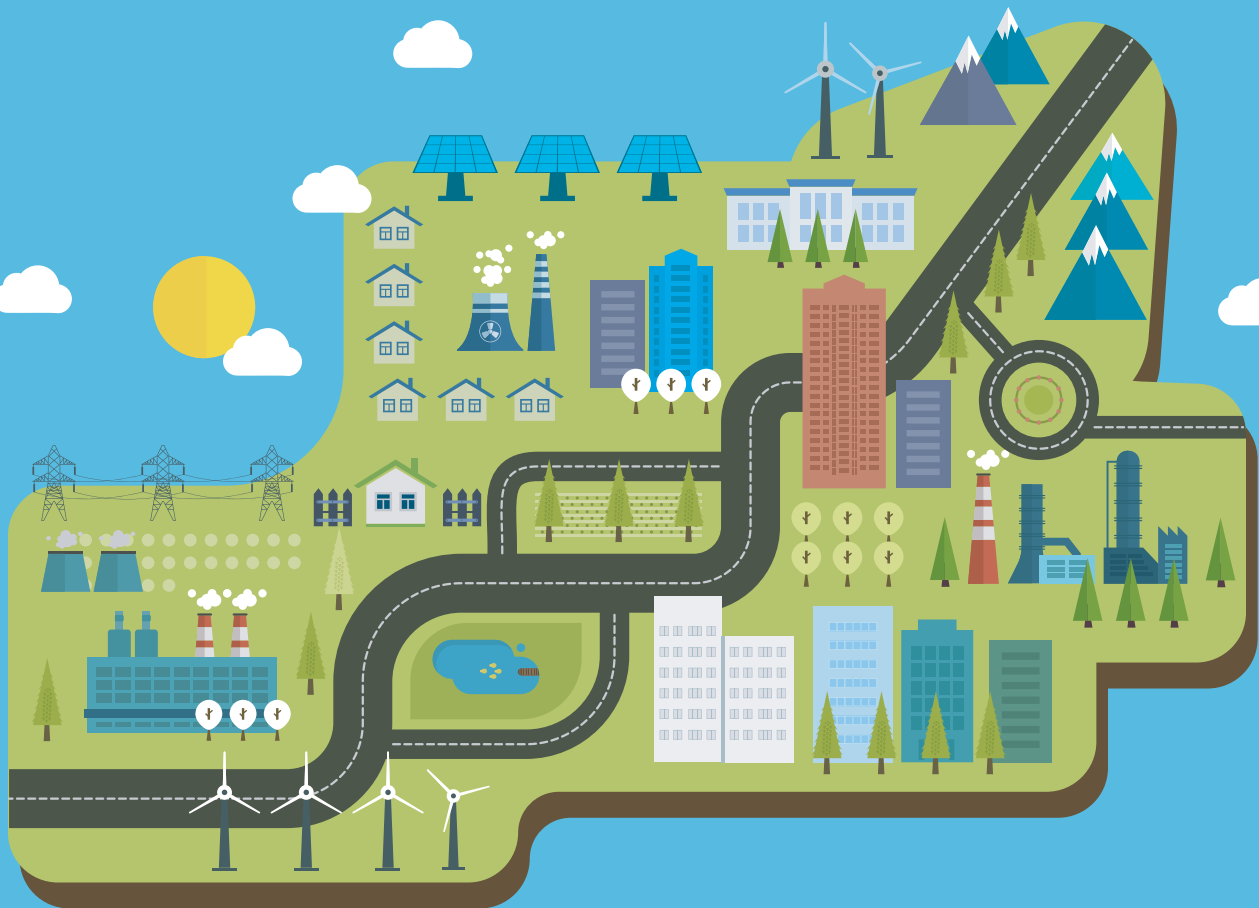


PANORAMA DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES: SECTOR INDUSTRIAL Y LATINOAMÉRICA



NOVIEMBRE | 2016



Konrad
Adenauer
Stiftung

branco

PANORAMA DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES: SECTOR INDUSTRIAL Y LATINOAMÉRICA

NOVIEMBRE | 2016

REALIZACIÓN

APOYO



ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN
DE EMPRESAS DE SÃO PAULO

*Centro de Estudios
en Sostenibilidad*

COORDINACIÓN DEL ESTUDIO

Mario Monzoni

Annelise Vendramini

EQUIPO TÉCNICO DEL ESTUDIO

Fernanda Casagrande Rocha

Graziela Rodrigues

Paula Peirão

COLABORACIÓN

Tatiana Gerosa



Konrad
Adenauer
Stiftung



EKLA
Programa Regional Segurança
Energética e Mudanças Climáticas
na América Latina

DIRECTOR

Christian Hübner

COORDINADORA DE PROYECTOS

Karina Marzano

EDICIÓN

Brunharo Comunicações

**GVces. Panorama de Energías Renovables:
Sector Industrial y Latinoamérica.** Centro
de Estudios en Sustentabilidad de la Escuela
de Administración de Empresas de la
Fundación Getulio Vargas. São Paulo: 2016.

Contenido

| | |
|--|----|
| PREFACIO | 9 |
| INTRODUCCIÓN | 11 |
| CONTEXTO | 12 |
| ENFOQUE METODOLÓGICO | 14 |
| SCENARIO DE IMPLEMENTACIÓN DE ER | 18 |
| Brasil | 18 |
| Contexto Energético | 19 |
| Órganos y Entidades del Sector de Energía | 26 |
| Legislación | 28 |
| Mecanismos de Financiamiento | 30 |
| Principales Obstáculos para el Avance de la Adopción de ER | 31 |
| Chile | 32 |
| Contexto Energético | 33 |
| Órganos y Entidades del Sector de Energía | 36 |
| Legislación | 37 |
| Mecanismos de Financiamiento | 38 |
| Principales Obstáculos para el Avance de la Adopción de ER | 39 |
| Colombia | 40 |
| Contexto Energético | 41 |
| Órganos y Entidades del Sector de Energía | 45 |
| Legislación | 46 |
| Mecanismos de Financiamiento | 48 |
| Principales Obstáculos para el Avance de la Adopción de ER | 48 |
| México | 50 |
| Contexto Energético | 50 |
| Órganos y Entidades del Sector de Energía | 57 |
| Legislación | 58 |
| Mecanismos de Financiamiento | 59 |
| Principales Obstáculos para el Avance de la Adopción de ER | 60 |
| Perú | 62 |
| Contexto Energético | 62 |
| Órganos y Entidades del Sector de Energía | 66 |
| Legislación | 66 |
| Mecanismos de Financiamiento | 67 |
| Principales Obstáculos para el Avance de la Adopción de ER | 68 |
| ANÁLISIS COMPARATIVO | 69 |
| Tarifas de energía | 72 |
| Obstáculos para el Avance de ER | 73 |
| CONCLUSIÓN | 75 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 76 |

Listado de Cuadros

| | |
|--|----|
| Cuadro 1 Conceptos y marcos de ER considerados para cada país (Fuente: elaboración propia)..... | 14 |
| Cuadro 2 Capacidad instalada e otorgada de las centrales eléctricas em operación (Fuente: ANEEL – BIG; 2016) | 21 |
| Cuadro 3 Generación de Energía Eléctrica por Fuente en Brasil, en GWh (Fuente: EPE, 2015) | 22 |
| Cuadro 4 Clasificación de las 10 mayores capacidades instaladas (GW) en Fuentes Alternativas de Energía (Fuente: EPE).. | 23 |
| Cuadro 5 Plantas eléctricas que utilizan ER en Brasil (Fuente: Elaboración propia con datos de BIG, 2016) | 24 |
| Cuadro 6 Consumo de energía por tipo de industria, 2014 (Fuente: elaboración propia con datos del BEN, 2015) | 25 |
| Cuadro 7 Distribución del consumo de energía por fuente entre los sectores industriales (Fuente: BEN, 2015) | 25 |
| Cuadro 8 Productos financieros disponibles para ER en Brasil (Fuente: Elaboración propia)..... | 30 |
| Cuadro 9 Evolución de los proyectos de energía (Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Energía, 2015 e 2016)..... | 35 |
| Cuadro 10 Perfil de Consumo Energético de los Principales Recursos Fósiles (Fuente: BECO, 2016) | 42 |
| Cuadro 11 Distribución de las fuentes productoras de energía eléctrica en Colombia (Fuente: UPME, 2016) | 43 |
| Cuadro 12 Potencial eólico colombiano (Fuente: UPME, 2015)..... | 44 |
| Cuadro 13 Valores de irradiación promedio en las principales regiones de Colombia (Fuente: UPME, 2015)..... | 44 |
| Cuadro 14 Potencial Energético proveniente de Biomasa (Fuente: UPME, 2015)..... | 45 |
| Cuadro 15 Mecanismos financieros para ER en Colombia (Fuente: OLADE, 2011)..... | 48 |
| Cuadro 16 Consumo de Energía Total de los Principales Sectores Industriales (Fuente: Elaboración propia con datos del SIE, 2016)..... | 52 |
| Cuadro 17 Proyectos en construcción, con obras a iniciar y en estudios de generación de electricidad a través de ER (Fuente: Elaboración propia con datos de SENER, 2016; INERE, 2015)..... | 56 |
| Cuadro 18 Mecanismos Financieros para ER en México (Fuente: OLADE, 2011) | 59 |
| Cuadro 19 Distribución de la Aplicación de Energía Primaria (Fuente: Balance Energético Nacional, 2015) | 63 |
| Cuadro 20 Producción de Energía Eléctrica en 2014 por tipo (Fuente: COES, 2015)..... | 64 |
| Cuadro 21 Producción de Electricidad a través de Termoeléctricas (Fuente: COES, 2015) | 64 |
| Cuadro 22 Potencial de Energías Renovables (Fuente: Fullbright Norton Rose, 2016)..... | 65 |
| Cuadro 23 Mecanismos financieros nacionales en Perú (Fuente: OLADE, 2011)..... | 67 |
| Cuadro 24 Producción de biomasa y biocombustible en ktoe (Fuente: IEA, 2016) | 71 |
| Cuadro 25 Producción total y consumo industrial de energía renovable – eólica y solar en ktoe, México (Fuente: IEA, 2016).. | 72 |
| Cuadro 26 Precios promedios de energía en países de América Latina (Fuente: Climate Scope, 2015)..... | 72 |

Listado de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1 Tipología propuesta para el análisis de obstáculos a proyectos RE en cada país seleccionado | 16 |
| Figura 2 Composición del PIB de Brasil en 2014 (Fuente: elaboración propia con datos de Global Edge, 2016) | 18 |

| | |
|---|----|
| Figura 3 Comparación del perfil de producción de EP entre los años 1990 y 2014 (Fuente: elaboración propia con datos del Balance Energético Nacional - BEN, 2015) | 19 |
| Figura 4 Comparación entre producción y suministro de energía (Fuente: elaboración propia con datos de BEN, 2015) | 19 |
| Figura 5 Distribución del consumo de energía en 2014 (Fuente: elaboración propia con datos de BEN, 2015) | 20 |
| Figura 6 Comparación del consumo de energía en Brasil (Fuentes: Banco Mundial, 2016; IEA, 2016; BEN, 2014) | 20 |
| Figura 7 Comparación entre la participación de fuentes de energía en la matriz en 2014 versus lo proyectado por el PDE en 2024 (Fuente: PDE-2024; 2015) | 23 |
| Figura 8 Comparación del consumo de energía entre 1990, 2014 (Fuente: elaboración propia con datos de BEN, 2015) ... | 26 |
| Figura 9 Matriz de obstáculos en Brasil (Fuente: elaboración propia) | 31 |
| Figura 10 Composición del PIB chileno en 2014 (Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Global Edge, 2016) | 32 |
| Figura 11 Producción versus consumo de energía primaria (Fuente: elaboración propia a partir de datos del BNE, 2015).... | 33 |
| Figura 12 Distribución de sectores consumidores de biomasa (Fuente: elaboración propia con datos del BNE, 2014)..... | 33 |
| Figura 13 Comparación de la producción de EP con el consumo total de energía a través del PIB y per cápita (Fuente: Elaboración propia con datos: IEA; World Bank; CIFES y Energía 2016) | 34 |
| Figura 14 Distribución de Proyectos ERNC (Fuente: CNE, 2016) | 35 |
| Figura 15 Matriz de obstáculos en Chile (Fuente: elaboración propia) | 39 |
| Figura 16 Composición del PIB de Colombia (Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Global Edge, 2016) | 40 |
| Figura 17 Comparación de la producción de EP entre los años 2014 y 1990 (Fuente: BECO, 2016)..... | 41 |
| Figura 18 Producción versus Demanda de Energía Primaria en 2014 (Fuente: BECO, 2016) | 41 |
| Figura 19 Curvas Comparativas de Energía (Fuentes: FMI, World Bank, IEA, BECO; 2016) | 43 |
| Figura 20 Matriz de obstáculos para Colombia (Fuente: elaboración propia) | 49 |
| Figura 21 Composición del PIB de México (Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Global Edge, 2016) | 50 |
| Figura 22 Distribución de producción de energía primaria en 1990 y 2014 (Fuente: Elaboración propia con datos de SIE84, 2016) | 50 |
| Figura 23 Producción versus Demanda de Energía Primaria (Fuente: Elaboración propia con datos SIE, 2016)..... | 51 |
| Figura 24 Comparación de producción de EP y consumo total de energía (Fuente: Elaborado a partir de datos del Banco Mundial, SENER, 2016) | 53 |
| Figura 25 Matriz de obstáculos para México (Fuente: elaboración propia) | 60 |
| Figura 26 Composición del PIB de Perú, 2014 (Fuente: Elaboración propia con datos de Global Edge, 2016)..... | 62 |
| Figura 27 Distribución de producción de Energía Primaria en 2014 (Fuente: Ministerio de Energía y Minas, 2015)..... | 62 |
| Figura 28 Energía Primaria producida versus Consumo Interno de Energía Primaria (Fuente: Elaboración propia con base en datos del Ministerio de Energía y Minas) | 63 |
| Figura 29 Comparación de indicadores energéticos en Perú (Fuentes: World Bank, 2016; IEA, 2016) | 64 |
| Figura 30 Distribución, por fuente, de la producción de electricidad a través de renovables (Fuente: Ministerio de Energía y Minas; 2015) | 65 |
| Figura 31 Matriz de obstáculos para Perú (Fuente: elaboración propia) | 68 |
| Figura 32 Análisis comparativo de la participación porcentual de energía renovable en la energía primaria total disponible (Fuente: elaboración propia con datos del EIA, 2016)..... | 69 |
| Figura 33 Participación porcentual de las ER en la producción de electricidad de los países (Fuente: elaboración propia, con datos del IEA, 2016). | 70 |
| Figura 34 Distribución porcentual del consumo de biomasa y biocombustibles (Fuente: EIA, 2016)..... | 71 |
| Figura 35 Matriz de obstáculos análisis comparativo de Brasil, Colombia, Chile, México y Perú (Fuente: elaboración propia) 73 | |



Prefacio

Libertad, justicia, y solidaridad son los principios básicos subyacentes del trabajo de la **Fundación Konrad Adenauer (KAS)**. La KAS es una fundación política, vinculada a la Unión Demócrata Cristiana de Alemania (CDU). Con más de 80 oficinas en el extranjero y proyectos en más de 120 países, nuestro objetivo es hacer una contribución única a la promoción de la democracia, el Estado de derecho y una economía social de mercado. Junto con los programas nacionales específicos promovidos por las oficinas de la KAS en América Latina, también hay programas regionales transfronterizos dirigidos a temas específicos. Uno de ellos es el **Programa Regional sobre Seguridad Energética y Cambio Climático en América Latina (EKLA)**, que tiene su sede en Lima, Perú. El programa regional de EKLA se concibió como una plataforma para el diálogo con el fin de impulsar los procesos políticos de tomas de decisiones. La economía global y la sociedad enfrentan enormes desafíos ecológicos. Hay una necesidad de reaccionar al cambio climático y la escasez de recursos, así como la creciente demanda de energía, especialmente en los países emergentes. En los últimos años, la KAS ha trabajado intensamente en estos temas; sin embargo, la enorme importancia y la urgencia por responder a estas demandas llevaron a la creación de la EKLA-KAS, que tiene la capacidad de centrarse exclusivamente en estos temas. La región de América Latina es ideal para la realización de proyectos ambientales, debido a la abundancia de fuentes de energía verde como el sol, el agua, la geotermia, el viento, y la biomasa. Explotar y desarrollar este potencial ayudará a América Latina a satisfacer su creciente demanda de energía. De esta forma, la KAS apoya este estudio, organizado en colaboración con el **Centro de Estudios de Sustentabilidad (GVces) de la Escuela de Administración de Empresas de la Fundación Getulio Vargas (FGV-EAESP)**, con el objetivo de proporcionar información a los tomadores de decisiones y políticos en América Latina sobre la manera en que los instrumentos económicos y eficientes, junto con las propuestas de política pública, podrían promover la energía renovable en la región. Nos gustaría agradecer al GVces por su asociación en componer este documento, y por la fructífera colaboración en numerosos proyectos, así como a todos los investigadores y autores que han contribuido a esta publicación. Les deseamos a todos una lectura amena!

Dr. Christian Hübner

Director EKLA-KAS



Introducción

La energía eléctrica es uno de los insumos esenciales para la actividad industrial, y la garantía de fornecimiento es fundamental para el desarrollo de la economía y el crecimiento de la producción industrial. De este modo, para asegurar a la industria condiciones más adecuadas de productividad y competitividad, un posible camino es tornarla energéticamente más eficiente. En este caso, acciones que fomenten la implementación de proyectos de eficiencia energética (EE) y la adopción de energías renovables (ER) poseen una influencia sobre cuestiones ambientales y económicas.

Del total de proyectos de EE desarrollados en Brasil, que consisten en tornar más eficientes los procesos y producir más o mejor con menor consumo de energía, 40% están en el sector industrial. Este aspecto indica el desempeño de este sector en el tema de EE. Sin embargo, es necesario también fomentar la diversificación de la matriz energética del sector, con el objetivo de lograr mayor seguridad en satisfacer la demanda de energía, especialmente de las fuentes renovables. Son importantes elementos para el fortalecimiento de la industria brasileña en el mercado mundial.

Este estudio tiene como objetivo presentar un panorama del consumo energético industrial de fuentes renovables en Brasil y algunos países de América Latina, tales como Chile, Colombia, México, y Perú. Producto de una colaboración entre el Centro de Estudios de Sustentabilidad de la Fundación Getulio Vargas (GVces) y la Fundación Konrad Adenauer (KAS), el estudio expone elementos para fomentar el uso de ER en el sector industrial brasileño, tanto de la perspectiva de políticas públicas como de mecanismos de financiamiento para proyectos de esta naturaleza. El informe proporciona un análisis comparativo de experiencias internacionales sobre el tema, abordando las características de cada país en relación al uso de ER, marcos legales, obstáculos, y mecanismos de financiamiento.

El primer capítulo presenta el contexto de cambios climáticos y las metas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) asumidas por los países analizados que incentivan la adopción de ER como forma de mitigación y adaptación a los efectos de los cambios climáticos. El segundo capítulo presenta las experiencias internacionales de los países de Latinoamérica analizados, proporcionando una visión general del estatus de ER y el consumo energético industrial de cada país. El tercer capítulo presenta un análisis comparativo de los temas presentados en el capítulo 2, tratando sobre los obstáculos y las oportunidades para el avance de las ER en los sectores industriales de cada país. Y, por último, se presentan las consideraciones finales del trabajo.

Contexto

Según el quinto informe del IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), la influencia humana sobre el sistema climático es evidente y está en aumento. Este informe señala, con más precisión que en evaluaciones anteriores, que las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y otros impulsores antrópicos han sido la causa dominante del calentamiento global observado a partir de la segunda mitad del siglo XX. El informe concluye que la atmósfera y el océano se han calentado, y que los volúmenes de nieve y hielo han disminuido, que el nivel del mar se ha elevado y que las concentraciones de dióxido de carbono han aumentado en niveles sin precedentes en los últimos 800 mil años. Cada vez más evidente en todos los continentes, el calentamiento global aumenta la probabilidad de impactos graves, generalizados, e irreversibles para la sociedad y los ecosistemas.

Sin embargo, el informe también señala que hay maneras de limitar el cambio climático y muchos de ellos contribuyen al desarrollo económico. La adopción de medidas de mitigación son necesarias y urgentes para frenar el calentamiento global y sus efectos, mientras que las medidas de adaptación ayudan a disminuir riesgos y vulnerabilidades. De este modo, la transición a una economía de bajo carbono es técnicamente viable y debe ser facilitada por políticas públicas y mecanismos de financiamiento adecuados.

En este contexto, el mundo avanza hacia un nuevo y significativo acuerdo sobre el clima que motiva la adopción de medidas de mitigación a los efectos de los cambios climáticos, entre ellas el fomento a las ER. El Acuerdo de París, firmado en 2015 en la Conferencia de las Partes de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, deberá amparar políticas públicas nacionales que fomenten el desarrollo

sustentable, con foco en la reducción de emisiones GEI. Este acuerdo tiene como objetivo fortalecer la respuesta mundial a las amenazas relacionadas a los cambios climáticos y restringir el aumento de temperatura a 2°C en base a niveles pre-industriales, y continuar con esfuerzos para limitar el aumento de temperatura a 1.5°C.

Los países signatarios del acuerdo establecieron sus propias metas para la reducción de emisiones de GEI, llamadas NDCs (en inglés *Nationally Determined Contribution*, o Contribuciones Nacionalmente Determinadas), que deben ser actualizadas cada cinco años. No obstante, el éxito del acuerdo requiere, entre otras medidas, que los países se esfuercen en usar cada vez menos los combustibles fósiles y pasen a incentivar, en gran escala, el uso de las fuentes renovables en su matriz energética. La importancia de este cambio está en el hecho de que dos tercios de las emisiones de GEI

globales provienen del sector de energía.

Las metas presentadas durante la COP 21 indican un compromiso asumido a nivel internacional y debe orientar las políticas públicas que fomenten el desarrollo de una economía de bajo carbono. Cada país signatario del acuerdo estableció una meta general de reducción de sus emisiones de GEI y algunos definieron metas específicas sectoriales. A continuación se presentan las metas propuestas por los países objeto de este estudio y las metas específicas de incentivo a las ER, cuando discriminadas:

- **Brasil:** se comprometió a reducir sus emisiones en un 37% en relación a niveles de 2005 para el año 2025, y hasta un 43% para el 2030. Específicamente para el sector de energía, el país se compromete a componer entre el 28% y 33% de su matriz energética de fuentes renovables aparte de la hidroeléctrica para el 2030.
- **Chile:** se comprometió a reducir sus emisiones en un 30% con respecto a niveles del 2007, para el año 2030. En cuanto a energías renovables, se comprometió a componer el 20% de su matriz energética por energía de fuentes renovables no convencionales para el 2025.
- **Colombia:** se comprometió a reducir sus emisiones en un 20% con relación a las metas proyectadas para el 2030.
- **México:** se comprometió a reducir sus emisiones en un 25% en relación al escenario Business as Usual para el 2030.
- **Perú:** se comprometió a reducir sus emisiones en un 20%.

De los países analizados, en Octubre de 2016, Brasil, México, y Perú habían ratificado el Acuerdo de París, mientras que Chile y Colombia avanzan en este proceso. Este tratado dará fuerza a la evolución de diversas políticas públicas de incentivos para el progreso de una economía de bajo carbono, como la Política Nacional sobre Mudanzas Climáticas (PNMC) en Brasil. La PNMC fue divulgada en el 2009 con el objetivo de reducir las emisiones GEI en los principales sectores de la economía brasileña. En el 2012, diversos planos sectoriales fueron elaborados, incluyendo el Plan Sectorial de Mitigación y de Adaptación a los Cambios Climáticos para la Consolidación de la Economía de Baja Emisión de Carbono en la Industria de la Transformación, referido en este documento como el Plan Industria. El objetivo principal de este plan es preparar la industria nacional para un futuro en que la intensidad de emisión de carbono por unidad de producto sea tan importante como la productividad de trabajo y otros factores de producción que definen la competitividad internacional de la economía¹.

Dado que los países seleccionados poseen metas de reducción de GEI asumidas internacionalmente por el Acuerdo de París, y la energía es un insumo esencial en el desarrollo económico industrial, este estudio presentará un panorama del estado de uso de RE en general y en el sector industrial. Se presentan aspectos relevantes para entender la contribución del sector industrial en logro de estas metas - tomando como base el hecho de que el fomento a las ER es una importante contribución a la mitigación de emisiones.

El próximo capítulo presenta el enfoque metodológico usado para el análisis comparativo de los obstáculos que impiden o dificultan el desarrollo a gran escala de proyectos de generación de energía a partir de fuentes renovables en cada país analizado.

¹ Con el fin de contribuir a la aplicación del Plan Industrial, GVces - a través de la plataforma de Empresas por el Clima - elaboró en el 2015 un estudio que muestra obstáculos, oportunidades y posibles mecanismos de financiamiento para proyectos de EE en el sector industrial brasileño. Este informe está disponible en: www.gvces.com.br.

Enfoque Metodológico

Este estudio fue desarrollado a través de una investigación bibliográfica, consultando informes y documentos públicos sobre el marco legal, las políticas públicas e instrumentos financieros para las ER. Los datos cuantitativos presentados en el informe, cuando posible, fueron obtenidos de fuentes que ponen a disposición la información a todos los países de interés, con el fin de permitir un análisis comparativo. Datos primarios fueron obtenidos a través de entrevistas con actores nacionales e internacionales conectados con el tema de la generación de energía a partir de fuentes renovables en Brasil y América Latina.

Al estudiar el panorama de las ER en América Latina, fueron encontrados diversos conceptos aplicados a los países analizados. Por eso, este estudio considera para cada país las definiciones según el marco de ER conforme el Cuadro 1.

Cuadro 1 Conceptos y marcos de ER considerados para cada país (Fuente: elaboración propia)

| Países | Referencia | Tipos / Fuentes de Energía | Hidroeléctricas | Observaciones |
|-----------------|--|--|---|--|
| BRASIL | ANEEL - Atlas de Energía | Eólica, Solar, Geotérmica, Aguas Residuales, Residuos, Desechos y Mareomotriz | Incluyendo las de grande porte | Ninguna |
| CHILE | Ministerio de Energía | Hidráulica, Solar, Eólica e Mareomotriz | Máximo de 20MW | Biomasa, geotérmica y biocombustibles para ser clasificadas como renovable debe ser analizado su forma de extracción/producción. |
| COLOMBIA | Ley 1.715 de 2014 | Biomasa, Eólica, Solar, Geotérmica, Hidráulica e Mareomotriz | Pequeñas centra- les hidroeléctricas | Los tipos de fuentes presen- tados reciben la definición: Fuentes de Energía Renova- ble No Convencional (FN CER) |
| MÉXICO | Ley de Aprovecha- miento de Ener- gías Renovables y Financiamiento de la Transición Energética | Bioenergía, Eólica, Solar, Geotérmica, Mareomotriz e Hidráulica | Hasta 30MW (hay restricciones específicas en la Ley) | En cuanto a la bioenergía consultar la Ley de Promo- ción y Desarrollo Bioenergético para mayores definiciones. |
| PERÚ | Decreto Legislativo 1002 de 2008 (ac- tualizado en 2010) | Biomasa, Eólica, Solar, Geotérmica, Hidráulica e Mareomotriz | Máximo de 20MW | Estos recursos están definidos en la Ley como Recursos Energéticos Renovables (RER) |

Además del análisis de los obstáculos que impiden o dificultan el desarrollo a gran escala de proyectos de generación de energía a partir de fuentes renovables en los países seleccionados, se propone una tipología de los obstáculos que fueron encontrados en el proceso de revisión de la literatura, considerando la intensidad de los impactos, y si son directos o indirectos. Los conceptos que se utilizan para determinar la sensibilidad de cada barrera son los siguientes:

En cuanto a la influencia directa o indirecta:

- **Directa:** son aquellos obstáculos que influyen directamente en la toma de decisiones sobre la implementación o no de un proyecto, es decir, cuando hay obstáculos de este tipo, hay posibilidades materiales de que el proyecto no avance.
- **Indirecta:** son aquellos que influyen de modo indirecto en la toma de decisión sobre la ejecución o no de un proyecto, es decir, pueden ser superados y no influyen de modo directo en la toma de decisión sobre el avance de un proyecto.

En cuanto a la intensidad de impacto:

- **Baja:** son obstáculos cuya superación no llega a impedir la ejecución de un proyecto de energía renovable por medio de fuentes renovables no convencionales. Por ejemplo, cuando hay evidencia de la presencia de estudios/proyectos anteriormente implementados, políticas y estrategias de desarrollo de renova-

bles ya implementados, leyes favorables y/o lo suficientemente claras (transparentes).

- **Media:** son obstáculos cuya superación llevará más tiempo, pero que no bloquearán de modo absoluto el avance del proyecto, pudiendo hacerlo más lento. Por ejemplo, cuando hay evidencia de estudios/proyectos en fase de implementación, políticas y estrategias de desarrollo de renovables en estados avanzados, así como leyes favorables y/o claras (transparentes) aprobadas o en fase de aprobación por los órganos competentes.
- **Alta:** aquellos obstáculos que pueden bloquear o impedir el desarrollo y/o la implementación de un proyecto de generación de energía a través de fuentes renovables no convencionales. Acontecen por no haber legislación desarrollada o implementada, ausencia de proyectos de renovables anteriormente desarrollados, falta de experiencia en la valoración de estos proyectos, así como la ausencia o estado incompleto de políticas y estrategias favorables al desarrollo de fuentes renovables.

La tipología propuesta dio origen a una matriz que toma en cuenta los dos aspectos, si el obstáculo ejerce una influencia directa o indirecta, y su intensidad, presentado individualmente para cada país y de forma agregada, compilando todos los obstáculos analizados en los cinco países de interés. La Figura 1 demuestra la matriz base utilizada para el análisis de obstáculos.

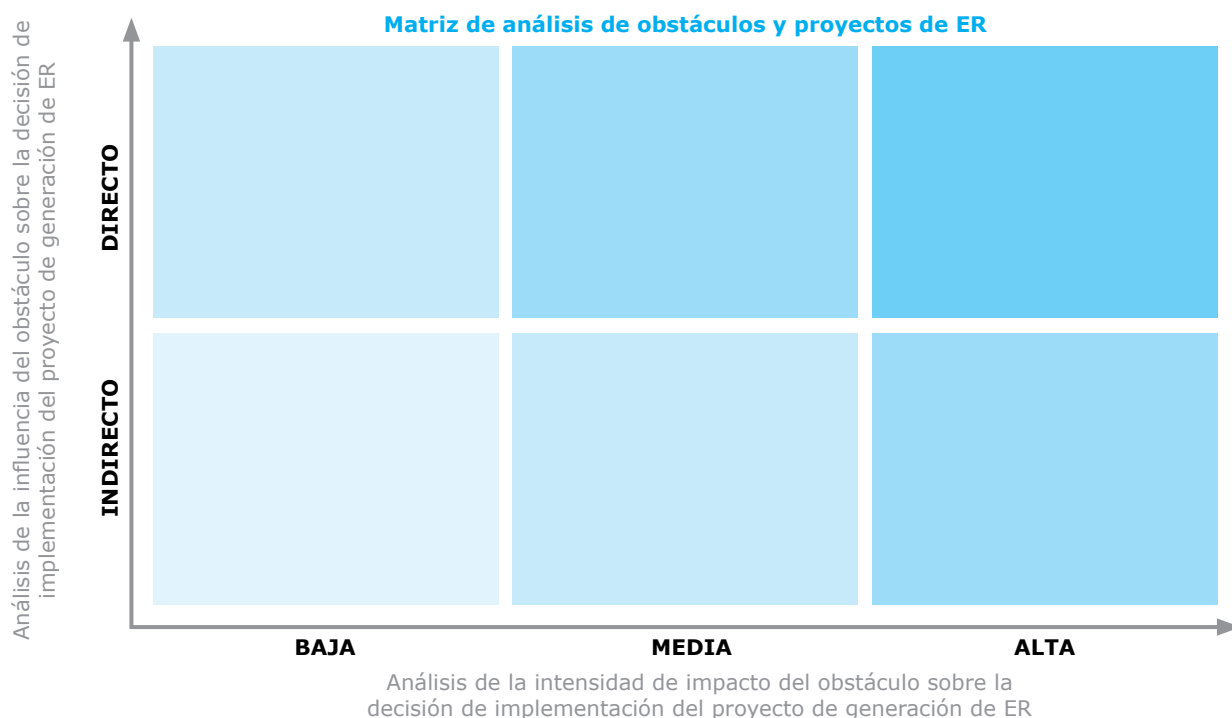


Figura 1: Tipología propuesta para el análisis de obstáculos a proyectos RE en cada país seleccionado

Esta matriz permite clasificar los proyectos de ER de manera mixta, lo cual significa que los obstáculos, una vez clasificados como directos o indirectos, fueron analizados en cuanto a su respectiva intensidad. Los obstáculos descritos a seguir son comunes a los cinco países estudiados y componen la base de análisis para el estudio de la experiencia de cada uno.

Obstáculos Directos

- **Reglamentarios y Administrativos (incluyendo permisos ambientales):** está relacionado a los trámites administrativos a los cuales se deben someter los proyectos de generación de energía a través de fuentes no convencionales. Ausencia o insuficiencia de información sobre cuáles órganos/entidades el proyecto debe pasar, así como cuáles autorizaciones y licencias ambientales son necesarias y quién las provee, y cuáles tarifas son obligatorias. Por último, existe la demora en el análisis de información por parte de los órganos/entidades gubernamentales.

Hay casos, normalmente relacionados con el sector ambiental, en son necesarios estudios preliminares para la obtención de permisos, los cuales además de consumir tiempo también representan un gasto.

- **Social:** opinión/actitud de la comunidad involucrada o próxima a locales de instalación de plantas de renovables que puedan actuar negativamente sobre el proyecto. La sociedad tiende a posicionarse en contra de los proyectos de energía cuando la instalación de éstos pueda comprometer actividades, como por ejemplo, el turismo. También puede ocurrir cuando el área en que se encuentra el recurso renovable pertenece a comunidades indígenas, caboclos, entre otros, que tienen su propiedad protegida y garantizada por ley.
- **Económico Financiero:**
 - **Riesgo Financiero:** la falta de conocimiento de los agentes involucrados acerca de los proyectos orientados a la generación de energía a través de fuentes no con-

vencionales puede generar dificultades en cuanto a la aceptación de los mismos por inversores. La ausencia de alguna planta/ instalación previa en el lugar donde se encuentran los proyectos de análisis también contribuyen a negativas del mercado.

- Subsidio y Competencia con Otras Fuentes de Energía: es común el subsidio, por parte del gobierno, a las fuentes convencionales como el diesel o el carbón, que son fácilmente transportados y almacenados, utilizados en la generación termoeléctrica, para garantizar el suministro de energía a un determinado local. Por otro lado, puede haber también competencia con fuentes renovables, como es el ejemplo de Brasil, donde nuevos proyectos de energía suelen ser comparados en términos de: costo, retorno, y capacidad de generación a las hidroeléctricas de grande porte. En ambos casos, hay chances de que el precio final de la energía renovable generada (excluyendo la hidroeléctrica) presente valores superiores a las otras.
 - Costo de Inversión: está relacionado a las altas inversiones necesarias para la ejecución de proyectos de energías renovables, en la dificultad y la evaluación de riesgo y alto tiempo de retorno de la inversión. También se incluyen los impuestos destinados a la importación de equipamientos necesarios.
 - Financiamiento: ausencia de mecanismos financieros locales o internacionales para apalancar los proyectos de energía producida por fuentes no convencionales. En algunos casos, también puede definirse como la dificultad de acceso a los mecanismos financieros.
- **Técnico:** relacionado a la intermitencia de las fuentes renovables. Por tratarse de un recurso renovable y relacionado a fenómenos naturales (viento, sol, régimen hidro-

lógico), su disponibilidad no es constante. La capacidad de generación está asociada a la disponibilidad del recurso, consecuentemente interfiriendo en la cantidad de energía enviada al sistema. Además, está relacionado a la ausencia de normas específicas para la conexión y operación de las fuentes renovables al sistema interconectado (*grid*).

Obstáculos Indirectos

- **Regulación:** relacionado a la ausencia de leyes específicas en relación a proyectos de producción de energía a partir de fuentes renovables, o también la presencia de leyes específicas, pero de implementación incompleta o burocrática, o aún, poco clara.
- **Estrategia de Desarrollo de las Energías Renovables:** relacionado a la ausencia o bajo apoyo gubernamental por medio de la inclusión (o no) de energía producida a partir de fuentes renovables en los planes/proyectos de oferta y demanda de energía a largo plazo, así como su uso en la diversificación de la matriz energética.
- **Infraestructura e Logística:** este obstáculo está relacionado al aspecto geográfico, ya que en lugares de difícil acceso, en la mayoría de los casos, no hay presencia del sistema interconectado de transmisión (*grid*) con consiguiente dificultad en la conexión con el *grid*.
- **Base de Datos de Recursos Renovables:** ausencia o pocos estudios realizados sobre la efectiva disponibilidad de los recursos renovables en el país.
- **Capacitación Técnica:** ausencia o baja cantidad de personal con conocimientos técnicos para el diseño, instalación y manutención. También es necesaria la capacidad de propagar y difundir este conocimiento.

Escenario de Implementación de ER

Este capítulo tiene el objetivo de presentar los escenarios de implementación de proyectos de generación de energía a partir de fuentes renovables en los países analizados (Brasil, Chile, Colombia, México, y Perú): características de producción energética, la situación actual, y el potencial para la expansión del mercado de la energía renovable. Específicamente en cuanto a la adopción de ER en la industria, presenta también las políticas vigentes y principales obstáculos de implementación.

BRASIL:

Brasil posee la mayor economía de América Latina. En 2014, el mineral de hierro fue el producto con el mayor valor exportado, alcanzando 12,62% del total, seguido por los productos agrícolas y derivados del petróleo (combustibles y aceites minerales), con 10,44% y 9,17% respectivamente². En este mismo año, el PIB fue de US\$2.416 billones³, un incremento de 4,38% en comparación al año anterior, y su composición se muestra en la Figura 2.

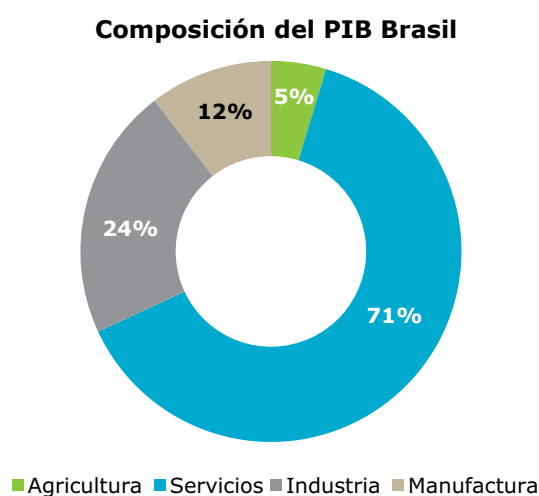


Figura 2 Composición del PIB de Brasil en 2014 (Fuente: elaboración propia con datos de Global Edge, 2016)

² <http://globaledge.msu.edu/countries/brazil/tradestats>

³ <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=2&country=&series=SP.POP.TOTL&period=http://data.worldbank.org/data-catalog/GDP-ranking-table>

Contexto Energético

En 2014, la producción de energía primaria en Brasil fue de 272,63 Mtoe, representando un crecimiento de 11,40% en comparación al año anterior: Una comparación entre el perfil de producción de energía primaria entre los años 1990 y 2014 (Figura 3) muestra un relativo aumento de la diversificación de la matriz energética a través de la disminución de la concentración de energía hidráulica y leña, y con el significativo aumento de la participación del gas natural, el petróleo, y otras fuentes de energía renovable. En general, la presencia de energía renovable en la energía primaria total, al comparar los dos años, mostró una caída significativa de 18,2%, relacionada a la entrada de otras fuentes y causando una reducción en la hidráulica y la madera.

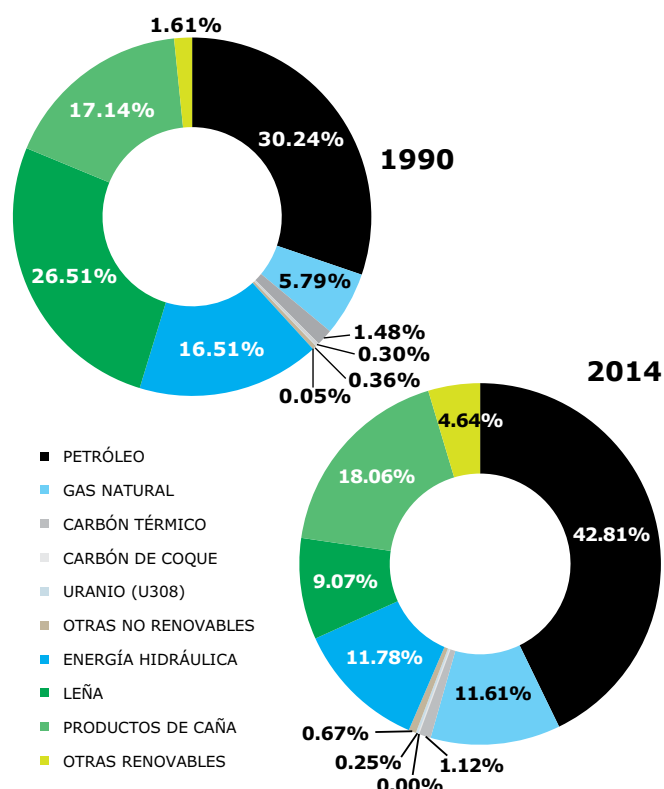


Figura 3 Comparación del perfil de producción de EP entre los años 1990 y 2014 (Fuente: elaboración propia con datos del Balance Energético Nacional - BEN, 2015)

En 2014, el suministro de energía doméstica (OIE) en Brasil ascendió a 305,6 Mtep, lo que equivale al 2,2% de la oferta mundial. Esto representa un aumento del 3,1% respecto al año anterior, por encima del crecimiento del PIB en el mismo período (0,1%).

La Figura 4 presenta una comparación entre la capacidad de producción de energía primaria en el país, y la demanda por energía en el 2014. El gas natural es el recurso que presenta más diferencia entre la cantidad producida y consumida en el país, siendo

Comparación entre Producción y Consumo de Energía Primaria en 2014

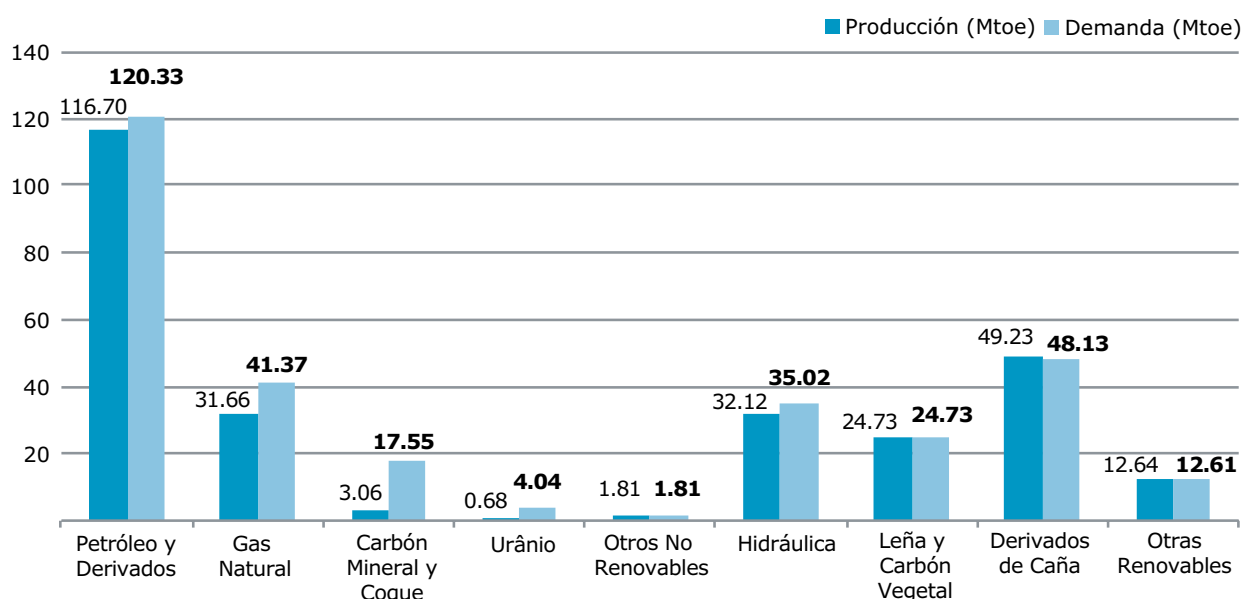


Figura 4 Comparación entre la producción y el suministro de energía (Fuente: elaboración propia con datos de BEN, 2015)

necesaria su importación para satisfacer la demanda brasileña. También es necesario importar carbón de coque para satisfacer la demanda interna del país, en particular el sector industrial.

En el 2014, el sector industrial fue responsable por el consumo de 87,50 Mtoe, representando 32,91% del consumo total de energía, que fue un total de 265,86 Mtoe. Al compararlo con el consumo del año anterior, se registra una caída de 0,9% debido a un menor crecimiento económico, lo cual conduce a un menor consumo de energía (Figura 5).

Distribución sectorial del Consumo de Energía Primaria

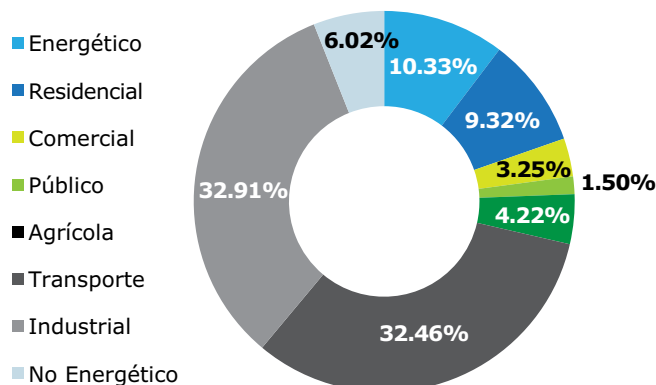


Figura 5 Distribución del consumo de energía en 2014 (Fuente: elaboración propia con datos de BEN, 2015)

Como se ilustra en la Figura 4, el consumo no energético de la energía primaria fue de 6,02%, equivalente a 16 Mtoe de un total de 265,86 Mtoe. Los sectores industrial y de transporte juntos representaron el 70% (173,81 Mtoe) del total.

La economía brasileña sufrió grandes cambios entre el período de 1990 a 2014, que influyeron directamente en el consumo de energía y la producción, como se muestra en la Figura 6.

El Índice de Intensidad Energética (IIE) muestra el grado de eficiencia de uso de energía en relación a la riqueza del país. Este índice correlaciona no sólo el uso eficiente de los recursos energéticos en general así como los aspectos económicos. En Brasil, se percibe que aún durante el período de crecimiento del PIB hubo un bajo consumo de energía, con tendencia descendente. Esto puede estar relacionado a la modernización de algunos sectores de la industria y los esfuerzos de eficiencia energética.

Índice de Intensidad Energética versus Consumo Energético Final per cápita

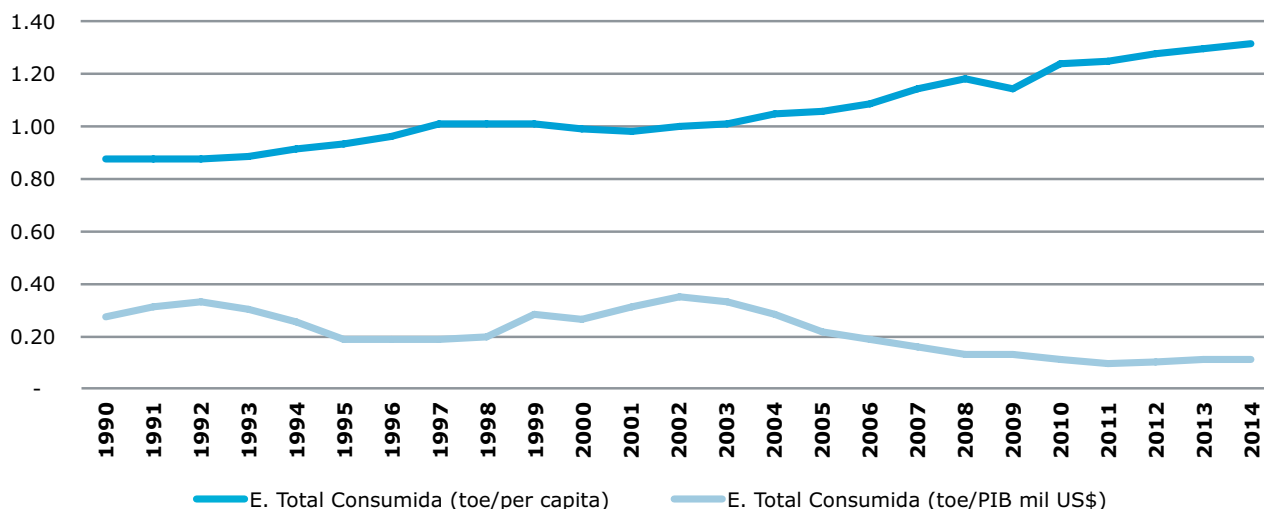


Figura 6 Comparación del consumo de energía en Brasil (Fuentes: Banco Mundial, 2016; IEA, 2016; BEN, 2014)

tica. La energía conservada en el sector industrial aumentó del 0,6% en el 2012, al 3,3% en el 2016 y tiene como objetivo llegar a un 6,9% en el 2021⁴.

Por otro lado, el indicador de consumo de energía per cápita presenta una tendencia de alta y refleja una mejora en el poder de compra en Brasil a lo largo de los años, lo cual posibilita la adquisición de nuevos bienes de consumo que demandan energía.

Una parte de los recursos renovables se utiliza para generar electricidad. Hay, en Brasil, un total de 4.556 plantas generadoras de energía eléctrica, que corresponden a 159.988 MW de capacidad instalada y otorgada⁵. La forma en que están localizadas, por tipo de central generadora, y sus respectivos porcentajes de participación se presentan en el Cuadro 2.

| PLANTAS EM OPERACIÓN | | | | |
|--|----------|------------------------|---------------------------|---------------|
| Tipo | Cantidad | Potencia Otorgada (MW) | Potencia Fiscalizada (MW) | Participación |
| Central Generadora Hidroeléctrica (hasta 1MW) | 556 | 433,67 | 435,75 | 0,27% |
| Eólico | 379 | 9.315,41 | 9.264,73 | 5,82% |
| Pequeña Central Hidroeléctrica (1 a 30 MW) | 449 | 4.856,18 | 4.835,54 | 3,04% |
| Solar Fotovoltaica | 40 | 26,96 | 22,96 | 0,02% |
| Planta Hidroeléctrica (> 30MW) | 220 | 101.063,43 | 88.962,70 | 63,17% |
| Planta Termoeléctrica | 2.910 | 42.302,14 | 40.464,38 | 26,44% |
| Planta Termonuclear | 2 | 1.990,00 | 1.990,00 | 1,24% |
| Total | 4.556 | 159.987,79 | 145.976,07 | 100,00% |

Cuadro 2 Capacidad instalada y otorgada de las centrales eléctricas en operación (Fuente: ANEEL – BIG; 2016)

⁴ EPE, 2012s

⁵ Banco de Información de Generación (BIG) de la Agencia Nacional de Energía Eléctrica (ANEEL)

Según datos del Anuario Estadístico de Energía Eléctrica 2015, producido por la Empresa de Investigación Eléctrica (EPE), en el año 2014 fue producido un total de 590,479 GWh, sumando todas las fuentes generadoras. El Cuadro 3 presenta datos relacionados a la producción de energía eléctrica en el período entre 2010 y 2014, así como la participación de cada fuente en el año 2014, y la variación ocurrida entre 2013 y 2014.

Cuadro 3 Generación de Energía Eléctrica por Fuente en Brasil, en GWh (Fuente: EPE, 2015)

| | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | $\Delta\%$ (2014/2013) | Part. % (2014) |
|------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------|-------------------|
| Total | 515.799 | 531.758 | 552.498 | 570.835 | 590.479 | 3,4 | 100 |
| Gas Natural | 36.476 | 25.095 | 46.760 | 69.003 | 81.075 | 17,5 | 13,7 |
| Hidráulica | 403.290 | 428.333 | 415.342 | 390.992 | 373.439 | -4,5 | 63,2 |
| Derivados de Petróleo | 14.216 | 12.239 | 16.214 | 22.090 | 31.668 | 43,4 | 5,4 |
| Carbón | 6.992 | 6.485 | 8.422 | 14.801 | 18.385 | 24,2 | 3,1 |
| Nuclear | 14.523 | 15.659 | 16.038 | 15.450 | 15.378 | -0,5 | 2,6 |
| Biomasa | 31.209 | 31.633 | 34.662 | 39.679 | 44.733 | 12,7 | 7,6 |
| Eólica | 2.177 | 2.705 | 5.050 | 6.578 | 12.210 | 85,6 | 2,1 |
| Otras | 6.916 | 9.609 | 10.010 | 12.241 | 13.590 | 11,0 | 2,3 |

La energía renovable fue responsable por el 72,9% de la energía total generada en el país en el 2014, lo que pone al país en una posición de destaque global en cuanto al uso de las ER. Es posible observar también que en el período de análisis, la producción de electricidad por medio de la energía eólica presentó un crecimiento de 461%. La biomasa, otra fuente renovable, tuvo un crecimiento de 43%.

Según datos de la EPE (2015), entre los diez mayores productores mundiales de energía eléctrica proveniente de hidroeléctricas, Brasil se encuentra en segunda posición (entre los 10), con una participación de 8,6%, situándose atrás de China, cuya

participación de energía producida en este grupo corresponde al 25%. En cuanto a la generación de energía a partir de fuentes térmicas, Brasil se encuentra en la 29ª posición, siendo Chile y EEUU los países en primera y segunda posición respectivamente. Este hecho puede ser considerado positivo, ya que la generación térmica es una de las que posee mayor emisión de CO₂eq.

El siguiente cuadro muestra el ranking de países con mayor capacidad instalada de generación de energía eléctrica a partir de fuentes alternativas. Brasil ocupa el puesto número 9; los tres primeros representan el 48,8% del total (Cuadro 4).

Cuadro 4 Clasificación de las 10 mayores capacidades instaladas (GW) en Fuentes Alternativas de Energía (Fuente: EPE, 2015)

| | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | $\Delta\%$ (2012/2011) | Part. % (2012) |
|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------------|-------------------|
| Mundo | 17.453,4 | 17.388,1 | 18.679,9 | 19.396,6 | 19.710,4 | 1,6 | 100 |
| China | 3.054,1 | 3.270,3 | 3.781,5 | 4.264,3 | 4.467,9 | 4,8 | 22,7 |
| Estados Unidos | 3.865,2 | 3.723,8 | 3.886,4 | 3.882,6 | 3.832,3 | -1,3 | 19,4 |
| Japón | 961,6 | 935,1 | 994,8 | 983,2 | 921,0 | -6,3 | 4,7 |
| Rusia | 855,6 | 816,1 | 858,5 | 869,3 | 889,3 | 2,3 | 4,5 |
| India | 621,3 | 669,2 | 725,5 | 803,0 | 864,7 | 7,7 | 4,4 |
| Alemania | 545,0 | 519,4 | 547,2 | 543,7 | 540,1 | -0,7 | 2,7 |
| Canadá | 561,6 | 523,8 | 526,3 | 543,7 | 524,8 | -3,5 | 2,7 |
| Brasil | 428,3 | 426,0 | 464,7 | 481,0 | 498,4 | 3,6 | 2,5 |
| Corea del Sur | 403,0 | 409,2 | 450,2 | 472,3 | 482,4 | 2,1 | 2,4 |
| Francia | 462,5 | 446,5 | 474,2 | 442,7 | 451,1 | 1,9 | 2,3 |
| Otros | 5.703,9 | 5.656,2 | 5.979,5 | 6.113,1 | 6.253,1 | 2,3 | 31,7 |

La última versión del Plan Decenal de Expansión de Energía (PDE-2024⁶), elaborado por la EPE, prevé un aumento de las principales fuentes de energía renovable del país de un 39,4% en 2014 a un

45,2% en 2024 (Figura 7). El Cuadro 5 muestra la relación actual de todas las centrales que utilizan energías renovables que están en operación, en construcción, y con obras a iniciar.

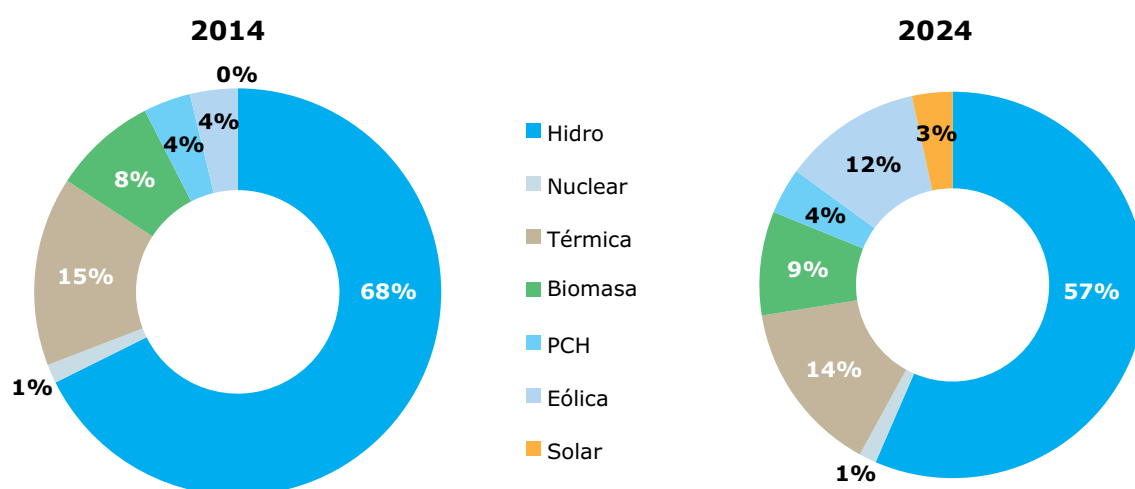


Figura 7 Comparación entre la participación de fuentes de energía en la matriz en 2014 versus lo proyectado por el PDE en 2024 (Fuente: PDE-2024; 2015)

⁶ <http://www.epe.gov.br/PDEE/Relat%C3%B3rio%20Final%20do%20PDE%202024.pdf>

Cuadro 5 Plantas eléctricas que utilizan ER en Brasil (Fuente: Elaboración propia con datos de BIG, 2016)

| TIPO de E.R. | | Capacidad MW | Número de Plantas |
|------------------------------------|----------------------|--------------|-------------------|
| EÓLICA | En Construcción | 3.385,30 | 148 |
| | Obras a iniciar | 5.660,00 | 238 |
| | En Operación | 9.315,50 | 379 |
| | Total Potencial | 12.700,80 | 527 |
| | Total General Futuro | 18.360,80 | 765 |
| FOTOVOLTAICA | En Construcción | 90,00 | 3 |
| | Obras a iniciar | 2.877,00 | 107 |
| | En Operación | 26,92 | 40 |
| | Total Potencial | 116,92 | 43 |
| | Total General Futuro | 2.993,92 | 150 |
| C. G. HIDROELÉCTRICA (até 1 MW) | En Construcción | 0,84 | 1 |
| | Por iniciar | 26,60 | 39 |
| | En Operación | 433,67 | 556 |
| | Total Potencial | 434,51 | 557 |
| | Total General Futuro | 461,11 | 596 |
| PCH (1 até 30MW) | En Construcción | 454,95 | 34 |
| | Por iniciar | 1.693,22 | 117 |
| | En Operación | 4.856,18 | 449 |
| | Total Potencial | 5.311,13 | 557 |
| | Total General Futuro | 7.004,35 | 600 |
| HIDROELÉCTRICA (>30MW) | En Construcción | 1.967,10 | 7 |
| | Por iniciar | 629,00 | 6 |
| | En Operación | 101.063,43 | 220 |
| | Total Potencial | 103.030,53 | 227 |
| | Total General Futuro | 103.659,53 | 233 |
| BIOMASA (Bagazo y Biogás) | En Construcción | 479,41 | 9 |
| | Por iniciar | 1.270,48 | 41 |
| | En Operación | 14.306,22 | 528 |
| | Total Potencial | 14.785,63 | 537 |
| | Total General Futuro | 16.056,11 | 578 |
| GEOTÉRMICA | En Construcción | - | 0 |
| | Por iniciar | 0,05 | 1 |
| | En Operación | - | 0 |
| | Total Potencial | 0,05 | 1 |
| | Total General Futuro | 0,05 | 1 |

Del consumo total de energía del sector industrial, el sector de Alimentos y Bebidas es uno de los que más demanda energía, consumiendo en torno de 25,38% de toda la carga destinada al sector in-

dustrial. Cerca de 93% de esta cantidad proviene de fuentes renovables; de estas fuentes, se destaca el uso de bagazo de caña de azúcar. Este análisis se presenta en los Cuadros 6 y 7.

Cuadro 6 Consumo de energía por tipo de industria en el 2014 (Fuente: elaboración propia con datos del BEN, 2015)

| Consumo Sector Industrial | | |
|----------------------------|-------|--------|
| Cemento | 5,34 | 6,10% |
| Arrabio y Acero | 16,35 | 18,69% |
| Ferroaleaciones | 1,43 | 1,64% |
| Minería | 3,43 | 3,93% |
| No Ferroso | 6,62 | 7,56% |
| Química | 6,71 | 7,67% |
| Alimentos y Bebidas | 22,21 | 25,38% |
| Textil | 1,02 | 1,16% |
| Papel y Celulosa | 11,42 | 13,05% |
| Cerámica | 5,08 | 5,80% |
| Otros | 7,89 | 9,02% |
| Total | 87,50 | 100% |

El segundo mayor consumidor de energía del sector industrial es el segmento de Arrabio, con un consumo de 16,35 Mtoe (18,69%), pero a diferencia del sector de Alimentos y Bebidas, apenas el 17% de su consumo proviene de fuentes renovables, específicamente el carbón vegetal. El coque de carbón mineral, recurso fósil, representa el 45% del consumo total de este sector.

Papel y celulosa es el tercer mayor consumidor de energía, con una cantidad de 11,42 Mtoe en 2014, equivalente a 13,05%. Este sector también presenta un 71% de su consumo energético con proveniencia de energías renovables, destacando a la lejía que es responsable por 45,6% de la energía utilizada. La segunda mayor fuente utilizada es la electricidad, con 15,6%.

Cuadro 7 Distribución del consumo de energía por fuente entre los sectores industriales (Fuente: BEN, 2015)

| SECTOR INDUSTRIAL / FUENTE | Cemento | Arrabio | Ferroaleaciones | Minería | Química | No Ferrosos y otros | Textil | Alimentos y Bebidas | Papel y Celulosa | Cerámica |
|-------------------------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------|-----------------|---------------------|------------------|-----------------|
| Gas Natural | 25,04 | 1.035,77 | 20,24 | 707,19 | 2.022,00 | 895,92 | 247,71 | 735,88 | 847,85 | 1.338,74 |
| Carbón Mineral | 122,59 | 1.871,32 | - | 491,34 | - | 1.061,64 | - | - | - | - |
| Carbón Térmico | - | - | - | - | 168,52 | - | - | 65,95 | 117,18 | 50,42 |
| Coque de Carbón Mineral | - | 7.521,87 | 78,29 | - | - | - | - | - | - | - |
| Combustible Diesel | 71,83 | 35,37 | - | 424,17 | 19,57 | 50,52 | 4,56 | 248,67 | 164,44 | 26,11 |
| Aceite Combustible | 14,25 | 34,95 | - | 166,12 | 322,94 | 1.200,38 | 33,70 | 148,24 | 364,65 | 101,80 |
| Gas Licuado de Petróleo | - | 25,79 | - | 28,15 | 217,19 | - | 40,08 | 315,41 | 72,56 | 171,34 |
| Gás de Coquería | - | 1.242,13 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Queroseno | - | - | - | 1,04 | - | - | 0,00 | 0,05 | - | - |
| Coque de Petróleo | 3.762,93 | - | - | 534,05 | - | - | - | - | - | - |
| Otros Derivados del Petróleo | 459,70 | 132,78 | 244,63 | - | 1.879,73 | 595,02 | - | - | - | 357,30 |
| Electricidad | 680,81 | 1.671,24 | 581,78 | 1.082,44 | 1.922,27 | 2.798,44 | 622,04 | 2.324,08 | 1.780,42 | 376,37 |
| Leña | 79,00 | - | - | - | 48,81 | - | 69,31 | 2.250,00 | 1.712,66 | 2.657,02 |
| Carbón Vegetal | 121,51 | 2.783,48 | 506,22 | - | 17,86 | 13,64 | - | - | - | - |
| Bagazo de Caña | - | - | - | - | 89,08 | - | - | 16.120,42 | 25,09 | - |
| Lejía | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.431,95 | - |
| Otras Renovables | - | - | - | - | - | - | - | - | 905,79 | - |
| Total | 5.337,65 | 16.354,70 | 1.431,16 | 3.434,50 | 6.707,97 | 6.615,56 | 1.017,40 | 22.208,70 | 11.422,59 | 5.079,10 |

Al analizar el consumo de energía del sector industrial como un todo, se puede determinar que las energías renovables contribuyeron con 38,56%, siendo el bagazo de caña de azúcar la fuente con mayor participación, correspondiendo al 18,55%.

La Figura 8 presenta la evolución del consumo de energía para el sector industrial entre los años 1990, 2004, y 2014. Tanto el bagazo de caña como la electricidad y el gas natural presentaron aumentos significativos, mientras que hubo una reducción considerable en el consumo del aceite combustible. Leña y otros tipos de renovables también registraron un aumento en su participación, lo cual se debe al aumento del uso de residuos (cáscaras de grano, astillas de madera, hojas secas, entre otros) por las industrias.

Órganos y Entidades del Sector de Energía

A continuación se enumeran los principales organismos y agentes del sector energético en Brasil (la lista no es exhaustiva):

- **Ministerio de Minas y Energía – MME⁷:** órgano de gestión directa, representa la Unión y tiene el poder de formular políticas públicas, además de ser supervisor de la aplicación de estas políticas en los segmentos de geología, recursos minerales, recursos energéticos, el uso de la energía hidráulica, entre otros. También es responsable por la energización rural, agro-energía, y garantizar el equilibrio cíclico y estructural

Consumo de Energía del Sector Industrial por fuente

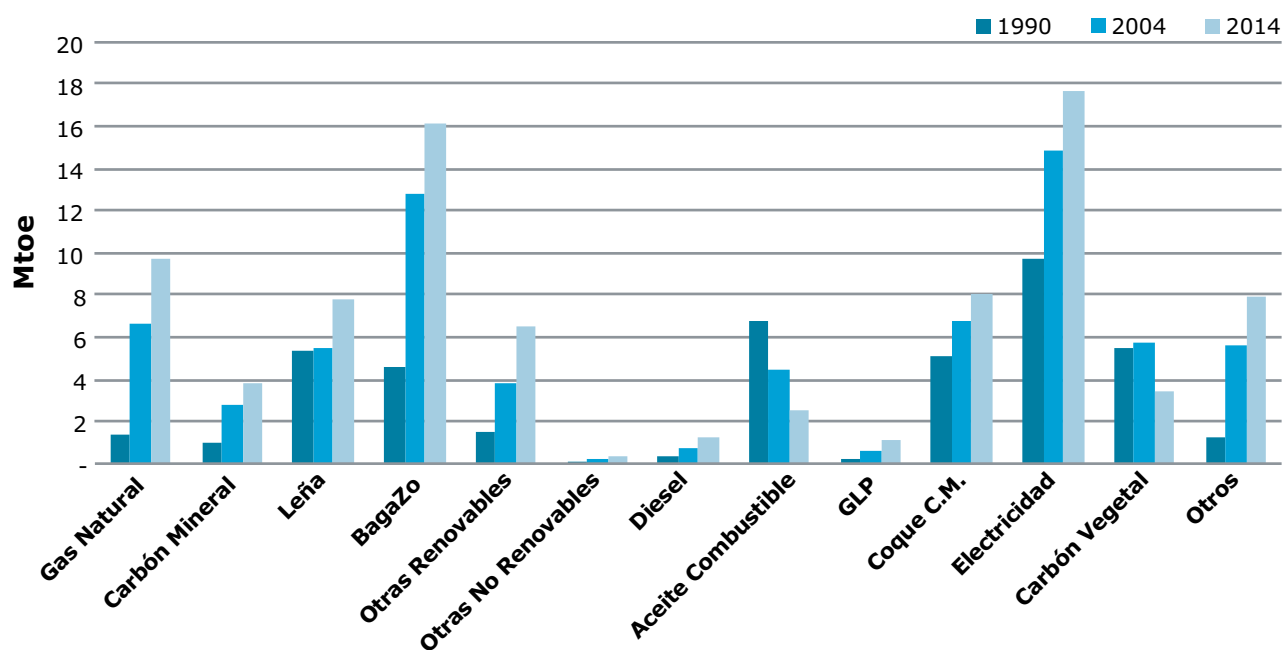


Figura 8 Comparación del consumo de energía entre 1990 y 2014 (Fuente: elaboración propia con datos de BEM, 2015)

⁷ <http://www.mme.gov.br/>

entre la oferta y la demanda de recursos energéticos en el país.

- **Secretaria de Petróleo, Gas Natural y Combustibles Renovables - SPG⁸:** subordinada al MME, sus funciones son promover los estudios sobre el conocimiento de las cuencas sedimentarias brasileñas; proponer directrices para la licitación de bloques para Exploración y Producción (E&P); trabajar en conjunto con la ANP, entre otros.
- **Secretaría de Energía Eléctrica - SEE⁹:** subordinada al MME, se destacan entre sus funciones: control de la expansión de sistemas eléctricos para garantizar un equilibrio entre oferta y demanda, alineado a políticas gubernamentales; supervisar el desempeño de los sistemas de generación, transmisión, y distribución de energía eléctrica, teniendo en cuenta los aspectos de continuidad y seguridad, y dar asistencia técnica al CNPE y el Comité de Monitoreo del Sector Eléctrico - CMSE.
- **Secretaria de Planificación y Desarrollo Energético – SPE¹⁰:** subordinada al MME, es responsable por desarrollar acciones estructurales de largo plazo para la implementación de políticas sectoriales, funciona como núcleo de gestión de programas y proyectos dentro de su área de competencia, y garantiza la integración sectorial en el ámbito del ministerio.
- **Agencia Nacional de Energía Eléctrica – ANEEL¹¹:** una autoridad independiente de régimen especial vinculado al Ministerio de Minas y Energía, creado para regular el sector eléctrico brasileño. Inició sus actividades en 1997 y tiene como principales funciones la regulación de la generación, transmisión, distribución, y comercialización de energía eléctrica; implementación de las políticas y directrices del gobierno federal en relación a la explotación de energía eléctrica y el aprovechamiento de potencial hidráulico; establecer y formular tarifas, entre otros.
- **Agencia Nacional de Petróleo, Gas Natural e Biocombustibles – ANP¹²:** autarquía federal vinculada al MME responsable por la ejecución de políticas nacionales para el sector energético del petróleo, gas natural, y biocombustible, de acuerdo con la Ley del Petróleo (Ley N° 9.478/1997). Regula las actividades que integran la industria del petróleo, el gas natural, y los biocombustibles en el país. Dentro de sus principales finalidades y atribuciones se destacan: regular y establecer normas por medio de ordenanzas, instrucciones normativas, y resoluciones para el funcionamiento de las industrias y del comercio del petróleo, gas, y biocombustibles; promover licitaciones y firmar contratos en nombre de la Unión con concesionarios en actividades de explotación, desarrollo y producción de petróleo y gas natural, y autorizar actividades de las industrias reguladas; realizar licitaciones de áreas para explotación, desarrollo y producción de petróleo y gas, entre otros.
- **Empresa de Investigación Energética – EPE¹³:** presta servicios en el campo de estudios e investigaciones destinadas a subsidiar la planificación del sector energético. Los estudios desarrollados por la EPE subsidian la formulación, la planificación, y la implementación de acciones del MME en el ámbito

⁸ <http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/petroleo-gas-natural-e-combustiveis-renovaveis/institucional/a-spg>

⁹ <http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/energia-eletrica/institucional/a-see>

¹⁰ <http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/planejamento-e-desenvolvimento-energetico/institucional/a-spe>

¹¹ <http://www.aneel.gov.br/>

¹² www.anp.gov.br

¹³ www.epe.gov.br

de la política energética nacional. Entre sus principales funciones están: realizar estudios y proyecciones sobre la matriz energética brasileña; elaborar y publicar el balance nacional de energía; obtener la licencia previa ambiental, y la declaración de disponibilidad de agua requeridas para las licitaciones que involucren emprendimientos de generación hidroeléctrica y de transmisión de energía eléctrica, seleccionados por la EPE, entre otros.

Legislación

A continuación se enumeran los principales marcos legales y las normas actuales para el sector energético en Brasil (la lista no es exhaustiva):

- **Ley N° 12.783 – Año 2013¹⁴**: dispone sobre las concesiones de generación, transmisión, y distribución de energía eléctrica, sobre la reducción de gastos sectoriales y la modificación de tarifas; altera las leyes nos. 10.438, del 26 de abril de 2002, 12.111, del 9 de diciembre de 2009, 9.648, del 27 de mayo de 1998, 9.427, del 26 de diciembre de 1996, y 10.848, del 15 de marzo de 2004; revoca el dispositivo de la Ley no 8.631, del 4 de marzo de 1993; y otras medidas.
- **Resolución Normativa N° 482 – Año 2012¹⁵**: establece las condiciones generales para el acceso de micro-generación y mini-generación distribuidos a los sistemas de distribución de energía eléctrica y el sistema de compensación de energía eléctrica. Presenta una serie de definiciones relacionados al tema; establece que las distribuidoras deben adecuar sus sistemas considerando la entrada y presencia de generación distribuida en la región de concesión/operaciones; la firma de contratos de uso y conexión en calidad de central generadora para los participantes del sistema de compensación de energía eléctrica; define a los consumidores que pueden adherir al sistema de compensación y otras medidas.
- **Resolución Normativa N° 687 – Año 2015¹⁶**: modifica el artículo 2° de la Resolución Normativa No. 482 del 17 de abril de 2012, en que se cambian e incluyen definiciones relacionados al tema; también modifica la redacción de los consumidores que son capaces de unirse a este sistema, establece procedimientos por parte de la distribuidora para la facturación del consumidor integrante del sistema de compensación de energía eléctrica y otras medidas (ANEEL).
- **Resolución Normativa N° 488 – Año 2012¹⁷**: establece las condiciones para la revisión de planos de universalización de los servicios de distribución de energía eléctrica en las zonas rurales, tomando en consideración la institución del programa LUZ PARA TODOS¹⁸ para el período 2011 a 2014 (ANEEL).
- **Resolución Normativa N° 493 – Año 2012¹⁹**: establece los procedimientos y las condiciones para el suministro de energía eléctrica mediante el Microsistema Isolado de Generación y Distribución de Energía Eléctrica (MIGDI) o Sistema Individual de Generación de Energía Eléctrica con Fuente

¹⁴ http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/l12783.htm

¹⁵ <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Resolu%C3%A7%C3%A3o%20Normativa%20482,%20de%202012%20-%20bip-junho-2012.pdf>

¹⁶ <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf> | ¹⁷ <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012488.pdf>

¹⁸ Programa Luz para Todos (LPT): - instala paneles solares en comunidades que no tienen acceso a energía eléctrica, incluyendo el Sistema Isolado | ¹⁹ <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012493.pdf>

²⁰ Se considera fuente intermitente cualquier recurso energético renovable que no está disponible continuamente debido a factores que no son de control directo, y que para fines de conversión a energía eléctrica por el sistema de generación, no pueden ser almacenados en su forma original. (https://www.mme.gov.br/luzparatodos/downloads/especificacoes_tecnicas.pdf)

Intermitente (SIGFI)²⁰. Determina parámetros, definiciones, y restricciones sobre el tema, y otras medidas.

- **Ordenanza no. - 538 - Año 2015²¹:** Crea el Programa de Desarrollo de Generación Distribuida de Energía Eléctrica - ProGD, con los siguientes objetivos: promover la ampliación de la generación distribuida de energía eléctrica con base en fuentes renovables y cogeneración; incentivar la implantación de generación distribuida en edificios públicos como escuelas, universidades, hospitales, y edificios comerciales, industriales, y residenciales. También determina los parámetros y limitaciones sobre el tema y otras medidas.
- **Programa de Incentivo a las Fuentes Alternativas de Energía Eléctrica – PROINFA²²:** instituido con el objetivo de aumentar la participación de la energía eléctrica producida por emprendimientos concebidos en base a las fuentes eólicas, de biomasa, y pequeñas centrales hidroeléctricas, en el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional. El objetivo es de promover la diversificación de la Matriz Energética Brasileña, buscando alternativas para aumentar la seguridad en el suministro de energía eléctrica, además de permitir la valorización de características y potencialidades regionales y locales.
- **Proyecto de Ley 4550/2008²³:** dispone sobre la producción y comercialización de energía de fuentes incentivadas y renovables y modifica las leyes 10.848 y el decreto 5.163/2008. Proyecto destinado a incenti-

var la participación de fuentes de energía renovables en la producción de energía eléctrica destinada al SIN. Sugiere también que haya preferencia para la alimentación del SIM con energía proveniente de estas fuentes. Presenta definiciones referentes a fuentes renovables que deben ser incentivadas y sugiere parámetros y formulaciones de tarifas, entre otras medidas. Según informaciones del Congreso, este PL se añade al PL 630/2003.

- **Proyecto de Ley 630/2003²⁴:** altera el art. 1º de la Ley n.º 8.001, del 13 de marzo de 1990, que “define la distribución porcentual de compensación financiera tratada en la Ley no. 7.990, del 28 de diciembre de 1989, y otras medidas”, constituyendo un fondo especial para financiar la investigación y producción de energía eléctrica y térmica a partir de energía eólica y solar.
- **Proyecto de Ley 1563/2007²⁵:** dispone sobre fuentes renovables de energía, con el objetivo de promover la universalización, la generación distribuida, y la racionalización energética, y altera la Ley no. 10.438, del 26 de abril de 2002, para modificar el Proinfa y aumentar la participación de fuentes alternativas en la matriz energética nacional.
- **Proyecto de Ley 4332/2016²⁶:** dispone sobre el programa de incentivo al uso de energía solar y de otras fuentes renovables en edificios multifamiliares, comerciales, o mixtos y unifamiliares en condominios horizontales o verticales, entre otras medidas.

²¹ http://www.mme.gov.br/documents/10584/1942329/Portaria_n_538-2015/49ab0708-5850-404c-a924-2760bbd22bbc;jsessionid=ED0860CFB0813E9E9B8A7BCE4EAFD28.srv155?version=1.1

²² <http://www.mme.gov.br/programas/proinfa/>

²³ http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=627322&filename=PL+4550/2008

²⁴ http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=122715&filename=PL+630/2003

²⁵ http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=481976&filename=PL+1563/2007

²⁶ http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1431855&filename=PL+4332/2016

Mecanismos de Financiamiento

Existe en Brasil una serie de productos financieros específicos destinados al financiamiento de la adopción de ER por la industria. Aun no siendo estrictamente enfocados a este sector, algunos instrumentos pueden auxiliar el avance de la implementación de proyectos de ER. Actualmente existen mecanismos con mayor foco en el financiamiento de tecnología solar, en respuesta al mayor desarrollo y potencial de esta tecnología en el país. El Cuadro 8 presenta los productos financieros disponibles que se destacan.

Es de destacar que el BNDES lanzó en octubre de 2016 una nueva política de financiación para

el sector de energía Brasileño. El banco amplió la participación de préstamos en TILP para proyectos de generación de energía a partir de fuente solar, al mismo tiempo que redujo su participación en proyectos hidroeléctricos. También determinó el fin de apoyo a cualquier proyecto de térmicas a carbón y petróleo y sus líneas de transmisión.

Además, están presentes en Brasil fondos internacionales destinados al financiamiento de proyectos alineados al desarrollo sustentable, incluyendo proyectos de ER. El BID, vía su Plan de Acción sobre el Cambio Climático, desembolsó en 2014 en Brasil, 390 millones de dólares y la CAF un total de 470 millones de dólares²⁷.

Cuadro 8 Productos financieros disponibles para ER en Brasil (Fuente: Elaboración propia)

| Banco | Producto | Descripción del producto |
|-------------------|------------------------------|---|
| BNDES | Eficiencia Energética | Cualquier cliente PJ que necesite financiamiento para edificios, con enfoque en el aire acondicionado, iluminación, envoltorio y generación distribuida; incluyendo cogeneración, para unidades nuevas o ya existentes (retrofit), procesos productivos, con enfoque en cogeneración, aprovechamiento de gases de proceso como fuente energética y otras intervenciones priorizadas por el BNDES; y redes eléctricas inteligentes |
| BNDES | Energías Renovables | Departamento de biocombustibles: mejores condiciones de crédito para inversiones en fuentes de energía renovables, teniendo en su portfolio proyectos de energía eólica, biomasa, y PCH |
| BNDES | Funtec | Desarrollo tecnológico e innovación en las áreas de energías renovables, medio ambiente y salud |
| BNDES | Fundo Clima | Apoyar la implantación de emprendimientos, la adquisición de maquinaria y equipo, y el desarrollo tecnológico relacionado a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, y la adaptación al cambio climático y sus efectos |
| Caixa | ProducCard | Cualquier cliente PJ que necesite financiamiento para sistemas de micro generación de energía solar y eólica |
| Caixa | Construcard | Cualquier cliente PF que necesite financiamiento de sistemas de calefacción solar de agua y sistema de micro generación de energía - solar y eólica |
| Banco do Nordeste | FNE Sol | Cualquier cliente que necesite financiamiento para todos los componentes de sistemas de micro y mini generación de energía eléctrica fotovoltaica, eólica, o de biomasa, tanto como su instalación |
| Sicredi | Energía Solar | Cualquier cliente PJ asociado al Sincredi que necesite financiamiento para generación de energía eléctrica a través de energía solar |
| Itaú Unibanco | Linha BID | Línea de crédito destinado al financiamiento de proyectos de sustentabilidad. Enfocado en inversiones en energía renovable, eficiencia energética, y métodos de producción "limpios". |
| Santander | CDC Sustentable | Cualquier cliente PJ que necesite de financiamiento para Máquinas y Equipos que promuevan la Eficiencia Energética. Uso Racional de Agua, Construcción Sustentable, y Accesibilidad, Tratamiento de Residuos, y Gobernanza Corporativa |

²⁷ CEPAL, 2015

Principales Obstáculos al Avance de la Adopción de ER

La Figura 9 presenta la matriz construida para análisis de los obstáculos que afectan el desarrollo de proyectos de generación a partir de fuentes renovables en Brasil, basado en el enfoque metodológico propuesto en este estudio.

| | |
|-----------|--|
| BD | Base de datos de recursos renovables |
| CT | Capacitación técnica |
| CI | Costo de inversión |
| ED | Estrategia de Desarrollo de ER |
| F | Financiamiento |
| IL | Infraestructura y Logística |
| RA | Regulación y Administrativa |
| R | Reglamentación |
| RF | Riesgo financiero |
| S | Social |
| SC | Subsidio y competencia con otras fuentes |
| T | Técnico |

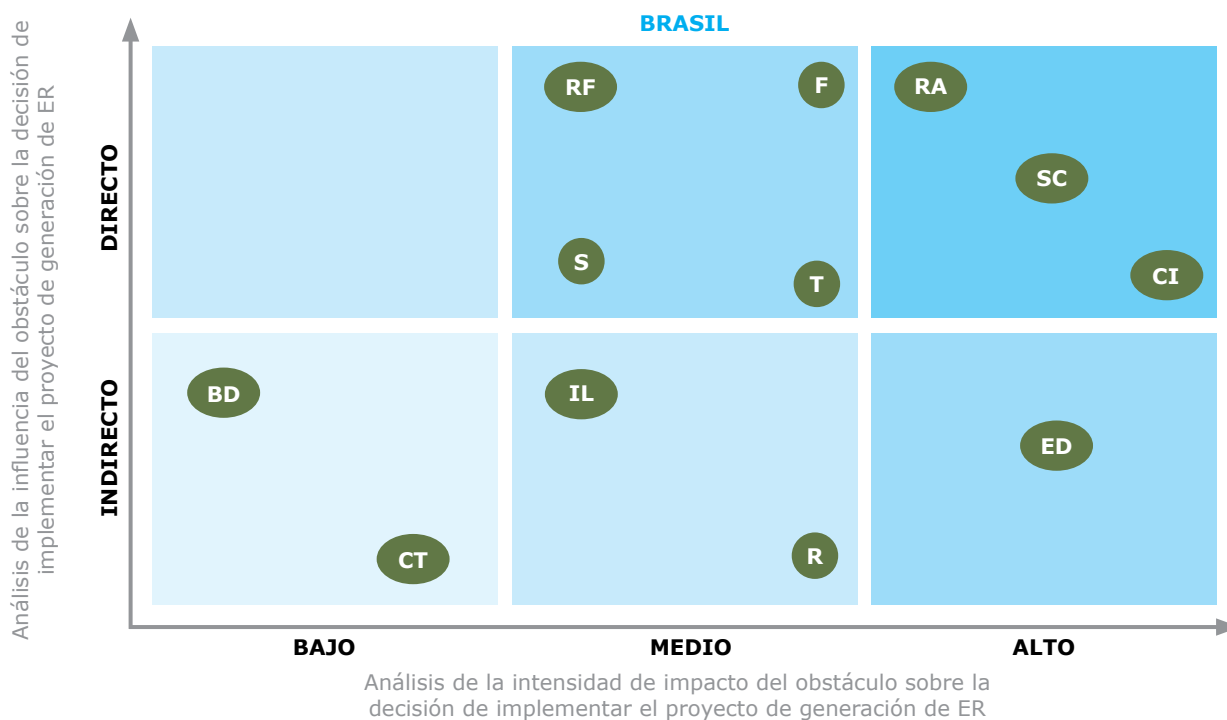


Figura 9 Matriz de obstáculos de Brasil (Fuente: elaboración propia)

En Brasil, la complejidad y los costos de transacción para iniciar un proyecto de renovables en el área de energía, sumado a la coyuntura económica y las sumas de inversión, así como la competencia con fuentes tradicionales de energía, fueron identificados como los obstáculos directos de mayor intensidad.

Entre los obstáculos directos con intensidad de impacto medio están aquellos ligados al financiamiento, debido a la lentitud de obtención y costos de transacción. Asociado a estos factores están los mayores riesgos financieros de proyectos de renovables de

fuentes no convencionales. Por último, existe el obstáculo técnico, ya que las energías renovables, por lo general, generan energía de forma intermitente, es decir, no de forma continua, debido a factores incontrolables como las condiciones climáticas o la inviabilidad de almacenamiento.

Entre los obstáculos directos también están presentes aspectos ligados a la reglamentación, ya que las innumerables normas técnicas de órganos reguladores relativas a las renovables son dispersas. Otro obstáculo directo es la falta de infraestructura del

país. Muchas veces acontece que los sitios con mayor potencial de generación de energía a partir de fuentes renovables presentan dificultades de conexión al *grid*. Tales dificultades podrían ser superadas con inversiones en líneas de transmisión y un mayor acceso a los locales de generación.

En Brasil, algunos proyectos de energía renovable se enfrentan a resistencia por parte de comunidades locales, incluso aquellos que no están ligados a hidroeléctricas de grande porte. Se consideró como un obstáculo social. Dentro de los obstáculos indirectos fue incluido la falta de divulgación del mapeo de áreas abundantes en recursos renovables para la generación de energía y sus capacidades. Del mismo modo, hay en Brasil varios programas de capacitación técnica de recursos humanos con conocimientos específicos para actuar en proyectos ligados a energías renovables.

Es importante resaltar que aunque la electricidad proveniente de centrales hidroeléctricas arriba de 30MW en Brasil es considerada como fuente renovable, los obstáculos descritos, de modo general, no se aplican a las grandes hidroeléctricas, dado que hay legislación específica y acumulación de *know-how* desarrollado en suelo nacional, lo que eliminaría obstáculos como la capacitación técnica, técnico e infraestructura y conexión con el *grid*. Según Souza et al (2001)²⁸ uno de los principales problemas relacionados a la cuestión ambiental, aparte de la lentitud del proceso en general, son los costos involucrados los cuales son considerados muy elevados para las renovables en el país. Además, existen obstáculos sociales, que por medio de la resistencia de comunidades locales pueden interferir o atrasar la implementación de un proyecto.

CHILE:

Los principales recursos naturales de Chile son el cobre, el mineral de hierro, molibdeno, nitratos, madera, y agua. El sector de minería chileno responde por 34% de la producción mundial de cobre, además de tener una reserva estimada de más de cien millones de toneladas de este mineral. El litio es el segundo mineral más abundante en Chile. El país representa más del 50% de la producción mundial y tiene alrededor del 27% de las reservas mundiales²⁹.

El PIB de Chile para el año 2014 fue de US\$258,1 billones, presentando una caída del 6,71% comparado al año 2013. Su composición se presenta en la Figura 10. Para el mismo año, la inflación registró 4,395%

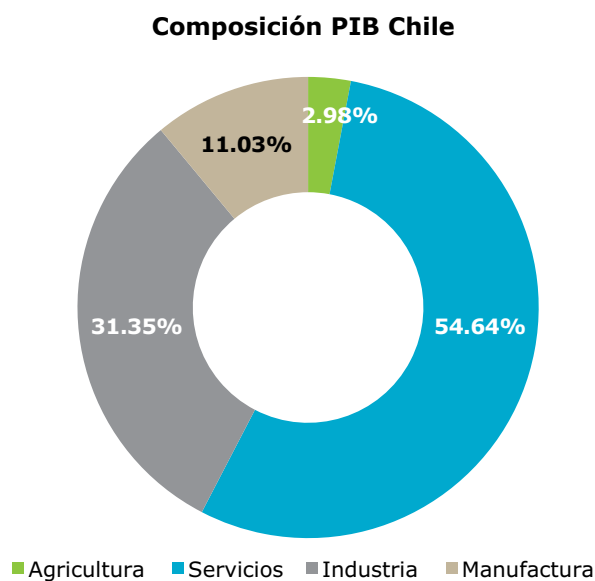


Figura 10: Composición del PIB chileno en 2014 (Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Global Edge, 2016)

²⁸ www.sbpe.org.br/socios/download.php?id=173

²⁹ <https://www.kpmg.com/Ca/en/industry/Mining/Documents/KPMG-Mining-country-guide-Chile.pdf>

Contexto Energético

En el año 2014, el consumo total de energía primaria en Chile fue de 31,42 Mtoe, mientras que el total producido por el país fue de 13,74 Mtoe. El petróleo crudo tuvo la demanda más alta con 10,35 Mtoe, equivalente al 33%. Este es el consumo de energía con el mayor déficit registrado.

Para ese año, la producción fue de apenas 0,48 Toe, lo cual corresponde al 3,5% de la energía primaria producida. En la Figura 11 se hace una comparación entre la producción y el consumo de energía primaria por tipo de fuente.

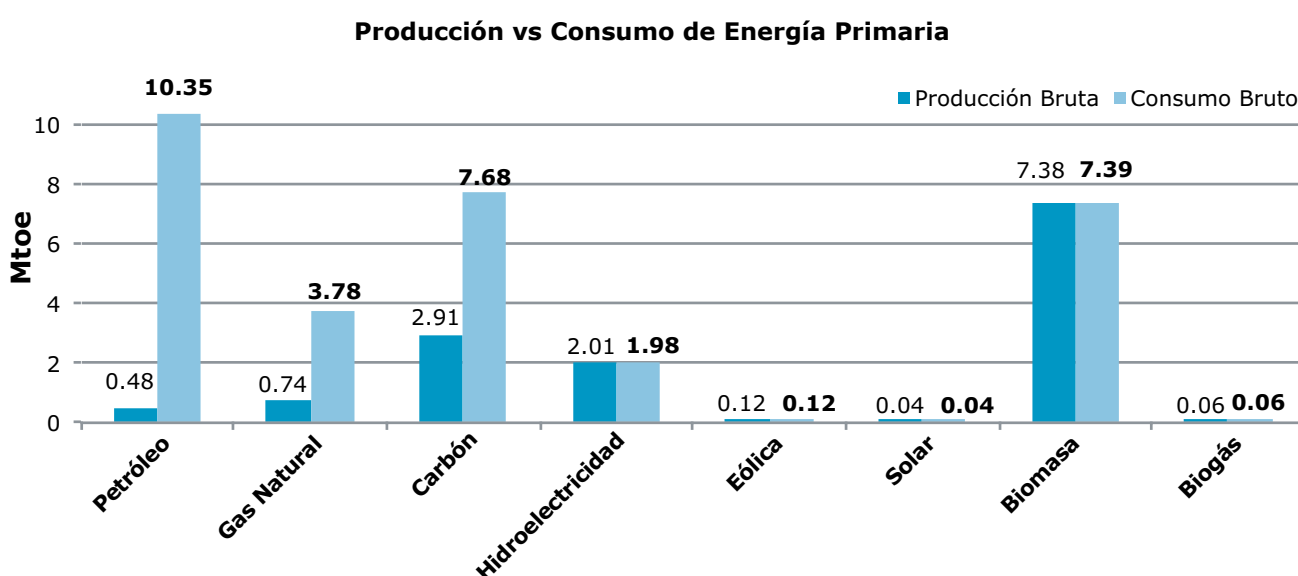


Figura 11 Producción versus consumo de energía primaria (Fuente: elaboración propia a partir de datos del BNE, 2015)

La biomasa es el principal energético local, seguido por la hidroelectricidad. Su producción equivale a 53,7% del total de energía primaria producida, mientras que su consumo fue de 23,53%. Por otro lado, la producción de energía eólica, solar, y de biogás sumadas corresponden al 1,6% del total, y su consumo equivale al 0,70%

Los tres mayores consumidores de biomasa como fuente de energía son los centros de transformación (CTR)³⁰, sector residencial, y la industria de papel y celulosa, según se puede observar en la Figura 12 (BNE, 2014).

Distribución de Consumidores de Biomasa

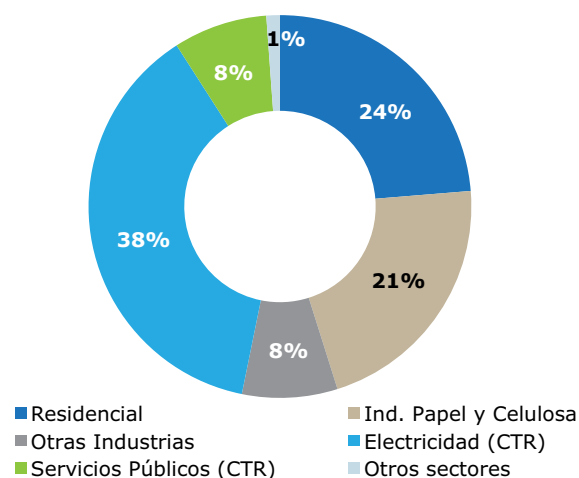


Figura 12 Distribución de sectores consumidores de biomasa (Fuente: elaboración propia con datos de BNE, 2014)

³⁰ CTR: Son plantas transformadoras, como por ejemplo, en una refinera el CTR transforma el petróleo bruto en derivados. Estos CTR están presentes en siderurgias, refinarias, plantas de gas entre otras.

En la Figura 13 se puede ver el comportamiento del índice de intensidad energética (IIE) y también el consumo energético final per cápita para Chile. In-

cluso con las fluctuaciones y picos durante el período, mientras el IIE tiene tendencia a la baja, lo contrario ocurre con el consumo per cápita.

Índice de Intensidad Energética versus Consumo Energético Final per cápita

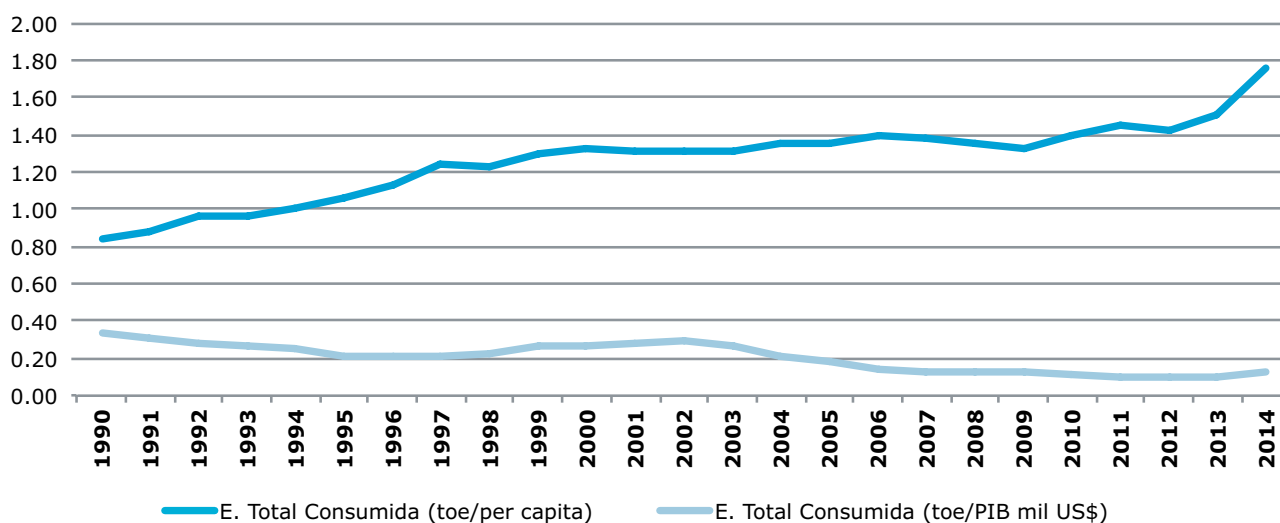


Figura 13 Comparación de la producción de EP con el consumo total de energía a través del PIB y per cápita (Fuente: Elaboración propia con datos: IEA; World Bank; CIFES y Energía 2016)

La tendencia a la baja del IIE chileno es resultado del esfuerzo para aumentar el grado de eficiencia energética en el país, no solamente de los procesos industriales como también del consumo de un modo general, incluyendo el sector público. En este sector hay proyectos para que la iluminación pública sea realizada con tecnología LED, que consume menos energía, por ejemplo. También fue creada una agencia dedicada a la eficiencia energética, la Agencia Chile de Eficiencia Energética³¹.

El indicador de Energía Total Consumida per cápita, para el período analizado presentó crecimiento debido al mejor desempeño de la economía chilena, que dio lugar a más inversiones en plantas industriales, redes de energía en expansión, y otros factores que

democratizan el consumo de energía.

Aun siendo Chile un país con considerable potencial para el desarrollo de las ER, como solar, eólica, geotérmica y mareomotriz, alrededor del 40% de la energía generada en el país sigue siendo proveniente de recursos fósiles, la mayoría de ellos importados. Consciente de ello, el Ministerio de Energía ha delineado metas para la generación de ER: para el año 2025, cerca del 20%; para el 2035, el 60%; y finalmente en 2050, 70% de la energía generada en el país deberá ser a través de ER. La meta es menos ambiciosa si la energía proveniente de hidroeléctricas es considerada dentro de estos valores. El Cuadro 9 muestra la evolución de los proyectos de energía para el período 2014-2016.

³¹ Agência Chile de Eficiência Energética <http://www.acee.cl/>

Cuadro 9 Evolución de los proyectos de energía (Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Energía, 2015 e 2016)

| Evolución de los Proyectos de Energía | | | | |
|---------------------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------------------|
| Tipo de Energía (MW) Período | Mar/14 | Jul/15 | Mar/16 | Variación (2014 a 2016) |
| Hidro | 653 | 963 | 962 | 47,3% |
| Térmica | 632 | 1.364 | 1.441 | 128,0% |
| Solar | 223 | 1.038 | 1.151 | 416,1% |
| Eólica | 350 | 274 | 508 | 45,1% |
| Otras ERNC | 91 | 95 | 43 | -52,7% |
| Total MW | 1.949 | 3.734 | 4.105 | 110,6% |
| Total Proyectos | 28 | 39 | 59 | 110,7% |
| Inversión (US\$ - billones) | 6 | 11 | 11 | 88,1% |
| %Total ERNC | 34,1% | 37,7% | 41,5% | 21,7% |

El análisis de estos datos muestra que Chile concentra sus esfuerzos no solamente en ampliar la oferta de energía como también en aumentar la participación de las Energía Renovables No Convencionales (ERNC). En un período de dos años se registró un aumento de 21,7% de las ERNC. Se destaca también el crecimiento de la participación de la energía solar, que aumentó de 223 MW en 2014 a 1.152 MW en 2016 (416%).

La capacidad instalada de producción de energía a partir de fuentes renovables no convencionales en Chile es de 2.864 MW, con 2.583 MW en fase de construcción. Adicionalmente, 18.024 MW ya tuvieron su análisis ambiental aprobado y 6.853 MW están aún bajo análisis. Estos proyectos incluyen las categorías de ER, excluyendo la mareomotriz y geotérmica. La energías solar y eólica son las que concentran mayor capacidad a ser instalada. Más detalles sobre la distribución de estos proyectos y cómo se dividen por fuente pueden verse en la Figura 14.

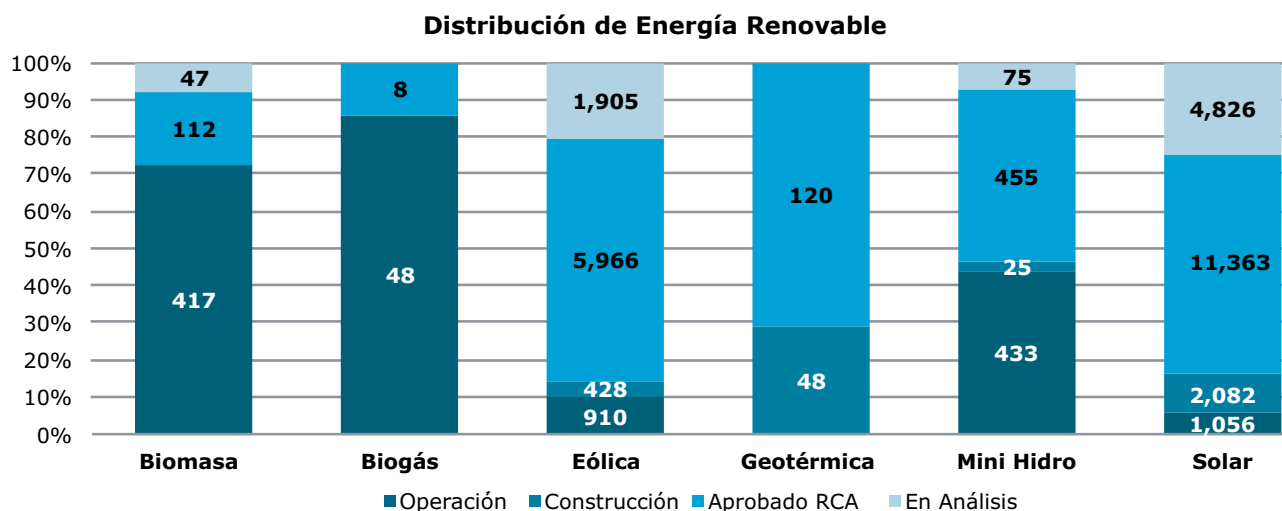


Figura 14 Distribución de los Proyectos de ERNC (Fuente: CNE, 2016)

En Chile, el sector industrial fue responsable por el consumo de 15,6% del total de energía secundaria³² en el año 2014, lo que equivale a 6,6 Mtoe. Las industrias de papel y celulosa contribuyeron con 35,47% de esta cantidad, es decir, 2,34 Mtoe³³. A pesar de ser un tipo de industria con un elevado consumo energético, buena parte de esta energía proviene del uso de la biomasa, que en 2014 representó 67,6% de la energía consumida por el sector. Esta biomasa es residuo proveniente de la extracción y procesamiento de madera para extracción de celulosa. La mayor parte de ésta se utiliza en procesos que involucran producción de calor/vapor. Sin embargo, las mayores oportunidades en el sector industrial se refieren al uso de subproductos de actividades productivas, como el biogás o la biomasa.

El sector minero, uno de los mayores consumidores de energía en Chile, da señales de avance en el uso de ERNC en sus instalaciones. Normalmente, estas minas se encuentran en regiones aisladas y usan combustibles fósiles para generar energía. Del total de energía consumida por el sector en 2014, el diesel correspondió al 41%, y la electricidad 56%^{34,35}. Son ejemplos de avances del ERNC en el sector: (i) la planta solar en Cerro Dominador con 110 MW que suministrará energía, sin interrupción, al complejo minero de Antofagasta, localizado en el desierto de Atacama, norte de Chile; (ii) el complejo eólico El Arrayán, con una capacidad instalada de 115 MW; (iii) la mina Chuquicamata³⁶, donde una parte de la energía usada proviene del sistema fotovoltaico ahí instalado^{37,38}.

Órganos y Entidades del Sector de Energía

A continuación se enumeran los principales organismos y entidades del sector de energía en Chile (la lista no es exhaustiva):

- **Ministerio de Energía – ME³⁹**: creado en febrero del 2010, es un órgano gubernamental responsable por elaborar y coordinar planos, políticas, y normas enfocadas en el desarrollo del sector de energía del país.
- **Centro Nacional para la Innovación y el Fomento de las Energías Renovables – CIFES⁴⁰**: órgano gubernamental responsable por apoyar al ME y la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) en el desarrollo, implementación, y evaluación de proyectos estratégicos en energías sustentables.
- **Superintendencia de Electricidad e Combustibles – SEC⁴¹**: agencia reguladora del mercado de energía. Su relación con el gobierno federal es por medio del Ministerio de Energía.
- **Agencia Chilena de Eficiencia Energética – AChEE⁴²**: fundación privada, sin fines de lucro cuya misión es promover, fortalecer, y consolidar el uso eficiente de la energía, a través de la implementación de proyectos para reducir el consumo de energía.

³² Energía Secundaria es aquella obtenida a través de la transformación de una determinada energía primaria. Ejemplo: cuando el petróleo crudo (energía primaria) es refinado para obtener el diesel, que es una energía secundaria.

³³ BNE, 2014

³⁴ Energía total consumida por el sector fue de 3,463 Mtoe.

³⁵ BNE, 2015

³⁶ Mayor mina productora de cobre no Chile localizada na región de Antofagasta

³⁷ http://www.pv-magazine.com/services/press-releases/details/beitrag/solarmax-delivers-pv-inverters-for-the-largest-copper-mine-in-the-world_100015469/#axzz3DhIZKeb9

³⁸ <http://www.nortonrosefulbright.com/knowledge/publications/134773/chile>

³⁹ <http://www.energia.gob.cl/>

⁴⁰ <http://cifef.gob.cl/>

⁴¹ <http://www.sec.cl/>

⁴² <http://www.acee.cl/>

- **Comisión Nacional de Energía – CNE⁴³:** responsable por el análisis de precios, tarifas, y directrices técnicas que las empresas de generación, producción, transmisión, y distribución de energía deben seguir.

Legislación

A continuación se enumeran los principales marcos legales y normas de la industria de energía presentes en Chile (la lista no es exhaustiva):

- **Ley 20.257, de 2008^{44,45}:** ley General de Servicios Eléctricos con respecto a la generación de energía eléctrica por medio de fuentes de energía renovables no convencionales. Se requiere que las empresas proveedoras de energía comprueben que una cuota determinada por esta ley sea generada en base a las ERNC, independiente de que la generación sea de la propia empresa o contratada de terceros. En el 2010 esta cuota fue del 5%, vigente hasta el año 2014. A partir del 2015 esta se sometería a un incremento anual de 0,5%, hasta alcanzar el 10% en 2024. Este sistema de cuotas tendrá una duración de 25 años (desde 2010 hasta 2034).
- **Ley 20.968 de 2013:** aumentó el límite establecido por la Ley 20.257 a un 20%, por lo tanto deben ser tomados en cuenta los siguientes detalles en respecto a la firma de contratos: (a) para contratos firmados a partir del primero de julio de 2013, el requisito será de 5% en 2013, aumentando a partir de 2014 de a 1% hasta llegar al 12% en el 2020, y un aumento de 1,5% a partir del 2021 para llegar al 18% en 2024, y un aumento del 2% en el 2025 para alcanzar 20% en el mismo año; (b) Para los contratos firmados entre el 31 de agosto de 2007 y antes del 01 de julio del 2013, el requisito será de 5% para los años de 2010 a 2014, aumentando 0,5% por año a partir del 2015 y hasta llegar al 6% en el 2016 e así sucesivamente, para finalmente llegar a un 10% en 2024.
- **Ley 19.657 Concesiones para Energía Geotérmica de 2000⁴⁶:** establece un marco regulador para la prospección y explotación de energía geotérmica, sus respectivas normas para concesión y contratos, y también financiamiento para la explotación de energía geotérmica. Es de responsabilidad del Ministerio de Energía el control y la regulación, incluyendo la gestión de procesos de subastas, que acontecen cada dos o tres años, y la licitación de la energía térmica.
- **Ley 19.940 de 2004:** regula los sistemas de transmisión de energía eléctrica, establece un nuevo sistema de tarifas para sistemas eléctricos de medio porte, además de introducir ajustes que citan la Ley 20.257. Permite que pequeños productores de energía participen del mercado spot y se conecten a la red de distribución con el objetivo de promover inversiones en el sector. La legislación también garantiza que todos los productores de pequeña potencia (<9 MW) tengan el derecho de vender su energía en el mercado de electricidad local.
- **Ley 20.018 de 2005:** también conocida como Ley Simple, permite que los productores de energía, incluyendo las ERNC, firmen contratos de suministro a largo plazo con las empresas de distribución.

⁴³ <http://www.cne.cl/quienes-somos/>

⁴⁴ <http://www.leychile.cl/Navegar?idLey=20257>

⁴⁵ <http://www.iea.org/policiesandmeasures/pams/chile/name-24577-en.php>

⁴⁶ <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=150669>

- **Ley 20.571 de 2014:** reglamentación sobre la Generación Distribuida (*Net Metering*), determinando que los productores de energía eléctrica basados en ERNC que envíen al sistema el excedente de su producción reciban un crédito en su cuenta de energía eléctrica. El valor de este crédito es igual al precio de la electricidad por kwh cobrado a consumidores.

Mecanismos de Financiamiento

Las opciones de financiamiento para proyectos de ER en Chile son escasas y ofrecidas en su mayoría por organizaciones internacionales dedicadas al desarrollo de energía limpia en el país, como por ejemplo, el BID y la CAF, que desembolsaron en el país US\$ 173 millones y US\$ 5,13 millones respectivamente en el 2014⁴⁷.

La CORFO, organismo ejecutor de políticas públicas en ámbitos de emprendimientos e innovación, poseía tres líneas de apoyo centradas en el financiamiento de proyectos de ER. Estas líneas fueron discontinuadas después de una reestructuración de la organización, que resultó en la reducción de la participación de la CORFO en el tema. Como las líneas fueron relevantes para el desarrollo de proyectos de ER en la región, vale la pena mencionarlas:

- **Crédito CORFO ERNC:** línea de crédito canalizada a través de bancos de inversiones para proyectos de generación y transmisión de energía eólica, biomasa o pequeñas centrales hidroeléctricas. Hasta un 30% del crédito podría destinarse a capital de trabajo necesario para la puesta en marcha del proyecto. El beneficiario deberá aportar con fondos propios al menos el 15% de la cantidad

total requerida de la inversión (CORFO 2008).

- **Crédito CORFO Medio Ambiente:** correspondía a una línea de crédito destinada a implementar o introducir tecnologías ambientales preventivas; reducir la contaminación ambiental por tratamiento preventivo o correctivo de sus actividades. La empresa tenía la opción de solicitar hasta un 30% de financiamiento total para financiar capital de trabajo. El beneficiario debe proveer de fondos propios al menos el 15% de la cantidad total requerida de la inversión. (CORFO 2008).
- **Programa de Pre-inversión en ERNC:** se trataba de un programa de pre-inversión en ER para financiar parte del costo de los estudios de ingeniería básica y detallada de las tecnologías (CORFO 2008).

Por lo tanto, en ausencia de mecanismos financieros específicos proporcionados por el gobierno, las posibilidades de financiación de proyectos de ER se reducen a instrumentos financieros genéricos y de organizaciones multilaterales comprometidas con el desarrollo local.

⁴⁷ (CEPAL, 2015)

Principales Obstáculos al Avance de la Adopción de ER

La Figura 15 muestra los obstáculos encontrados que impiden o dificultan el desarrollo de proyectos de generación de energía a partir de fuentes renovables en Chile, de acuerdo con el enfoque metodológico propuesto en este estudio.

| | |
|-----------|--|
| BD | Base de datos de recursos renovables |
| CT | Capacitación técnica |
| CI | Costo de inversión |
| ED | Estrategia de Desarrollo de ER |
| F | Financiamiento |
| IL | Infraestructura y Logística |
| RA | Regulación y Administrativa |
| R | Reglamentación |
| RF | Riesgo financiero |
| S | Social |
| SC | Subsidio y competencia con otras fuentes |
| T | Técnico |

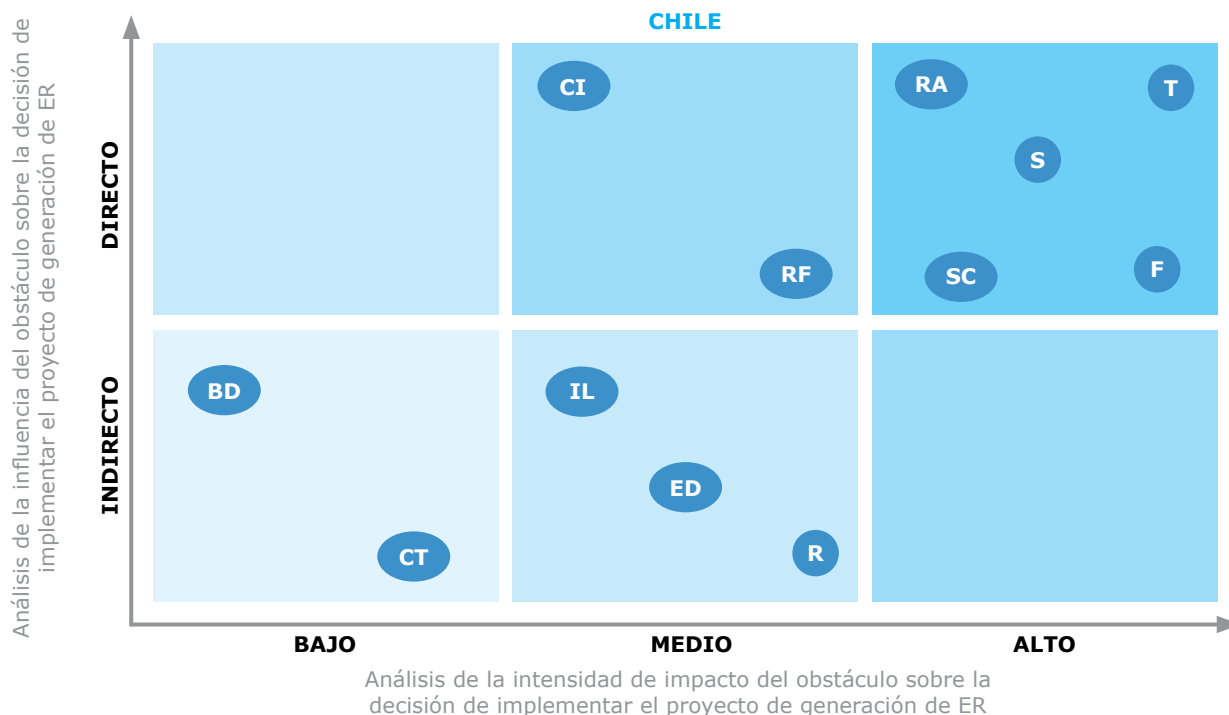


Figura 15 Matriz de obstáculos en Chile (Fuente: elaboración propia)

En Chile, los obstáculos administrativos y de regulación fueron considerados directos y de alta intensidad debido a los altos costos de transacción que las ER requieren del empresario. En esta categoría también hay obstáculos técnicos, principalmente por la falta de normas relacionadas a la conexión al *grid*, y la competencia con otras fuentes de energía,

principalmente las hidroeléctricas de grande porte. Todos estos parámetros dificultan la obtención de financiamientos, principalmente para proyectos a pequeña escala. En este cuadrante se encuentran también los obstáculos sociales, relacionados a la resistencia de comunidades locales a la implantación de un proyecto de ER en ciertas localidades.

Entre los obstáculos de mediana intensidad e impacto directo están los altos costos de inversión en la adquisición de equipos, además del riesgo financiero asociado a los proyectos. En la clasificación indirecta están los obstáculos relacionados con la legislación, ya que, a pesar de abarcar una grande parte del sector (habiendo incluso una para geotérmica), no especifica claramente los objetivos y criterios para la conexión al *grid*⁴⁸. Lo mismo ocurre con su estrategia de desarrollo. El obstáculo ligado a la infraestructura se debe a la ubicación remota de la red a los recursos potenciales, pero fue considerada de intensidad media por la posibilidad de ser usada sólo localmente para abastecer energía, como por ejemplo, en la re-

gión del desierto de Atacama, donde están ubicadas diversas empresas de minería.

En Chile, la capacitación técnica de mano de obra local y el mapeo/actualización e informaciones sobre los recursos fueron considerados obstáculos de baja intensidad por ya haber proyectos de producción de energía a través de fuentes renovables no convencionales en el país. Los principales obstáculos en Chile están relacionados con aspectos económicos, principalmente con la dificultad de conseguir financiamiento para la implantación de un proyecto de ER. Las dificultades son aún mayores para proyectos de ER de pequeña escala.

COLOMBIA:

Colombia es un grande exportador de petróleo y de combustibles minerales, productos que en 2014 representaron el 65,59% de las exportaciones. Para este mismo año, el PIB fue de US\$ 378 billones, un aumento del 4,38% comparado al año anterior, y su composición se presenta en el gráfico de la Figura 16⁴⁹.

Composición PIB Colombia

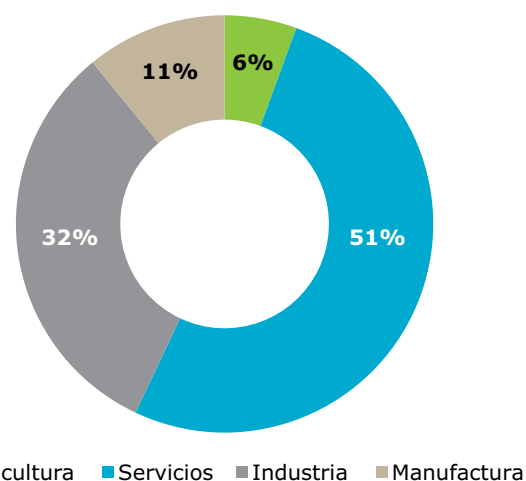


Figura 16 Composición del PIB de Colombia (Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Global Edge, 2016)

⁴⁸ Nasirov et al; 2015

⁴⁹ <http://globaledge.msu.edu/countries/colombia/memo>

Contexto Energético

Colombia tiene una gran diversidad de recursos energéticos, ya sean renovables o convencionales. Los combustibles fósiles representan casi la totalidad de la energía primaria producida. En el año 2014, esta cantidad llegó al 95,25% (84,60% en 1990), de los 136,34 Mtoe. La energía producida a través de las hidroeléctricas representó apenas 3,14% de este total. La Figura 17 muestra los datos de producción para los años 2014 y 1990.

La demanda por energía primaria en Colombia es responsable por el consumo de tan solo 23,89% (32,58 Mtoe) del total producido, como confirma la vocación de exportadora de recursos fósiles del país. La exportación de carbón, gas natural, y petróleo fue de 97,69 Mtoe en 2014, lo que corresponde al 71,65% de la energía primaria producida. Cuando comparada al año 1990, se puede ver que la demanda creció en un 41%. Por otro lado, el crecimiento de la producción llegó a 192% para el mismo período. La Figura 18 muestra la comparación entre la producción y la demanda de la energía primaria para el año 2014.

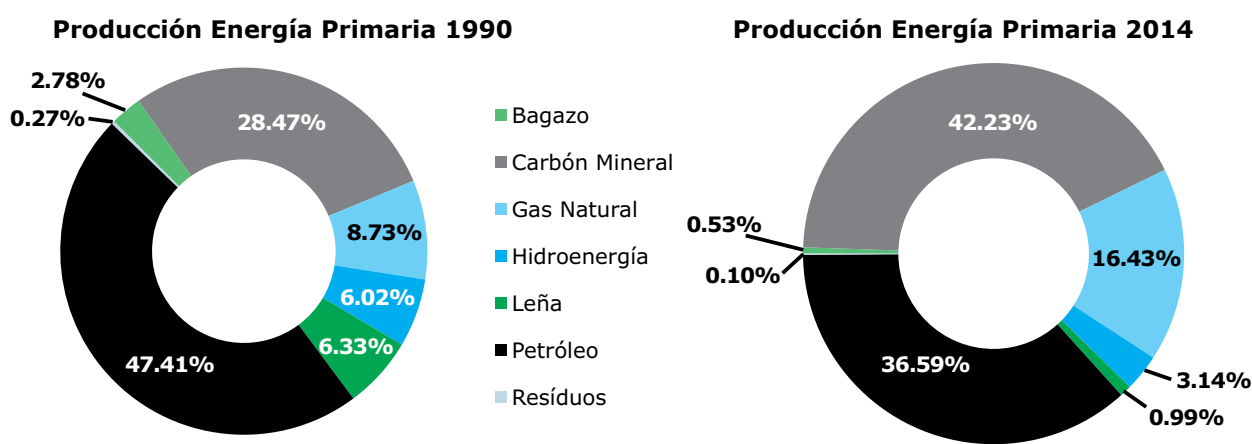


Figura 17 Comparación de la producción de EP entre los años 2014 y 1990 (Fuente: BECO, 2016)

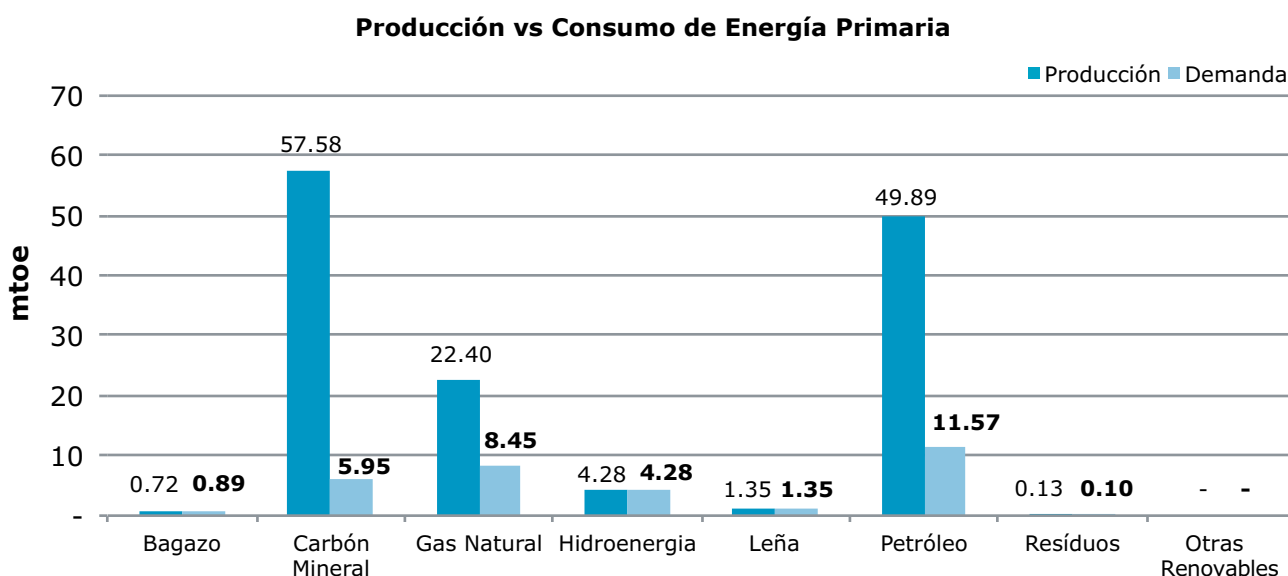


Figura 18 Producción versus Demanda de Energía Primaria en 2014 (valores en Mtoe) (Fuente: BECO, 2016)

El carbón mineral, cuya producción está mayoritariamente destinada a la exportación, presenta una diversidad de aplicaciones dentro del mercado consumidor nacional. Sus principales usos están enfocados en la etapa de transformación⁵⁰, con 64,68% de demanda interna, en las actividades de generación de energía termoeléctrica y procesos de coquería. El consumo industrial representa el uso restante, siendo el mayor consumo registrado en la industria de minerales no metálicos.

Los principales usos del petróleo y gas natural se concentran en los sectores de transporte e industria. En este último, el uso principal es la obtención de calor para los procesos. El gas natural, cuya demanda interna fue de 8,45 Mtoe en 2014, también presenta una cierta diversificación en su uso. Al igual que el carbón, es utilizado en la generación termoeléctrica (33,34%) y en el sector industrial, con las refinerías como mayores consumidores. Abastece también el

sector de transportes, residencial, y público, como componente energético. El Cuadro 10 presenta los principales valores de la distribución del consumo del carbón mineral y gas natural, para el año 2014.

| PERFIL DE CONSUMO | | |
|-------------------------------|-------------|-------------|
| Valores Mtoe | CM | GN |
| Demanda Interna | 5,95 | 8,45 |
| Transformación | 3,85 | 2,82 |
| Térmica | 1,34 | 2,82 |
| Coquería | 2,51 | - |
| Consumo Residencial | - | 1,04 |
| Consumo Sector Público | - | 0,46 |
| Consumo Industrial | 2,10 | 2,46 |
| Alimentos | 0,44 | 0,17 |
| Papel y Celulosa | 0,32 | 0,22 |
| Minerales no metálicos | 0,92 | 0,59 |
| Refinerías | - | 0,80 |
| Otras | 0,42 | 0,68 |

Cuadro 10 Perfil de Consumo Energético de los Principales Recursos Fósiles: Carbón Mineral y Gas Natural (Fuente: BECO, 2016)

El petróleo presenta prácticamente la totalidad de su demanda interna enfocada en el sector de transformación, más precisamente en las refinerías. El petróleo también presenta fuerte exportación, registrando un valor de 80,64% de la producción interna, en el año 2014.

La industria de alimentos consume el total de bagazo de caña de azúcar producido⁵¹. Este bagazo es utilizado en plantas de cogeneración para la obtención de energía térmica necesaria para el proceso productivo⁵². Para el año 2014, el consumo de bagazo representó 2,72% de la demanda total. La leña representa apenas 1% de la energía primaria total y su consumo es destinado, exclusi-

vamente, al sector residencial. Las hidroeléctricas suman una pequeña parte de la cantidad de energía primaria del país, con 3,14%.

La Figura 19 presenta las tasas medias de crecimientos de algunos parámetros de desarrollo en Colombia. La producción de energía primaria creció, en promedio, 5,54% en el período de 1990 a 2014, aun con una tendencia de baja a partir de 2003. Las fluctuaciones del mercado internacional de energía también contribuyeron a este comportamiento, ya que Colombia es un gran productor de petróleo y su volumen de producción está directamente relacionada con la capacidad del mercado exterior en absorberlo.

⁵⁰ Por transformación se entiende que el insumo es transformado para la obtención de otros productos.

⁵¹ ASOCANA, 2016

⁵² <http://www.asocana.org/modules/documentos/10392.aspx>

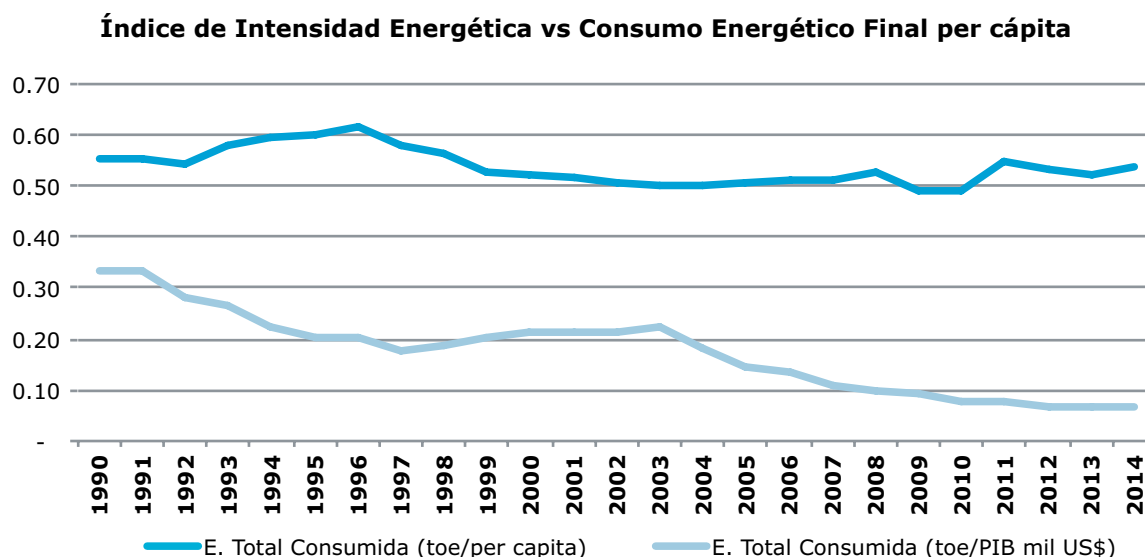


Figura 19 Comparación de Energía (Fuentes: FMI, World Bank, IEA, BECO; 2016)

La energía total consumida por unidad de PIB en Colombia presenta una caída a partir de 2003, ya que el consumo de energía estuvo parcialmente estable en el período analizado, mientras que el PIB creció. Esto se debió a las inversiones en eficiencia energética. Evidencia de que el país está comprometido con el tema de la eficiencia se produce a través de la creación, en 2010, del Consejo Colombiano de Eficiencia Energética (CCEE)⁵³.

La matriz energética de Colombia se puede clasificar como hidrotérmica, ya que entre 70 y 80% de la electricidad es producida a través de hidroeléctricas. En términos de capacidad instalada, la cifra es de 70,9%, mientras que las centrales térmicas contribuyen con 19,6%. Energías renovables no convencionales, como la biomasa y la energía eólica, participan con 0,06% y 0,11%, respectivamente^{54,55,56}. El Cuadro 11 muestra la composición de producción de electricidad en el país, distribuido por tipo de fuente.

Cuadro 11 Distribución de las fuentes productoras de energía eléctrica en Colombia (Fuente: UPME, 2016)

| Generación de Energía Eléctrica | Fuente | Capacidad (MW) | Participación % | |
|---------------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-------|
| Térmica | Combustible Líquido | 1.247,0 | 6,91% | |
| | Aceite Combustible | 299,0 | 1,66% | |
| | Mezcla Jet y Gas Natural | | 264,0 | 1,46% |
| | | Queroseno (Jet) | 46,0 | 0,25% |
| | Gas Natural | 1.677,2 | 9,30% | |
| | Carbón | 1.348,4 | 7,47% | |
| Fuentes Renovables | Bagazo | 77,2 | 0,43% | |
| | Biomasa | 10,0 | 0,06% | |
| | Eólica | Viento | 18,0 | 0,10% |
| Hidro | Agua | 13.055,5 | 72,36% | |

⁵³ <http://cceecol.org/>

⁵⁴ http://www.siel.gov.co/portals/0/generacion/2015/Seguimiento_Variables_Diciembre_2015.pdf

⁵⁵ <http://www.siel.gov.co/Inicio/Generaci%C3%B3n/Generaci%C3%B3n1/tabid/143/Default.aspx>

⁵⁶ http://www.upme.gov.co/Estudios/2015/Integracion_Energias_Renovables/INTEGRACION_ENERGIAS_RENOVANLES_WEB.pdf

En Colombia las fuentes no convencionales de energía suman 418,9 MW, distribuidos así: energía eólica 18,42 MW, bagazo de caña de azúcar 206 MW, y pequeñas centrales hidroeléctricas 194,48 MW. Del total de la capacidad instalada en el país, estas cifras corresponden al 2,32%. Sin embargo, el gobierno colombiano concentra sus esfuerzos en estudios, legislación, y mapeos con el objetivo de promover y facilitar la entrada de estas fuentes a la matriz.

Con este fin fue creado el Sistema de Información de Eficiencia Energética y Energías Alternativas (SI3EA)⁵⁸, responsable por la elaboración de diversos estudios en torno a las ER en Colombia, como por ejemplo, el Atlas de Viento y Energía Eólica de Colombia, y el Atlas del Potencial Energético de la Biomasa Residual de Colombia, y el estudio 'Integración de las Energías Renovables No Convencionales de Colombia', producido por la UPME. En el año 2010 se creó el Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía y Fuentes No Convencionales (PROURE)⁵⁹, que presenta una meta para que en el año 2020, 6,5% de la energía suministrada al *grid* en Colombia sea proveniente de fuentes renovables, siendo que hasta el año 2015 la suma ya debe llegar al 3,5%. Es importante destacar que esta primera etapa de la meta no fue cumplida.

En cuanto a las estimativas de desarrollo de ER no convencionales en Colombia, la generación por fuente eólica presenta un elevado potencial en seis regiones del país, destacándose la costa norte, como puede observarse en el Cuadro 12.

Cuadro 12 Potencial eólico colombiano (Fuente: UPME, 2015)

| Capacidad eólica máxima a ser instalada (MW) | |
|--|---------------|
| Región | Potencia |
| Costa Norte | 20.000 |
| Santanderes | 5.000 |
| Boyacá | 1.000 |
| Risaralda-Tolima | 1.000 |
| Huila | 2.000 |
| Valle de Cauca | 500 |
| Total | 29.500 |

La energía eólica es una de las que más despierta interés de los agentes del sector energético, principalmente por la alta disponibilidad del recurso en el territorio. Uno de los principales objetivos de implementación de este tipo de energía sería, además de diversificar la matriz energética, la sustitución gradual de las termoeléctricas. En la región del Caribe hay muchas térmicas que utilizan gas natural y combustibles líquidos.

Colombia tiene una radiación promedio de 4,5kWh/m²/día, superior al promedio mundial de 3,9kWh/m²/d⁶⁰, y favorable a la energía solar fotovoltaica. El Cuadro 13 muestra la distribución de los valores de radiación en algunas regiones colombianas⁶¹.

Cuadro 13 valores de irradiación promedio en las principales regiones de Colombia (Fuente: UPME, 2015)

| Valores de Irradiación Promedio en las Principales Regiones (kWh/m ² /d) | |
|---|------------|
| Región | Potencia |
| Guajira | 6,0 |
| Costa Atlántica | 5,0 |
| Orinóquia | 4,5 |
| Amazonia | 4,2 |
| Región Andina | 4,5 |
| Costa Pacífica | 3,5 |
| Promedio | 4,5 |

⁵⁸ <http://www.si3ea.gov.co/si3ea/Home/Energ%C3%ADaEolica/tabid/75/language/en-US/Default.aspx>

⁵⁹ https://www.minminas.gov.co/documents/10180/558752/Informe_Final_Consultoria_Plan_de_accion_Proure.pdf/e8cdf796-d7b1-4bb1-90b9-e756c7f48347

⁶⁰ UPME, 2015

⁶¹ http://www.upme.gov.co/Docs/Atlas_Radiacion_Solar/1-Atlas_Radiacion_Solar.pdf

Es importante destacar que la Ley 1715 de 2014 generó incentivos para la instalación de sistemas fotovoltaicos, favoreciendo la posibilidad de comercializar el excedente generado con el sistema e insiriendo un esquema de créditos para el sistema de auto-generación a pequeña escala.

La energía proveniente de la biomasa es principalmente usada para la producción de energía eléctrica y térmica en sistemas de cogeneración. En Colombia, el principal insumo para este fin es el bagazo de caña de azúcar, aunque hay un gran potencial energético en los residuos, corteza, y semillas de los cultivos tradicionales de Colombia, como se puede ver en el Cuadro 14.

Tabela 14 Potencial Energético proveniente da Biomasa (Fonte: UPME, 2015)

| Estimativa do Potencial Energético Proveniente Cultivos Tradicionales | | |
|---|-----------------|---------------------------|
| Producto | Resíduos (kton) | Potencial Energético (TJ) |
| Palma | 2.166,00 | 20.985,00 |
| Caña de Azúcar | 15.927,00 | 121.575,00 |
| Caña Panelera | 8.068,00 | 68.742,00 |
| Café | 5.855,00 | 56.925,00 |
| Mandioca | 1.707,00 | 18.332,00 |
| Arroz | 5.910,00 | 26.191,00 |
| Banana | 11.284,00 | 6.444,00 |
| Plátano | 19.689,00 | 11.242,00 |

Órganos y Entidades del Sector de Energía

A continuación se presentan los principales órganos y entidades del sector energético en Colombia (la lista no es exhaustiva):

- **Ministerio de Minas e Energía – MME⁶²:** entidad pública de carácter nacional, responsable por la coordinación y elaboración de políticas energéticas y administración de los recursos naturales no renovables del país. También coordina la generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica en el país, además del desarrollo de fuentes alternativas de energía para la diversificación de la matriz y seguridad energética.
- **Unidad de Planeación Minero Energética – UPME⁶³:** unidad Administrativa Especial, de orden nacional, carácter técnico, vinculada al MME, regida por la Ley 143 de 1994 y el Decreto 1258 de 2013. Entre sus principales

objetivos y funciones están la planificación integral del sector minero energético, gestión de información vinculada a los sectores de minas y energía, entre otros.

- **Comisión de Regulación de Energía y Gas – CREG⁶⁴:** regula la prestación de servicios públicos domiciliarios de energía eléctrica, gas combustible, y servicios públicos de combustibles líquidos; regula los monopolios. La CREG también es responsable por promover la competencia entre las empresas prestadoras de servicios públicos de forma que tanto las operaciones de un monopolio como las de libre competencia sean eficientes del punto de vista económico.
- **Consejo Nacional de Operación – CNO⁶⁵:** órgano creado por la Ley 143 de 1994, tiene como su principal función determinar los aspectos técnicos que garantizan el funcionamiento del Sistema Interconectado Nacional

⁶² <https://www.minminas.gov.co/ministerio>

⁶³ <http://www.upme.gov.co/>

⁶⁴ <http://www.creg.gov.co/>

⁶⁵ <http://www.cno.org.co/content/quienes-somos>

(SIN) para que ocurra de forma segura, confiable, y económica. Es también responsable por el Reglamento de Operación. El CNO es integrado por un miembro de cada una de las empresas de generación de energía de Colombia, siempre que tengan una capacidad instalada de entre 1 y 5% del total nacional.

- **Comité Asesor de Comercialización – CAC⁶⁶:** creado por la CREG a través de la Resolución 68 de 1999 con el objetivo de auxiliarla con la revisión de aspectos comerciales en el Mercado de Energía Mayorista.
- **Superintendencia de Servicios Públicos Residenciales – Superservicios⁶⁷:** órgano de carácter técnico creado por la Constitución de 1991 por determinación del Presidente de la República. Es responsable por la inspección, vigilancia, y control de las

entidades y empresas prestadoras de servicios públicos residenciales, entre ellas el suministro de energía y gas.

- **Centro Nacional de Despachos – CND⁶⁸:** responsable por la planificación, supervisión, y control de la operación integrada de generación de recursos, interconexión, y transmisión del SIN. El CND debe seguir tanto el Código de Operación como los Acuerdos Técnicos elaborados por el CNO.
- **XM Compañía de Expertos en Mercado⁶⁹:** empresa regulada por la CREG, dedicada a la operación del SIN, a través del Centro Nacional de Despachos. También administra el mercado de energía mayorista colombiano, tanto para las transacciones nacionales como las internacionales de energía.

Legislación

A continuación se presentan los principales marcos legales y normas en el sector energético en Colombia (la lista no es exhaustiva):

- **Ley 1.715 – Año 2014⁷⁰:** regula la integración de las ERNC al sistema energético nacional. Tiene como objetivos promover el desarrollo y uso de las ERNC, principalmente los de carácter renovable, en el sistema energético nacional y contribuir a la reducción de gases de efecto invernadero (GEI) y

la seguridad en el suministro de energía. Determina el marco legal de estas tecnologías, las inversiones necesarias para promover las ERNC y fomenta la investigación y desarrollo de tecnologías limpias para la producción de energía.

- **Decreto 2.143 – Año 2015⁷¹:** da nuevas definiciones relacionadas a la producción, la inversión en nuevos proyectos de energía de las ERNC, entre otros; define reglas para

⁶⁶ <http://www.cac.org.co/quienes.htm>

⁶⁷ <http://www.superservicios.gov.co/Institucional>

⁶⁸ <http://www.xm.com.co/Pages/DescripciondelSistemaElectricoColombiano.aspx>

⁶⁹ <http://www.xm.com.co/Pages/QuienesSomos.aspx>

⁷⁰ <https://www.minminas.gov.co/documents/10180//23517//22602-11506.pdf>

⁷¹ <https://www.minminas.gov.co/documents/10180//23517//36862-Decreto-2143-04Nov2015.pdf>

las deducciones especiales en el impuesto sobre la renta, los requisitos generales para acceso a incentivos, los techos de la deducción especial y otros detalles y explicaciones relacionadas con las deducciones. Hay otros detalles relacionados con la exención de aranceles y otros impuestos.

- **Resolución UPME 0281 – 2015⁷²**: limita la potencia máxima de autoproducción a pequeña escala de la energía generada a través de las ERNC. El valor de este límite pasa a ser de 1MW y corresponde a la capacidad instalada del sistema.
- **Resolución CREG 024 – 2015⁷³**: regula la actividad de autoproducción de energía proveniente de las ERNC, a grande escala en el Sistema Interconectado Nacional (SIN), establece parámetros y condiciones de conexión al SIN, venta del excedente de autoprodutores al SIN, entre otras medidas.
- **Decreto 1623 – 2015⁷⁴**: modifica el Decreto 1073 de 2015⁷⁵ en relación con las orientaciones de la política para la expansión de cobertura de servicio de energía eléctrica en el SIN y en las Zonas No Interconectadas (ZNI), entre otras medidas.
- **Decreto 2492 – 2014⁷⁶**: establece medidas que deben adoptarse a través de la implementación de mecanismos de respuesta a demanda, además de orientaciones destinadas a la gestión eficiente de energía por la CREG. Establece también que los planos de expansión de cobertura del servicio eléctrico deben ser desarrollados por la UPME, entre otras medidas.
- **Decreto 2469 de 2014⁷⁷**: establece condiciones para la entrega de excedentes por los autoprodutores, estableciendo condiciones igualitarias para que productores y autoprodutores de energía a grande escala participen del mercado principal de energía, entre otras medidas.
- **Resolución UPME 143 de 2016⁷⁸**: modifica el artículo quinto y agrega anexos y artículos a la Resolución UPME 0520 de 2007, a través de la cual se establece el registro de proyectos de generación, entre otras medidas.
- **Resolución UPME 045 de 2016⁷⁹**: establece los requisitos y procedimientos para la emisión de certificación y evaluación de proyectos con fuentes de energía no convencionales, con el objetivo de obtener exclusión del IVA y otros aranceles.

⁷² https://www.minminas.gov.co/documents/10180/18995913/res_281.pdf/6077cb6c-dabc-43fc-8403-cb1c5e832b37

⁷³ [http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/67513914c35d6b8c05257e2d007cf0b0/\\$FILE/Creg024-2015.pdf](http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/67513914c35d6b8c05257e2d007cf0b0/$FILE/Creg024-2015.pdf)

⁷⁴ <https://www.minminas.gov.co/documents/10180//23517//36632-Decreto-1623-11Ago2015.pdf>

⁷⁵ Decreto enfocado en el sector energético, en el cual se instituye una serie de ajustes relacionados con el sector, atribuciones de órganos reguladores, entre otros. Disponible: <https://www.minminas.gov.co/documents/10180/170046/Decreto+%F2nico+Reglamentario+Sector+Minas+y+Energ%92a.pdf/8f19ed1d-16a0-4a09-8213-ae612e424392>

<https://www.minminas.gov.co/documents/10180/170046/Decreto+%F2nico+Reglamentario+Sector+Minas+y+Energ%92a.pdf/8f19ed1d-16a0-4a09-8213-ae612e424392>

⁷⁶ <https://www.minminas.gov.co/documents/10180//23517//36863-Decreto-2492-03Dic2014.pdf>

⁷⁷ <https://www.minminas.gov.co/documents/10180//23517//36864-Decreto-2469-02Dic2014.pdf>

⁷⁸ http://www.siel.gov.co/siel/documentos/documentacion/Generacion/143_2016.pdf

⁷⁹ <http://www1.upme.gov.co/sala-de-prensa/secciones-de-interes/resoluciones/res-045-febrero-2016>

Mecanismos de Financiamiento

El Cuadro 15 muestra los principales mecanismos nacionales para financiar la ejecución de proyectos de energía renovable en Colombia.

Cuadro 15 Mecanismos financieros para ER en Colombia (Fuente: OLADE, 2011)

| Organización | Nombre del Mecanismo Financiero | Descripción | Público / Privado | Observación |
|--------------------------------|---------------------------------|---|-------------------|---|
| Bancoldex - Colciencias | Bancoldex - Colciencias Fondo | Préstamo parcial | Público | Investigación, desarrollo, e innovación |
| Bancoldex | Fundo aProgresar | Préstamo con incentivos | Público | Adquisición de activos |
| Bancos Privados | Préstamo | Préstamos de mercado | Privado | Construcción |
| IPSE | FAZNI | Inversión pública | Público | Construcción |
| FOMIPYME | - | Financiación del desarrollo tecnológico | Público | - |

Aparte de los mecanismos de financiamiento nacionales, están presentes en Colombia organismos internacionales y multilaterales que colaboran en el financiamiento de proyectos de desarrollo sustentable, entre ellos la implantación de proyectos de ER. Ejemplos son el BID y la CAF que desembolsaron en Colombia 5,8 millones de dólares y 50,2 millones de dólares, respectivamente⁸⁰.

Principales Obstáculos al Avance de la Adopción de ER

La figura 20 muestra los obstáculos que impiden o dificultan el avance de proyectos de generación de energía procedente de fuentes renovables en Colombia, de acuerdo con el enfoque metodológico de este estudio.

- BD** Base de datos de recursos renovables
- CT** Capacitación técnica
- CI** Costo de inversión
- ED** Estrategia de Desarrollo de ER
- F** Financiamiento
- IL** Infraestructura y Logística
- RA** Regulación y Administrativa
- R** Reglamentación
- RF** Riesgo financiero
- S** Social
- SC** Subsidio y competencia con otras fuentes
- T** Técnico

⁸⁰ CEPAL, 2015

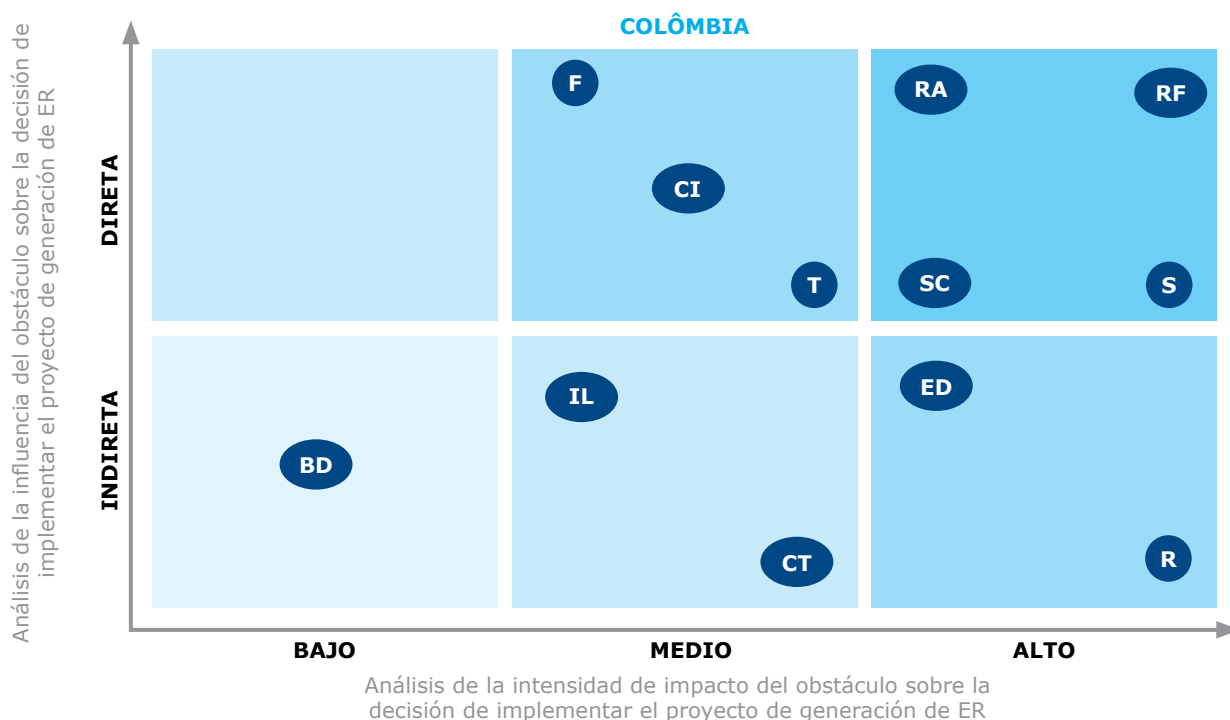


Figura 20 Matriz de obstáculos para Colombia (Fuente: elaboración propia)

Los obstáculos directos y de alta intensidad que dificultan el desarrollo de las ER no convencionales en Colombia están estrechamente relacionados a la burocracia en la obtención de autorizaciones - que aumentan los costos de transición - y el bajo precio de las fuentes convencionales de energía, lo que conduce a la inviabilidad económica-financiera de proyectos vinculados a las ER.

Por otra parte, cabe destacar que los obstáculos relacionados al riesgo financiero de proyectos se deben principalmente a la falta de experiencia de agentes en general con ER. Hay una ley general y específica para las ER en Colombia, con varias definiciones, parámetros, y reglas, sin embargo, los estudios analizados indican que existen puntos dudosos en varios aspectos.

Entre obstáculos directos y de mediana intensidad existe la dificultad de obtener financiación, debido a los riesgos percibidos por los acreedores potenciales vinculados a proyectos de ER. El costo de impor-

tación de equipo sigue siendo alta, lo que debilita aún más su adquisición y financiación.

En los obstáculos indirectos se destaca la necesidad de mayor capacitación técnica de recursos humanos que se ocuparán de las diversas fases de los proyectos de ER. La infraestructura de conexión al grid y de los locales mapeados también es precaria, así como el acceso a estos sitios.

Por último, hay una combinación de factores que lleva a un lento desarrollo de las ER en Colombia: bajo costo y relativa abundancia de las fuentes convencionales (fósiles), grande participación de las hidroeléctricas, y un alto costo de inversión en la producción de energía a través de las no convencionales. Sumado a esto están las dificultades políticas y socioculturales para acción a largo plazo, como por ejemplo, el hecho de que las áreas de mayor potencial de ER están en regiones de comunidades indígenas protegidas por ley, o localizados en zonas en que los habitantes no aprueban de instalaciones ER.

MÉXICO:

Los tres mayores volúmenes de exportación de México para el año 2014 están relacionados al sector industrial. La exportación de vehículos y piezas representó 21,65%, mientras que maquinaria eléctrica y maquinaria industrial llegaron a 20,15% e 15,19%, respectivamente, es decir, en conjunto representan el 57% del volumen total⁸¹. Para este mismo año el PIB fue de US\$1.297 billones⁸², un aumento de 2,85% en comparación al año anterior, y su composición se presenta en el gráfico de la Figura 21⁸³.

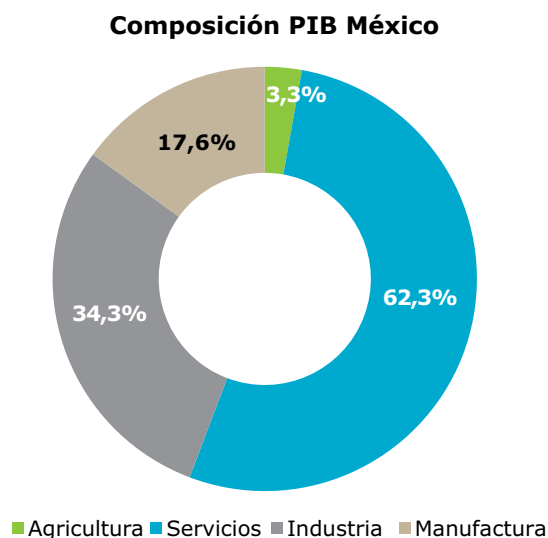


Figura 21 Composición del PIB de México (Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Global Edge, 2016)

Contexto Energético

En 2014, el total de energía primaria producida en México fue de 133,66 Mtoe, de los cuales 47,28% fueron para el mercado de exportación, y el resto a las refinerías del país para la obtención de derivados, de los cuales la mayor parte es utilizada

como fuente de energía secundaria. México es altamente dependiente de los combustibles fósiles para la producción de energía primaria; la Figura 22 muestra la distribución de energía primaria en México en 1990 y en 2014.

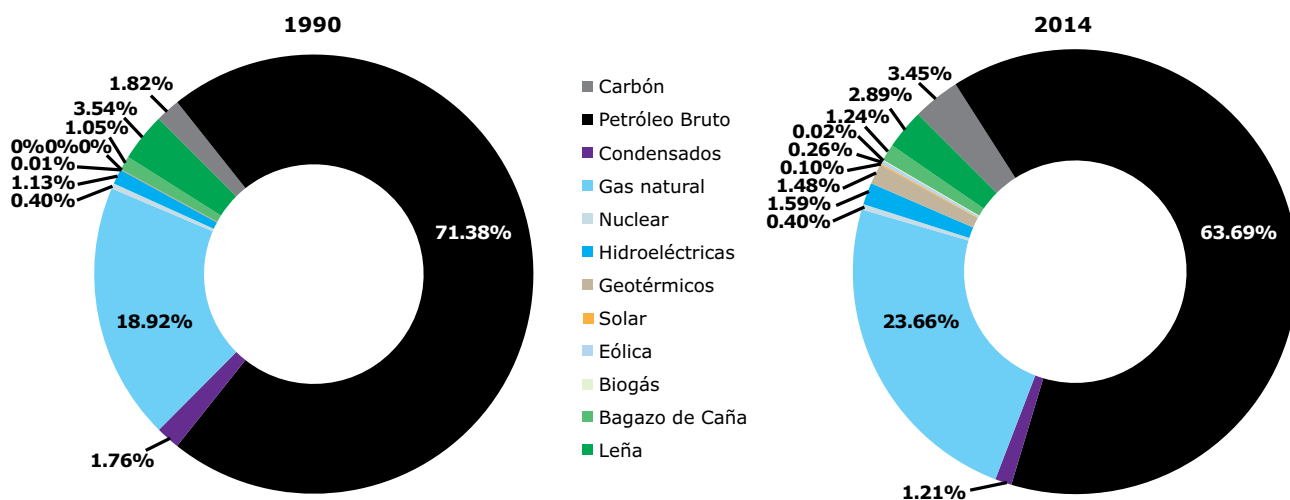


Figura 22 Distribución de producción de energía primaria en 1990 y 2014 (Fuente: Elaboración propia con datos de SIE84, 2016)

⁸¹ <http://globaleage.msu.edu/countries/mexico/tradestats>

⁸² <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=2&country=&series=SP.POP.TOTL&period=http://data.worldbank.org/data-catalog/GDP-ranking-table>

⁸³ <http://globaleage.msu.edu/countries/mexico/economy>

⁸⁴ <http://sie.energia.gob.mx/> Sistema de Información Energética

En 1990, los hidrocarburos representaron 93,88% del total de energía primaria producida en el país, mientras que el resto se dividió entre fuentes renovables y nucleares con 5,73% e 0,40%, respectivamente. Para el año 2014 se encuentra la misma predominancia de los combustibles fósiles, con 91,62%, mientras que las fuentes renovables y nuclear registran 7,56% e 0,39%, respectivamente.

Para el período analizado, el crecimiento de la producción total de energía primaria registrado fue de 13%. Analizando los recursos fósiles, el carbón fue lo que más creció (114,4%), seguido por el gas natural (40,8%). La Figura 23 muestra el perfil de producción versus la demanda de energía primaria para México en 2014.

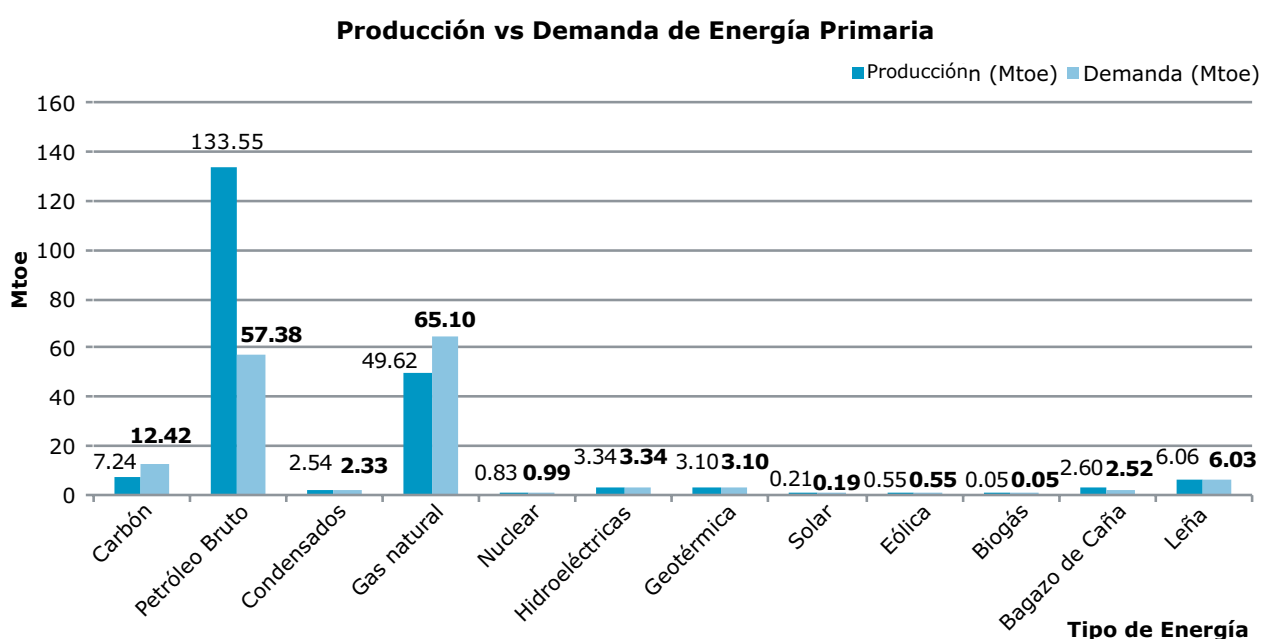


Figura 23 Producción versus Demanda de Energía Primaria (Fuente: Elaboración propia con datos SIE⁸⁵, 2016)

El petróleo crudo es la materia prima que tiene un mayor volumen producido y gran parte exportada. Carbón y gas natural presentan un grande uso en la producción de energía eléctrica. Lo mismo ocurre con el bagazo de caña, cuya energía producida es destinada al sector industrial, con mayor volumen para el sector azucarero. En el caso de la leña, el sector residencial es responsable por 100% del consumo.

Es necesario importar carbón para satisfacer la demanda interna, a pesar de que su producción

ha demostrado un fuerte aumento en los últimos años. La producción de electricidad a través de térmicas es el principal destino de este insumo, representando 68,53%. Las térmicas a carbón tienen una capacidad instalada de 5.443,36MW, lo que representa 7,52% del total de la capacidad instalada del país, distribuidos en cuatro plantas⁸⁶. Todas estas plantas están destinadas a la producción de electricidad para comercialización. Los dos otros principales usos están enfocados al sector industrial con 31,26%, de los cuales 16,26% son para la industria de coquería.

⁸⁵ <http://sie.energia.gob.mx/> Sistema de Información Energética

⁸⁶ Una de estas plantas es mixta, utilizando carbón, aceite combustible, y gas natural. Su capacidad instalada es de apenas 65MW, lo que representa 1,19% del total de la capacidad instalada de las térmicas a carbón. Esta planta pertenece al sector industrial.

El gas natural representó 23,76% (49,66 Mtoe) de la producción de energía primaria de México en el 2014. La oferta interna total fue de 67,64 Mtoe⁸⁷, de los cuales 66,31% (44,85 Mtoe) fueron destinados al sector de la transformación, y otros 11,10% fueron utilizados/consumidos por el propio sector. El país posee 170 térmicas alimentadas exclusivamente a gas natural, con una capacidad de 30.118,85 MW (8,04% de la capacidad total), dentro de los cuales 37,26% (35 plantas) pertenecen a empresas generadoras de energía, 38,93% (22 plantas) a productores independientes de energía, y el resto distribuido en el sector industrial.

Hay otras plantas térmicas que utilizan el gas natural y otros combustibles. Estas plantas poseen una capacidad total de 5.820 MW (43 plantas y 8,04% del total de capacidad) y pertenecen a las empresas generadoras de energía, empresas del sector de petróleo y productores independientes. Estos tres secto-

res suman 31 plantas con 94% de la capacidad. Las demás pertenecen a diversos sectores industriales.

Actualmente se encuentran en construcción 78 plantas térmicas a gas natural⁸⁸, que serán responsables por el aumento de la capacidad instalada en 5.034MW⁸⁹. Con la entrada en operación de estas plantas, la capacidad total⁹⁰ instalada que utilizará gas natural será de 40.973,48 MW.

En el sector industrial, el consumo de energía primaria en 2014 fue de 2,76 Mtoe, equivalente a apenas 1,31% del total de energía primaria producida, de los cuales el carbón representó la mayor parte de esta cantidad, con 1,85 Mtoe. Los otros fueron el bagazo de caña de azúcar con 0,94 Mtoe, destinado a la producción de energía eléctrica y solar. El Cuadro 16 muestra cómo está distribuido el consumo de energía por el sector industrial, incluyendo energías primarias y secundarias para el año 2014.

Cuadro 16 Consumo de Energía Total de los Principales Sectores Industriales (Fuente: Elaboración propia con datos del SIE⁹¹, 2016)

| Consumo Sectorial Energía Primaria (Mtoe) | Fierro | Cemento | Azúcar | Petroquímica | Química | Metales | Papel y Celulosa | Vidrio | Otras |
|---|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|------------------|-------------|--------------|
| Energía Solar | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,01 |
| Bagazo de Caña | - | - | 0,81 | - | - | - | - | - | 0,14 |
| Carbón | - | 0,14 | - | - | - | - | - | - | 1,70 |
| Coque | 1,66 | 2,67 | - | - | 0,01 | - | - | - | 0,01 |
| Petróleo y derivado | 0,07 | 0,03 | 0,03 | 0,01 | 0,16 | 0,36 | 0,07 | 0,04 | 2,06 |
| Gas | 2,86 | 0,13 | - | 2,35 | 1,87 | 0,16 | 0,74 | 1,26 | 5,03 |
| Electricidad | 0,47 | 0,79 | 0,08 | 0,12 | 0,41 | 0,82 | 0,25 | 0,10 | 10,04 |
| Otras | 0,00 | - | 0,02 | 0,00 | 0,06 | - | 0,00 | - | - |
| Total | 5,07 | 3,75 | 0,88 | 2,48 | 2,52 | 1,34 | 1,06 | 1,41 | 18,98 |

⁸⁷ Cerca de 18,23Mtoe de GN es proveniente de "otras fuentes" según el Balance Energético Nacional, por lo tanto estas fuentes no están detalladas.

⁸⁸ Sólo una de estas plantas es mixta de GN y Diesel con capacidad de 37,86MW

⁸⁹ CRE, 2016

⁹⁰ Incluyendo las plantas mixtas

⁹¹ <http://sie.energia.gob.mx/> Sistema de Información Energética

La Figura 24 muestra el IIE de México, referente al consumo de energía primaria en relación con el PIB y también la evolución del consumo energético final per cápita para el país. Debe notarse la mejora a lo largo de los años en el consumo de energía, resultado de esfuerzos en eficiencia energética no solamente de los procesos productivos sino del uso de

la energía como un todo. La Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (Conuee⁹²) fue creada en 2008 a través de la Ley de Aprovechamiento Sustentable de la Energía, y tiene como principal objetivo fomentar y regular las acciones en torno a la eficiencia energética en el país. El consumo de energía per cápita presenta un comportamiento estable.

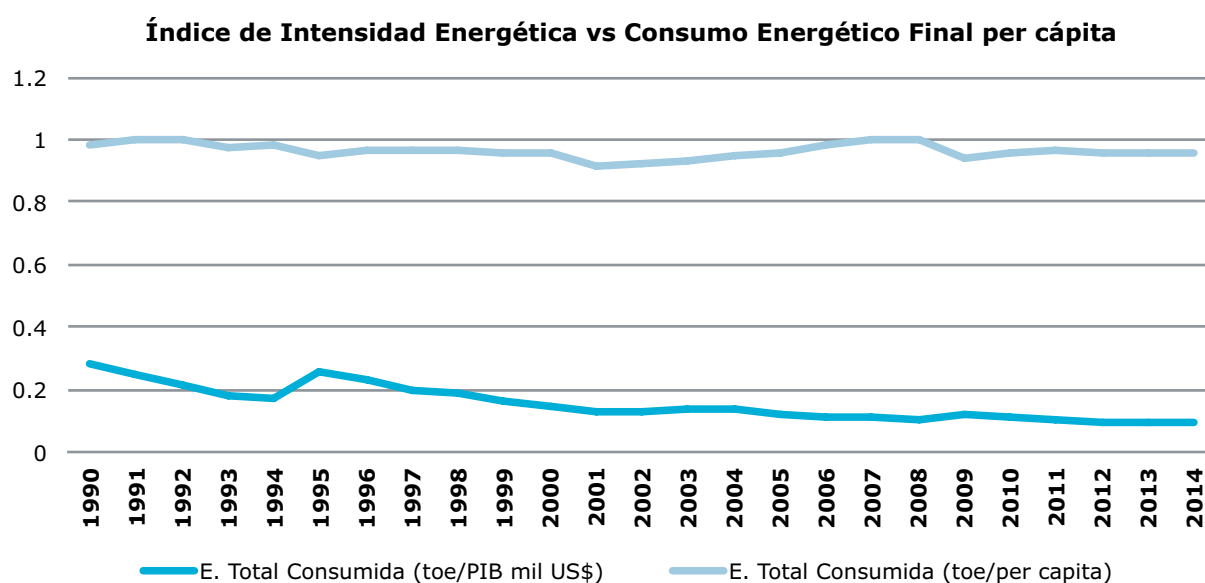


Figura 24 Comparación de producción de EP y consumo total de energía (Fuente: Elaborado a partir de datos del Banco Mundial, SENER, 2016)

La mayor parte de la información y estadísticas oficiales disponibles sobre ER en México están enfocadas hacia el uso de estas fuentes para la generación de electricidad, con poca información específica para la industria. La capacidad instalada total de generación de electricidad en México es de 72,41 GW, con autorización del órgano regulador para producir hasta 384.297GWh/a, a través de un total de 753 plantas actualmente en operación.

Actualmente hay 193 (25,63%) plantas destinadas a la producción de electricidad proveniente de fuentes renovables, incluyendo las hidroeléctricas de grande porte, que suman una capacidad instalada de 16,67 GW. Estas plantas poseen autorización del órgano regulador para producir, en conjunto, la cantidad de 52.170 GWh/a. Con esta infraestructura, la generación por medio de renovables tiene la capacidad de llegar a un 13,58% del total estimado y autorizado, representando 23,02% de toda la capacidad instalada nacional.

⁹² <https://www.gob.mx/conuee>

Para México, las grandes represas también se consideran fuentes renovables, y a diferencia de otros países, no hay llamadas fuentes no convencionales. Todas son denominadas renovables y reciben el mismo tipo de tratamiento por parte de los órganos reguladores. Las grandes hidroeléctricas representan 16,62% (12,04 GW) de la capacidad instalada nacional con 33 instalaciones en todo el territorio. Analizando únicamente las ER, las grandes hidroeléctricas representan 72,23% de la capacidad instalada. Sin embargo existen otras fuentes, como las siguientes:

- **Eólica:** después de la hidroeléctrica, la energía eólica es la segunda mayor fuente renovable de producción de electricidad. Hasta abril de 2016 la capacidad instalada era de 2.722 MW, distribuidos entre 31 plantas, de las cuales 21 se encuentran en Oaxaca, región con la mayor concentración de vientos del país, y representan aproximadamente 83,15% de toda la capacidad eólica instalada.
- **Solar Fotovoltaica:** este tipo de energía presenta aún un bajo desarrollo en el país, siendo responsable por apenas un 0,16% de la capacidad instalada dentro de las energías renovables (13 plantas). Estas plantas no están distribuidas de manera tan concentrada como la eólica, siendo los lugares con mayor presencia: Baja California (3), Durango (5), Estado de México (2).
- **Hidroeléctricas de hasta 30MW:** las pequeñas hidroeléctricas aún se están popularizando en el país. Actualmente hay 48 plantas con una capacidad instalada de 442,71MW, el equivalente a 2,63% de la capacidad total de las renovables. Las regiones que registran la mayor cantidad de estas plantas son Jalisco y Michoacán, con 7 y 8 instalaciones, respectivamente.
- **Hidroeléctricas mayores de 30MW:** las grandes centrales hidroeléctricas ya son una fuente generadora muy difundida y antigua en el país y constituyen el mayor volumen de energía generado a través de renovables. En abril 2016 había un total de 31 plantas, con capacidad de 11.930,1 MW, equivalente a 71,37% de las ER y 16,47% de la capacidad total instalada cuando sumadas todas las fuentes (ER y convencionales). Las localidades con mayores concentraciones de estas centrales son: Sinaloa (5), Michoacán (5) e Jalisco (4).
- **Biomasa:** hay dos categorías: biogás y bagazo de caña de azúcar. El primero se encuentra en una fase de maduración y divulgación de los beneficios de la tecnología, mientras que el segundo ya es ampliamente usado por el sector azucarero. Hay 16 plantas de biogás en operación, con una capacidad de instalación autorizada de 64,76MW, mientras que las plantas que usan el bagazo tienen una capacidad de 316,81MW. Juntas estas plantas suman 381,57MW, lo que equivale a 2,32% de las ER.
- **Geotérmicas:** actualmente hay 5 plantas que sumadas tienen una capacidad de instalación autorizada de 186,09MW, equivalente a 1,18% de las ER.

⁹³ No se consideró para este análisis dos plantas que utilizan Biogás y Gas Natural. Estas sumadas tienen una capacidad de instalación autorizada de 1,95MW y ambas pertenecen al sector de alimentos. La capacidad de generación autorizada de estas es de 12,62GWh/a.

⁹⁴ En esta análisis no se consideró la planta que utiliza bagazo de caña de Diesel. Su capacidad de instalación autorizada es de 14,40MW con capacidad de generación autorizada de 46,66GWh/a.

⁹⁵ Una de estas plantas es una producción conjunta de energía a través de geotermia y solar fotovoltaica. La capacidad de instalación autorizada es de 52MW y la capacidad de generación autorizada es de 387GWh/a. Esta planta pertenece al sector industrial.

México tiene como objetivo aumentar la capacidad instalada de ER: la meta es que para 2018 la capacidad instalada de producción de electricidad via ER sea de 32,8%, y la generación de electricidad por estas fuentes sea de 24,9%. Además, las ventajas para México al invertir en el desarrollo de las ER son:

- **Alto nivel de incidencia solar en por lo menos 70% del territorio (promedio de 4,5kW/día/m²);**
- **Alta intensidad de vientos en áreas específicas;**
- **Elevado potencial geotérmico, estando actualmente en 4º lugar mundial;**
- **Gran potencial para instalaciones de pequeñas hidroeléctricas (<30MW);**
- **Buena disponibilidad de residuos agrícolas.**

El Inventario Nacional de Energía Renovable (INERE) presenta un estudio de los datos referentes a todos los proyectos de energía renovable a ser desarrollados en las siguientes categorías: en construcción, obras a iniciar, y en estudios. Los dos primeros son clasificados como probados, y el últimos como probable. Los datos de la Comisión Reguladora de

Energía (CRE) presenta solamente las categorías en operación, en construcción, y obras a iniciar. Por lo tanto, para la compilación de información referente al futuro de la energía renovable en México presentado en el Cuadro 17, con respecto a la generación de energía eléctrica, fueron utilizados los datos de la siguiente manera:

- **CRE: plantas en operación, en construcción⁹⁶ e con obras a iniciar⁹⁷. Esta elección se debe al hecho de que sus datos son más actuales, de abril 2016.**
- **INERE: plantas en estudio.**

⁹⁶ Para el biogás no se incluyó en el análisis las plantas mixtas con Gas Natural. Las dos plantas presentan una capacidad de instalación autorizada de 86,49MW y capacidad de generación autorizada de 681,79GWh/a. La mayor pertenece al sector industrial, y la menor al sector de servicios

⁹⁷ Para el biogás no se incluyó en el análisis la planta mixta con Gas Natural, con una capacidad de instalación autorizada de 30MW y capacidad de generación autorizada de 153,52GWh/a, perteneciente al pequeño productor.

Cuadro 17 Proyectos en construcción, con obras a iniciar y en estudios de generación de electricidad a través de ER (Fuente: Elaboración propia con datos de SENER, 2016; INERE, 2015)

| TIPO de E.R. | | Capacidad MW | Generación (GWh/año) | Número de Plantas |
|-----------------------------|------------------------------|--------------|----------------------|-------------------|
| EÓLICA | En Construcción | 3.219,36 | 10.224,32 | 30 |
| | Obras a iniciar | 3.572,38 | 11.849,17 | 45 |
| | Total Potencial | 6.791,74 | 22.073,49 | 75 |
| | Futuro Total General | 9.513,74 | 31.391,64 | 106 |
| FOTOVOLTAICA | En Construcción | 3.028,00 | 6.327,44 | 127 |
| | Obras a iniciar | 5.622,89 | 13.108,74 | 165 |
| | Total Potencial | 8.650,89 | 19.436,18 | 292 |
| | Futuro Total General | 8.766,49 | 19.692,60 | 305 |
| HIDROELÉCTRICA (hasta 30MW) | En Construcción | 320,03 | 1.710,60 | 23 |
| | Por iniciar | 305,30 | 1.370,88 | 29 |
| | En Estudios | 1.401,46 | 12.276,96 | 451 |
| | Total Potencial | 2.026,79 | 15.358,44 | 503 |
| | Futuro Total General | 2.469,50 | 17.286,14 | 551 |
| HIDROELÉCTRICA (>30MW) | En Construcción | 476,10 | 1.287,60 | 5 |
| | Por iniciar | 39,46 | 147,00 | 1 |
| | En Estudios | 1.227,30 | 10.750,88 | 18 |
| | Total Potencial | 1.742,86 | 12.185,48 | 24 |
| | Futuro Total General | 13.672,96 | 47.436,65 | 55 |
| BIOMASA | En Construcción (Biogás) | 49,74 | 333,50 | 13 |
| | En Construcción (Bagazo) | 234,16 | 1.028,09 | 7 |
| | Por iniciar (Biogás) | 13,81 | 113,58 | 5 |
| | Por iniciar (Bagazo) | - | - | 0 |
| | En Estudios (Biogás) | 40,14 | 234,43 | 166 |
| | En Estudios (Bagazo) | 26,77 | 156,38 | 103 |
| | Total Potencial | 364,62 | 1.865,98 | 294 |
| | Futuro Total General | 746,19 | 3.073,86 | 323 |
| GEOTÉRMICA | En Construcción | 30,00 | 237,60 | 1 |
| | Por iniciar | 126,62 | 953,31 | 5 |
| | En Estudios (Alta Entalpía) | 60,00 | 473,43 | 2 |
| | En Estudios (Media Entalpía) | 412,90 | 3.257,56 | 44 |
| | En Estudios (Baja Entalpía) | 1.273,80 | 1.049,60 | 211 |
| | Total Potencial | 1.903,32 | 5.971,50 | 263 |
| | Futuro Total General | 2.089,41 | 12.551,71 | 268 |

Según la información proporcionada por la CRE con respecto a la generación de electricidad a partir de las renovables, es posible notar que el sector industrial, incluyendo el sector petrolero, posee plantas para la producción de su propia electricidad. De las 31 plantas eólicas en operación, 18 pertenecen al sector industrial, con una capacidad instalada de 1.884,35 MW, equivalente a 69,22%.

En cuanto a las plantas fotovoltaicas, el sector industrial cuenta con cinco de ellos con una capacidad instalada de 36.61%, que corresponde a 31,67% del total. Entre las pequeñas centrales hidroeléctricas, pocas pertenecen al sector industrial, siendo apenas un total de nueve instalaciones, equivalente

sólo el 13,67% (60,54 MW) de la capacidad total instalada. En cuanto a las grandes hidroeléctricas, hay sólo dos que pertenecen al sector industrial, pero sus capacidades instaladas sobrepasan en apenas 5 y 6 MW el límite establecido para las pequeñas centrales. Por lo tanto, al sector industrial le pertenece apenas 71 MW (0,6%).

De las plantas de biogás, apenas cinco pertenecen al sector industrial y corresponden al 14,95MW (23,09%). Las plantas que utilizan el bagazo de caña de azúcar suman 316,81 MW (100%), siendo que de un total de 13 plantas, 10 pertenecen al sector azucarero.

Organismos y Entidades del Sector de Energía

A continuación se presentan los principales organismos y Entidades del sector de energía de México (la lista no es exhaustiva):

- **Secretaría de Energía – SENER⁹⁸**: responsable por guiar la política energética del país y también por la supervisión de los órganos públicos que integran el sector eléctrico. Promueve la participación de agentes privados en términos de la legislación. Responsable también por la planificación del sector energético y establecer las directrices económicas de este.
- **Comisión Reguladora de Energía – CRE⁹⁹**: órgano regulador del sector eléctrico, creado por Decreto en 1993 y actúa de manera autónoma. Se ocupa de que las activi-

dades como el suministro y venta de la energía eléctrica a usuarios del servicio público, la generación, exportación e importación de energía (normalmente hecha por particulares), sean hechas de manera transparente y eficiente.

- **Comisión Federal de Electricidad – CFE¹⁰⁰**: creado a través de una Ley Federal en 1937. Entidad paraestatal responsable por las actividades de planificación, generación, transmisión, distribución, comercialización, e importación de energía eléctrica. Es operadora del SEN, y tiene control sobre las redes de transmisión y distribución. Son de su responsabilidad también proyectos de expansión y manutención de la infraestructura eléctrica.

⁹⁸ <http://www.gob.mx/sener/>

⁹⁹ <http://www.cre.gob.mx/>

¹⁰⁰ <http://www.cfe.gob.mx/>

Legislación

En México hay sólo una ley general que trata tanto el aprovechamiento/uso de recursos energéticos renovables como las oportunidades de financiamiento para la transición energética. La versión final de esta ley fue aprobada y publicada en el diario oficial (DOF) el 24 de diciembre del 2015.

• Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética¹⁰¹:

- Regula el aprovechamiento/uso de fuentes de energía renovables y también de las tecnologías limpias para generar electricidad, con fines distintos, para la prestación de servicios públicos de energía eléctrica, así como el establecimiento de una estrategia nacional y los instrumentos para el financiamiento de la transición energética.
- El aprovechamiento/uso de las fuentes renovables y de la tecnología limpia es de utilidad pública y será realizado dentro del marco estratégico nacional para la transición energética; se establecen varias definiciones referentes al sector energético; se determinan las funciones de la Secretaría de Energía y la Comisión Reguladora de Energía; también se establece las condiciones para la venta de excedentes de energía al mercado, así como las condiciones y duración de contrato entre el proveedor de energía y el productor de energía que genere a través de renovables.
- Determina que la Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento/Usó Sustentable de Energía es un mecanismo a través de la cual el Estado Mexicano impulsará políticas, programas, acciones, y proyectos de forma que consiga mayor utilización y aprovechamiento/uso de las fuentes de energía renovable y de las tecnologías limpias, promoviendo también la sustentabilidad energética y la consecuente reducción de la dependencia sobre hidrocarburos. Se crea el Fondo para la Transición Energética y Aprovechamiento/Usó Sustentable de la Energía.

¹⁰¹ http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/abro/laerfte/LAERFTE_abro.pdf

Mecanismos de Financiamiento

El Cuadro 18 muestra los principales mecanismos financieros presentes en México destinados al financiamiento de proyectos de ER.

Cuadro 18 Mecanismos Financieros para ER en México (Fuente: OLADE, 2011)

| Institución / producto | Tipo de mecanismo | Fase de proyecto | Cobertura Geográfica | Tasa de interés | Tecnología |
|---|--------------------------------------|--|----------------------|--|---|
| BANOBRAS - Estructuración de proyectos | Crédito sindicado | Construcción y Operación | Nacional | Fija o variable | Todas las tecnologías de ER |
| NAFIN - Programa de apoyo a Proyectos Sustentables | Crédito sindicado | Construcción En 2014 NAFIN movilizó 210,3 millones de dólares, generados a través de préstamos concesionarios. Todos los recursos fueron destinados a la mitigación de la mudanza climática, y 93% de energía renovable. En 2013, la cantidad adicionada movilizó 574 | Nacional | Tazas de interés más bajas que el mercado | Tecnologías de ER que se asocien a proyectos privados de producción de energía |
| FTL/BID / CFI | Crédito | Construcción | Internacional | En función del proyecto | Proyectos eólicos de grande escala, proyectos de pequeñas hidroeléctricas, solar y de biomasa. Demostración comercial de tecnologías de energías renovables |
| Banco Mundial / CFI | Crédito | Estudios y Construcción | Internacional | En función del proyecto | Proyectos de energía renovable promovidos por el sector privado, con fines de lucro. |
| FONADIN/ BA NOBRAS | Créditos subordinados o convertibles | Construcción u Operación | Nacional | Interbancaria de Equilibrio sumando un cierto margen por institución financiera. | Todas las asociadas con los proyectos de infraestructura o servicios públicos con alguna forma de participación privada. |

Además, también están presentes en México algunos fondos internacionales y organismos multilaterales de desarrollo que aplican recursos financieros para el desarrollo y promoción de las ER en la región. Entre ellos se destacan el BID y el CAF, habiendo desembolsado un total de US\$ 288,4 millones en 2014 y US\$ 20,20 millones de dólares en 2013, respectivamente¹⁰².

¹⁰² CEPAL, 2015

Principales Obstáculos para el Avance de la Adopción de ER

La Figura 25 presenta los obstáculos que impiden o dificultan el avance de proyectos de generación de energía renovable en México, de acuerdo al enfoque metodológico de este estudio.

- BD** Base de datos de recursos renovables
- CT** Capacitación técnica
- CI** Costo de inversión
- ED** Estrategia de Desarrollo de ER
- F** Financiamiento
- IL** Infraestructura y Logística
- RA** Regulación y Administrativa
- R** Reglamentación
- RF** Riesgo financiero
- S** Social
- SC** Subsidio y competencia con otras fuentes
- T** Técnico

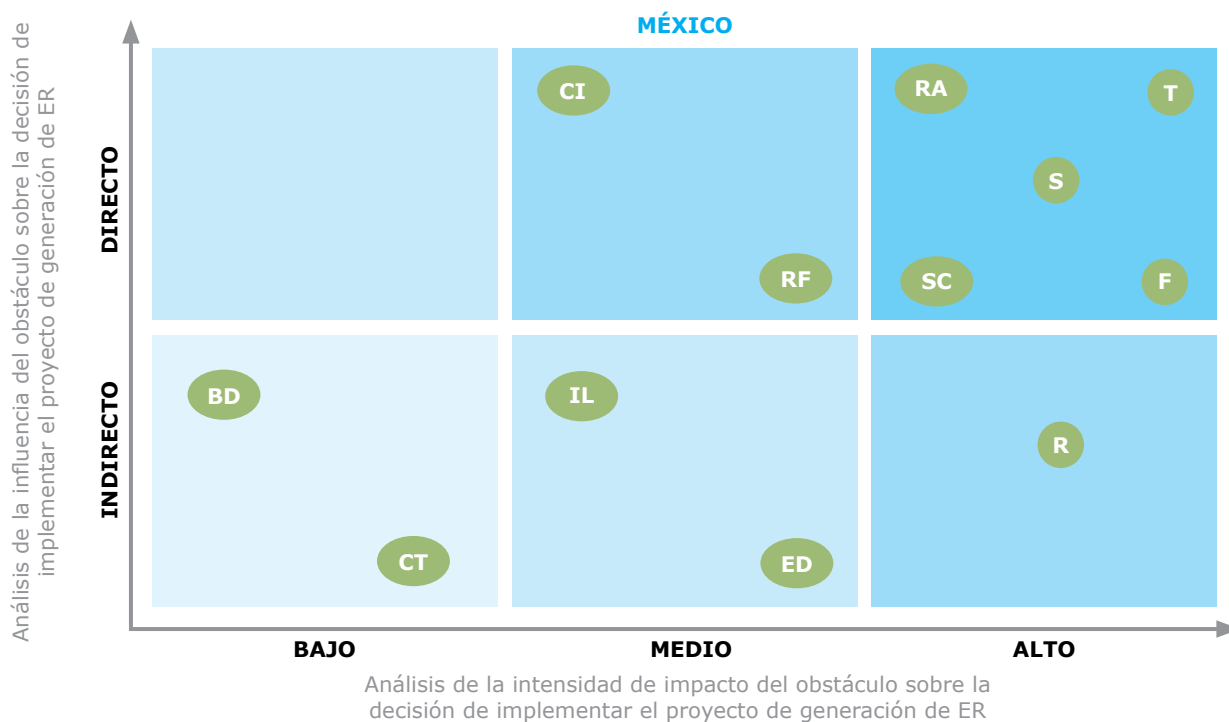


Figura 25 Matriz de obstáculos para México (Fuente: elaboración propia)

De los obstáculos directos clasificados de alta intensidad, se destacan regulación y administrativa, ya que son diversos los trámites y agencias que deben aprobar inversiones en ER. Los proyectos transitan en promedio por diez órganos gubernamentales. Además, hay en general un desconocimiento de la secuencia correcta a seguir para la presentación de

proyectos a los órganos públicos: la información disponible es insuficiente, y la centralización de las agencias en la Ciudad de México aumenta el costo de inversión debido al constante desplazamiento necesario. Por último, está el tiempo de tramitación de duración excesiva, ya que los plazos pueden demorar un promedio de 410 a 530 días¹⁰³.

¹⁰³ Molina, 2014

Además, México es rico en recursos fósiles y tiene subsidio para el uso de fuentes convencionales de energía. Estos dos factores tienen un impacto sobre la viabilidad económica-financiera de proyectos de ER, y por consecuencia, su financiamiento.

En el aspecto técnico, además de la intermitencia hay dificultades de conexión con el *grid*. En la categoría de impacto directo de alta intensidad, la legislación vigente, a pesar de ser muy específica y exclusiva para renovables, no es considerada transparente y clara en diversos puntos. Adicionalmente, el principal obstáculo para el desarrollo de las energías renovables en México tiene su base en la legislación, ya que por el modo en que fue elaborada, obliga a la CFE, controladora de la mayor parte de generación en el país y de control estatal, a realizar inversiones en el aumento de capacidad de generación solamente en fuentes económicamente rentables y de bajo costo. La actual legislación impide que la CFE invierta en renovables por ley, y está obligada a invertir en fuentes más baratas. Por consecuencia, la posibilidad de que hayan inversiones del gobierno en la generación de energías renovables es remota, dado que estas fuentes en el país presentan costos más elevados¹⁰⁴.

Algunas comunidades se organizan para resistir el avance de ER, principalmente las que están protegidas por legislación o aquellas próximas a puntos turísticos, y por eso fueron consideradas barreras de alta intensidad. Además, debe notarse el alto costo de invertir en proyectos de ER. Por ya haber un histórico de proyectos relacionados a ER en México, y un mapeo de las regiones propensas a ese tipo de generación de energía, capacitación técnica, y base de datos de recursos renovables fueron considerados obstáculos de baja intensidad.

Incluso habiendo una planificación específica de la SENER para el desarrollo de las renovables,

aún hay algunas dificultades en su ejecución. La creación del Inventario Nacional de las Energías Renovables (INERE) fue un paso importante para superar este obstáculo, y que facilitó la divulgación de conocimiento de los potenciales probados y probables para estas fuentes de energía.

Existe todavía una falta de recursos humanos capacitados con conocimiento técnico, tanto para el análisis de potenciales como para la instalación y mantenimiento de sistemas. La falta de recursos también compromete el desarrollo de una tecnología nacional.

Es importante resaltar que de los países analizados en este estudio, México es el único que cuenta con una estructura ya robusta de generación de electricidad a partir de biogás, al igual que estudios de potenciales relacionados a este último. No obstante, los puntos generadores de biogás (residuos sólidos urbanos y aguas residuales) son, normalmente, de propiedad municipal, lo que dificulta la gestión del proceso. Sumado a esto está el hecho de que las normas reguladoras específicas¹⁰⁵ para este fin no abordan el tema de la recuperación de metano.

¹⁰⁴ Lokey (2008) y Alemán-Nava et al (2014)

¹⁰⁵ NOM-083-SEMARNAT-2003 y Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

PERÚ:

Para el año 2014, el mineral de hierro fue el producto con mayor valor exportado, llegando al 27,45% del total, seguido de piedras preciosas y metales con 15,81%. El tercer mayor volumen de exportación fue el petróleo y los aceites combustibles con 12,36%. Juntos, estos tres productos representaron el 55,62% de las exportaciones peruanas¹⁰⁶. Para este mismo año, el PIB fue de US\$202,59 billones¹⁰⁷, un aumento de 4,15% en comparación con el año anterior, y su composición se muestra en el gráfico de la Figura 26¹⁰⁸.

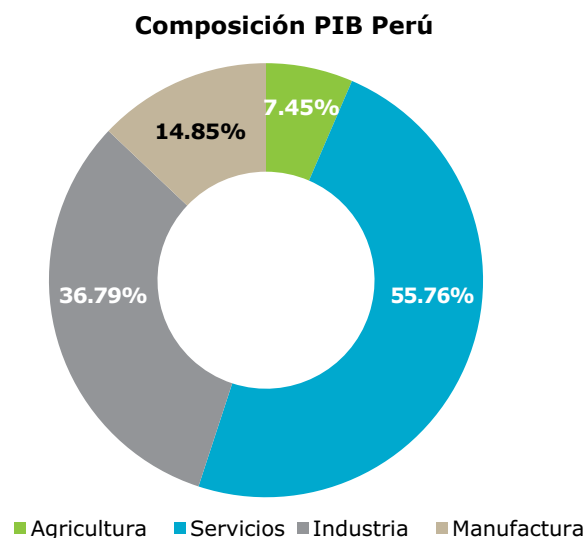


Figura 26 Composición del PIB de Perú en 2014 (Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Global Edge, 2016)

Contexto Energético

Perú tiene una de las mayores reservas privadas de gas natural en América del Sur. Por lo tanto, el gas natural predomina en la producción de energía primaria. En la Figura 27 es posible observar el perfil del país en la producción de energía primaria.

En el 2014, fueron producidos 25,87 Mtoe de energía primaria mientras que el consumo interno fue de 29,85 Mtoe. Esta diferencia se complementa a través de la importación de petróleo y carbón mineral. La producción interna de petróleo en el período fue de 3,50 Mtoe, responsable por abastecer 30,51% de la demanda interna. En cuanto a carbón, las importaciones (0,37Mtoe) representaron el 47,30% del abastecimiento de la demanda interna de 0,78Mtoe.

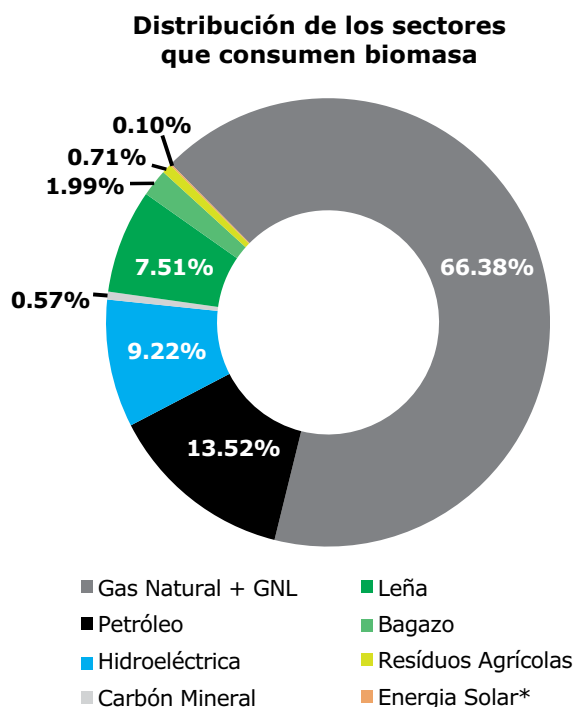


Figura 27 Distribución de la producción de energía primaria en 2014 (Fuente: Ministerio de Energía y Minas¹⁰⁹, 2015)

¹⁰⁶ <http://globaleedge.msu.edu/countries/peru/tradestats>

¹⁰⁷ <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=2&country=&series=SP.POP.TOTL&period=>
<http://data.worldbank.org/data-catalog/GDP-ranking-table>

¹⁰⁸ <http://globaleedge.msu.edu/countries/peru/economy>

¹⁰⁹ https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/hidrocarburos/Publicaciones/BALANCE%20DE%20ENERG%C3%8DA%20EN%20EL%20PERU%202014.pdf

La Figura 28 muestra la relación entre la producción de energía primaria y cuánta, por fuente, es consumida internamente en el país. La leña es utilizada en las residencias para obtener calor. Sin em-

bargo, una parte se utiliza también en las minas de carbón. En 2014, por ejemplo, esta cantidad correspondió al 5,19% del volumen total producido.

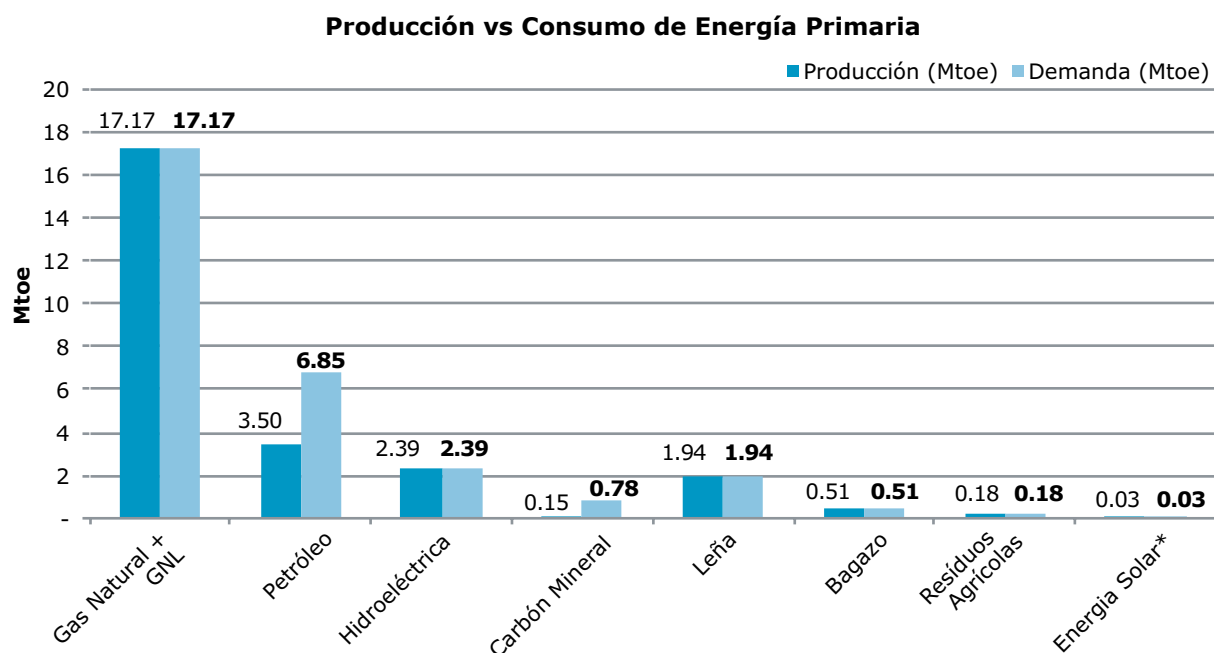


Figura 28 Energía Primaria producida versus Consumo Interno de Energía Primaria (Fuente: Elaboración propia con base en datos del Ministerio de Energía y Minas)

En el Cuadro 19 se puede ver como está distribuida el consumo de energía primaria producida en el país. La mayoría de la oferta interna de petróleo está destinada a las refinerías, para la obtención de energía secundaria y derivados no energéticos.

El gas natural es procesado en su totalidad en plantas en el propio país, siendo una parte destinada a la producción de energía eléctrica (por medio de centrales termoeléctricas) y también la producción de gas natural licuado (GNL), destinado al mercado externo.

| Distribución de la Energía Primaria (Mtoe) | | |
|--|--------------|---------------|
| Aplicación | Valor | % |
| Refinería | 6,84 | 25,21% |
| Planta de Gas | 17,15 | 63,21% |
| Centrales Eléctricas | 3,04 | 11,20% |
| Hidro energía | 2,38 | 8,78% |
| Bagazo | 0,42 | 1,53% |
| Carbón Mineral | 0,20 | 0,74% |
| Solar | 0,02 | 0,06% |
| Eólica | 0,02 | 0,08% |
| Coquería | - | - |
| Carbón Mineral | - | - |
| Minería | 0,10 | |
| Leña | 0,10 | 0,37% |
| Total Renovable | 2,94 | 10,83% |
| Total Fósiles | 24,20 | 89,17% |
| Total General | 27,14 | |

Cuadro 19 Distribución de la Aplicación de Energía Primaria (Fuente: Balance Energético Nacional, 2015)

Según el análisis de datos del Cuadro 20 y 21, se observa que alrededor del 48,66% de la energía eléctrica producida en el Perú es obtenida por medio de la generación termoeléctrica, y de esta, 97,90% es obtenida por las térmicas a gas natural. La energía hidroeléctrica representó 50,25% de la producción nacional de electricidad para el año 2014. Las

energías solar y eólica, sumadas, llegaron apenas al 1,05% en ese año.

La Figura 29 muestra el IIE, que relaciona el consumo de energía primaria con el PIB del país, y también la evolución del consumo energético final per cápita. Es posible observar que el IIE mues-

Cuadro 20 Producción de Energía Eléctrica en 2014 por tipo (Fuente: COES, 2015)

| Producción de Energía Eléctrica | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------|
| Tipo | Energía Producida (GWh) | Participación (%) |
| Hidroeléctrica | 21.002,91 | 50,25% |
| Termoeléctrica | 20.337,37 | 48,66% |
| Solar | 199,30 | 0,48% |
| Eólica | 256,31 | 0,61% |
| Total | 41.795,89 | |

Cuadro 21 Producción de la electricidad a través de termoeléctricas (Fuente: COES, 2015)

| Generación Termoeléctrica | | |
|---------------------------|---------------|-------------------|
| Tipo de Combustible | Energía (GWh) | Participación (%) |
| Líquidos | 87,7 | 0,43% |
| Gas Natural | 19910 | 97,90% |
| Carbón Mineral | 163,2 | 0,80% |
| Bagazo de Caña | 146,1 | 0,72% |
| Biogás | 30,3 | 0,15% |

Índice de Intensidad Energética vs Consumo Energético Final per cápita

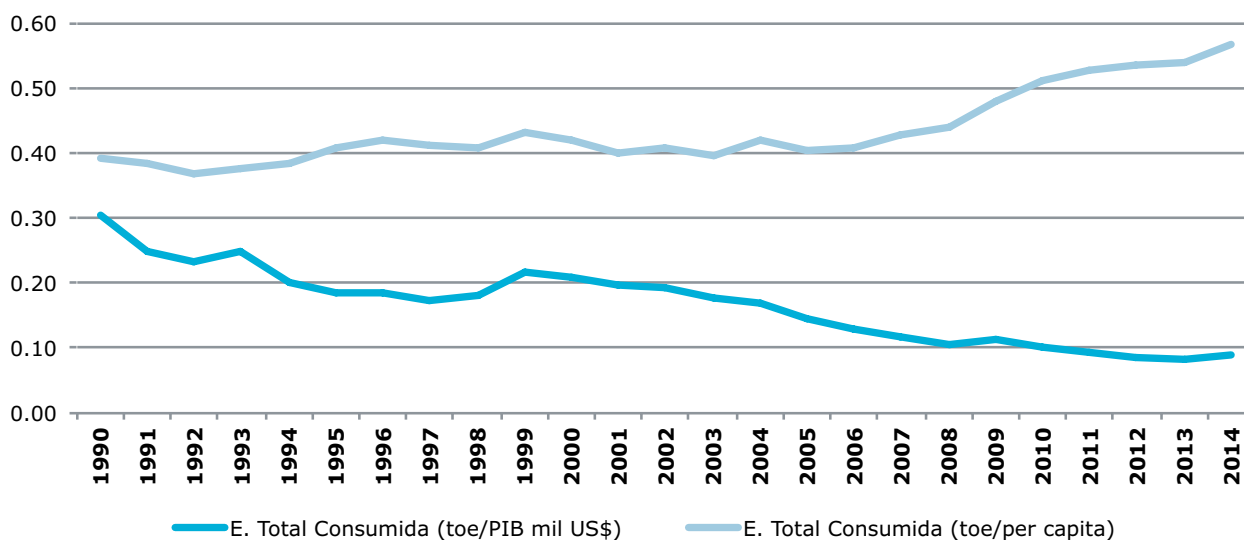


Figura 29 Comparación de los indicadores energéticos en Perú (Fuentes: Banco Mundial, 2016; IEA, 2016)

tra una tendencia descendente en Perú, resultado de una implementación de procesos de eficiencia energética en general. El punto de caída y su mantenimiento casi constante acontecen en el momento en que el país aprueba la Ley 27.345¹¹⁰ – Ley de Promoción de Uso Eficiente de la Energía, mostrando el esfuerzo del país en aplicar y fomentar el concepto de eficiencia energética.

El consumo de energía per cápita presenta un comportamiento de crecimiento, lo cual indica que el país, durante el período analizado, mejoró el acceso a la energía al mismo tiempo en que hubo una mejora en el poder adquisitivo de la población, que consecuentemente pasó a hacer uso de las formas de energía, tanto la eléctrica como para transporte, en mayor escala.

La principal fuente de energía en Perú son las hidroeléctricas, principalmente las mayores a 30 MW. Al tener una relativa abundancia de recursos hídricos y poseer una de las mayores reservas de gas natural de América Latina, el país acabó por no buscar la diversificación de su matriz energética. Consecuentemente, hay una baja explotación de estas fuentes de producción de energía local. En el país hay cinco plantas solares cuya producción para el año 2014 fue de 199,3 GWh, equivalente a apenas 5% del total de energía eléctrica producida en el país.¹¹¹

Hay tres plantas eólicas en Perú, con un total de 73 aerogeneradores instalados que en 2014 fueron responsables por la producción de 25630 GWh, es decir, el equivalente a apenas 0,61% del total producido¹¹². La Figura 30 muestra la distribución porcentual de participación de las fuentes de energía renovable, incluyendo las hidroeléctricas, en la producción de energía para el año 2014.

El potencial de desarrollo de ER en Perú está con-

Producción de electricidad por ER

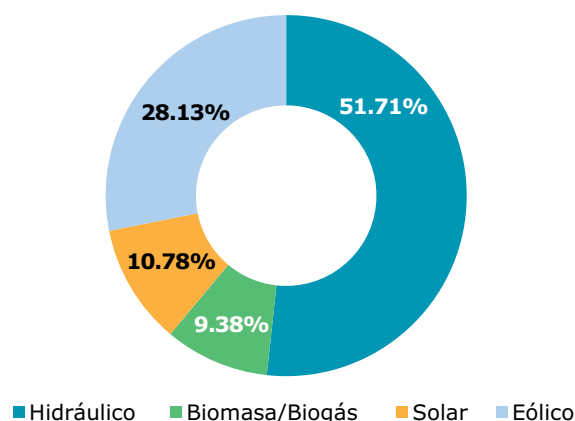


Figura 30 Distribución, por fuente, de la producción de electricidad a través de renovables (Fuente: Ministerio de Energía y Minas; 2015¹¹³)

centrado en las fuentes eólica, solar, y fotovoltaica. El potencial eólico estimado en Perú fue de 22.000 MW y fueron aprobadas 60 concesiones para la ejecución de estudios dirigidos al desarrollo de centrales eólicas, siendo localizada una buena parte de ellas en la costa peruana¹¹⁴.

El Cuadro 22 muestra los potenciales estimados para cada uno de los tipos de energía renovable y también muestra cuánto de esta energía se encuentra instalada actualmente.

Cuadro 22 Potencial de las Energías Renovables (Fuente: Fulbright Norton Rose, 2016)

| Recurso / Fuente | Potencial Evaluado (MW) | Capacidad Instalada (MW) |
|------------------|-------------------------|--------------------------|
| Hidroeléctrica | 70.000 | 3.118 |
| Eólica | 22.000 | 142 |
| Solar | No evaluado | 80 |
| Biomasa | 450 | 27,4 |
| Geotérmica | 3.000 | - |

¹¹⁰ <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Electricidad/legislacion/002subsectorelectricidad/Ley27345.PDF>

¹¹¹ e ¹¹² COES, 2016

¹¹³ http://www.stilarenergy.com/magazine/archivos_magazine/Evolucion_indicadores_EE_1995_2015.pdf

¹¹⁴ <http://library.fes.de/pdf-files/bueros/peru/07881.pdf>

Órganos y Entidades del Sector de Energía

A continuación se presentan los principales órganos y entidades del sector de energía en Perú (la lista no es exhaustiva):

- **Ministerio de Energía y Minas – Minem¹¹⁵:** principal órgano del sector de energía y minas, parte integrante del poder ejecutivo. Tiene como finalidad las políticas de alcance nacional relacionadas al desarrollo sostenible del sector, en armonía con la política nacional. Dentro de sus principales atribuciones están la elaboración del inventario minero energético del país; formular y aprobar los Planos de Referencia, los Planos de Desarrollo Sectorial, y los Planos Estratégicos Sectoriales, dentro de su competencia; ser la autoridad ambiental competente en relación a las actividades mineras energéticas, entre otras.
- **Órgano Supervisor de Inversiones en Energía y Minas - OSINERGMIN¹¹⁶:** creada por la Ley 26.734 en 1996, es una institución pública encargada de regular y super-

visar las empresas pertenecientes al sector eléctrico, de hidrocarburos, y minería, asegurando el cumplimiento de disposiciones legales dentro de sus actividades. Responsable por establecer las tarifas y compensaciones; controla el cumplimiento de reglamentaciones establecidas por el MINEM. Posee autonomía funcional, técnica, administrativa, económica, y financiera. También tiene autonomía para complementar una cierta reglamentación, si fuese necesario.

- **Comité de Operación Económica del Sistema – COES¹¹⁷:** entidad privada, sin fines de lucro y persona jurídica de Derecho Público. Está formada por todos los agentes del SEIN (productores, transmisores, distribuidores, y usuario libres). Sus decisiones deben ser seguidas por todos los agentes. Responsable por la operación y coordinación del SEIN buscando siempre el costo mínimo, la seguridad del sistema, y el mejor aprovechamiento de los recursos energéticos. También es responsable por la planificación y el desarrollo de la actividad de transmisión de energía; administra el Mercado a Corto Plazo.

Legislación

A continuación se presentan los principales marcos legales y normas del sector de energía en Perú (la lista no es exhaustiva):

- **Decreto Legislativo 1.002 de 2008, actualizado el 13 de septiembre de 2010¹¹⁸:** promueve Inversiones para la Generación de Electricidad con el Uso de Energías Reno-

vables, cuyo principal objetivo es garantizar el incremento de la oferta de energía eléctrica a través de fuentes renovables, así suministrando la creciente demanda del país.

- **Decreto Supremo N 012-2011 EM¹¹⁹:** también presenta definiciones en el ámbito de las ER, estableciendo requisitos y procedimientos para la elaboración de Subastas de Energía, incluyendo las ER. También presen-

¹¹⁵ <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Electricidad/legislacion/002subsectorelectricidad/Ley27345.PDF>

¹¹⁶ e ¹¹⁷ COES, 2016

¹¹⁸ http://www.stilarenergy.com/magazine/archivos_magazine/Evolucion_indicadores_EE_1995_2015.pdf

¹¹⁹ <http://library.fes.de/pdf-files/bueros/peru/07881.pdf>

ta los mecanismos que serán utilizados en la composición de las tarifas de electricidad provenientes de las ER, y otras medidas.

• **Otros Decretos enfocados en las Energías Renovables¹²⁰:**

- **Decreto Supremo 031-2012 EM:** presenta modificaciones en los Decretos Supremos N 012-2011-EM y N 009-93-EM relativos al marco regulador de las concesiones de generación de energía hidráulica RER.
- **Decreto Supremo N 020-2013-EM:** aprueba el reglamento para la promoción de inversiones de áreas aisladas de la red.
- **Decreto de Urgencia 019-2008:** declara ser de interés nacional la implementación y utilización de tecnología alternativa de calefacción "Sistema pasivo de captación de

energía solar de forma indirecta" denominada *Muro Trombe*".

- **Decreto Supremo N056-2009-EM:** adapta la competencia de los Gobierno Estatales para la autorización de concesiones definitivas de generación a través de los RER.
- **Ley N 26848:** ley referente a los Recursos Geotérmicos. Establece parámetros y reglas para su operación.
- **Decreto Supremo N019-2010-EM:** aprueba la nueva reglamentación de la Ley N 26848 referente a los Recursos Geotérmicos.
- **Decreto Supremo N 024-2013-EM:** modifica el Reglamento de la Ley de Promoción e Inversiones para la Generación de Electricidad a través de las Energías Renovables y Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas.

Mecanismos de Financiamiento

El mercado de las ER en Perú está en crecimiento y demanda recursos financieros para su desarrollo. Algunas instituciones nacionales destinan recursos para el financiamiento de proyectos en diferentes fases. También están presentes en el país instituciones internacionales que operan financiamientos de proyectos tanto con el sector público como el privado.

Entre los mecanismos de financiamiento nacionales, se destacan los que están presentados en el Cuadro 23.

Adicionalmente, existen en Perú organismos multilaterales e internacionales que auxilian el financiamiento de proyectos de ER en la región. Entre ellos están el BID y el CAF, que destinaron US\$ 883 millones y US\$ 471 millones, en 2014, respectivamente¹²¹.

Cuadro 23 Mecanismos financieros nacionales en Perú (Fuente: OLADE, 2011)

| Organización | Nombre del Programa | Mecanismo Público/Privado | Alcance Geográfico | Fase do proyecto | Tasa de interés |
|------------------|---|---------------------------|--------------------|--------------------------|-----------------|
| COFIDE | Bionegocios | Público | Nacional | Todas las fases | Variable |
| INTERBANK | Project Finance | Privado | Nacional | Construcción y Operación | Fija |
| BCP | Mercado de Capitales Préstamo de medio plazo | Privado | Nacional | Construcción y Operación | Variable |

¹²⁰ <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Electricidad/legislacion/002subsectorelectricidad/Ley27345.PDF>

¹²¹ CEPAL, 2015

Principales Obstáculos al Avance de la Adopción de ER

La Figura 31 muestra los obstáculos que impiden o dificultan el avance de proyectos de generación de energía a partir de fuentes renovables en Perú, de acuerdo con el enfoque metodológico propuesto en este estudio.

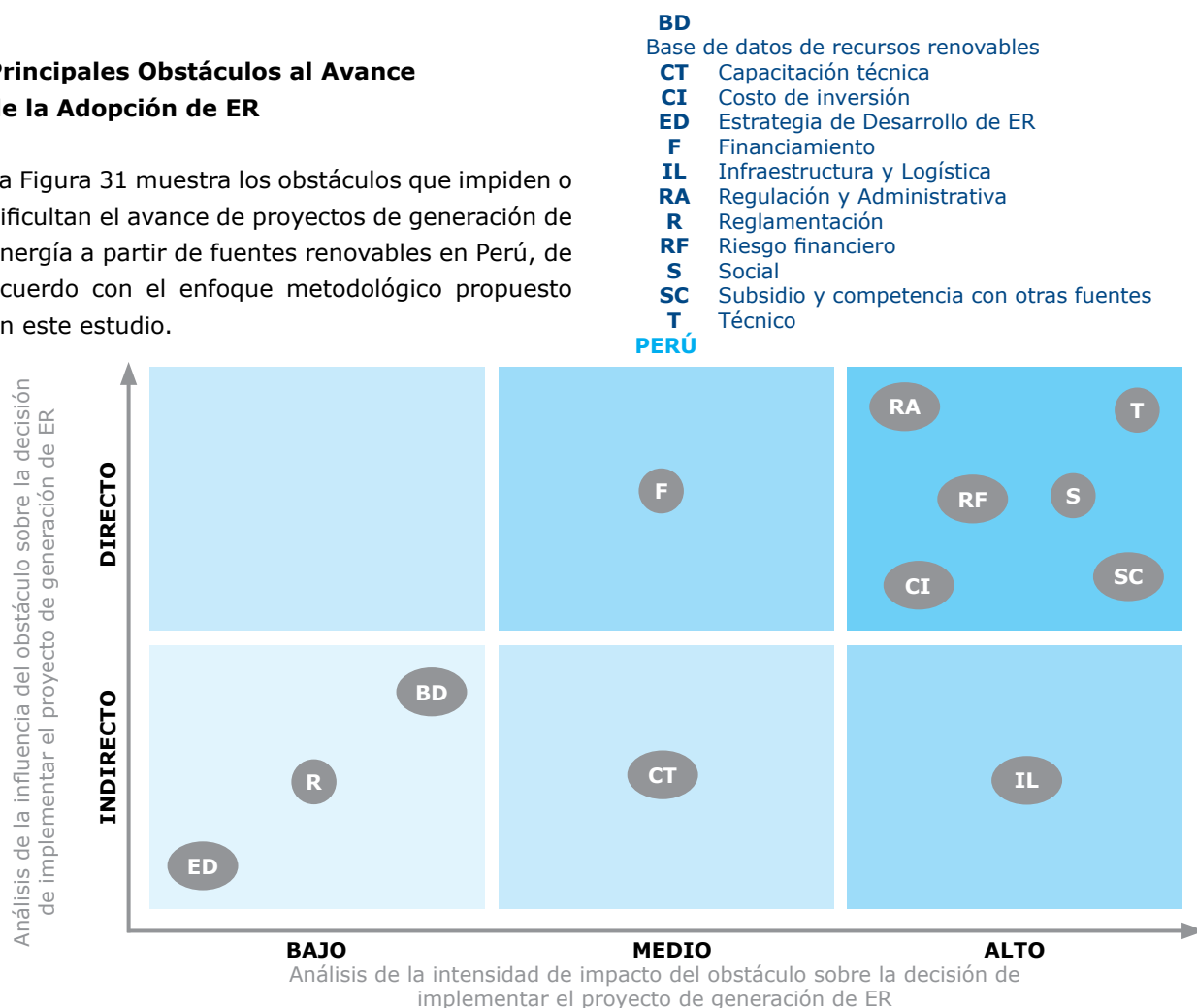


Figura 31 Matriz de obstáculos para Perú (Fuente: elaboración propia)

En Perú, hay una gran concentración de obstáculos directos de alta intensidad, debido a la burocracia para obtener licencias y permisos ambientales y de instalación para proyectos renovables.

Al igual que los otros países estudiados, la competencia con recursos fósiles es alta, y, por haber grandes concentraciones de gas natural en el país, la viabilidad económica de proyectos de gas natural tiende a ser mayor. Los costos de inversiones (adquisición de equipos y partes) también son altos. Además, hay una falta de normas técnicas para la conexión de ER al grid. La ausencia de infraestructura impacta la conexión de energía al grid. El mayor potencial de energías renovables se encuentran localizados en la Amazona y la Región Andina. Ambas tienen falta de infraestructura, tanto en lo que se refiere a

conexión a la red como acceso al sitio¹²².

Sin embargo, la reglamentación para renovables en Perú es amplia, objetiva, y transparente, faltando sólo algunas especificaciones técnicas. Lo mismo ocurre tanto con el mapeo de informaciones de las áreas y sus respectivos potenciales como con la estrategia de desarrollo de las ER.

Uno de los principales obstáculos para la entrada definitiva de energía renovable al mercado energético peruano está relacionado a los bajos precios de energía practicados en el país, además de la necesidad de mayor inversión en la capacitación de recursos humanos para el desarrollo de un cuerpo técnico nacional capaz de manejar todas las etapas de instalación de un proyecto renovable.

¹²² Norton, 2016

Análisis Comparativo

Este capítulo tiene como principal objetivo presentar el contexto de las ER en el sector industrial de los países analizados y los obstáculos para su avance a grande escala. Diferentes perspectivas se aplicaron al análisis comparativo de datos: en cuanto a la presencia de ER en la matriz energética del país, las tarifas de energía aplicadas, y los obstáculos para el avance de las ER.

Otra perspectiva de análisis es la participación de las fuentes de energía renovable en la economía, incluyendo las hidroeléctricas de grande porte, en la matriz energética de los países. Dos aspectos fueron

considerados: (i) la participación de fuentes renovables en la energía primaria total disponible (Figura 32); y (ii) la participación de energía renovable en la producción de energía eléctrica (Figura 33).

Participación de la ER en la Energía Primaria Total disponible

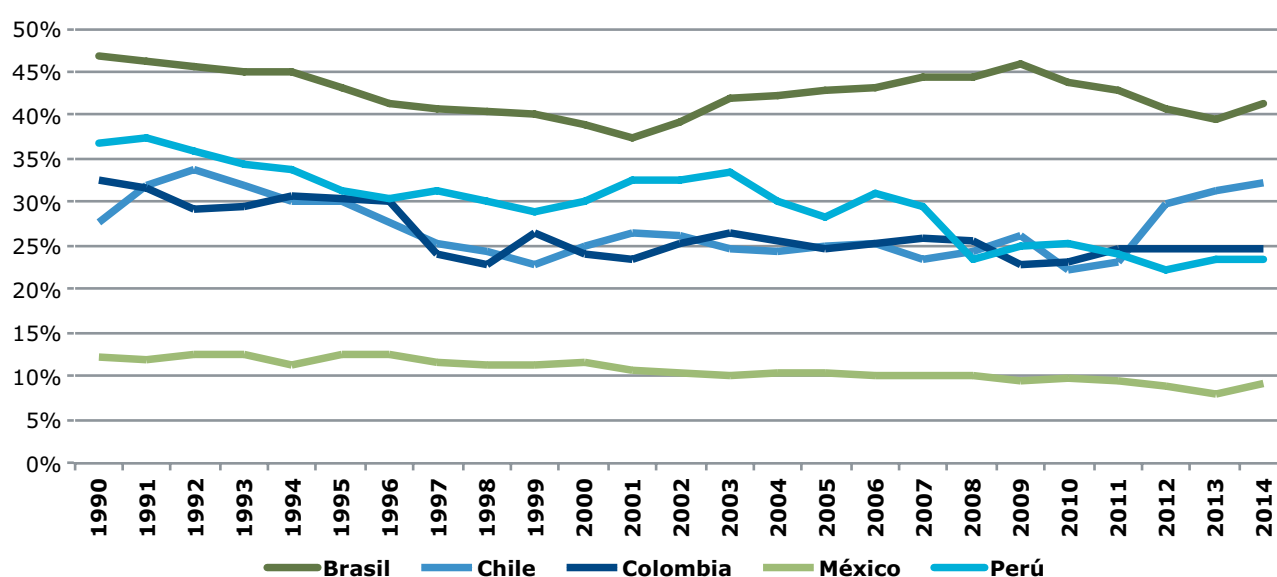


Figura 32 Análisis comparativo de la participación porcentual de energía renovable en la energía primaria total disponible (Fuente: elaboración propia con datos del EIA, 2016)

La Figura 32 apunta a que, de los países analizados, Brasil es el país con mayor participación de fuentes renovables en la energía primaria total disponible. Brasil alcanzó valores próximos al 50% en momentos pico, como en los años 1990 y 2009. Estas variaciones en los datos de Brasil se explican por la variación del régimen hidrológico del país, que afecta directamente el nivel de los embalses de las plantas hidroeléctricas. Lo mismo ocurre con los otros países analizados. México es el país con menor participación de las ER en la producción de electricidad.

Es de destacar que Brasil dispone de abundantes recursos hídricos. Sin embargo, debido a su extenso territorio, sufre pérdidas con la distribución de energía, ya que los grandes potenciales hídricos no están localizados cerca de los principales centros de consumo.

El sector industrial de los países analizados es responsable por el consumo promedio del 28,6% de la energía total consumida, siendo la electricidad la forma más consumida. La Figura 33 presenta la participación de las ER en la producción de energía eléctrica de los países analizados.

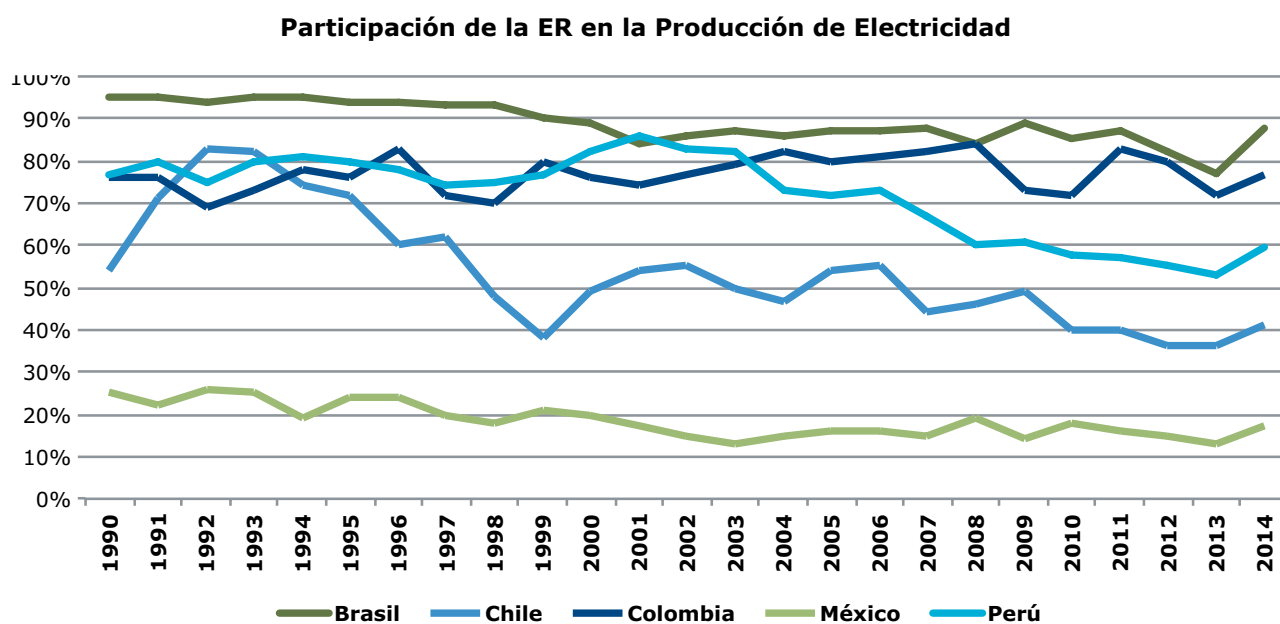


Figura 33 Participación porcentual de las ER en la producción de electricidad de los países (Fuente: elaboración propia, con datos del IEA, 2016)

Tal como acontece con otras fuentes de energía, las ER están sujetas a variaciones ligadas al clima, suelo, aspectos geográficos, y de la situación económica del país. Esta última, por ejemplo, puede ser aplicada a la biomasa, que comúnmente esta relacionada con los residuos oriundos de plantaciones. En una crisis económica, se planta menos, y, por lo tanto, hay menos residuos para ser convertidos en energía. En los países analizados, la fuente predominante para la producción de ER es el agua, fuente sujeta al régimen hidrológico.

Hay evidencia de que en todos los países analizados hay esfuerzos por aumentar la participación de las renovables en sus matrices energéticas. En ese sentido, las grandes hidroeléctricas no aparecen como principales fuentes de interés. De un modo general, la legislación, los programas gubernamentales, y mecanismos financieros están en análisis o ya fueron creados, con el fin de incentivar la generación de electricidad a través de fuentes como la solar, eólica, geotérmica, pequeñas centrales hidroeléctricas (até 30MW) y biomasa. Hay

indicios de que el aumento de la participación de las energías renovables no acontecerá únicamente en el sector industrial. Los países buscan diversificar sus matrices, incentivando fuentes alternativas, por medio de pequeños, medios, y grandes productores para abastecer el grid.

Desde el punto de vista del consumo de energía del sector industrial, vale la pena mencionar un estudio

realizado por la Agencia Internacional de la Energía. Este estudio identificó la producción nacional de energía procedente de fuentes renovables y su consumo específico por el sector industrial. A partir de este análisis fue posible estratificar los datos para la biomasa y los biocombustibles, que ya se muestran en el Cuadro 24. La Figura 34 muestra la distribución porcentual de cómo este tipo de energía renovable ha sido consumida por la industria.

Cuadro 24 Producción de biomasa y biocombustible en ktoe (Fuente: IEA, 2016)

| Año | Brasil | Chile | Colombia | México | Perú |
|------|--------|--------|----------|--------|-------|
| 2000 | 45.747 | 4.720 | 3.430 | 8.939 | 2.234 |
| 2001 | 48.015 | 4.716 | 3.276 | 8.632 | 2.260 |
| 2002 | 52.209 | 4.781 | 3.445 | 8.507 | 2.264 |
| 2003 | 58.382 | 4.539 | 3.683 | 8.546 | 2.244 |
| 2004 | 61.720 | 4.773 | 3.208 | 8.601 | 2.331 |
| 2005 | 64.187 | 4.829 | 3.244 | 8.883 | 2.270 |
| 2006 | 68.417 | 4.954 | 3.510 | 8.675 | 2.363 |
| 2007 | 74.777 | 5.192 | 3.485 | 8.689 | 2.561 |
| 2008 | 80.586 | 5.324 | 3.536 | 8.536 | 1.878 |
| 2009 | 76.889 | 5.512 | 3.523 | 7.978 | 2.465 |
| 2010 | 83.344 | 4.902 | 3.781 | 8.116 | 3.042 |
| 2011 | 78.405 | 5.911 | 3.513 | 7.976 | 2.947 |
| 2012 | 79.629 | 9.383 | 3.677 | 8.362 | 2.681 |
| 2013 | 82.710 | 10.247 | 3.692 | 8.953 | 2.616 |
| 2014 | 84.315 | 7.380 | 3.717 | 8.738 | 2.638 |

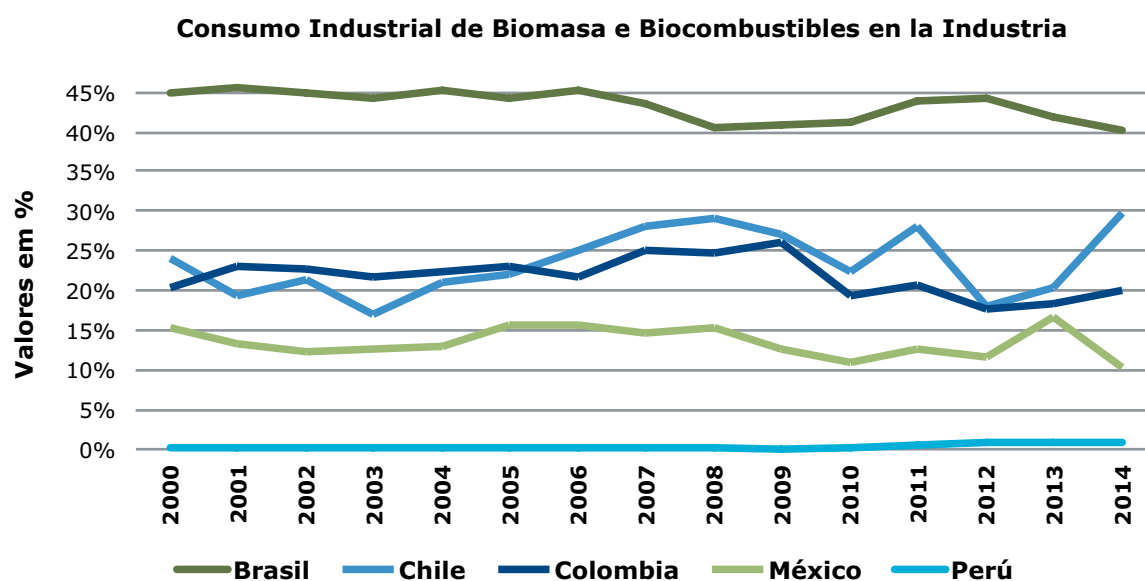


Figura 34 Distribución porcentual del consumo de biomasa y biocombustibles (Fuente: EIA, 2016)

Además, para México fue posible identificar la cantidad de energía eólica y/o solar que fue destinada a la industria, como presentado en el Cuadro 25.

Cuadro 25 Producción total y consumo industrial de energía renovable – eólica y solar en ktoe en México (Fuente: IEA, 2016)

| Año | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Producción | 45,7 | 54,4 | 60,5 | 69,0 | 76,6 | 86,9 | 100,2 | 132,1 | 102,8 | 149,3 | 225,2 | 280,5 | 476,6 | 541,8 | 764,2 |
| Consumo Industrial | 2,0 | 2,4 | 2,7 | 3,1 | 3,5 | 3,9 | 4,4 | 5,1 | 3,6 | 4,4 | 5,2 | 6,3 | 8,0 | 9,1 | 9,9 |

Tarifas de energía

El Cuadro 26 presenta los valores promedio en 2014 para la energía eléctrica en los países estudiados, en algunos sectores.

Cuadro 26 Precios promedios de energía en países de América Latina (Fuente: Climate Scope, 2015)

| Valores Comparativos Precio Energía en 2014 (US\$/MWh) | | | | | | |
|--|----------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|--------|
| Tipo / País | Chile ¹²³ | Colombia ¹²⁴ | México ¹²⁵ | Perú ¹²⁶ | Brasil ¹²⁷ | Mundo |
| Residencial | 176,00 | 161,07 | 90,11 | 150,00 | 130,08 | 119,86 |
| Comercial | 108,00 | 154,78 | 228,26 | 117,00 | 124,87 | 162,95 |
| Industrial | 135,00 | 121,74 | 121,51 | 78,00 | 106,18 | 123,83 |

Se puede observar que el costo de la energía en Chile es el más alto entre los cinco países, así como también el único arriba del promedio mundial. Colombia y México tienen valores próximos al promedio mundial, y son respectivamente el segundo y tercer mayor valor de los países analizados. Brasil presenta un promedio de valor para el sector industrial debajo del promedio mundial para el sector industrial. Por último, el menor cos-

to de todos es practicado en Perú, con un valor cercano a la mitad del promedio mundial.

Mientras que los bajos niveles de tarifas para el sector industrial son importantes tanto para el mantenimiento como la aceleración del crecimiento del sector productivo, terminan obstaculizando la entrada de energía producida a través de fuentes renovables no convencionales.

¹²³ www.climatescope.org/en/country/chile/#/details

¹²⁴ www.climatescope.org/en/country/colombia/#/details

¹²⁵ www.climatescope.org/en/country/méxico/#/details

¹²⁶ www.climatescope.org/en/country/peru/#/details

¹²⁷ www.climatescope.org/en/country/brazil/#/details

Obstáculos para el avance de las ER

Se puede decir, en teoría, que existen obstáculos comunes al avance de las ER, principalmente en países en desarrollo. Como contribución a este debate, este estudio buscó comparar, a través de un enfoque metodológico propio, los obstáculos que potencialmente impiden o dificultan el desarrollo en grande escala de proyectos de ER en los países analizados.

En general, los obstáculos encontrados para la expansión de energía renovables en la matriz energética de los países en cuestión son muy similares, cambiando en algunos casos la intensidad con que ocurren. La Figura 35 presenta un comparativo entre los obstáculos identificados e indica su intensidad para cada uno de los países y su influencia, directa o indirecta, en la decisión de implantación de un proyecto de ER:

- BD** Base de datos de recursos renovables
- CT** Capacitación técnica
- CI** Costo de inversión
- ED** Estrategia de Desarrollo de ER
- F** Financiamiento
- IL** Infraestructura y Logística
- RA** Regulación y Administrativa
- R** Reglamentación
- RF** Riesgo financiero
- S** Social
- SC** Subsidio y competencia con otras fuentes
- T** Técnico

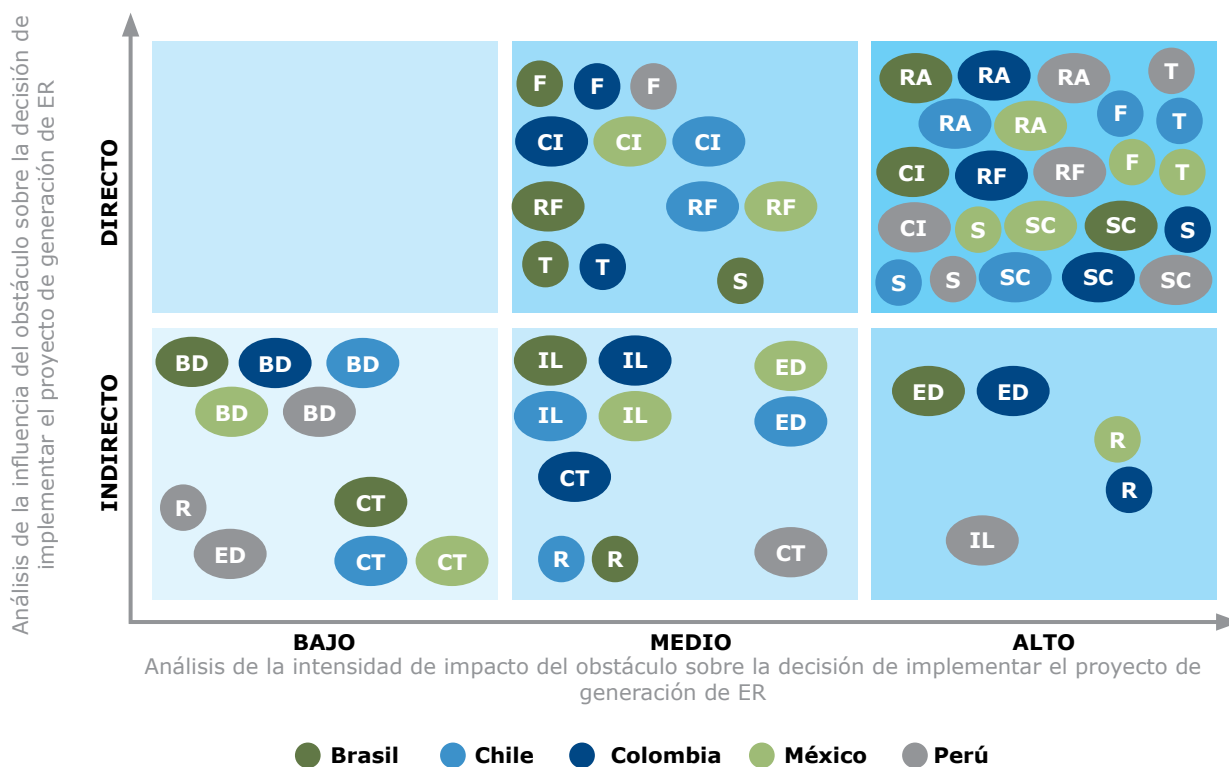


Figura 35 Matriz de obstáculos para análisis comparativo Brasil, Colombia, Chile, México e Perú (Fuente: elaboración propia)

El análisis comparativo de los principales obstáculos observados en los países analizados indica que:

- Los obstáculos de "Regulación y administrativos" están presentes en todos los países analizados, influenciando de manera directa y con alta intensidad. Se nota una burocracia a la cual los proyectos de ER se deben someter para obtener sus debidas licencias y autorizaciones. Además, tampoco son claros los procesos exactos de los órganos y agencias gubernamentales para que los proyectos sean aprobados eficientemente.
- Obstáculos referentes a los "Subsidios y competencia con otras fuentes de energía" también son constituidas, en todos los países, como obstáculos directos de alta intensidad. Los subsidios, principalmente a las fuentes convencionales de energía, dificultan la entrada de proyectos de generación de ER en todos los países analizados. Están bastante presentes en Brasil y Chile, que poseen gran parte de su suministro de energía por medio de las grandes hidroeléctricas, que en Brasil también son consideradas renovables. La competencia, incluso indirecta, con las hidroeléctricas de grande porte dificulta la entrada de otras fuentes renovables.
- El obstáculo "Social" también es un obstáculo significativo para todos los países analizados, en la medida que interfiere o atrasa la implantación de proyectos de ER por resistencia de comunidades locales. Colombia, Chile, México, y Perú poseen este obstáculo con alta influencia debido a una combinación de comunidades protegidas y áreas protegidas que coinciden con áreas de potencial para las renovables. En este aspecto, Chile tiene además un tema de competición por el uso de estas áreas, dado que en algunos casos los potenciales renovables están en áreas de minería, mientras que Colombia y México tienen estos potenciales en áreas turísticas, lo cual genera resistencia por parte de las comunidades locales, que temen que la instalación de renovables pueda crear una "ofensa a la vista" en el local afectado y así afectar la actividad turística.
- El obstáculo "Financiamiento" también interfiere de manera directa en todos los países analizados, aunque con diferentes grados de intensidad. Todos los países reciben recursos internacionales para el desarrollo de proyectos de ER, pero están sujetos a una serie de normas de aprobación. En Brasil por ejemplo, ya existen mecanismos nacionales importantes que incentivan el avance de las ER en el país, y por eso este obstáculo tiene una intensidad media de influencia. Lo mismo ocurre con Colombia y Perú.
- Entre los obstáculos indirectos de alta intensidad, se destacan la "Estrategia de desarrollo de las renovables" que está presente en Brasil y Colombia. A pesar de que la estrategia de desarrollo de renovables ha sido ya elaborada en esos países, y hay planes gubernamentales para ello, aún no han sido completamente implementados.
- Es de destacar que en cuanto al obstáculo "Reglamentación", México y Colombia presentan cierta similitud, ya que hay una ley general para renovables con definiciones y requisitos, además de planos de incentivo. Sin embargo, no abarcan todos los aspectos necesarios, causando dudas entre empresarios y financieros. Brasil y Chile tienen similitudes también en relación al obstáculo "Reglamentación", ya que hay una cantidad relativa de decretos y normas, pero están dispersas y abarcan todas las formas de renovables. En el caso de Chile, faltan parámetros que den transparencia en el tema de conexión al grid.
- Perú se destaca en los obstáculos "Regulación y "Estrategia de desarrollo de renovables". La primera se considera más completa y objetiva, mientras que la segunda presenta puntos claros sobre el camino a seguir para la inclusión de renovables en la matriz del país.

Conclusión

El uso de la energía renovable por el sector industrial ocurre de formas indirectas y directas. La forma indirecta acontece a través del consumo de electricidad a través del grid, es decir, cuando este también es alimentado con energía eléctrica generada a partir de fuentes renovables. Con esta forma de consumo, la determinación de cuánta energía consumida por la industria fue generada por medio de recursos renovables exigiría un cálculo complejo y a la vez sin garantía de precisión.

La forma directa acontece cuando la industria utiliza el recurso renovable para la generación de su propia energía, ya sea en la forma de electricidad o calor, siendo esta la más común. En este caso, la mayor parte del recurso renovable utilizado es biomasa, que muchas veces es un residuo característico del mismo proceso industrial, como es el caso con las industrias de azúcar, alcohol, y papel y celulosa.

La energía generada a partir de las fuentes renovables tiene intermitencia en su producción, lo cual es una desventaja en relación a algunas fuentes más tradicionales. Siendo así, una de las formas de incentivar su uso por parte del sector industrial sería utilizar este tipo de recurso como una forma complementar al suministro de energía, principalmente de empresas que están localizadas en áreas más alejadas del grid. A modo de ejemplo está la industria de la minería en Chile, que tiene la mayor parte de las unidades de extracción y procesamiento ubicados en la región de Atacama. En esta región, esta industria casi no tiene acceso al grid y genera energía termoeléctrica para su propio consumo (energía con mayor emisión de GEI que las renovables). En este caso, las renovables como la solar y eólica podrían ser fuentes complementarias de energía, y a medida que el su-

ministro fuera expandido y la tecnología plenamente dominada, la generación termoeléctrica pasaría a ser una fuente complementar.

Otro aspecto relevante es la acumulación de conocimiento resultante de la adopción de proyectos de ER a una escala mayor, generando un círculo virtuoso: a medida que se realicen más proyectos, más información es registrada para el análisis de inversiones y riesgos, y mayor es el cuerpo técnico calificado para ese tipo de proyecto. Es importante también mantener las informaciones referentes a los potenciales energéticos siempre actualizadas, lo que auxiliaría el avance de esta agenda en todos los países analizados.

Además, en todos los países analizados, es fundamental reducir las dificultades administrativas y la burocracia involucrada en los proyectos de generación de ER. Es importante resaltar que reducir tales dificultades no significa reducir los requerimientos socioambientales, sino tornar el proceso de obtención de licencias y aprobaciones lo más eficiente posible, reduciendo los costos de transacción, respetando al mismo tiempo los requisitos sociales y medioambientales.

Referencias bibliográficas

WORLD BANK DATABASE.

Disponible en: <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=2&country=&series=SP.POP.TOTL&period=>

CIA. **The World Factbook**. Disponible en: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/br.html>

BRASIL. IBGE. **São Paulo: datos estadísticos**. Disponible en: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=355030>

SÃO PAULO. PDUI. **São Paulo: datos estadísticos**. Disponible en: <https://www.pdui.sp.gov.br/rmsp/>

BRASIL. IBGE. **Distrito Federal: datos estadísticos**. Disponible en: <http://cod.ibge.gov.br/904>

MICHIGAN STATE UNIVERSITY. **Brazil: Trade Statistics**. Disponible en: <http://globaleledge.msu.edu/countries/brazil/tradestats>

WORLD BANK DATABASE. **World Development Indicators**. Disponible en: <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=2&country=&series=SP.POP.TOTL&period=> <http://data.worldbank.org/data-catalog/GDP-ranking-table>

PINHEIRO, Armando Castelar; Giambiagi, Fabio; Gostkorszewicz, Joana: **O Desempenho Macroeconômico do Brasil nos Anos 90**. Disponible en: http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/livro/eco90_01.pdf

JESUS, Leideine; Araújo, Roberval; Gusmão, Sílvia: **Uma análise da economia brasileira nas décadas de 1990 e 2000 – Os impactos e ressonâncias da economia internacional no Brasil**; 2014.

Disponible en: http://www.convibra.com.br/upload/paper/2014/29/2014_29_9945.pdf

ROQUE, Leandro: **A economia brasileira - um resumo de final de ano**; 2012. Disponible en: <http://www.mises.org.br/Article.aspx?id=1489>

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO - **Desempenho da Economia Brasileira**; 2013. Disponible en: http://portal.tcu.gov.br/tcu/paginas/contas_governo/contas_2013/fichas/2.1%20Desempenho%20da%20Economia%20Brasileira.pdf

BRASIL. Programa Nacional de Conservación de Energía Eléctrica. Disponible en: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp>

BRASIL. Ministerio de Minas y Energía, Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Decenal de Energia 2024**. Brasília, 2015. Disponible en: <http://www.epe.gov.br/PDEE/Relat%C3%B3rio%20Final%20do%20PDE%202024.pdf>

BRASIL. **Congreso Nacional. Lei nº 12.783, de 11 de janeiro de 2013**. Regula las concesiones de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, la reducción de las tarifas sectoriales y la modicidad de aranceles y otras medidas. Presidencia de la República, Brasília, DF, 11 jan. 2013. Disponible en: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/l12783.htm

BRASIL. Resolución Normativa n.º 482, de 17 de abril de 2012. Establece las condiciones generales para el acceso de la micro generación y minigeneración distribuida a los sistema de distribución de energía eléctrica, el sistema de compensación de energía eléctrica, y otras medidas.

ANEEL. Disponible en: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Resolu%C3%A7%C3%A3o%20Normativa%20482,%20de%202012%20-%20bip-junho-2012.pdf>

BRASIL. Resolución Normativa n.º 687, del 24 de noviembre de 2015. Altera la Resolución Normativa nº 482, del 17 de abril de 2012, e los Módulos 1 y 3 de los Procedimientos de Distribución – PRODIST. ANEEL. Disponible en: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>

BRASIL. Resolución Normativa n.º 488, del 15 de mayo de 2012. Establece las condiciones para la revisión de los planos de universalización de los servicios de distribución de energía eléctrica en el área rural. ANEEL. Disponible en: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012488.pdf>

BRASIL. Resolución Normativa n.º 493, del 5 de junio de 2012. Establece los procedimientos y las condiciones para el suministro por medio de Microsistema Isolado de Generación y Distribución de Energía Eléctrica – MIGDI o Sistema Individual de Generación de Energía Eléctrica con Fuente Intermitente – SIGFI. ANEEL. Disponible en: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012493.pdf>

BRASIL – Ministerio de Minas y Energía. Especificaciones Técnicas de los Programas para Atendimento a Regiones Remotas de los Sistemas Aislados en el ámbito del Programa Luz para Todos. 2015, 65 p. Disponible en: https://www.mme.gov.br/luzparatodos/downloads/especificacoes_tecnicas.pdf

BRASIL. **Ordenanza nº 538, del 15 de diciembre de 2015.** Ministerio de Minas y Energía. Disponible en: http://www.mme.gov.br/documents/10584/1942329/Portaria_n_538-2015/49ab0708-5850-404c-a924-2760bbd22bbc;jsessionid=ED0860FCB0813E9E9B8A7BCE4EAFD28.srv155?version=1.1

<http://www.mme.gov.br/programas/proinfa/>

BRASIL. Congreso Nacional. Proyecto de ley n.º , 2008. Regula la producción y comercialización de energía de fuentes incentivadas y renovables y altera las leyes 10.848 y el decreto 5.163/2008. Disponible en: http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=627322&filename=PL+4550/2008

BRASIL. Congreso Nacional. Proyecto de ley n.º , 2003. Altera el art. 1º de la Ley n.º 8.001, del 13 de marzo de 1990, constituye un fondo especial para financiar estudios y fomentar la producción de energía eléctrica y térmica a partir de la energía solar y eólica, y da otras providencias. Disponible en: http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=122715&filename=PL+630/2003

BRASIL. Congreso Nacional. Proyecto de ley n.º , 2007. Sobre las fuentes renovables de energía, tiene el objetivo de promover la universalización, la generación distribuida, y la racionalización energética, y altera la Ley nº 10.438, del 26 de abril de 2002, para modificar el Proinfa y aumentar la participación de fuentes alternativas en la matriz energética nacional. Disponible en: http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=481976&filename=PL+1563/2007

BRASIL. Congreso Nacional. Proyecto de ley n.º , 2016. Dispone sobre el programa de incentivo al uso de la energía solar y de otras fuentes renovables en edificios multifamiliares, comerciales o mixtas, y unifamiliares en condominios horizontales o verticales y otras providencias. Disponible en: http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1431855&filename=PL+4332/2016

BRASIL. Ministerio de Minas y Energía. Disponible en: <http://www.mme.gov.br/>

BRASIL. Ministerio de Minas y Energía. Secretaria de Petróleo, Gas Natural y Combustibles Renovables. Disponible en: <http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/petroleo-gas-natural-e-combustiveis-renovaveis/institucional/a-spg>

BRASIL. Ministerio de Minas y Energía. Secretaria de Energía Eléctrica. Disponible en: <http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/energia-eletrica/institucional/a-see>

MME. Ministerio de Minas y Energía. Secretaria de Planificación y Desarrollo Energético. Disponible en: <http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/planejamento-e-desenvolvimento-energetico/institucional/a-spe>

BRASIL. Agencia Nacional de Energía Eléctrica. Disponible en: <http://www.aneel.gov.br>

BRASIL. Agencia Nacional do Petróleo, Gas Natural y Biocombustibles. Disponible en: <http://www.anp.gov.br>

BRASIL. Ministerio de Minas y Energía. Empresa de Estudios Energéticos. Disponible en: <http://www.epe.gov.br/Paginas/default.aspx>

BRASIL. Ministerio de Minas y Energía. **Empresa de Estudios Energéticos.** Nota Técnica 16/12 – Evaluación de la Eficiencia Energética para los próximos 10 años (2012 – 2021); 2012. Disponible en: http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/20121221_1.pdf

FLAVIN, Christopher. et al. **Study on the Development of the Renewable Energy Market in Latin America and the Caribbean.** IDB, 2014, 79 p. Disponible en: <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/6711/Study-on-the-Development-of-the-Renewable-Energy-Market-in-Latin-America-and-the-Caribbean.pdf>

POLZIN, Friedemann; von den Hoff, Maximilian; Jung, Maximilian. **Drivers and Barriers for Renewable Energy Investments in Emerging Countries** – The Case of Wind Energy in China, India and Brazil. Nov. 2015. Disponible en: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2690477&download=yes

RODRIGUES, Rubem César Souza; Derzi, Silva Rodrigues; Correia, José de Castro. Barreiras e facilitadores para a produção e difusão de Tecnologias de Energias Renováveis na Região Amazônica; **Revista Brasileira de Energia**, Vol 10, no 1; Disponible en: <http://www.sbpe.org.br/socios/download.php?id=173>

FERREIRA, Henrique Tavares. **Energia Eólica:** Barreiras a sua participação no setor elétrico brasileiro. 2008. 111 f. Disponible en (Masters – Programa Interunidades de Pós Graduação em Energia) – EP-FEA-IEE-IF, Universidad de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponible en: <http://www.iee.usp.br/producao/2008/Teses/HenriqueTavares.pdf>

BRASIL. Agencia Nacional de Energía Eléctrica. Nota técnica no 139/2008 – SFF/SFG/ANEEL; 2 de abril de 2008. Disponible en: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/NotaTecnica1392008.pdf>

KPMG. **Chile Country mining guide**. Disponible en: <https://www.kpmg.com/Ca/en/industry/Mining/Documents/KPMG-Mining-country-guide-Chile.pdf>

UNIVERSIDAD DE CHILE. **Information about Chile**. Disponible en: <http://www.uchile.cl/portal/english-version/international-visiting-students/49755/information-about-chile>

CIA. **The World Fact Book**. Disponible en: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/ci.html>

BIBLIOTECA NACIONAL DE CHILE. **La transformación económica chilena entre 1973 – 2003**. Disponible en: <http://www.memoriachilena.cl/602/w3-article-719.html>

CHILE. Ministerio de Energía. **Energía 2050**: Política Energética de Chile. Disponible en: <http://cifes.gob.cl/wp-content/uploads/2016/01/LIBRO-ENERGIA-2050.pdf>

CMPC CELULOSA. **Sustainable Development Report**. 2014, 92 p. Disponible en: <http://www.cmpccelulosa.cl/CMPC-CELULOSA/archivos/file/Sustainable-Development-Report-2014.pdf>

ARAUCO. **Informações corporativas**. Disponible en: http://www.arauco.cl/informacion.asp?idq=1104&parent=1042&ca_submenu=1042&idioma=22

DUBE, Ryan. Chile Mines Turn to Renewable. The Wall Street Journal.; Ago, 2015. Disponible en: <http://www.wsj.com/articles/chile-mines-turn-to-renewable-energy-1439337896>

Mathews, John. **Chile's Mineral Industry Is Mining Renewable Energy**. Clean Tecnica. Dez. 2014. Disponible en: <https://cleantechnica.com/2014/12/20/chiles-mineral-industry-mining-renewable-energy/>

SOLARMAX delivers PV inverters for the largest copper mine in the world. **PV Magazine**. Jun, 2014. Disponible en: http://www.pv-magazine.com/services/press-releases/details/beitrag/solarmax-delivers-pv-inverters-for-the-largest-copper-mine-in-the-world_100015469/#axzz3DhIZKeb9

NORTON ROSE FULBRIGHT. **Renewable energy in Latin America - Chile**. Abr. 2016. Disponible en: <http://www.nortonrosefulbright.com/knowledge/publications/134773/chile>

DATABASE: Solar & wind systems in the mining industry. **The Energy Sustainable Consulting**. Disponible en: <http://www.th-energy.net/english/platform-renewable-energy-and-mining/database-solar-wind-power-plants/>

CHILE. Ministerio de Energía. Disponible en: <http://www.energia.gob.cl/>

CHILE. CIFES. Ministerio de Energía. Disponible en: <http://cifes.gob.cl/>

CHILE. Ministerio de Energía. Superintendencia de Eletricidad y Combustibles. Disponible en: <http://www.sec.cl/>

CHILE. Agencia Chilena de Eficiencia Energética. Disponible en: <http://www.acee.cl/>

CHILE. Comisión Nacional de Energía. Disponible en: <http://www.cne.cl/quienes-somos/>

CHILE. Ley nº 20.257 - Introduce modificaciones a la ley general de servicios eléctricos respecto de la generación de energía eléctrica con fuentes de energías renovables no convencionales. **Biblioteca del Congreso Nacional de Chile**. Santiago, 20 mar. 2008. Disponible en: <http://www.leychile.cl/Navegar?idLey=20257>

CHILE. International Energy Agency. **Non-conventional renewable energy law**. Disponible en: <http://www.iea.org/policiesandmeasures/pams/chile/name-24577-en.php>

CHILE. Sobre concesiones de energía geotérmica. **Biblioteca del Congreso Nacional de Chile**. Santiago, 10 dic. 1999. Disponible en: <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=150669>

CIA – **World Fact Book** – Disponible en: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/co.html>

International Monetary Fund. Disponible en: <http://www.imf.org/>

WORLD BANK DATABASE – Disponible en: <http://databank.worldbank.org/>

MICHIGAN STATE UNIVERSITY. **Colombia: Trade Statistics**. Disponible en: <http://globaledge.msu.edu/countries/colombia/tradestats>

MICHIGAN STATE UNIVERSITY. Global Edge. Colombia. Disponible en: <http://globaledge.msu.edu/countries/colombia/memo>

ASOCANA. Sector Azucarero Colombiano. Disponible en: <http://www.asocana.org>

El Sector Azucarero Colombiano, más que azúcar, una fuente de energía renovable para el país. ASOCANA, Jun. 2016, 9 p. Disponible en: <http://www.asocana.org/modules/documentos/10392.aspx>

GARAY , Luis Jorge S. **Colombia: estructura industrial e internacionalización 1967-1996**. Disponible en: <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/economia/industrialatina/155.htm>

AMÉZQUITA, Constanza. La Industria Manufacturera En Colombia 1995-2005. **Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión**, Bogotá, vol.16 no.2 July/Dec. 2008. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-68052008000200005

MORA, Diana Marcela Buitrago. **Evolución De La Economía Colombiana En El Período 2002-2010**. Fev. 2003. Disponible en: <http://201.221.128.62:3000/Pagina/images/stories/investigacion/EI%20Crecimiento%202002.pdf>

COLOMBIA. Unidad de Planeación Minero Energética. **Informe mensual de variables de generación y del mercado eléctrico colombiano**. Dic. 2015. Disponible en: http://www.siel.gov.co/portals/0/generacion/2015/Seguimiento_Variables_Diciembre_2015.pdf

COLOMBIA. Unidad de Planeación Minero Energética. Sistema de Información Eléctrico Colombiano. Disponible en: <http://www.siel.gov.co/Inicio/Generaci%C3%B3n/Generaci%C3%B3n1/tabid/143/Default.aspx>

COLOMBIA. Unidad de Planeación Minero Energética. **Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia**. Disponible en: http://www.upme.gov.co/Estudios/2015/Integracion_Energias_Renovables/INTEGRACION_ENERGIAS_RENOVANLES_WEB.pdf

COLOMBIA. Unidad de Planeación Minero Energética. **Atlas Colombiano de Vento y Energía Eólica**. Disponible en: <http://www.si3ea.gov.co/si3ea/Home/Energ%C3%ADaEolica/tabid/75/language/en-US/Default.aspx>

COLOMBIA. Ministerio de Minas y Energía. Programa de uso racional y eficiente de energía y fuentes no convencionales – PROURE. Bogotá, 19 abr. 2010. Disponible en: https://www.minminas.gov.co/documents/10180/558752/Informe_Financial_Consultoria_Plan_de_accion_Proure.pdf/e8cdf796-d7b1-4bb1-90b9-e756c7f48347

COLOMBIA. Unidad de Planeación Minero Energética. Atlas de Radiación Solar de Colombia. Disponible en: http://www.upme.gov.co/Docs/Atlas_Radiacion_Solar/1-Atlas_Radiacion_Solar.pdf

COLOMBIA. Ministerio de Minas y Energía. Disponible en: <https://www.minminas.gov.co/ministerio>

COLOMBIA. Unidad de Planeación Minero Energética. Disponible en: <http://www.upme.gov.co/>

COLOMBIA. Comisión de Regulación de Energía y Gas. Disponible en: <http://www.creg.gov.co/>

COLOMBIA. Consejo Nacional de Operación. Disponible en: <http://www.cno.org.co/content/quienes-somos>

COLOMBIA. Comité Asesor de Comercialización. Disponible en: <http://www.cac.org.co/quienes.htm>

COLOMBIA. Superservicios. Disponible en: <http://www.superservicios.gov.co/Institucional>

COLÔMBIA. Consejo Colombiano de Eficiencia Energética (CCEE). Disponible en: <http://cceecol.org/>

XM Saesp. **Sistema Eléctrico Colombiano**. Disponible en: <http://www.xm.com.co/Pages/DescripcionDelSistemaElectricoColombiano.aspx>

XM Saesp. Disponible en: <http://www.xm.com.co/Pages/QuienesSomos.aspx>

COLOMBIA. Ley nº 1715, de 13 de mayo de 2014. Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional. **Ministerio de Minas y Energía**. Bogotá, 2014. Disponible en: <https://www.minminas.gov.co/documents/10180//23517//22602-11506.pdf>

COLOMBIA. Decreto nº 2143, de 4 de Noviembre de 2015. Por el cual se adiciona el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, 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. **Ministerio de Minas y Energía**. Bogotá, 2015. Disponible en: <https://www.minminas.gov.co/documents/10180//23517//36862-Decreto-2143-04Nov2015.pdf>

COLOMBIA. Resolución nº 281, de 5 de junio de 2015. Por la cual se define el límite máximo de potencia de la autogeneración a pequeña escala. **Unidad de Planificación Minero Energética**. Bogotá, 2015. Disponible en: https://www.minminas.gov.co/documents/10180/18995913/res_281.pdf/6077cb6c-dabc-43fc-8403-cb1c5e832b37

COLOMBIA. Resolución nº 024, de 13 de marzo de 2015. Por la cual se regula la actividad de autogeneración a gran escala en el sistema interconectado nacional (SIN) y se dictan otras disposiciones. **Comisión de Regulación de Energía y Gas**. Bogotá, 2015. Disponible en: [http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ff5b05256eee00709c02/67513914c-35d6b8c05257e2d007cf0b0/\\$FILE/Creg024-2015.pdf](http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ff5b05256eee00709c02/67513914c-35d6b8c05257e2d007cf0b0/$FILE/Creg024-2015.pdf)

COLOMBIA. Decreto nº 1623, de 11 de agosto de 2015. 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. **Ministerio de Minas y Energía**. Bogotá, 2015. Disponible en: <https://www.minminas.gov.co/documents/10180//23517//36632-Decreto-1623-11Ago2015.pdf>

NORTON ROSE FULBRIGHT. **Renewable energy in Latin America – Colombia**. Abr. 2016. Disponible en: <http://www.nortonrosefulbright.com/knowledge/publications/134774/colombia-03Dic2014.pdf>

COLOMBIA. Decreto nº 1073, de 26 de mayo de 2015. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía. **Ministerio de Minas y Energía**. Bogotá, 2015. Disponible en: <https://www.minminas.gov.co/documents/10180/170046/Decreto+%F2nico+Reglamentario+Sector+Minas+y+Energ%92a.pdf/8f19ed1d-16a0-4a09-8213-ae612e424392>

COLOMBIA. Decreto nº 2469, de 2 de diciembre de 2014. Por el cual se establecen los lineamientos de política energética en materia de entrega de excedentes de autogeneración. **Ministerio de Minas y Energía**. Bogotá, 2014. Disponible en: <https://www.minminas.gov.co/documents/10180//23517//36864-Decreto-2469-02Dic2014.pdf>

COLOMBIA. Resolución nº 143, de 10 de marzo de 2016. Por la cual se modifica el artículo quinto y se adicionan artículos y anexos a la Resolución UPME 0520 de Octubre 09 de 2007 por medio de la cual se establece el Registro de Proyectos de Generación y se toman otras disposiciones. **Unidad de Planeación Minero Energética**. Bogotá, 2016. Disponible en: http://www.siel.gov.co/siel/documentos/documentacion/Generacion/143_2016.pdf

COLOMBIA. Resolución nº 345, de 3 de febrero de 2016. 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. **Unidad de Planeación Minero Energética**. Bogotá, 2016. Disponible en: <http://www1.upme.gov.co/sala-de-prensa/secciones-de-interes/resoluciones/res-045-febrero-2016>

THE WORLD BANK DATA - **World Development Indicators**. Disponible en: <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=2&country=&series=SP.POP.TOTL&period=>

CIA. **World Fact Book**. Disponible en: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/br.html>

MICHIGAN STATE UNIVERSITY. **Mexico: Trade Statistics**. Disponible en: <http://globalede.msu.edu/countries/mexico/tradestats>

THE WORLD BANK DATA - World Development Indicators. Disponible en: <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=2&country=&series=SP.POP.TOTL&period=http://data.worldbank.org/data-catalog/GDP-ranking-table>

MICHIGAN STATE UNIVERSITY. **Mexico: Economics**. Disponible en: <http://globalede.msu.edu/countries/mexico/economy>

MÉXICO. Sistema de Información Energética. Disponible en: <http://sie.energia.gob.mx/>

MÉXICO. Comisión Reguladora de Energía. Disponible en: <http://www.cre.gob.mx/>

MÉXICO. Comisión Federal de Electricidad. Disponible en: <http://www.cfe.gob.mx/>

MÉXICO. A Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía – Conuee. <https://www.gob.mx/conuee>

MÉXICO. Ley Abrogada DOF, de 24 de diciembre de 2005. Ley para el aprovechamiento de energías renovables y el financiamiento de la transición energética. **Cámara de Diputados**. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/abro/laerfte/LAERFTE_abro.pdf

The World Bank Data - **World Development Indicators**. Disponible en: <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=2&country=&series=SP.POP.TOTL&period=>

CIA. **The World Factbook**. Disponible en: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/pe.html>

INTERNATIONAL MONETARY FUND. Disponible en: <http://www.imf.org>

MICHIGAN STATE UNIVERSITY. **Perú: Trade Statistics**. Disponible en: <http://globaledge.msu.edu/countries/peru/tradestats>

The World Bank Data - **World Development Indicators**. Disponible en: <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=2&country=&series=SP.POP.TOTL&period=http://data.worldbank.org/data-catalog/GDP-ranking-table>

MICHIGAN STATE UNIVERSITY. **Perú: Economy**. Disponible en: <http://globaledge.msu.edu/countries/peru/economy>

BACA, Sofia Amparo Carrasco. **Balance de Energía Nacional 2014, desde la perspectiva de supervisor**. Lima, oct. 2015. Disponible en: https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/hidrocarburos/Publicaciones/BALANCE%20DE%20ENERG%C3%8DA%20EN%20EL%20PERU%202014.pdf

GUTIERREZ, Teddy Mendoza. **La economía en el Perú de 1990 – 2014**. 17 dic. 2014. Disponible en: https://prezi.com/w5g1tqdmqg_h/la-economia-en-el-peru-de-1990-2014/

UNIVERSITY OF DELAWARE. **Balance da economía peruana**: 1995. Disponible en: <http://www1.udel.edu/leipzig/texts1/BALANCE2.htm>

PERÚ. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Disponible en: <https://www.inei.gob.pe/biblioteca-virtual/publicaciones-digitales/>

PERÚ. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Comportamiento de la economía peruana 1950-2013. Serie de Cuentas Nacionales 1950-2013, 43 p. Disponible en: <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones-digitales/Est/Lib1160/cap01.pdf>

PERÚ. Ministerio de Energía y Minas. **Evolución de indicadores del sector eléctrico 1995-2015**. Disponible en: http://www.stilarenergy.com/magazine/archivos_magazine/Evolucion_indicadores_EE_1995_2015.pdf

PERÚ. Ley N 27.345¹²⁹– Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía. 2000. Disponible en: <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Electricidad/legislacion/002subsectorelectricidad/Ley27345.PDF>

AITA, Pedro Gamio. Energía en el Perú: ¿Hacia Donde Vamos? In: Matriz Energética en el Perú y Energías Renovables. Fundación Friedrich Ebert, Lima, 39 p. Disponible en: <http://library.fes.de/pdf-files/bueros/peru/07881.pdf>

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA. **Atlas de energía solar del Perú**. Lima, Jun. 2003, 31 p. Disponible en: http://www.senamhi.gob.pe/pdf/Atlas%20de_Radiacion_Solar.pdf

PERÚ. Ministerio de Energía y Minas. Disponible en: <http://www.minem.gob.pe/>

PERÚ. Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería. Disponible en: <http://www.osinergmin.gob.pe/>

PERÚ. Comité de Operación Económica Del Sistema Interconectado Nacional. Disponible en: <http://www.coes.org.pe/portal/>

PERÚ. Congreso de la República. Decreto n° 1002 de 1 de mayo de 2008. Promoción de la inversión para la generación de electricidad con el uso de energías renovables. Lima. Disponible en: http://www2.osinerg.gob.pe/EnergiasRenovables/contenido/Normas/DL_No_1002.pdf

PERÚ. Decreto Supremo n° 012-2011-E, de 23 de mayo de 2011. **Diario oficial El Peruano**. Disponible en: <http://www2.osinerg.gob.pe/MarcoLegal/docrev/DS-012-2011-EM-CONCORDADO.pdf>

¹²⁹ <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Electricidad/legislacion/002subsectorelectricidad/Ley27345.PDF>

ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSIÓN EN ENERGÍA Y MINERÍA. **Normas relacionadas con la promoción de energías**. San Borja, 2013. Disponible en: <http://www2.osinerg.gob.pe/EnergiasRenovables/contenido/Normas.html>

Internacional Finance Corporation. World Bank Institute. **Evaluación del mercado peruano para el financiamiento de la energía sostenible**. Lima, 2001, 11p. Disponible en: <http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/d2b7a280496b628a-b1e1bd849537832d/SEF-Market+Assessment+Peru-Resumen+Ejecutivo-Final.pdf?MOD=AJPERES>

BATTLE, Carlos; BARROSO, Luiz, ECHEVARRÍA, Carlos. **Evaluación del marco normativo e institucional del Perú para la promoción de energía eléctrica a partir de recursos renovables**. BID, 2012. 70p. Disponible en: <http://www.iadb.org/wmsfiles/products/publications/documents/37357374.pdf>

UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION. Observatory for Renewable Energy in Latin America and the Caribbean. Disponible en: https://www.unido.org/fileadmin/user_media_upgrade/Resources/Evaluation/ManagementStatement-E.pdf

NORTON ROSE FULBRIGHT. **Renewable energy in Latin America – Peru**. Set. 2016. Disponible en: <http://www.nortonrosefulbright.com/files/renewable-energy-in-latin-america-134675.pdf>

PERÚ. Ministerio de Energía y Minas. Atlas Eólico del Perú. Lima, 2008. Disponible en: http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Otros-Estudios/Atlas-Eolico/AtlasEolicoLibro.pdf

WORLD BANK GROUP. Doing Business - Chile. Disponible en: <http://www.doingbusiness.org/data/exploreconomies/chile>

COFACE. **Estudios Económicos**. Disponible en: <http://www.coface.com/Economic-Studies-and-Country-Risks/Comparative-table-of-country-assessments>

WORLD BANK GROUP. Doing Business - Measuring Regulatory Quality and Efficiency. Disponible en: <http://www.doing-business.org/reports/global-reports/doing-business-2016>

branco

