan apalancar la diversificación de la matriz energética del país y demás objetivos de la política energética (OLADE, 2015; BCN, 2016).
- ✓ El Plan Nacional de Eficiencia Energética (2015 - 2024) propuesto por el Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM), aprobado por el Decreto N° 211/015, publicado el 13 de agosto de 2015, mediante el cual se crean los Certificados de Eficiencia Energética (CEE) en aras de promover la implementación de nuevos proyectos alineados con la Ley N° 18 597 de 2009 (MIEM, 2015; BCN, 2016).
- ✓ El Proyecto Eficiencia Energética Uruguay (PEE), creado en el año 2005 y desarrollado hasta el 2011, con el fin de incentivar acciones en términos de la eficiencia energética y mediante el cual se realizó la gestión de la micro generación solar fotovoltaica (ONU, 2017).
- ✓ El Proyecto de Energía Eólica Uruguay (PEUU), realizado durante la vigencia del periodo 2007 – 2013 y cuya finalidad fue promover la integración de la energía eólica en

el país, considerando aspectos del tipo normativo, técnico, ambiental y de financiación, entre otros (ONU, 2017).

- ✓ El Programa de Energía Solar, creado en el año 2009 y dirigido por la Dirección Nacional de Energía (DNE), mediante el cual se promueve la implementación de proyectos de generación solar térmica y fotovoltaica (ONU, 2017).

3.5.3 Marco regulatorio y normativo de Uruguay

A continuación, se relacionan las actualizaciones más significativas del marco regulatorio del sistema eléctrico uruguayo, que promueven la participación de las fuentes de energías renovables en su matriz energética:

- ✓ La Ley N°16 832 del 17 de junio de 1997, mediante la cual se establece un nuevo marco regulatorio para el sector eléctrico, modificando la ley Nacional de Electricidad N° 14 694 de 1977 y habilitando la libre competencia en la actividad de la generación de energía eléctrica, creando el mercado mayorista de energía eléctrica (MMEE), la administración del mercado eléctrico (ADME) y la unidad reguladora de energía (UREE), conocida como la Unidad Reguladora de Servicios Energéticos y Agua (URSEA) desde el año 2002 (OLADE, 2015; Factor, 2017b).
- ✓ EL Decreto N° 77/006, publicado el 17 de marzo de 2006 por la presidencia de la república, mediante el cual se establece que la Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas (UTE) puede realizar contratos de compraventa, hasta alcanzar 60 MW, con las centrales de generación con fuentes renovables (eólica, biomasa y pequeñas centrales hidráulicas) cuya capacidad instalada sea de máximo 10 MW, actualizado por el Decreto N° 397/007 (IRENA, 2015c; OLADE, 2015).

- ✓ El Decreto N° 403/009, publicado el 8 de septiembre de 2009, mediante el cual se extiende la capacidad máxima a contratar con centrales de generación de energía eólica hasta 300 MW (distribuidos en dos fases), reglamentando la primera fase y cuya capacidad a instalar sea mayor o igual a 30 MW y menor o igual a 50 MW. La segunda fase fue reglamentada por el Decreto N° 159/011 publicado el 20 de mayo de 2001, en el cual se establece que a un oferente se le pueden adjudicar varios contratos siempre y cuando no excedan los 100 MW, sin embargo, el 23 de diciembre de 2011 mediante el Decreto N° 424/011 se establece un proceso de contratación para la compra de energía eléctrica de los oferentes no adjudicados y cuya capacidad máxima, no puede superar los 50 MW (IRENA, 2015c; ONU, 2017).
- ✓ La Ley N° 18 585 del 18 de septiembre de 2009, a través de la cual, se promueve la implementación de proyectos de energía solar térmica, declarando su uso de interés nacional y estableciendo beneficios fiscales como exoneración de impuestos de importación y de valor agregado (IVA) para producción nacional (Velásquez, 2012).
- ✓ El Decreto N° 173/010, publicado el 8 de junio de 2010 por la Presidencia de la República, a través del cual se promueve la micro generación de energía eléctrica a través de fuentes renovables (sol, viento, biomasa y agua) por parte de los usuarios de la red de baja tensión, habilitando la venta de sus excedentes a la Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas (UTE), a través de un contrato por un término de 10 años y la exclusión del pago de tarifas por uso de las redes eléctricas (Velásquez, 2012; URSEA, 2019).
- ✓ Las condiciones generales requeridas para la instalación y medida de la micro generación eléctrica autorizada por el decreto N° 173/010, se establecen en las resoluciones N°

1895/010 para bajas potencias (menor o igual a 25 amperios), N° 1896/010 para altas potencias (superior a 25 amperios) y N° 163/010 para medición bidireccional, publicadas el 21, 28 y 29 de julio de 2010, respectivamente (Velásquez, 2012).

- ✓ El Decreto N° 113/013 publicado el 18 de abril de 2013, el cual promueve la generación solar fotovoltaica estableciendo prioridad en el despacho, siempre y cuando, las plantas estén disponibles y no tengan restricciones técnicas de operación (OLADE, 2015; URSEA, 2019).
- ✓ El Decreto N° 133/013 publicado el 9 de mayo de 2013, mediante el cual se autoriza que la Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas (UTE) puede realizar contratos de compraventa con las centrales de generación solar fotovoltaica cuya capacidad a instalar esté comprendida entre 500 kW y 50 MW, dividido en tres áreas de contratación, como sigue, entre 500 kW y 1 MW (contratos de máximo 1 MW), mayor a 1MW hasta 5 MW (contratos de máximo 5 MW) y mayores a 5 MW (contratos de máximo 200 MW), modificado por el Decreto N° 420/013 publicado el 8 de enero de 2014 (IRENA, 2015c; OLADE, 2015).
- ✓ El Decreto N° 59/015 publicado el 25 de febrero de 2015, mediante el cual se reglamentan los contratos de compraventa entre la Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas (UTE) y las centrales de generación eólica y solar fotovoltaica, estableciendo la inclusión del pago de la energía eléctrica que dichas plantas estén en capacidad de generar, pero que, por restricciones operacionales definidas en el despacho central, no puedan entregar (OLADE, 2015; URSEA, 2019).
- ✓ La Ley N° 19 406/016 publicada el 24 de junio de 2016, mediante la cual se definen incentivos fiscales para la fabricación local de paneles solares fotovoltaicos,

reglamentados por el Decreto N° 454/016 publicado el 18 de enero de 2017 (URSEA, 2019).

3.5.4 Programas de financiación e incentivos en Uruguay

A continuación, se relacionan los programas de financiación e incentivos más destacados en Uruguay:

- ✓ El Net Metering o la medición neta, establecido mediante el Decreto N° 173/010, autorizando la venta de excedentes de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables como solar fotovoltaica, eólica, biomasa y mini hidráulica, a través de contratos de compraventa por un término 10 años (IRENA, 2015c; Factor, 2017b).
- ✓ La exención del pago de tarifas por uso de las redes eléctricas, para las centrales de generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables no convencionales durante la vigencia de los contratos de suministro (IRENA, 2015c).
- ✓ La prioridad en el despacho central, para la generación eólica y solar fotovoltaica, siempre que su generación se encuentre disponible (IRENA, 2015c; Factor, 2017b).
- ✓ Para los proyectos de generación solar fotovoltaica se establece una tarifa regulada (Feed-in-Tariff) para los contratos celebrados con plantas cuya capacidad a instalar es mayor a 5 MW, en concordancia con el Decreto N° 133/013 (Factor, 2017b; ONU, 2017).
- ✓ La exención al impuesto de renta asociado a las actividades económicas de proyectos de generación de energía eléctrica con fuentes renovables no convencionales, desarrollados en tres intervalos de tiempo, entre el 2009 y el 2017 (90%), entre el 2018 y el 2020 (60%) y entre el 2021 y el 2023 (40%), establecido mediante el Decreto N° 354/009 publicado el 12 de agosto de 2009 (IRENA, 2015c; OLADE, 2015).

- ✓ Los incentivos fiscales, como créditos de Impuesto al Valor Agregado (IVA) por la compra de bienes y servicios para la fabricación de paneles solares, además de la exención del pago de impuestos de importación de materiales para la construcción de paneles solares para la generación solar fotovoltaica, establecidos mediante el Decreto N° 454/016 (URSEA, 2019).
- ✓ Los incentivos fiscales, como exención del pago de impuesto al patrimonio, devolución del IVA por la adquisición nacional y exoneración del pago de impuestos por importación de equipos, maquinaria y demás accesorios para proyectos de generación de energías renovables no convencionales, promovidas mediante el Decreto N° 02/012 publicado el 9 de enero de 2012 (OLADE, 2015).
- ✓ Para la integración de la generación de energía con fuentes renovables no convencionales, en concordancia con su nuevo marco regulatorio y políticas energéticas, el gobierno de Uruguay se ha visto obligado a diseñar diferentes líneas de financiación a través de entidades locales y extranjeras, entre las que se destacan: el Banco de la República Oriental del Uruguay – BROU, el Banco Interamericano de Desarrollo – BID, la Cooperación Alemana de Inversores – kFW, el Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social de Brasil – BNDES, Banco Itaú, y el BNDES de Uruguay (BID, 2016).

3.5.5 Subastas de energía eléctrica en Uruguay

La Figura 30, presenta un resumen del esquema de subastas que viene realizando Uruguay desde el año 2006, mediante el cual se licita tecnología específica y nueva capacidad a instalar de máximo 50 MW, evidenciando en la Figura 31, la participación de las fuentes de generación con recursos renovables (eólica, solar fotovoltaica y biomasa) con una adjudicación significativa en el año 2011 (637 MW), revelando una reducción del costo promedio

(USD/MWh) y una adjudicación significativa de 188 MW fotovoltaicos en 2013 (Factor, 2017b; OLADE, 2020).

Figura 30

Esquema resumido de subastas en Uruguay



Nota. Tomado de Organización Latinoamericana de Energía. (2020). Procesos Competitivos para el Financiamiento de Proyectos de Energías Renovables: Situación en América Latina y el Caribe.

Figura 31

Subastas de energía con fuentes renovables en Uruguay

Tipo	Unidad	2006	2010	2010 ⁵⁰	2011	2011 ⁵¹	2013 ⁵²
	MW	74,5	150,0		192,0	537,0 + 100,0	4,0
	USD/MWh	90,3	85,0-87,0		63,0-67,0	63,5 -61,0	63,5
	MW						3,0 + 185,0
	USD/MWh						93,5 / 87,5
	MW	65,5		0,8			
	USD/MWh	80,0-89,8		92,0			
Total	MW	140,0	150,0	0,8	192,0	637,0	192,0
	USD/MWh	87,8	85,4	92,0	63,5	63,1	87,1

Nota. Tomado de Organización Latinoamericana de Energía. (2020). Procesos Competitivos para el Financiamiento de Proyectos de Energías Renovables: Situación en América Latina y el Caribe.

4. Proyectos de generación solar fotovoltaica integrados al sistema eléctrico en América Latina

América Latina es una región que, por su ubicación geográfica y disponibilidad de recursos naturales, ha venido concentrando esfuerzos en el desarrollo de nuevas tecnologías para la generación de energía eléctrica, aumentando la participación de las fuentes renovables no convencionales en su matriz energética y realizando inversiones significativas durante los últimos años, alcanzando los 130 000 millones de dólares en el periodo 2005 - 2015, evidenciando el liderazgo de Brasil, Chile, Honduras, México y Uruguay, cuya participación supera el 95% y los 15 580 millones de dólares en 2015, impactando principalmente en el mercado de generación de energía eléctrica con fuentes renovables eólica y solar fotovoltaica, con un crecimiento significativo desde el 2007 y 2012, respectivamente (IRENA, 2016).

A continuación, se relacionan los proyectos de generación de energía eléctrica con fuentes solares fotovoltaicas más destacados, en cada uno de los países latinoamericanos seleccionados para el desarrollo de esta monografía.

4.1 Caso Brasil

En la Tabla 7, se relacionan algunas de las centrales de generación solar fotovoltaica que actualmente se encuentran en operación e interconectadas al sistema eléctrico nacional brasileiro, equivalentes a una capacidad total instalada de 2 195 MW, de las cuales se destacan São Gonçalo (475 MW), Pirapora (321 MW), Nova Olinda (292 MW), Ituverava (292 MW) y Lapa (168 MW), dentro del top de las 10 plantas solares más grandes de América Latina (ANEEL, 2020).

Tabla 7*Centrales de generación solar fotovoltaica de Brasil*

Planta Solar	Capacidad [MW]	Ciudad	Estado
São Gonçalo	475	São Gonçalo do Gurguéia	Piauí
Pirapora	321	Pirapora	Minas Gerais
Nova Olinda	292	Ribeira do Piauí	Piauí
Ituverava	292	Tabocas de Brejo Velho	Bahía
Lapa	168	Bom Jesus da Lapa	Bahía
Juazeiro	156	Juazeiro	Bahía
Guaimbê	150	Guaimbê	São Paulo
Apodi	132	Quixeré	Ceará
Paracatu	132	Paracatu	Minas Gerais
Água Vermelha	76	Ooeste	São Paulo
Tauá	1	Tauá	Ceará

Nota. Información tomada de ANEEL (2020)

4.2 Caso Chile

El mercado eléctrico chileno integra generación solar fotovoltaica con una capacidad instalada de 1 290 MW, equivalente a tan solo 11 plantas de generación, como se presenta en la Tabla 8, entre ellas, El Romero (196 MW), Finis Terrae (138 MW) y Bolero (147 MW), consideradas dentro de las 10 más grandes de América latina (Generadoras de Chile, 2017).

Tabla 8*Centrales de generación solar fotovoltaica en Chile*

Planta Solar	Capacidad [MW]	Comuna	Región
El Romero	196	Vallenar	Atacama
Bolero	147	Sierra Gorda	Antofagasta
Luz del Norte	144	Copiapó	Atacama
Finis Terrae	138	María Elena	Antofagasta
Santiago Solar	115	Til Til	Metropolitana
Conejo Solar	104	Taltal	Antofagasta
Quilapilún	103	Colina	Metropolitana
Amanecer CAP	100	Copiapó	Atacama
El Pelicano	100	La Higuera	Coquimbo
Carrera Pinto	74	Copiapó	Atacama

Pampa Solar Norte	69	Taltal	Antofagasta
-------------------	----	--------	-------------

Nota. Información tomada de Generadoras de Chile (2017)

4.3 Caso Honduras

Actualmente, Honduras cuenta con una planta solar fotovoltaica ubicada en la ciudad de Nacaome del departamento del Valle, capaz de generar hasta el 10% de su demanda total y con una capacidad instalada de 145 MW, convirtiéndose en la más grande del país, como se presenta en la Tabla 9, la cual relaciona algunas de las centrales de generación solar fotovoltaica más importantes (AHPEE, 2019).

Tabla 9

Centrales de generación solar fotovoltaica de Honduras

Planta Solar	Capacidad [MW]	Región
Nacaome-Valle	145	Valle
Aura Solar II	61	Choluteca
Marcovia	43	Choluteca
Pacífico solar	35	Valle
Pavana	24	Choluteca

Nota. Información tomada de AHPEE (2019)

4.4 Caso México

México es uno de los países con mayor avance en la integración de la generación de energía solar fotovoltaica y cuenta con más de 130 plantas conectadas al sistema nacional, destacándose como las más grandes del país, entre otras, las relacionadas en la Tabla 10, equivalentes a una capacidad instalada de 2 212 MW, donde Villanueva (828 MW) y Don José (260 MW), corresponden al primer y quinto lugar del top 10 de América Latina, (ASOLMEX, 2020).

Tabla 10*Centrales de generación solar fotovoltaica de México*

Planta Solar	Capacidad [MW]	Municipio	Estado
Villanueva	828	Villa Hidalgo	Coahuila
Puerto Libertad	317	Puerto Libertad	Sonora
Don José	260	San Luis de la Paz	Guanajuato
Cuyoaco	200	Cuyoaco	Puebla
Santa María	179	Galeana	Chihuahua
Santiago	170	Villa de Arriaga	San Luis de Potosí
Orejana	158	Hermosillo	Sonora
Hermosillo	100	Hermosillo	Sonora

Nota. Información tomada de ASOLMEX (2020)

4.5 Caso Uruguay

La Tabla 11, relaciona las dos centrales solares fotovoltaicas más grandes de Uruguay, alcanzando los 75 MW de capacidad instalada y evidenciando los primeros pasos en un proceso de expansión, cuya finalidad es integrar la generación solar fotovoltaica de alrededor de 800 MW al sistema interconectado nacional durante los próximos 10 años (BID Invest, 2020).

Tabla 11*Centrales de Generación Solar Fotovoltaica Uruguay*

Planta Solar	Capacidad [MW]	Departamento
El Naranjal	59	El Salto
Del Litoral	16	El Salto

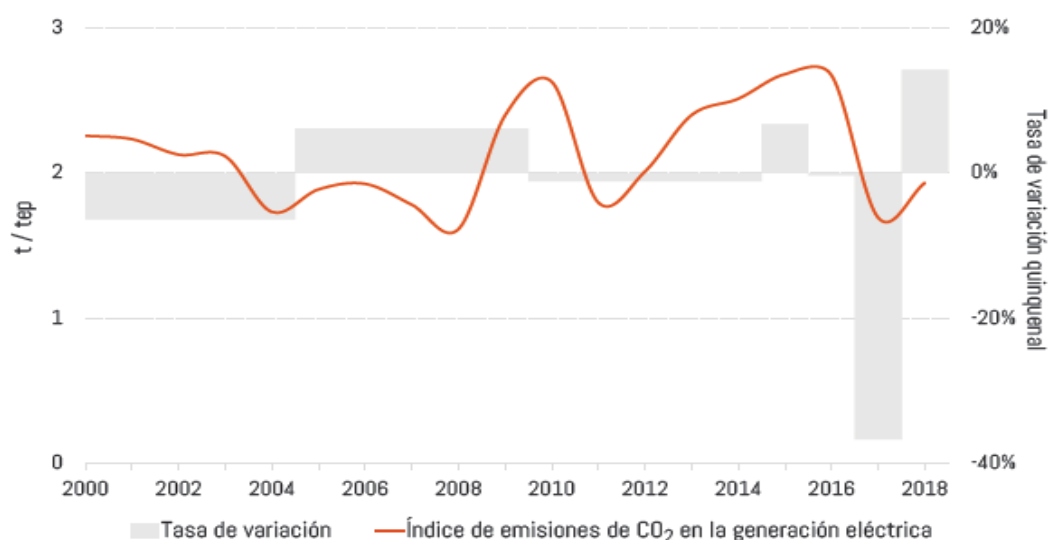
Nota. Información tomada de BID Invest (2020)

5. Generación de energía solar fotovoltaica en Colombia y reglamentación actual

Actualmente, más del 60% de la capacidad total instalada en generación de energía eléctrica proviene de fuentes renovables, alcanzando una generación de 57 433 GWh en 2018, con una participación del recurso solar del 0,02% equivalente a una generación de 12 GWh, duplicando la generación solar en 2017 (5 GWh) y evidenciando una pequeña variación en el índice de emisiones de CO₂ (OLADE, 2018; OLADE, 2019), como se presenta en la Figura 32, dando sus primeros pasos en la integración de sistemas de generación de energía eléctrica con recursos renovables no convencionales, a través de la generación solar fotovoltaica y eólica, en aras del cumplimiento de los compromisos adquiridos en el acuerdo de París firmado en abril de 2016, referente a la reducción de gases de efecto invernadero (GEI) (Comisión Europea, 2019).

Figura 32

Índice Emisiones CO₂ de generación de energía eléctrica en Colombia 2018



Nota. Tomado de Organización Latinoamericana de Energía. (2019). Panorama Energético de América Latina y el Caribe 2019 (ISBN 978-9978-70-134-8). <http://www.olade.org/publicaciones/>

5.1 Estructura organizacional del sector eléctrico colombiano

El sector energético colombiano cuenta con una estructura organizacional encabezada por el Ministerio de Minas y Energía (MME) como la máxima autoridad que, en compañía de la Presidencia de la Republica, establece las políticas, planes y programas energéticos del país, orientados al uso racional y eficiente de la energía, incentivando el aprovechamiento de los recursos renovables no convencionales y apalancando la sostenibilidad del sector y el desarrollo económico y social del país; apoyado en la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) y la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), instituciones de carácter técnico, encargadas de la planeación de la expansión de las actividades de generación y transmisión nacionales y de garantizar el acceso, la calidad y confiabilidad del servicio de energía al menor costo posible, respectivamente. Cabe resaltar, que la UPME es la entidad asignada por el MME, para el desarrollo de los procesos de licitación de generación de energía eléctrica a largo plazo (OLADE, 2013; BID, 2017a).

De otro lado, las actividades de supervisión, control y vigilancia, están delegadas por la presidencia de la república, en cabeza de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD) y La Superintendencia de Industria y Comercio (SIC), entidades de naturaleza técnica, encargadas de garantizar la libre competencia y salvaguardar los derechos de los usuarios y consumidores (OLADE, 2013).

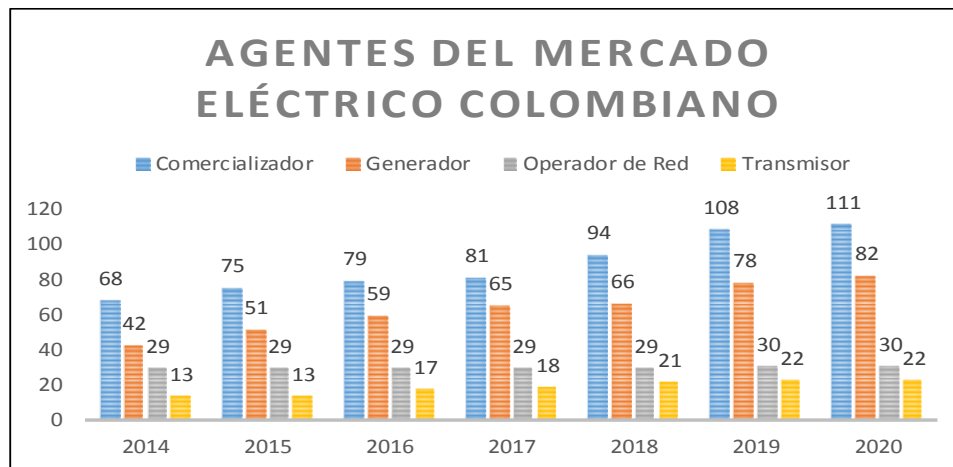
5.2 Agentes del mercado eléctrico colombiano

Actualmente, el mercado eléctrico colombiano cuenta con 245 agentes como se presenta en la Figura 33, evidenciando un crecimiento significativo tanto en la generación (82 agentes), como en la comercialización (111 agentes), actividades de libre acceso y, por lo tanto, de libre

competencia; mientras que la transmisión (22 agentes) y la distribución (30 agentes), son monopolios naturales que muestran una tendencia constante (XM, s.f.).

Figura 33

Agentes del mercado eléctrico colombiano a abril 2020



Nota. Información tomada de XM

5.3 Planes y políticas energéticas colombianas

A continuación, se resumen los planes y políticas energéticas que se han desarrollado en Colombia:

- ✓ La Ley 629 del 27 de diciembre de 2000, por medio de la cual, el Congreso de la República, ratifica los compromisos adquiridos en el Protocolo de Kioto en términos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para el periodo 2008 – 2012 (Ley 629 de 2000).
- ✓ La Ley 697 del 3 de octubre de 2001, conocida como la Ley de Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE), mediante la cual el Congreso de la República, promueve la implementación de los recursos renovables no convencionales, decretando su uso de interés y conveniencia nacional, creando el Programa de Uso Racional de la energía

(PROURE) dirigido por el Ministerio de Minas y Energía (MME), fomentando la competitividad del sector y el desarrollo de nuevas tecnologías, reglamentada por el Decreto 3683 de 2003 (DNP,2017).

- ✓ La Resolución N° 180619 del 26 de mayo de 2006, mediante el cual, el Ministerio de Minas y Energía (MME), especifica los subprogramas para el desarrollo del PROURE incluyendo entre otros, el desarrollo e investigación de nuevas tecnologías y la implementación de generación de energía eléctrica con fuentes renovables (DNP, 2017).
- ✓ La Resolución N° 180919 del 1 de junio de 2010, a través de la cual, el Ministerio de Minas y Energía (MME), establece las metas de participación de los recursos renovables no convencionales en 2020, tanto en el Sistema Interconectado Nacional–SIN (6,5%), como en las Zonas no Interconectadas-ZNI (30%), para el desarrollo del PROURE dentro del marco de la Ley 697, por medio del plan indicativo 2010 - 2015 (DNP, 2017).
- ✓ La Resolución N° 40072 del 29 de enero de 2018, a partir de la cual, el Ministerio de Minas y Energía define como política energética la implementación de Infraestructura de Medición Inteligente (AMI) en el Sistema Interconectado Nacional-SIN y en las Zonas No Interconectadas–ZNI, apalancando la eficiencia energética y la integración de generación distribuida y autogeneración; estableciendo que al 2030 el 95% de los usuarios urbanos y el 50% de los usuarios en centros poblados y rurales, deberán contar con esta nueva tecnología (MME, Resolución 40072, 2018).
- ✓ La Resolución N° 40809 del 2 de agosto de 2018, mediante la cual, el Ministerio de Minas y Energía, establece el Plan Nacional de Electrificación Rural 2018–2031, promoviendo la implementación de nuevas tecnologías para la generación de energía

eléctrica con fuentes renovables y aumentando la cobertura del servicio y el desarrollo económico de las comunidades (MME, Resolución 40809, 2018).

- ✓ El Plan Energético 2020–2050, mediante el cual se establecen metas para la transformación energética del país, aumentando la participación de la generación de energía eléctrica con recursos renovables no convencionales que permitan la reducción del impacto ambiental, en concordancia con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) y los compromisos adquiridos en la COP21 (Paris 2015) y COP25 (Madrid 2019) (UPME, 2019).

5.4 Marco regulatorio y normativo

A continuación, se relacionan las actualizaciones más significativas del marco regulatorio del sistema eléctrico colombiano, que promueven la integración de las fuentes de energías renovables no convencionales en su matriz energética:

- ✓ La Ley 142 del 11 de julio de 1994, conocida como la Ley de Servicios Públicos Domiciliarios, mediante la cual el Congreso de la República, define la figura de productor marginal, como una persona natural o jurídica que produce energía eléctrica de forma independiente para su propio consumo o para su comercialización a terceros (BID, 2017a).
- ✓ La Ley 143 del 11 de julio de 1994, mediante la cual el Congreso de la República, reglamenta las actividades de los sectores de: generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, además de establecer que un auto generador únicamente es aquel que puede generar energía eléctrica para su propio consumo, es decir, que no puede generar excedentes (BID, 2017a).

- ✓ La Resolución N° 181401 del 29 de octubre de 2004, mediante la cual se establece el factor de emisiones de gases de efecto invernadero-GEI (0,471 kg CO₂/kWh), asociado a los proyectos de generación de energía eléctrica con fuentes renovables no convencionales como: fotovoltaica, eólica, mareomotriz, geotérmica, entre otras, conectados al sistema nacional y cuya capacidad instalada no supere los 15 MW (MME, Resolución 181401, 2004).
- ✓ La Ley 1215 del 16 de julio de 2008, mediante la cual el Congreso de la República autoriza la venta de excedentes de energía eléctrica proveniente de la cogeneración (Ley 1215 de 2008).
- ✓ La Resolución CREG 005 del 1 de febrero de 2010, mediante la cual se definen las condiciones técnicas para la cogeneración de energía eléctrica y la venta de sus excedentes en dos escenarios, energía eléctrica excedente con garantía de potencia menor a 20 MW y energía eléctrica excedente con garantía de potencia mayor o igual a 20 MW (CREG, Resolución 005, 2010).
- ✓ La Ley 1665 del 16 de julio de 2013, mediante la cual el Congreso de la República ratifica los compromisos adquiridos mediante el Estatuto de la Agencia Internacional de Energías Renovables de enero de 2009, el cual promueve la implementación de generación de energía eléctrica con recursos renovables no convencionales para contribuir a la reducción del impacto ambiental y el desarrollo sostenible (Ley 1665 de 2013).
- ✓ La Ley 1715 del 13 de mayo de 2014, a través de la cual, el Congreso de la República fomenta la inversión en proyectos de generación de energía eléctrica con fuentes renovables no convencionales, tanto en las zonas no interconectadas como integrados al

sistema nacional, que permitan garantizar el suministro de energía eléctrica en todos los sectores y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, estableciendo incentivos tributarios, como depreciación acelerada, exención de impuestos arancelarios de importación, entre otros (DNP, 2017).

- ✓ El Decreto 2469 del 2 de diciembre de 2014, mediante el cual, la Presidencia de la República establece las condiciones de política energética para ser auto generador y entregar excedentes a la red eléctrica (DNP, 2017).
- ✓ El Decreto 2492 del 3 de diciembre de 2014, mediante el cual, la Presidencia de la República, establece las condiciones para la promoción de la eficiencia energética en términos de respuesta a la demanda, proponiendo incentivos para los agentes que aumenten la confiabilidad del sistema y contribuyan a la reducción del precio de bolsa y el costo asociado a las restricciones (DNP, 2017).
- ✓ La Resolución CREG 024 del 13 de marzo de 2015, mediante la cual, se establecen las condiciones técnicas de conexión, medida y entrega de excedentes para los auto generadores de energía eléctrica a gran escala (DNP, 2017).
- ✓ La Resolución UPME 281 del 5 de junio de 2015, mediante la cual se establece el límite máximo para la capacidad instalada (1 MW) de un auto generador de energía eléctrica a pequeña escala (DNP, 2017).
- ✓ El Decreto 1623 del 11 de agosto de 2015, a través del cual la Presidencia de la República establece la política de expansión de cobertura del suministro de energía eléctrica, tanto para el sistema interconectado nacional, como para las zonas no interconectadas, considerando condiciones para la implementación de las fuentes de generación de energía

eléctrica con renovables no convencionales (Presidencia de la República, Decreto 1623, 2015).

- ✓ El Decreto 2143 del 4 de noviembre de 2015, mediante el cual, se establecen las condiciones para recibir los incentivos tributarios propuestos en la Ley 1715 (Presidencia de la República, decreto 2143, 2015).
- ✓ La Resolución UPME 045 del 3 de febrero de 2016, que reglamenta el procedimiento y los requisitos para acceder a los incentivos de exclusión del IVA y exención arancelaria en concordancia con la Ley 1715 de 2014, actualizada por la Resolución UPME 703 del 14 de diciembre de 2018 (UPME, Resolución 045, 2016).
- ✓ La Resolución UPME 143 del 10 de marzo de 2016, la cual reglamenta el registro de los proyectos de generación de energía eléctrica con fuentes renovables no convencionales (UPME, Resolución 143, 2016).
- ✓ La Resolución MinAmbiente 1283 del 3 agosto de 2016, a través de la cual se reglamenta el procedimiento para la certificación ambiental de los proyectos basados en las fuentes de generación de energía eléctrica con recursos renovables no convencionales, para la obtención de los beneficios tributarios, como deducción sobre el impuesto de renta y exclusión del IVA, modificada por la Resolución MinAmbiente 1303 del 13 de julio de 2018 (MADS, Resolución 1283, 2016).
- ✓ La Resolución MinAmbiente 1312 del 11 agosto de 2016, por medio de la cual se reglamentan las condiciones y requisitos del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para el trámite de la Licencia Ambiental de los proyectos de generación de energía eléctrica con aerogeneradores (MADS, Resolución 1312, 2016).

- ✓ La Resolución CREG 243 del 19 de diciembre de 2016, la cual reglamenta el procedimiento para determinar la energía eléctrica en firme para el cargo por confiabilidad (ENFICC), para proyectos de generación de energía eléctrica con recurso solar fotovoltaica, modificada por la resolución CREG 201 del 27 de diciembre de 2017 (CREG, Resolución 243, 2016).
- ✓ El Decreto 348 del 1 de marzo de 2017, por medio del cual, la Presidencia de la República, establece las condiciones significativas para la auto generación de energía eléctrica a pequeña escala (1 MW) en términos de la conexión, entrega de excedentes a la red y eliminación de los contratos de respaldo para auto generadores cuya capacidad instalada sea menor o igual a 0,1 MW (DNP, 2017).
- ✓ El Decreto 1543 del 16 de septiembre del 2017, mediante el cual la Presidencia de la República, crea el Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de Energía (FENOGE), cuya finalidad es la financiación de proyectos de auto generación de energía eléctrica a pequeña escala y de eficiencia energética, para los usuarios de los estratos 1, 2 y 3 (DNP, 2017).
- ✓ La Resolución CREG 167 del 14 de noviembre de 2017, mediante la cual se establece el procedimiento para determinar la energía eléctrica en firme del cargo por confiabilidad (ENFICC), para proyectos de generación de energía eléctrica con aerogeneradores (CREG, Resolución 167, 2017).
- ✓ El Decreto 570 del 23 de marzo de 2018, en el que la Presidencia de la República promueve la diversificación de la matriz energética y fomenta la competitividad del sector, estableciendo un mecanismo de contratación a largo plazo de proyectos de generación de energía eléctrica nuevos y existentes, incentivando el uso de los recursos

naturales que apalanquen el cumplimiento de los compromisos adquiridos en el acuerdo de París (COP21) (Presidencia de la República, Decreto 570, 2018).

- ✓ La Resolución CREG 030 del 26 de febrero de 2018, por medio de la cual se reglamentan las condiciones técnicas para la integración, conexión, medición y entrega de excedentes al sistema nacional, para los auto generadores de energía eléctrica a pequeña escala y la generación distribuida (capacidad instalada menor o igual a 0,1 MW) (CREG, Resolución 030, 2018).
- ✓ La Resolución CREG 038 del 9 de abril de 2018, mediante la cual se reglamentan las condiciones técnicas para la integración, conexión, medición y comercialización de la energía eléctrica proveniente de auto generación a pequeña escala y generación distribuida en las zonas no interconectadas (CREG, Resolución 038, 2018).
- ✓ La Ley 1955 del 25 de mayo de 2019, mediante la cual el Congreso de la República define el Plan Nacional de Desarrollo 2018–2022 y modifica la Ley 1715 de 2014, en lo referente a los beneficios de deducción sobre el impuesto de renta (Ley 1955 de 2019).
- ✓ La Resolución CREG 131 del 25 de junio de 2020, es un proyecto de resolución para comentarios de los interesados, mediante el cual se establecen las condiciones y requisitos técnicos para la instalación, reposición, operación y mantenimiento de infraestructura de medición avanzada para usuarios regulados y no regulados del Sistema Interconectado Nacional-SIN (CREG, Resolución 131, 2020).

5.5 Programas de financiación e incentivos

A continuación, se resumen los programas de financiación e incentivos desarrollados en Colombia:

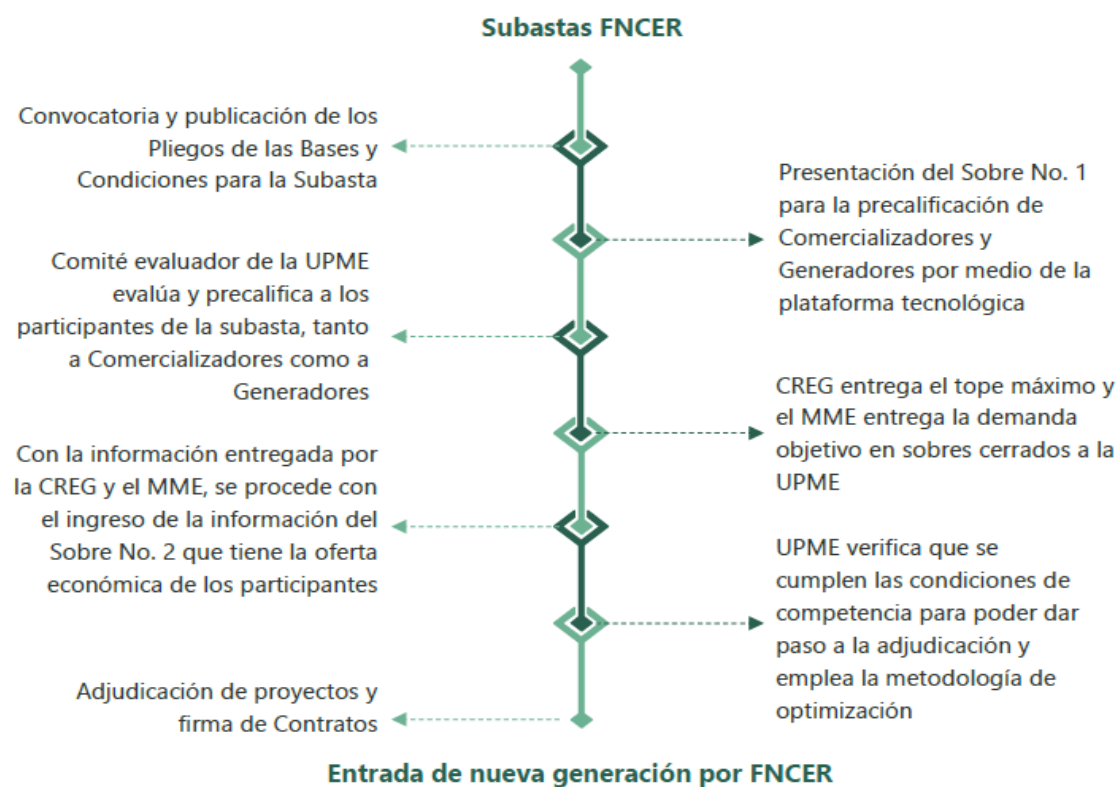
- ✓ Los incentivos tributarios, como la deducción del 50% sobre el impuesto de renta por un periodo máximo de 15 años, la exclusión del IVA para la adquisición de equipos, maquinaria y servicios locales o extranjeros, además de la exención del pago de impuestos arancelarios por la importación de equipos, maquinaria y demás elementos que no sean de producción nacional y la depreciación acelerada del 20% del valor de inversión en maquinaria y equipo para proyectos basados en los recursos energéticos renovables no convencionales, propuestos en la Ley 1715 de 2014 (DNP, 2017).
- ✓ La medición neta o “Net Metering”, mediante el cual se permite la venta de excedentes de energía eléctrica inyectados al sistema eléctrico nacional, a través de créditos de energía eléctrica, incentivando la participación de los recursos renovables no convencionales, establecido por la resolución CREG 030 de 2018 (CREG, Resolución 030, 2018).
- ✓ Para la integración de las fuentes de energía eléctrica con recursos renovables no convencionales en concordancia con las actualizaciones de su marco regulatorio y nuevas políticas energéticas, el Gobierno de Colombia se ha visto obligado a diseñar diferentes líneas de financiación a través de entidades locales y extranjeras, entre las que se destacan, Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas No Interconectadas (FAZNI) , Sistema General de Regalías (SGR), Fondo de Financiación de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de Energía (FENOGE), Financiera de Desarrollo Territorial (FINDETER), Banco de Comercio Exterior (BANCOLDEX), Banco Alemán Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), La Asociación de Cooperación Alemana (GIZ), Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) (UPME, 2015).

5.6 Subastas de energía eléctrica

La Figura 34, presenta un resumen del esquema de subastas realizado por Colombia en el año 2019, mediante el cual se licita tecnología específica basada en fuentes de energía eléctrica con recursos renovables no convencionales, evidenciando en la Figura 35, la participación de aerogeneradores (1 147 MW) y solar fotovoltaica (227 MW), con una primera adjudicación por 1 298 MW a un costo promedio de 30,1 USD/MWh y una adjudicación complementaria por 75 MW a un costo promedio de 33,6 USD/MWh (OLADE, 2020).

Figura 34

Esquema Resumido de subastas de energía eléctrica con recursos renovables no convencionales en Colombia



Nota. Tomado de Organización Latinoamericana de Energía. (2020). Procesos Competitivos para el Financiamiento de Proyectos de Energías Renovables: Situación en América Latina y el Caribe.

Figura 35

Subastas de fuentes de generación de energía eléctrica con fuentes renovables en Colombia

Tipo	Unidad	2019	2019 complementaria
	MW	1.073,0	74,1
	MW	225,9	0,9
Total ¹⁵	MW	1.298,9	75,0
	USD/MWh	30,1	33,6

Nota. Tomado de Organización Latinoamericana de Energía. (2020). Procesos Competitivos para el Financiamiento de Proyectos de Energías Renovables: Situación en América Latina y el Caribe.

5.7 Proyectos de generación solar fotovoltaica integrados al Sistema Interconectado Nacional-SIN

En la actualidad, sólo se encuentra integrada al SIN, la planta solar fotovoltaica El Paso, ubicada en el departamento del Cesar con una extensión de 210 hectáreas y una capacidad instalada de 86 MW, equivalentes al 80% de la capacidad total solar fotovoltaica instalada en el país, inaugurada en abril de 2019 y construida por el grupo ENEL GREEN POWER, con una inversión aproximada de 70 millones de dólares, conformada por 250 000 paneles solares capaces de realizar seguimiento a la trayectoria del sol y generar anualmente 176 GWh (ANDESCO, s.f.).

5.8 Solicitudes de conexión de nueva generación de energía eléctrica con fuentes solares fotovoltaicas

De acuerdo al reporte de proyectos registrados ante la Unidad de Planeación Minero Energética–UPME, para la implementación de nuevas tecnologías de generación de energía

eléctrica, particularmente con fuentes solares fotovoltaicas y con fecha de puesta en operación en el periodo 2020–2023 (con una participación anual estimada de 526 MW, 1523 MW, 1364 MW y 596 MW, respectivamente), se tiene concepto aprobado para 35 nuevos proyectos equivalentes a más de 4 000 MW distribuidos en 16 departamentos del país, como se presenta en la Tabla 12, evidenciando una gran participación de generación de energía eléctrica con fuentes fotovoltaicas en los departamentos de Atlántico (879 MW), Tolima (550 MW) y Santander (410 MW) (UPME, 2020).

Tabla 12

Potencia a instalar de los proyectos de generación de energía eléctrica con fuentes solares fotovoltaicas en Colombia

Departamento	Capacidad MW
Antioquia	400.00
Atlántico	879.50
Boyacá	160.00
Caldas	83.00
Cesar	220.00
Córdoba	239.90
Cundinamarca	28.00
La Guajira	196.36
Magdalena	199.89
Meta	177.10
Norte De Santander	80.00
Santafé de Bogotá D.C.	50.00
Santander	410.00
Sucre	210.00
Tolima	550.00
Valle Del Cauca	127.00
Total general	4,010.75

Nota. Información tomada de UPME (2020)

6. Alternativas para el desarrollo de la integración de la generación de energía eléctrica con fuentes solares fotovoltaicas al sistema eléctrico colombiano

Las diferentes crisis energéticas causadas por las sequías del fenómeno del niño y la contaminación ambiental producto de las emisiones de gases de efecto invernadero, han motivado en Colombia la integración de nuevas fuentes de energía eléctrica con recursos renovables no convencionales en su matriz energética, reduciendo la dependencia del recurso hídrico como en Brasil y de los combustibles fósiles como en Chile y México.

Durante los últimos años, Colombia ha dado pasos importantes en la participación de la generación de energía eléctrica a partir de las fuentes renovables no convencionales, principalmente eólica y solar fotovoltaica; desarrollando políticas energéticas, actualizando su marco regulatorio y creando instrumentos tributarios que incentivan su implementación. Sin embargo, todavía existen estrategias para maximizar el aprovechamiento de los recursos renovables y apalancar el desarrollo sostenible del sector, basadas en las buenas prácticas de los países líderes de América Latina como Brasil, Chile y México, además de países como Honduras y Uruguay, en cuyas matrices energéticas prevalece la generación de energía eléctrica con recursos renovables.

Como en Uruguay, Colombia podría incorporar un beneficio para los proveedores locales, incentivando la producción nacional de componentes, elementos y equipos necesarios para la instalación de sistemas de generación de energía eléctrica con fuentes solares fotovoltaicas, aumentando la competitividad del sector, en aras de establecer mejores precios y

aumentar la accesibilidad a nuevas tecnologías en todos los sectores del país, tanto a pequeña como a gran escala.

Adicionalmente, Colombia podría establecer descuentos significativos en las tarifas asociadas al uso de las redes de transmisión y distribución de energía eléctrica para proyectos de generación de energía eléctrica con fuentes solares fotovoltaicas, definiendo condiciones mínimas como nivel de tensión en el punto de conexión, capacidad máxima instalada, porcentaje de reducción de niveles de contaminación asociado a las emisiones de CO₂, entre otros, como en los casos de Brasil, Chile, México y Uruguay.

Para la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables no convencionales, Colombia podría tomar como base el modelo de Honduras y establecer precios base para la generación de energía eléctrica solar fotovoltaica, basados en la capacidad instalada, un periodo de tiempo determinado con un incremento anual y un porcentaje adicional que corresponda al beneficio ambiental obtenido. También se tiene como base el método de Uruguay, donde se determina la valoración de la energía eléctrica que pueden generar pero que por restricciones de operación del sistema interconectado nacional no pueden entregar. Considerando en ambos casos, la variabilidad del recurso y las horas de disponibilidad del mismo, garantizando la estabilidad económica de dichas centrales e incentivando la inversión en nuevas tecnologías.

En cuanto a la venta de excedentes de energía eléctrica, para usuarios auto generadores o de generación distribuida, Colombia podría incorporar una opción similar al “Banco de Energía” propuesto en Brasil, mediante el cual los usuarios pueden decidir almacenar su energía eléctrica por un periodo de tiempo y determinar su mayor beneficio a través de su consumo o venta, o simplemente la posibilidad de obtener descuentos en las facturas de otros servicios públicos,

como es el caso de la Ciudad de México, estableciendo un valor mínimo de generación de energía eléctrica solar fotovoltaica para su propio consumo.

De otro lado, Colombia podría apoyar la financiación de los proyectos de generación de energía eléctrica con fuentes solares fotovoltaicas y en general, de fuentes de energías renovables no convencionales, a través de convenios internacionales como Chile, Honduras y México, o bien establecer métodos de recaudo como el propuesto en Brasil, donde los agentes distribuidores del mercado deben aportar anualmente un porcentaje sobre sus ganancias netas, para la implementación de energías alternativas. Este tipo de convenios permite apalancar actividades de investigación y desarrollo a través de centros de investigación e instituciones educativas de alta calidad, capacitar personal profesional y técnico y disponer del apoyo de expertos extranjeros.

Considerando los avances en Chile y México, Colombia también podría actualizar su normatividad y reglamentación vigente, incorporando criterios técnicos más específicos para el diseño de las instalaciones eléctricas de sistemas solares fotovoltaicos, condiciones de operación ante emergencias y mantenimiento del sistema, entre otros. Adicionalmente, establecer mecanismos de certificación de dichas instalaciones que permitan garantizar la seguridad del sistema y del suministro de energía eléctrica.

Finalmente, cabe resaltar la importancia de considerar los impactos regulatorios, técnicos, económicos, institucionales y financieros, que han surgido como resultado de la penetración de las fuentes de generación de energía eléctrica con fuentes renovables no convencionales, en la matriz energética de los países de la región, y por qué no, de los países europeos cuyos avances en el sector han sido muy significativos y le permitirían a Colombia realizar un proceso de integración más sólido y robusto.

7. Conclusiones

Las políticas energéticas, modificaciones del marco regulatorio, instrumentos de financiación e incentivos diseñados para aumentar la participación de las fuentes de generación de energía eléctrica con recursos renovables no convencionales en la matriz energética de los países latinoamericanos de estudio, evidencian el desarrollo acelerado de nuevas tecnologías para la integración de sistemas de generación con poca emisión de gases de efecto invernadero, ratificando el compromiso de la región con la conservación del medio ambiente, con Brasil, Chile y México como líderes de la generación de energía eléctrica con solar fotovoltaica.

Los desarrollos tecnológicos presentados por Brasil, Chile y México les permite posicionarse en el top de los países latinoamericanos con centrales solares fotovoltaicas más grandes, convirtiéndose en referentes para la integración de las fuentes no convencionales en el sistema interconectado nacional.

Las condiciones políticas, regulatorias y de incentivos propuestas actualmente para la integración de las fuentes de generación de energía eléctrica con recursos renovables no convencionales en Colombia, evidencian algunas similitudes con las estrategias implementadas en los países latinoamericanos de estudio, sin embargo, se requiere una mayor participación del estado desarrollando nuevas alternativas de financiación, flexibilizando los procedimientos establecidos por las entidades ambientales y la UPME para la obtención de incentivos, garantizando la disponibilidad pública de información actualizada del recurso disponible en las diferentes zonas del país y definiendo un marco normativo técnico enfocado en las nuevas tecnologías, que permitan apalancar el crecimiento de la generación con fuentes de energía

eléctrica con recursos renovables no convencionales en el sector, utilizando tanto los aerogeneradores como los sistemas solares fotovoltaicos.

Las diferentes estrategias implementadas en los países latinoamericanos de estudio, le permiten a Colombia identificar las alternativas más adecuadas para promover la inversión en generación solar fotovoltaica; destacándose entre otras, descuentos significativos en las tarifas asociadas al uso de las redes de transmisión y distribución de energía, valoración de la energía generada que por restricciones del sistema no puede ser entregada y precios base con incrementos anuales, que permitan garantizar la estabilidad económica de dichas centrales de generación. Adicionalmente, incentivos para la producción nacional de equipos y componentes, más opciones para la venta de excedentes por parte de los auto generadores o generadores distribuidos y facilidades en la financiación de nuevos proyectos a través de convenios internacionales o de un sistema de recaudo de aportes de los agentes distribuidores.

La diversificación de la matriz energética de un país, requiere de un esfuerzo sostenido y de la participación activa tanto del estado, como de los agentes del mercado y los usuarios, haciendo importante en Colombia la revisión y seguimiento de los impactos que puedan presentarse por las diferentes estrategias implementadas, considerando las lecciones aprendidas de los países líderes de la región, en aras de garantizar el desarrollo sostenible del sector beneficiando a todos y cada uno de sus participantes.

Referencias Bibliográficas

Agencia Nacional de Energía Eléctrica (ANEEL) de Brasil. (2020, 3 de abril). Sistema de información de generación de ANEEL – SIGA. Consultado el 1 de junio de 2020.
<https://www.aneel.gov.br/siga>

Asociación Hondureña de Productores de Energía Eléctrica (AHPEE). (2019). Noticias del País. Consultado el 1 de junio de 2020. <http://www.ahpeehn.org/noticias/>

Asociación Mexicana de Energía Solar (ASOLMEX). (2020). Centrales Solares en Operación Comercial. Consultado el 1 de junio de 2020. <https://www.asolmex.org/es/centrales>

Asociación Nacional de Empresas de Servicios Públicos y Comunicaciones (ANDESCO). (s.f.). Enel Green Power Inaugura el Paso Solar, la Planta Fotovoltaica más Grande de Colombia. Consultado el 1 de junio de 2020.
<https://www.andesco.org.co/2019/04/05/enel-green-power-inaugura-el-paso-solar-la-planta-fotovoltaica-mas-grande-de-colombia/>

Banco Centroamericano de Integración Económica. (s.f.). *Iniciativa de Apoyo a las MIPYME con Enfoque en Eficiencia Energética y Energía Renovable*.

Banco Interamericano de Desarrollo. (2016). *Expansión de las energías no Convencionales en América Latina y el Caribe: El Rol de las Instituciones Financieras de Desarrollo* (IDB-MG-458).

Banco Interamericano de Desarrollo. (2017a). *Dossier energético: Colombia* (IDB-TN-1177).

Banco Interamericano de Desarrollo. (2017b). *Dossier Energético: Uruguay* (IDB-TN-1175).

- Banco Interamericano de Desarrollo Invest. (2020). Nuestros Proyectos, El Naranjal y Del Litoral. Consultado el 1 de junio de 2020. <https://www.idbinvest.org/es/projects/el-naranjal-y-del-litoral>
- Banco Mundial. (2016). *Práctica Global de Energía e Industrias Extractivas: Análisis Técnico y Económico de Máxima Penetración de Energía Eólica y Solar en la Red Eléctrica de Honduras*.
- Biblioteca del Congreso de la Nación. (2016). *Dossier Legislativo, Legislación y Doctrina Extranjera, Uso Racional de Energía* (ISSN 2314-3215). Buenos Aires. Año II n° 45.
- Centro Americano de Derecho Ambiental (CEMDA) de México. (2017). *Marco Jurídico de las Energías Renovables en México*.
- Comisión Europea. (2019). *Avances en la Acción Climática de América Latina: Contribuciones Nacionalmente Determinadas al 2019*. Programa EUROCLIMA+, Dirección General de Desarrollo y Cooperación – EuropeAid. Bruselas, Bélgica. 171p.
- Decreto 244 de 2006 [Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción]. Aprueba reglamento para medios de generación no convencionales y pequeños medios de generación establecidos en la ley general de servicios eléctricos. Enero 17 de 2006. Chile.
- Decreto 570 de 2018 [Presidencia de la República]. Por el cual se adiciona el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, 1073 de 2015, en lo relacionado con los lineamientos de política pública para la contratación a largo plazo de proyectos de generación de energía eléctrica y se dictan otras disposiciones. Marzo 23 de 2018. Colombia.

Decreto 1623 de 2015 [Presidencia de la República]. Por el cual se modifica y adiciona el Decreto 1073 de 2015, en lo que respecta al establecimiento de los lineamientos de política para la expansión de la cobertura del servicio de energía eléctrica en el Sistema Interconectado Nacional y en las Zonas No Interconectadas. Agosto 11 de 2015. Colombia.

Decreto 2143 de 2015 [Presidencia de la República]. Por el cual se adiciona el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, Decreto 1073 de 2015, en lo relacionado con la definición de los lineamientos para la aplicación de los incentivos establecidos en el Capítulo 111 de la Ley 1715 de 2014. Noviembre 4 de 2015. Colombia.

Departamento Nacional de Planeación (DNP) de Colombia. (2017). *Energy Demand Situation in Colombia*.

Diario Oficial de la Federación. (2014, 31 de octubre). *Lineamientos que establecen los criterios para el otorgamiento de Certificados de Energías Limpias y los requisitos para su adquisición*.

Diario Oficial de la Federación. (2015, 8 de septiembre). *Acuerdo por el que la Secretaría de Energía emite las Bases del Mercado Eléctrico*.

Diario Oficial de la federación. (2016, 15 de diciembre). *Manual de Interconexión de Centrales de Generación con Capacidad menor a 0.5 MW*.

Factor. (2017a). *Subastas de Energía Renovable en Latinoamérica y Caribe, Caso de Estudio: Brasil*.

Factor. (2017b). *Subastas de Energía Renovable en Latinoamérica y Caribe, Caso de Estudio: Uruguay*.

Generadoras de Chile. (2017). Empresas Asociadas. Consultado el 1 de junio de 2020.

<http://generadoras.cl/empresas-asociadas>

Gobierno de la República de Honduras. (2016). *Perfil Sector Energía en Honduras 2016*.

Gobierno de México. (2019). *Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024*.

International Renewable Energy Agency. (2015a). *Renewable Energy Policy Brief: Brazil*.

<https://www.irena.org/publications/2015/Jun/Renewable-Energy-in-Latin-America-2015-An-Overview-of-Policies>

International Renewable Energy Agency. (2015b). *Renewable Energy Policy Brief: Mexico*.

<https://www.irena.org/publications/2015/Jun/Renewable-Energy-in-Latin-America-2015-An-Overview-of-Policies>

International Renewable Energy Agency. (2015c). *Renewable Energy Policy Brief: Uruguay*.

<https://www.irena.org/publications/2015/Jun/Renewable-Energy-in-Latin-America-2015-An-Overview-of-Policies>

International Renewable Energy Agency. (2016). *Renewable Energy Market Analysis: Latin America* (ISBN 978-92-95111-50-9).

<https://www.irena.org/publications/2016/Nov/Renewable-Energy-Market-Analysis-Latin-America>

International Renewable Energy Agency. (2018, 23 de mayo). *Regional Meeting Clean Energy Corridor of Central America (CECCA), Session IV: Accelerating Renewables Deployment in Regional Electricity Market – Honduras* [presentación de diapositivas].

<https://www.irena.org/events/2018/May/CECCA-Regional-Meeting>

- International Renewable Energy Agency. (2019). *Renewable Capacity Statistics 2019* (ISBN 978-92-9260-123-2). <https://www.irena.org/publications/2019/Mar/Renewable-Capacity-Statistics-2019>
- Ley de Transición Energética (LTE) de 2015. Diciembre 24 de 2015. México.
- Ley 629 de 2000. Por medio de la cual se aprueba el "Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", hecho en Kyoto el 11 de diciembre de 1997. Diciembre 27 de 2000. DO. N° 44272. Colombia.
- Ley 1215 de 2008. Por la cual se adoptan medidas en materia de generación de energía eléctrica. Julio 16 de 2008. DO. N° 47052. Colombia.
- Ley 1665 de 2013. Por medio de la cual se aprueba el “Estatuto de la Agencia Internacional de Energías Renovables (Irena)”, hecho en Bonn, Alemania, el 26 de enero de 2009. Julio 16 de 2013. DO. N° 48853. Colombia.
- Ley 1955 de 2019. Por el cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022. “Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad”. Mayo 25 de 2019. DO. N° 50964. Colombia.
- Ley 20805 de 2015. Perfecciona el sistema de licitaciones de suministro eléctrico para clientes sujetos a regulaciones de precios. Enero 29 de 2015. Chile.
- Ley 21118 de 2018. Modifica la ley general de servicios eléctricos, con el fin de incentivar el desarrollo de las generadoras residenciales. Noviembre 17 de 2018. Chile.
- López, G., Pérez, A., García, J., Arbeláez, J., y Chaparro, S. (2019). *Non-Conventional Renewable Sources and Smart Grids in Brazil and Chile* (n°20-04). Centro de Investigaciones Económicas y Financieras: Universidad EAFIT. <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/15400>
- Ministerio de Energía de Chile. (2015, 30 de diciembre). Política Energética de Chile 2050.

Ministerio de Energía de Chile. (2017). Memoria Programa Techos Solares Públicos.

Ministerio de Energía de Chile. (2018). Ruta Energética 2018 – 2022, Liderando la Modernización con Sello Ciudadano.

Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM) de Uruguay. (2015). Plan Nacional de eficiencia Energética 2015-2024.

Ministerio de Minas y Energía de Brasil. (2011, 18 de octubre). Plano Nacional Eficiência Energética: Premissas e Diretrizes Básicas.

Ministerio de Minas y Energía de Brasil. (2020). Plano Decenal de Expansão de Energia 2029.

Ministerio Federal de Economía y Energía de Alemania (BMWi) y Secretaría de Energía de México. (2018). Oportunidades de Inversión Crecientes, Nueva Era de la Energía en México, De Fundamentos Institucionales al Enfoque Eléctrico.

Naciones Unidas. (2017). *Las Energías Renovables no Convencionales en la Matriz de Generación Eléctrica, Tres Casos de Estudio: Brasil, Chile y Uruguay* (LC/BUE/TS.2017/1).

Naciones Unidas. (2018a). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe* (LC/G.2681-P/Rev.3).

Naciones Unidas. (2018b). *Informe Nacional de Monitoreo de la Eficiencia Energética en Honduras* (LC/TS.2018/66).

Organización Latinoamericana de Energía. (2011a). *Observatory of Renewable Energy in Latin America and the Caribbean: Brazil, Final Report Product 1: Renewable Technological Base Line, Product 2: State of Art.*
<https://www.renenergyobservatory.org/applications/technical-reports.html>

Organización Latinoamericana de Energía. (2011b). *Observatory of Renewable Energy in Latin America and the Caribbean: Mexico, Final Report Product 1: Renewable Technological Base Line, Product 2: State of Art.*
<https://www.renenergyobservatory.org/applications/technical-reports.html>

Organización Latinoamericana de Energía. (2013). *Modelos de Mercado, Regulación Económica y Tarifas del Sector Eléctrico en América Latina y el Caribe – Colombia.*

Organización Latinoamericana de Energía. (2015). *Estado Actual de la Energía Solar Fotovoltaica en Latinoamérica y EL Caribe: Informe Final.*

Organización Latinoamericana de Energía. (2018). *Panorama Energético de América Latina y el Caribe 2018* (ISBN 978-9978-70-130-0). <http://www.olade.org/publicaciones/page/2/>

Organización Latinoamericana de Energía. (2019). *Panorama Energético de América Latina y el Caribe 2019* (ISBN 978-9978-70-134-8). <http://www.olade.org/publicaciones/>

Organización Latinoamericana de Energía. (2020). *Procesos Competitivos para el Financiamiento de Proyectos de Energías Renovables: Situación en América Latina y el Caribe.* <http://www.olade.org/publicaciones-olade/>

Resolución 005 de 2010 [Comisión de Regulación de energía y Gas]. Por la cual se determinan los requisitos y condiciones técnicas que deben cumplir los procesos de cogeneración y se regula esta actividad. Febrero 1 de 2010. Colombia.

Resolución 030 de 2018 [Comisión de Regulación de energía y Gas]. Por la cual se regulan las actividades de autogeneración a pequeña escala y de generación distribuida en el Sistema Interconectado Nacional. Febrero 26 de 2018. Colombia.

Resolución 038 de 2018 [Comisión de Regulación de energía y Gas]. Por la cual se regula la actividad de autogeneración en las zonas no interconectadas y se dictan algunas

disposiciones sobre la generación distribuida en las zonas no interconectadas. Abril 9 de 2018. Colombia.

Resolución 045 de 2016 [Unidad de Planeación Minero Energética]. por la cual se establecen los procedimientos y requisitos para emitir la certificación y avalar los Proyectos de Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE), con miras a obtener el beneficio de la exclusión del IVA y la exención de gravamen arancelario de que tratan los artículos 12 y 13 de la Ley 1715 de 2014, y se toman otras determinaciones. Febrero 3 de 2016. Colombia.

Resolución 119 de 2012 [Comisión Reguladora de Energía]. Resolución por la que la comisión reguladora de energía expide las reglas generales de interconexión al sistema eléctrico nacional para generadores o permisionarios con fuentes de energías renovables o cogeneración eficiente. Marzo 29 de 2012. México.

Resolución 131 de 2020 [Comisión de Regulación de Energía y Gas]. Proyecto de Resolución Por la cual se establecen las condiciones para la implementación de la infraestructura de medición avanzada en el SIN. Junio 25 de 2020. Colombia.

Resolución 142 de 2017 [Comisión Reguladora de Energía]. Resolución de la Comisión Reguladora de Energía por la que expide las disposiciones administrativas de carácter general, los modelos de contrato, la metodología de cálculo de contraprestación y las especificaciones técnicas generales, aplicables a las centrales eléctricas de generación distribuida y generación limpia distribuida. Marzo 7 de 2017. México.

Resolución 143 de 2016 [Unidad de Planeación Minero Energética]. por la cual se modifica el artículo quinto y se adicionan artículos y anexos a la Resolución UPME 0520 de octubre 9 de 2007 por medio de la cual se establece el Registro de Proyectos de Generación y se toman otras disposiciones. Marzo 10 de 2016. Colombia.

Resolución 167 de 2017 [Comisión de Regulación de energía y Gas]. Por la cual se define la metodología para determinar la energía firme de plantas eólicas. Noviembre 14 de 2017. Colombia.

Resolución 243 de 2016 [Comisión de Regulación de Energía y Gas]. Por la cual se define la metodología para determinar la energía firme para el Cargo por Confiabilidad, ENFICC, de plantas solares fotovoltaicas. Diciembre 19 de 2016. Colombia.

Resolución 1283 de 2016 [Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible]. Por la cual se establece el procedimiento y requisitos para la expedición de la certificación de beneficio ambiental por nuevas inversiones en proyectos de fuentes no convencionales de energías renovables - FNCR y gestión eficiente de la energía para obtener los beneficios tributarios de que tratan los artículos 11, 12, y 14 de la ley 1715 de 2014 y se adoptan otras determinaciones. Agosto 3 de 2016. Colombia.

Resolución 1312 de 2016 [Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible]. por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EIA), requerido para el trámite de la licencia ambiental de proyectos de uso de fuentes de energía eólica continental y se toman otras determinaciones. Agosto 11 de 2016. Colombia.

Resolución 40072 de 2018 [Ministerio de Minas y Energía]. Por la cual se establecen los mecanismos para implementar la infraestructura de medición avanzada en el servicio público de energía eléctrica. Enero 29 de 2018. Colombia.

Resolución 40809 de 2018 [Ministerio de Minas y Energía]. Lineamientos del Plan Nacional de Electrificación Rural PNER 2018 – 2031. Agosto 2 de 2018. Colombia.

Resolución 181401 de 2004 [Ministerio de Minas y Energía]. Por medio de la cual se adopta el factor de emisión de gases de efecto invernadero para los proyectos de generación de energía con fuentes renovables conectados al Sistema Interconectado Nacional cuya capacidad instalada sea igual o menor a 15MW. Octubre 29 de 2004. Colombia.

Secretaría de Energía (SENER) de México. (2015). Prospectiva del Sector Eléctrico 2015 – 2029. 2015.

Secretaría de Energía (SENER) de México. (2016). Prospectiva del Sector Eléctrico 2016 – 2030. 2016.

Secretaría de Medio Ambiente y Recurso Naturales (SEMARNAT) de México. (2015). Guía de Programas de Fomento a la Generación de Energía con Recursos Renovables. Dirección General de Energía y Actividades Extractivas. 3ra Edición.

Sociedad para la Cooperación Internacional (GIZ) GmbH. (2016a). *Energía Solar para la Generación de Electricidad y Calor*. <https://www.4echile.cl/proyectos/>

Sociedad para la Cooperación Internacional (GIZ) GmbH. (2016b). *Programa de Energías Renovables y Eficiencia Energética (4e) en Chile*. <https://www.4echile.cl/proyectos/>

Sociedad para la Cooperación Internacional (GIZ) GmbH. (2017). *Programa de Energía Solar México (DKTI Solar)*.

Sociedad para la Cooperación Internacional (GIZ) GmbH. (2018). *Fomento de la Energía Solar: Enfoque CSP/CST y PV a gran escala*. <https://www.4echile.cl/proyectos/>

Sociedad para la Cooperación Internacional (GIZ) GmbH. (2019a). *Cogeneración en los Sectores Comercial e Industrial de Chile*. <https://www.4echile.cl/proyectos/>

Sociedad para la Cooperación Internacional (GIZ) GmbH. (2019b). *Energypartnership Chile-Alemania*. <https://www.4echile.cl/proyectos/>

Sociedad para la Cooperación Internacional (GIZ) GmbH. (2019c). *NAMA Support Project:*

Energías Renovables para el Autoconsumo en Chile. <https://www.4echile.cl/proyectos/>

Sociedad para la Cooperación Internacional (GIZ) GmbH. (2020). *Energías Renovables y*

Eficiencia Energética en Centroamérica (Fase III), Promoción de un mercado regional

de energía en Centroamérica.

SolarFeeds. (2019, 19 de agosto). Solar Power Statistics in Latin America: 2019. Consultado el 4

de mayo de 2020. <https://solarfeeds.com/solar-power-statistics-in-latin-america/>

Suyapa, A. (2019). *The IRENA Innovation Day, Energías Renovables en Honduras* [presentación

de diapositivas]. Gobierno de la República de Honduras. [https://www.irena.org/-](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Events/2019/Jul/IRENA_IID-2019_Session-III_Cerna_ODS_Honduras.pdf?la=en&hash=A0F43654585349831F973F988DF78914C775A5BD)

[/media/Files/IRENA/Agency/Events/2019/Jul/IRENA_IID-2019_Session-](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Events/2019/Jul/IRENA_IID-2019_Session-III_Cerna_ODS_Honduras.pdf?la=en&hash=A0F43654585349831F973F988DF78914C775A5BD)

[III_Cerna_ODS_Honduras.pdf?la=en&hash=A0F43654585349831F973F988DF78914C7](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Events/2019/Jul/IRENA_IID-2019_Session-III_Cerna_ODS_Honduras.pdf?la=en&hash=A0F43654585349831F973F988DF78914C775A5BD)

[75A5BD](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Events/2019/Jul/IRENA_IID-2019_Session-III_Cerna_ODS_Honduras.pdf?la=en&hash=A0F43654585349831F973F988DF78914C775A5BD)

Unidad de Planeación Minero Energética. (2010). *Boletín Estadístico de Minas y Energía 1990–*

2010

(ISBN:978-958-8363-08-0).

<https://www1.upme.gov.co/InformacionCifras/Paginas/Boletin-estadistico-de-ME.aspx>

Unidad de Planeación Minero Energética. (2015). *Integración de las energías renovables no*

convencionales en Colombia. [http://www1.upme.gov.co/Paginas/Estudio-](http://www1.upme.gov.co/Paginas/Estudio-Integraci%C3%B3n-de-las-energ%C3%ADas-renovables-no-convencionales-en-Colombia.aspx)

[Integraci%C3%B3n-de-las-energ%C3%ADas-renovables-no-convencionales-en-](http://www1.upme.gov.co/Paginas/Estudio-Integraci%C3%B3n-de-las-energ%C3%ADas-renovables-no-convencionales-en-Colombia.aspx)

[Colombia.aspx](http://www1.upme.gov.co/Paginas/Estudio-Integraci%C3%B3n-de-las-energ%C3%ADas-renovables-no-convencionales-en-Colombia.aspx)

Unidad de Planeación Minero Energética. (2018). *Boletín Estadísticas de Minas y Energía 2016–*

2018

(ISSN

No.

2463-123X).

<https://www1.upme.gov.co/InformacionCifras/Paginas/Boletin-estadistico-de-ME.aspx>

- Unidad de Planeación Minero Energética. (2019). *Plan Energético Nacional 2020 – 2050, Documento de Consulta, PEN 2050*. <https://www1.upme.gov.co/Paginas/Plan-Energetico-Nacional-2050.aspx>
- Unidad de Planeación Minero Energética. (2020). Sistema de Información Eléctrico Colombiano – SIEL. Consultado el 23 de junio de 2020. <http://www.siel.gov.co/Inicio/Transmisi%C3%B3n/SolicitudesdeConexi%C3%B3ndeProyectosdeGeneraci%C3%B3n/tabid/160/Default.aspx>
- Unidad Reguladora de Servicios de energía y Agua (URSEA) de Uruguay. (2019). *Energía Eléctrica: Texto Compilado de Normativa de URSEA*. <https://www.gub.uy/unidad-reguladora-servicios-energia-agua/comunicacion/publicaciones/>
- Velásquez, D. (2012). *El sector de las Energías Renovables en Uruguay*. Instituto Español de Comercio Exterior: Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Montevideo.
- XM. (s.f.). Estructura del Mercado. Consultado el 21 de mayo de 2020. <http://www.xm.com.co/Paginas/Mercado-de-energia/Agentes-del-mercado.aspx>