



FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES  
DEPARTAMENTO DE ANÁLISIS ECONÓMICO Y ECONOMÍA POLÍTICA

GRADO EN ECONOMÍA

**“Las energías renovables no convencionales (ERNC) en Chile:  
estrategias, políticas y tendencias”**

Trabajo Fin de Grado presentado por Carlos Rodríguez Delgado, siendo la tutora del mismo la profesora Rocío Román Collado.

Alumno/a:

D. Carlos Rodríguez Delgado

Sevilla. Junio de 2018

# **Las energías renovables no convencionales (ERNC) en Chile: estrategias, políticas y tendencias**

## **RESUMEN**

El gobierno chileno, a través de diferentes instrumentos políticos, pretende realizar una transición energética hacia un nuevo modelo renovable, limpio y sostenible. Para ello, se necesita realizar distintas transformaciones en los elementos más importantes que componen el estado chileno, como, por ejemplo, estableciendo una legislación que favorezca su transmisión o proporcionando facilidades para la inversión de capital privado.

El objetivo de este trabajo es analizar los diferentes elementos que más influyen en la difusión y las tendencias de las Energías Renovables No Convencionales en Chile con el fin de conocer la realidad energética existente.

## **ABSTRACT**

The Chilean government, through different policy instruments, has the intention to make an Energy Planning about a new energetic model considering it as renewable, clean and sustainable. To do that, it needs to make several changes around the Chilean state, i.e., by making a new legislation that it will be positive for the energetic transmission or having facilities for the private investment.

The aim of this work is to analyze the dynamic of the spread and trends of NCRE in Chile and concluding the energetic reality that it exists.

## **KEYWORDS**

Energías renovables no convencionales; Chile; Estrategias políticas; Energía 2050; Plan energético; Transición energética; Sostenibilidad; Producción energética; Energía solar; Energía eólica.

Non-Conventional Renewable Energy; Chile; Chilean government policies; Policy instruments; Energy 2050; Energy Planning; Energy transition; Sustainability; Energy production; Solar power; Wind power.

# INDICE

1. Introducción	1
2. Base de Datos y Metodología	6
3. Resultados y Discusión	8
3.1 Producción Energética	9
3.1.1 Balance Energético	16
3.2 Factores Geográficos	17
3.2.1 Energía Solar	20
3.2.2 Energía Eólica	21
3.3 Factores Demográficos	21
3.4 Factores Legislativos	23
3.4.1 Precedentes legislativos	24
3.4.2 Referentes legislativos sobre las ERNC	25
3.5 Factores Políticos	28
3.6 Factores Económicos	30
4. Conclusiones	32
5. Bibliografía	33

## 1. INTRODUCCIÓN

El cambio climático establece en la actualidad una cuestión de primer orden tanto en la agenda política como en la opinión pública (Giddens, 2011). Éste se debe al incremento de los gases de efecto invernadero en la atmósfera que provoca interferencias antropogénicas peligrosas a causa de consecuencias de la actividad cotidiana del ser humano como puede ser el uso de energía procedente de combustibles fósiles ya sea en procesos industriales, en el sector del transporte o en los hogares (Depledge & Lamb, 2005).

Las investigaciones sobre el fenómeno del cambio climático en la década de 1990 producen un giro en las políticas de la gran mayoría de países debido a la aceleración del aumento de la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera (Ott, 1995). Así, en el año 1998 los países participantes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, UNFCC en inglés, firman el acuerdo del denominado Protocolo de Kyoto (UNFCC, 2009) donde *“las partes deben reducir o limitar sus emisiones con respecto a los niveles de 1990”* (Depledge & Lamb, 2005).

El objetivo de este acuerdo es la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero, (GEI), donde el Protocolo de Kyoto insiste en el Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), el Metano (CH<sub>4</sub>), el Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O), el Hidrofluorocarbono (HFC), el Perfluorocarbono (PFC) y el Hexafluoruro de Azufre (SF<sub>6</sub>) ya que la emisión de estos gases a la atmósfera explica el efecto global de calentamiento mundial. Además, se estima que los tres primeros tienen una incidencia del 50, el 18 y el 6 por ciento respectivamente (Depledge & Lamb, 2005).

El acuerdo que se llevó a cabo en Kyoto sobre la reducción de emisiones GEI supuso una mejora a nivel internacional gracias al compromiso que adoptaron la gran mayoría de países. Este acuerdo implica una mejora de la calidad del medio ambiente. Sin embargo, el protocolo de Kyoto no ha sido suficiente para detener la problemática que surge por el cambio climático, ya que, por ejemplo, USA no se ha adscrito a este acuerdo (UNFCC, 2009).

De ese modo, en el año 2015 se realiza la última cumbre y más importante sobre el cambio climático, la COP21. Esta cumbre ha alcanzado el acuerdo más ambicioso sobre cambio climático donde todos los países se comprometieron y ratificaron a reducir la emisión GEI en el denominado Acuerdo de París (UNFCC, 2016). Este acuerdo implica el mantenimiento y compromiso de los objetivos de reducción de emisiones por parte de

todos los países que lo ratifican. Además, cada cinco años deben de realizar informes respecto a la evaluación de los objetivos y las políticas que se han implementado para alcanzarlos. Dicho acuerdo debe de asentar la estructura para la transformación hacia nuevos modelos bajos en emisiones (Ruiz De Elvira, 2016).

No obstante, pese a los diferentes acuerdos internacionales aprobados, apoyados y ratificados por los diferentes países, siguen existiendo debates, dudas y sugerencias acerca del cambio climático. Sin embargo, a partir de los diferentes acuerdos se deja constancia de la necesidad de reducir el consumo de energía para conseguir una disminución de la emisión de GEI.

Gracias a la cooperación de todos los países es plausible una evolución en las ideas de la sociedad que ayude a respaldar proyectos que hagan posible una conversión energética efectiva a nivel internacional con el fin de la disminución de GEI.

Es posible la reducción del consumo de energía a través de múltiples formas. Una forma óptima de reducción del consumo de energía es aumentando la eficiencia energética (Rubio-Bellido, Pérez-Fargallo, & Pulido-Arcas, 2016), es decir, “*optimizar los procesos productivos y el empleo de la energía utilizando menos recursos*” (Fundación Repsol, 2015).

Para ello existen diferentes múltiples medidas que ayudan a la consecución del problema como puede ser la existencia de planes de ahorro o de incentivos y subsidios que ayuden a las empresas y familias a lograr una eficiencia energética (Bustamante, 2009). Por ejemplo, los incentivos en materia de energía en la construcción de edificios (Ministerio de Fomento, 2013).

Otra forma óptima de reducción del consumo de energía es la disminución del peso de los combustibles fósiles, tales como el carbón y el petróleo, como propone el Protocolo de Kyoto (UNFCCC, 2009) a la par que se promueve el aumento de las energías renovables.

La mejor medida para lograr una disminución del peso de los combustibles fósiles es penalizando ésta a la vez que existe una promoción de las energías renovables. Castigando las externalidades negativas de los combustibles fósiles e incrementando sus impuestos a la par que se elaboran proyectos para la promoción y divulgación de estas nuevas fuentes de energía consideradas como limpias.

El contexto en el que se desarrolla estas acciones destaca, además, por el gran desarrollo tecnológico. Este desarrollo tecnológico hace posible que las energías renovables se conviertan en una pieza clave y fundamental de las estrategias políticas de los diferentes países. Para lograr el objetivo común de reducir la emisión de GEI es necesario aprovechar las sinergias que proporciona el avance tecnológico y de esa forma, las energías renovables tienen cada vez más ímpetu y relevancia gracias a la contribución que realizan solventando la problemática del aumento de GEI y la protección del medio ambiente. A pesar de seguir aún en estado de desarrollo e investigación, sigue representando un elemento importante a potenciar y desarrollar (de Juana, 2003), existiendo una clara evolución tecnológica de las energías renovables.

La promoción de las energías renovables es un elemento importante para la consecución de la conversión energética. Las comunidades internacionales tienen claro que deben apostar por ellas. Por ejemplo, a mediados de los años 80 se plantea desarrollar las energías renovables para aumentar su contribución en el balance energético siendo los primeros empeños por parte de la Unión Europea para la promoción de energías renovables (Frolova, Marina; Pérez Pérez, Belén, 2008).

El concepto de energías renovables abarca diferentes fuentes de energía cuya característica principal es la fuente inagotable de los recursos naturales. No obstante, existe una clasificación de las energías renovables dependiendo del grado de contaminación y del impacto medioambiental que puedan tener. Asimismo, se clasifica las energías renovables en convencionales y no convencionales.

Un ejemplo de energía renovable convencional sería la energía hidráulica de embalse puesto que la construcción de presas produce un enorme impacto medioambiental.

Por otro lado, las energías renovables no convencionales, ERNC, revelan una solución limpia y poco invasiva con el entorno y el medioambiente, además que suelen tener una gran aceptación por parte de la población. Los diferentes tipos de ERNC son las energías geotérmica, solar, eólica, de biomasa y la minihidroeléctrica.

Centrando el punto de atención en las ERNC, la evolución de éstas es un hecho ya constatado y respaldado por un amplio abanico de investigaciones y estudios que gira en torno a ello. Sin embargo, si uno se remonta, bien sea a Latinoamérica o África se aprecia

como las investigaciones acerca de las ERNC disminuyen de manera considerable lo cual tiene que ver con que son los lugares donde no se ha desarrollado de manera completa un marco para producir una conversión energética efectiva (International Energy Agency, 2017).

Dentro de esta amalgama de territorios en los que no existe una línea extensa de investigación acerca de las ERNC, este trabajo se va a centrar en el caso de Chile ya que desde la última década se encuentra en un proceso ambicioso de conversión energética. Un ejemplo de esta conversión chilena es que la energía total generada por las ERNC en el año 2014 fue de 6.291 GWh/año mientras que en el año 2017 resultó ser de 11.908 GWh/año (Comisión Nacional de Energía, 2018), es decir, en sólo 4 años aumenta en un 89%. No obstante, aunque exista un incremento sustancial y relevante de la electricidad generada por las ERNC dista aún de países como, por ejemplo, España que llega a producir 64.636 Gwh/año (UNESA, 2016).

En el caso de Chile, se identifica como ERNC a las energías geotérmica, solar, eólica, marina, de biomasa y la minihidroeléctrica (menor a 20 MW) dejando fuera a la hidráulica de gran escala (Deloitte, 2016b).

Asimismo, en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático 2015 (COP21) se alcanza el denominado Acuerdo de París donde Chile y el resto de países firmantes se comprometen a reducir la emisión de GEI. Además, la conversión energética en Chile ha provocado una transición del carbón y gas natural a las ERNC, así, la energía generada por carbón y gas natural en el año 2016 constituyen el 21% cada una y la intención es de reducir ambas al 18% para el año 2022 (División Energías Renovables, 2017).

La intención del gobierno de Chile consiste en crear un modelo eficiente y a la vez competitivo. Es por ello que en el año 2015 se pone en marcha una estrategia ambiciosa a largo plazo para una conversión total del modelo energético. La estrategia Energía 2050 (Ministerio de Energía, 2015).

De acuerdo a la International Energy Agency (IEA) respecto a la Estrategia Energía 2050, el logro más importante del gobierno chileno ha sido desarrollar una política energética a largo plazo. Liderado por el Ministerio de Energía, esta transformación de política

energética ha envuelto a toda la nación a través de la consulta pública siendo culminada con la adopción final de la política energética nacional Energía 2050. El pueblo chileno fue consultado por primera vez en un ejercicio democrático convirtiéndose en un ejemplo extraordinario a nivel internacional para las consultas públicas en políticas energéticas (International Energy Agency, 2018).

Algunas de las propuestas de la estrategia Energía 2050 pasa por la consecución de una electricidad más barata a largo plazo, el perfeccionamiento del modelo net-billing, que consiste en el autoconsumo de energía solar y aquella energía que sobra, se vierte sobre la red eléctrica y viceversa, similar al modelo alemán. El programa de techos solares públicos PV o reducir la asimetría de información (División Energías Renovables, 2016).

Las organizaciones internacionales han puesto especial énfasis en medidas orientadas a fomentar la reducción de emisiones de GEI y desarrollar las ERNC. Las herramientas más utilizadas para incentivar el uso y desarrollo de las ERNC por la mayoría de países son: feed-in tariff, renewable portfolio standards (RPS), sistema de cuotas y el sistema de subastas (Romero, 2017).

Análisis y estudios sobre la realidad energética en Chile se han hecho diversos empezando por el propio gobierno y sus instituciones como el Ministerio de Energía o la Comisión Nacional de Energía que realizan un estudio periódico para ver la actualidad y el transcurso de sus políticas. Además, consultoras como Deloitte u organizaciones como GIZ (*Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit*) han hecho hincapié en el estudio de la matriz energética chilena, así como investigaciones por académicos, tanto chilenos como extranjeros.

Sin embargo, el proceso de transformación es constante y veloz y resulta difícil encontrar información actualizada si no es por la que ofrecen los medios oficiales. La mayoría de investigaciones que se pueden encontrar acerca de las ERNC en Chile tienen dos puntos difíciles a tratar: se desactualizan año tras año debido a los enormes cambios y no abarcan todo lo que representa la matriz energética, sino que se suelen centrar en aspectos concretos.

Es por ello que el elemento diferenciador de este trabajo es la actualización de la realidad energética en Chile, tratando más de cerca la estrategia Energía 2050, así como usando

datos actualizados y la generalización del trabajo para conocer desde los diferentes puntos cómo se abarca la introducción de las ERNC en Chile.

Así pues, el objetivo de este trabajo es analizar las estrategias, las políticas y tendencias de las ERNC en el marco chileno. Para ello se han recopilado diferentes datos procedentes de investigaciones, agencias internacionales y el propio gobierno para dicho país a partir del año 2000. De esta forma se obtienen los resultados para realizar una evaluación de si las políticas que está utilizando el gobierno de Chile son las correctas para una plena y efectiva consecución de la conversión energética ya que el uso e incentivo de una política u otra que fomente las ERNC tendrá efectos diversos.

Este trabajo se ha estructurado de la siguiente forma. Tras esta introducción, en la sección segunda se describe la base de datos y la metodología a utilizar en el trabajo. Luego, en la sección tercera se presentan los principales resultados alcanzados junto con la discusión de éstos. Estos resultados se dividen en diferentes puntos para conocer de una mejor manera la magnitud que representa la matriz energética chilena. En la sección cuarta se realiza la conclusión de los principales resultados que se pueden observar en este trabajo. Por último, se presenta la bibliografía que se ha utilizado siguiendo la normativa APA 6th Edition.

## **2. BASE DE DATOS Y METODOLOGIA**

Las ERNC en Chile son analizadas bajo un criterio de acuerdo a las dos últimas décadas debido a que son las más relevantes en cuanto a la expansión de las energías renovables.

Para ello, como primer paso se realiza una recopilación de datos recogidos de la IEA con el fin de crear una serie temporal 2000-2015.

Esta serie temporal recoge la evolución anual del PIB chileno (en mil millones de dólares), así como la producción de energía (Mtoe, millones de toneladas equivalente a petróleo) – energía primaria – y el consumo de electricidad (TWh) – energía secundaria. Además, debido al compromiso al que Chile se somete en el COP21, es interesante conocer los datos de la emisión de CO<sub>2</sub> para comprender el cumplimiento del compromiso y la relación con la evolución de las ERNC.

Asimismo, de acuerdo a la IEA en este estudio se tiene en cuenta el balance energético del país, recogiendo en la misma serie temporal, el balance de importaciones y exportaciones, además del total de producción para su posterior tratamiento de los datos. También, es importante desagregar la producción energética total y su conversión en electricidad (GWh) para conocer el peso que tiene las ERNC a lo largo de la serie temporal, incluyendo el año 2017 (debido a ser la última publicación de estos datos) así como la evolución del resto de energías.

Para ello, se recopilan los datos de Generación Bruta a través de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, SEC. Sin embargo, estos datos no se visualizan de la manera óptima para el desarrollo del trabajo y necesitan de un tratamiento para desagregar la energía producida de las minihidroeléctricas de la energía total de las hidroeléctricas, separando de ese modo las ERNC de las convencionales y conocer así la incidencia real de las ERNC.

Además, hay que considerar el consumo residencial de electricidad para conocer la realidad energética de la población chilena.

A través de los datos de la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile y de la *International Energy Agency* se realiza la creación de un cuadro normativo que reúna las características legislativas desde los precedentes energéticos legislativos hasta la actualidad para ver la repercusión del factor legislativo con la evolución de las ERNC.

Por ejemplo, el informe de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) sobre la Industria Energética ofrece datos sobre las instalaciones de generación ciudadana basada en ERNC que permite conocer el porcentaje de participación ciudadana existente a causa de la aprobación de la Ley 20.571.

Para seguir con la visión de la situación chilena se recogen los datos que proporciona el Centro de Innovación y Fomento de Energías Sustentables (CIFES) acerca de la velocidad del viento y la radiación solar en el territorio chileno con el fin de conseguir la optimización de los recursos naturales.

La inversión en ERNC es un elemento importante para su estudio por lo que se recoge diferentes datos sobre compañías que han invertido y las principales fuentes de financiación pública

En cuanto a la metodología, en este estudio se realiza un análisis descriptivo de la situación chilena para determinar si las estrategias, políticas y tendencias que adopta el gobierno chileno están cumpliendo las expectativas que se ponen de manifiesto en Energía 2050 y en el compromiso con el COP21 acerca de las ERNC.

Este análisis descriptivo parte del tratamiento de la base de datos. Se consideran diferentes factores que proporcionan información acerca de la realidad. Además, estos factores en su conjunto forman una amalgama que configura la matriz energética. Es importante destacar la evolución que pueden desarrollar estos escenarios debido a la acción de los diferentes agentes que interactúan en la sociedad chilena. Los factores que se deducen a partir de la información existente son: energético, demográfico, geográfico, legislativo, político y económico.

A partir del análisis de estos factores se estima el diseño político que alcanza la matriz energética dando lugar a una serie de evidencias que se ponen en confrontación con las medidas previstas por el gobierno con el fin de discernir el marco actual.

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Teniendo en cuenta la información recopilada a través de la base de datos y considerando los cambios que se producen en Chile desde el año 2000, la existencia de un proceso energético es un hecho. Los resultados se consagran como el contenido de la labor de investigación que permite comprender la dimensión de este trabajo.

Para analizar el impacto de las ERNC en Chile se distinguen los diferentes factores ya mencionados en el apartado de Metodología. La elección de estos factores no se debe a la simple idea de la casuística, sino que existe una motivación detrás de ellos. La razón de la elección de estos factores corresponde a los datos que arroja la bibliografía existente acerca de las ERNC.

A partir de la información que se recoge es posible discernir el proceso energético en estos diferentes componentes que forman el escenario único. De esta manera, el factor energético proporciona conocimientos sobre la producción energética en Chile, su matriz, la incidencia de las ERNC a lo largo de los años, el impacto de la emisión de CO<sub>2</sub> y el balance energético.

El factor geográfico muestra la composición territorial del sistema eléctrico chileno y los diferentes territorios de optimización de radiación solar y viento que dan lugar a un mayor rendimiento energético

Tras el factor geográfico, es importante conocer los aspectos demográficos de Chile con el fin de conocer la distribución de su población, el consumo eléctrico residencial y el pensamiento del pueblo chileno acerca de la introducción de las ERNC para entender el impacto de éstas en la sociedad chilena.

Es relevante considerar los efectos de la legislación sobre las ERNC ya que el factor legislativo ayuda a conocer la relación que existe entre la legislación y la promoción de ERNC en el país. Por otro lado, para que exista una legislación fuerte, es necesario que la política lo acompañe.

Por último, el factor económico muestra las consecuencias acerca de la financiación y las diferentes vías de cooperación empresarial para potenciar las ERNC.

El resultado de la acción conjunta de estos factores construye la realidad energética de las ERNC en Chile.

### 3.1 Producción Energética

La producción energética de Chile es el elemento más importante para conocer su realidad energética y llegar a entender los motivos del cambio de la matriz energética con el fin de ver la incursión de las ERNC en la nueva matriz.

Para ello, es necesario conocer la producción energética del país, así como la producción de electricidad desagregada en los diferentes componentes y el consumo de electricidad en una serie temporal que va desde el año 2000 al año 2015.

Tabla [1]: Producción energética en Mtoe y consumo eléctrico en TWh del 2000 al 2015.

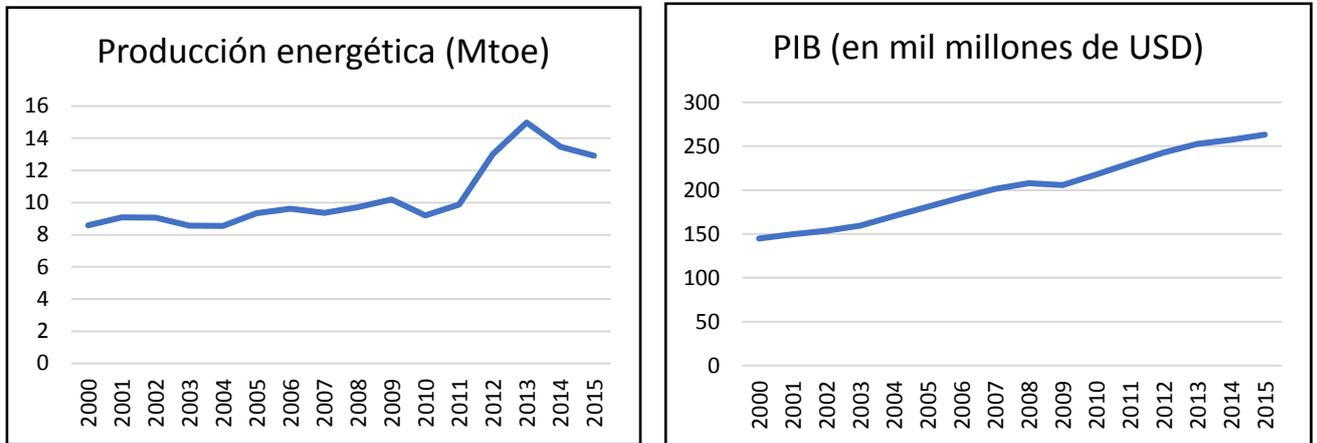
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Producción energética (Mtoe)	8,58	9,08	9,07	8,56	8,55	9,34	9,62	9,37	9,73	10,2	9,21	9,88	13,02	14,98	13,48	12,91
Consumo Eléctrico (TWh)	38,35	40,79	45,79	45,93	49,08	50,1	52,7	55,2	55,78	55,67	56,43	61,76	66,25	68,18	67,2	71,68

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la IEA.

La Tabla 1 muestra que desde el año 2000 la producción energética total de Chile se ha incrementado en un 50%, esta evolución va acompañada de un incremento del PIB ya que

existe una relación estrecha entre ambas; a mayor PIB, mayor crecimiento económico, mejora de la estructura económica y crece la necesidad de nuevas infraestructuras energéticas para abastecerlo.

Gráfico [1]: Comparativa producción energética en Mtoe y PIB en mil millones de USD.

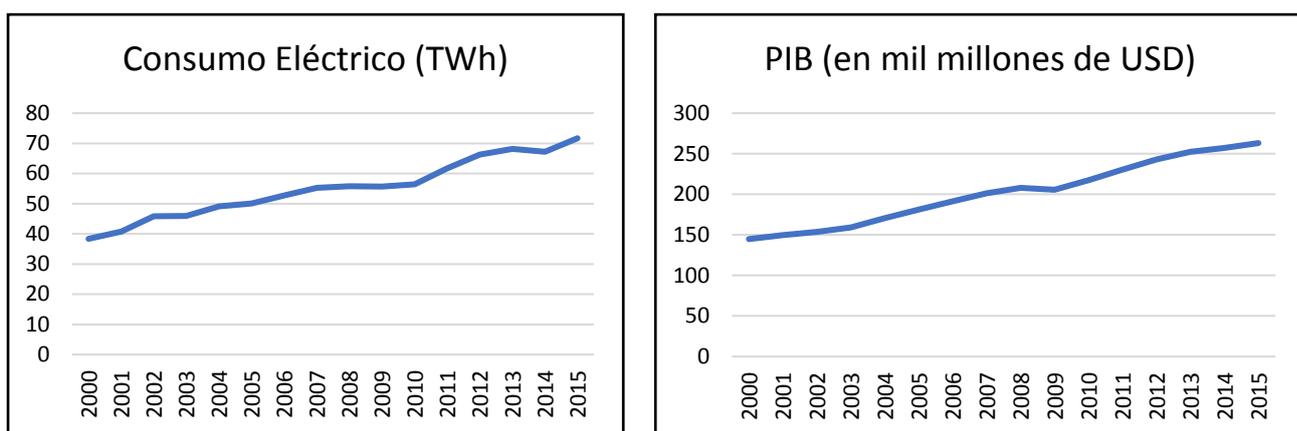


Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la IEA.

En el Gráfico 1 se observa que la tendencia de este período es el incremento de la producción energética que viene a formar la matriz primaria de energía. Si se quiere obtener un análisis más detallado de la incidencia de las ERNC hay que observar el consumo eléctrico en el país y contemplar si sigue en la misma parsimonia que la producción energética.

Es importante un análisis de la matriz energética primaria para conocer su composición y saber qué se quiere aumentar o reducir, según la agenda estratégica de energía. En el caso de Chile, la matriz primaria contiene una alta dependencia de los combustibles fósiles aunque, conforme los años, disminuye su participación, especialmente la del petróleo (Deloitte, 2016a). De acuerdo con la Tabla 1, el consumo eléctrico también sigue la misma tendencia y tiene un incremento acuciado. Como se observa en la Gráfica 2, guarda una relación de evolución cuasi idéntica con la evolución del PIB chileno.

Gráfico [2]: Comparativa del consumo eléctrico en TWh y PIB en mil millones de USD.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la IEA.

Comparando la evolución del Gráfico 2 puede distinguirse que el incremento de consumo eléctrico va más ligado a la evolución del PIB que al incremento de la producción energética. De cualquier manera, lo más importante a destacar en este triángulo entre producción energética, consumo eléctrico y PIB es su tendencia creciente que indica el empeño de Chile a mejorar su infraestructura energética para aumentar la autoproducción.

Sin embargo, hay que tener en cuenta cuál es el porcentaje de ERNC del total de consumo eléctrico que se utiliza en la matriz secundaria chilena. La Tabla 2 muestra los datos desagregados de electricidad según las distintas fuentes en la serie temporal 2000-2016.

Tabla [2]: Producción de electricidad desagregada en GWh para el año 2000-2015

Electricidad (GWh)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Biomasa	616,54	386,95	373,61	432,20	646,36	516,88	570,19	744,39	884,07	966,31	841,38	887,66	1.828,18	2.256,54	2.715,29	2.383,66	2.642,54
Carbón	5.304,51	3.692,80	3.560,94	3.746,80	7.783,01	5.598,42	8.900,15	11.715,72	12.295,17	12.789,51	16.088,56	21.134,42	26.250,49	31.052,69	28.363,01	28.114,34	31.959,34
Carbón + Petcoke	4.123,72	2.579,34	3.340,36	3.036,00	1.620,70	3.217,99	3.195,50	3.000,50	2.990,39	2.946,26	1.482,72	349,13	607,08	495,45	529,76	508,24	497,11
Cogeneración	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25,03	120,66	122,23	133,91	131,14
Eólica	-	-	-	-	-	-	-	2,81	30,58	70,88	325,26	324,01	382,71	539,05	1.411,30	2.079,89	2.251,72
Fuel Oil	75,61	42,75	11,64	12,15	24,31	56,59	51,55	561,29	490,76	332,28	280,18	274,27	216,20	349,21	208,24	71,02	125,34
Gas Natural	9.948,85	12.728,64	12.440,22	15.955,75	17.507,91	14.651,27	12.230,47	5.821,61	2.938,24	3.958,18	5.122,31	4.218,06	2.355,89	1.628,75	2.018,08	2.591,33	1.814,71
GNL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	979,53	6.232,54	9.935,33	10.100,70	9.628,63	8.009,49	8.501,26	10.172,15
Hidráulica Embalse	10.867,98	12.577,88	12.956,18	12.336,30	12.065,65	16.366,75	18.365,54	12.877,96	13.871,63	14.427,62	11.759,29	11.415,28	10.658,52	9.544,73	11.791,56	11.615,53	7.943,56
Hidráulica Pasada	7.241,86	8.069,30	9.099,79	9.067,79	8.527,48	8.645,34	9.256,44	8.905,16	9.630,27	9.328,24	8.684,45	8.169,66	8.252,95	8.630,12	10.012,18	10.676,50	9.810,86
Petróleo Diesel	212,54	47,97	16,88	7,62	60,49	1.087,52	442,53	11.804,71	13.076,42	9.952,66	6.513,73	4.079,61	3.608,70	2.437,02	2.542,28	2.081,52	1.764,19
Petróleo Diesel + Fuel Oil	11,55	0,31	0,32	0,53	57,15	8,42	43,91	42,61	31,32	92,35	115,33	69,91	48,44	20,89	8,74	8,46	0,16
Solar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,34	6,76	458,71	1.360,10	2.550,26
Geotérmica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Minihidro	397,99	411,17	467,95	460,21	295,61	423,25	445,26	443,69	652,36	800,64	810,99	1.038,33	1.211,61	1.339,15	1.706,55	1.573,23	1.691,07
<b>Total Producción</b>	<b>38.801,15</b>	<b>40.537,11</b>	<b>42.267,89</b>	<b>45.055,35</b>	<b>48.588,67</b>	<b>50.572,43</b>	<b>53.501,54</b>	<b>55.920,45</b>	<b>56.891,21</b>	<b>56.644,46</b>	<b>58.256,74</b>	<b>61.895,67</b>	<b>65.546,84</b>	<b>68.049,65</b>	<b>69.897,42</b>	<b>71.698,99</b>	<b>73.354,15</b>
<b>Total ERNC</b>	<b>1.014,53</b>	<b>798,12</b>	<b>841,56</b>	<b>892,41</b>	<b>941,97</b>	<b>940,13</b>	<b>1.015,45</b>	<b>1.190,89</b>	<b>1.567,01</b>	<b>1.837,83</b>	<b>1.977,63</b>	<b>2.250,00</b>	<b>3.422,84</b>	<b>4.141,50</b>	<b>6.291,85</b>	<b>7.396,88</b>	<b>9.135,59</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la SEC.

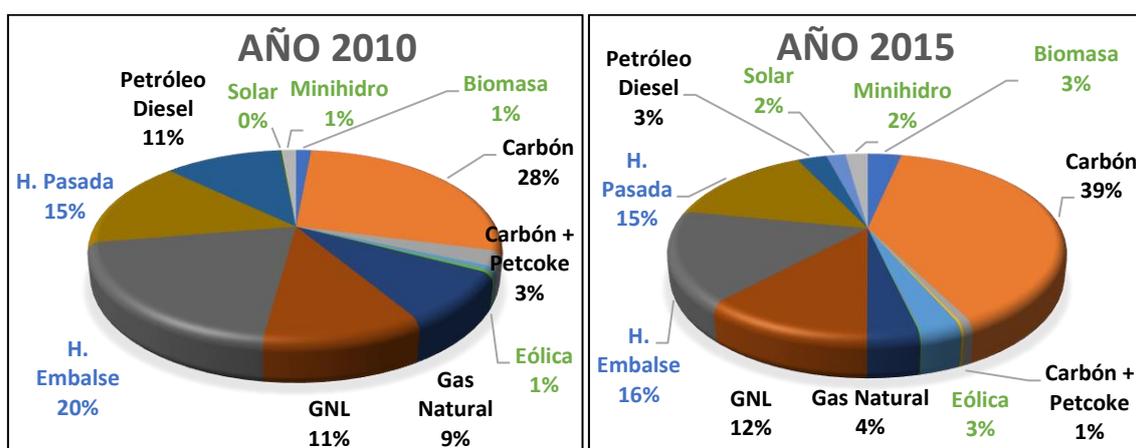
En la Tabla 2 se observa de color verde las ERNC. No se incluyen en esta categoría la energía hidroeléctrica porque según diferentes estudios, tienen un impacto medioambiental negativo (Deloitte, 2016b), a pesar de ser una energía renovable. La Tabla 2 arroja datos que permiten analizar la producción de matriz secundaria sobre electricidad en Chile y vislumbrar la trayectoria de las ERNC desde el año 2000.

Hay que tener en cuenta que, aunque el uso de las ERNC va implementándose en la generación eléctrica de Chile - siendo su incremento del 855% -, el uso del carbón también aumenta en un 230% durante la serie temporal.

Se muestra que las dos primeras fuentes ERNC en Chile son la biomasa y las minihidroeléctricas. Desde el año 2000 ya existía una generación de electricidad de éstas. Sin embargo, hasta el año 2007 no se comienza a ver nuevas fuentes ERNC como la eólica a causa del escaso desarrollo de esta o, por ejemplo, hasta el año 2012 no existía la generación por medio de plantas solares.

La Tabla 2 vislumbra una división de dos etapas en cuanto a las ERNC; una primera etapa comprendida desde el año 2000 hasta el año 2010 donde la participación de las ERNC en la totalidad de la producción gira en torno al 2,5% y una segunda etapa que va desde el año 2010 hasta la actualidad donde se observa el desarrollo de las ERNC promovido por las diferentes políticas de actuación.

Gráfico [3]: Comparativa de producción de electricidad años 2010 y 2015 en porcentaje sobre 100 del total.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la SEC.

El Gráfico 3 muestra de manera evidente la diferencia entre las dos etapas. Mientras que en el año 2010 la matriz ERNC compone únicamente el 3% de la totalidad de la producción de electricidad. En el año 2015, la matriz ERNC supone el 10% de la totalidad. Por ejemplo, la producción eléctrica generada por la energía eólica y solar ha crecido de niveles insignificantes hasta llegar a ser el 5% del total generado gracias a la construcción de nuevas centrales generadoras y a la puesta en marcha de políticas de inversión (Ministerio de Energía, 2014).

A partir del año 2010 comienza la visibilidad de las ERNC en Chile, que hasta entonces era algo anecdótico. A partir de la implantación de la estrategia Energía 2050, en el año 2017, según datos de la Comisión Nacional de Energía, las ERNC alcanza un peso del 16,07%. Este considerable aumento supone un éxito a corto plazo de las políticas de incentivos a las ERNC ya que desde el año 2010 ha pasado a ser de un 3% al ya mencionado 16,07% en tan solo 7 años.

A modo de contraste con el período 2000-2015, se recogen los datos del año 2017 para atestiguar la tendencia del período y conocer la perspectiva actual y futura de las ERNC. La Tabla 3 muestra los últimos datos existentes sobre la producción de electricidad desagregada.

Tabla [3]: Producción electricidad desagregada en GWh en el año 2017.

<b>Tecnología</b>	<b>GWh</b>	<b>%</b>
Biomasa	2.455,93	3,31%
Carbón	28.971,06	39,08%
Carbón + Petcoke	436,01	0,59%
Cogeneración	136,93	0,18%
Eólica	3.506,88	4,73%
Fuel Oil	50,79	0,07%
Gas Natural	1.942,59	2,62%
GNL	10.115,55	13,64%
Hidráulica Embalse	9.445,06	12,74%
Hidráulica Pasada	10.336,65	13,94%
Petróleo Diesel	792,52	1,07%
Petróleo Diesel + Fuel Oil	0,53	0,00%
Solar	3.895,95	5,26%
Geotérmica	63,79	0,09%
Minihidro	1.985,95	2,68%
<b>Total</b>	<b>74.136,17</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la SEC.

En la Tabla 3 se observa la tendencia alcista de dos fuentes principales ERNC: la energía solar y la energía eólica. Si se compara con la Tabla 2, se percibe que estas dos fuentes tienen una presencia cuasi nula a excepción de los últimos años.

El motivo principal del aumento en el último año se debe a dos causas importantes: el elevado desarrollo de este tipo de energías a escala internacional en los últimos años y los enclaves geográficos del territorio chileno que facilitan la inversión gracias a la rentabilidad que ofrece el territorio. Destaca también que el año 2017 es el primer año donde se comienza a ver resultados a través de la tecnología geotérmica.

Hay que tener en cuenta que, a pesar del aumento considerable de las ERNC, hay que mencionar el empleo elevado del carbón que contradice el compromiso de Chile con el COP21 en los que uno de los objetivos principales de tal compromiso consiste en la reducción de éste. El hecho de que aún exista un uso elevado del carbón muestra una clara y elevada dependencia de los combustibles fósiles para la producción de electricidad. Chile tiene una matriz secundaria dependiente de los combustibles fósiles y observando la Tabla 3 componen más de la mitad de la producción total.

Esta dependencia de los combustibles fósiles, no sólo al carbón, sino también al gas y al petróleo – este último tiende a reducirse en los últimos años de acuerdo a la Tabla 2, aunque en términos de porcentaje es relativamente idéntico debido principalmente a la escasez de petróleo en Chile y la búsqueda de otras alternativas – provoca una paradoja en la situación chilena.

A la par que aumenta la economía chilena, aumenta el consumo de electricidad y el uso de combustibles fósiles para abastecer a la industria, uno de los propósitos que debiera tomar el gobierno es revertir la situación reinvertiendo en una mejora de las infraestructuras energéticas renovables con el fin de cumplir con el compromiso del COP21 y lograr la realización del desacoplamiento energético, es decir, conseguir un aumento del crecimiento y consumo energético sin tener que incidir en el aumento de combustibles fósiles.

Tabla [4]: Emisiones de CO<sub>2</sub> en Mtoe

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Emisión CO <sub>2</sub> (Mt)	48,61	46,66	47,41	48,6	53,33	54,42	55,66	63,06	66,51	64,19	68,59	75,3	77,22	85,02	75,8	81,65

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la IEA.

La Tabla 4 muestra la emisión de CO<sub>2</sub> en Chile. Se puede apreciar si se observa la tabla el aumento de emisión a causa de la mayor utilización de combustibles fósiles. Como se ha dicho anteriormente una de las causas por la que se aumenta la utilización de combustibles fósiles es debido al proceso de crecimiento económico de Chile en este período.

El problema radica en la falta de compromiso de Chile al contemplar el aumento de la emisión de CO<sub>2</sub>, sin embargo, entre el período 2000-2008 hay un aumento del 36,22%, mientras que en el período 2008-2015 el aumento es del 22,76% por lo que existe una tendencia que disminuye el elevado crecimiento de las emisiones. No obstante, esta disminución del crecimiento es insuficiente.

### 3.1.1 Balance energético

La producción energética nacional no es suficiente para conocer la realidad energética que vive Chile. Hay que tener en cuenta que Chile depende ampliamente del mercado energético que tiene con sus países vecinos.

Una vez analizada la matriz energética de Chile, hay que observar la relevancia de ésta a través del balance energético global para conocer la situación de las ERNC en términos generales. La Tabla 5 muestra este balance expresando la producción energética de Chile, así como las importaciones, exportaciones y el total. Las variables están expresadas en miles de toneladas equivalentes de petróleo

Tabla [5]: Balance energético en Ktoe.

Balance (Ktoe en valor a una base calorífica neta)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Producción	8580	9078	9074	8563	8553	9337	9621	9370	9727	10199	9212	9881	13018	14979	13476	12905
Importaciones	18632	18032	18683	20112	22201	22241	23537	25105	23362	21862	22923	25450	25850	26816	24941	25066
Exportaciones	-889	-1278	-1019	-1684	-1485	-1748	-2003	-1245	-1296	-1122	-627	-632	-874	-1604	-2146	-1078
Total	26323	25832	26738	26991	29269	29830	31155	33230	31793	30939	31508	34699	37994	40191	36271	36893

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la IEA.

Se puede observar que Chile depende en gran parte de las importaciones de energía ya que la producción nacional de energía es alrededor de un tercio (35%) del total de la matriz primaria energética en el año 2015.

Como se aprecia en la Tabla 5, la tendencia es cuasi idéntica en toda la serie temporal. Durante todos los años de la serie temporal ha existido una dependencia que gira en torno al 70% de la producción total de energía, la necesidad de importar energía es un elemento clave y obligatorio para abastecer las necesidades, además, es importante señalar que durante todos estos años ha existido un crecimiento económico elevado (alrededor del 81%) lo que implica una mayor demanda de energía, sin embargo, la tendencia es similar ya que a la par que crece el número de importación anual, también crece la producción de energía nacional de la matriz primaria.

El problema radica en que Chile es un país con una dependencia elevada a los mercados exteriores para la generación de energía, debido a que su matriz energética primaria se ha basado en combustibles fósiles. Esta dependencia por el mercado exterior hace que Chile sea un país delicado a las fluctuaciones de los precios de la energía que puede llegar a afectar al desarrollo de la economía chilena.

Del total de combustibles fósiles de la matriz primaria, un 88% proviene de importaciones: 95% del petróleo, 83% del Carbón y 81% del Gas natural son importados (Deloitte, 2016a). Una de las consecuencias de esta dependencia energética hacia el mercado internacional es el elevado precio de la energía debido a la destacada importancia de los combustibles fósiles (International Energy Agency, 2018).

Otra gran consecuencia de tener una dependencia hacia el mercado internacional es la existencia de posibles amenazas que afectan a la matriz energética chilena. Un ejemplo de amenaza que acabó convirtiéndose en realidad es el caso del Gas Natural de Argentina que cortó el suministro de Gas Natural a Chile provocando un déficit y un grave problema al mercado energético chileno (Huneus, 2007).

### **3.2 Factores geográficos**

Los factores geográficos ayudan a conocer los límites y oportunidades que ofrece el territorio chileno para el desarrollo de las ERNC.

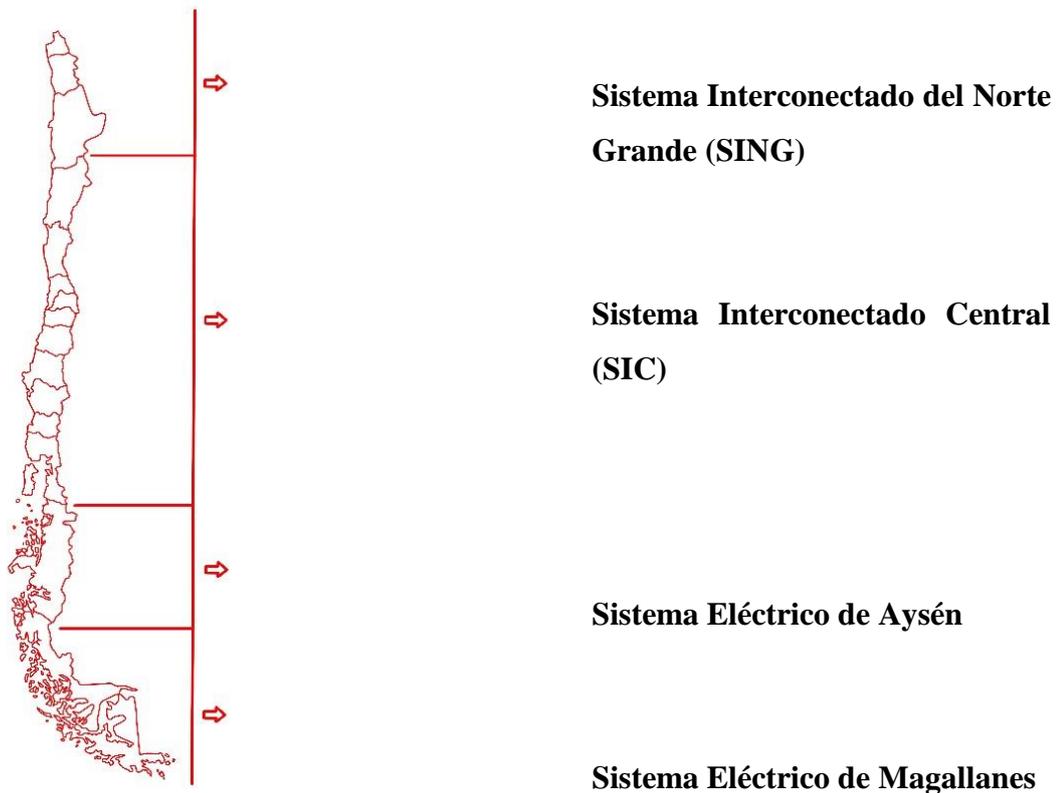
El sistema eléctrico chileno ha experimentado un profundo cambio a partir de las nuevas políticas de la Agenda de Energía.

Hasta el 2017, el sistema eléctrico se encontraba dividido en cuatro sistemas de interconexión, los cuales, se delimitan por factores geográficos. Estos sistemas se

encargaban de enlazar la matriz primaria – centrales y generadores de energía – con la matriz secundaria y se encontraban aislados el uno del otro por lo que su actuación era de manera autónoma.

Los cuatro sistemas que dividía el territorio chileno son:

Mapa [1] Sistema Eléctrico de Chile



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Energía.

Los sistemas más importantes son el SIC y SING que abarcaban alrededor del 95% de la producción energética (Energía, 2018). El 5% restante se encontraría en el Sistema Eléctrico de Aysén y el Sistema Eléctrico de Magallanes por lo que se suponen irrelevantes para el estudio de la matriz energética chilena. La concentración del 95% de la producción energética en el SIC y el SING corresponde, además, con la concentración económica y de la mayoría de población chilena.

El hecho de que ambos sistemas sean los más destacables y limítrofes motivó al gobierno de Bachelet de producir su unificación a través de la interconexión entre ambos sistemas. Esta unificación se realiza definitivamente a finales de Noviembre del año 2017 (Energía, 2018) convirtiéndose en el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) y supone el abaratamiento de los precios de la energía y un aprovechamiento eficiente de los recursos energéticos.

Según la Comisión Nacional de Energía, la interconexión permite también la posibilidad de exprimir la producción energética procedentes de las ERNC difundiendo por el país. A través de los datos de meteorología se aprecia que las zonas de mayor optimalidad energética se concentran, en su mayoría, en zonas del territorio que cubre el SIC.

Otro punto de las políticas de la Agenda de Energía es el aumento de las ERNC en Chile. Las condiciones geográficas de Chile son de un enorme potencial para aprovechar el desarrollo de las ERNC. Sin embargo, hay que tener en cuenta la geografía chilena para alcanzar la máxima optimización.

Para ello, es necesario un estudio previo que permita el conocimiento de las mejores zonas para aprovechar al máximo la energía eólica y solar pudiendo sacar el máximo rendimiento posible al menor coste. Los resultados de este estudio muestran zonas claramente diferenciadas para la creación de centrales energéticas. Por ejemplo, en el norte se reúne la principal actividad de Chile, la minería que converge con el desierto de Atacama, lugar donde hay más radiación solar de Chile.

Otro elemento importante es la alta actividad volcánica del territorio chileno. Sin embargo, el elevado coste de inversión y la falta de información respecto a las fuentes provoca serias dificultades para su implantación.

### 3.2.1 Energía Solar

Según el Centro de Investigación y Fomento de Energías Sustentables (CIFES), el potencial bruto es de 100.000 MW en energía solar (Ortega, Escobar, Colle, & Abreu, 2010).

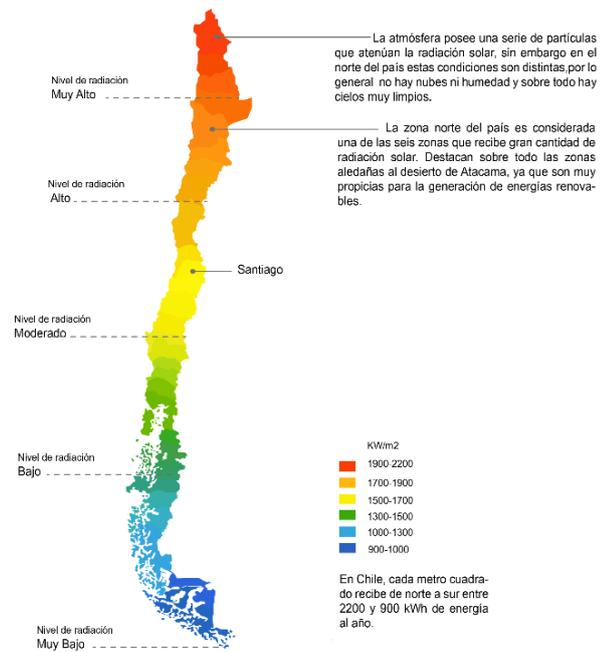
Chile, además, cuenta con una de las

mejores zonas del mundo donde hay radiación solar: el desierto de Atacama (Ortega et al., 2010). Este desierto se caracteriza por su extensión lo que le hace beneficioso para la construcción de centrales solares.

Por ejemplo, la compañía Abengoa ha invertido más de 3400 millones de \$ en la construcción de la torre solar “Atacama I” que genera alrededor de 110 MW y opera durante todos los días del año (Munguia, 2016).

A través de los datos de radiación solar del CIFES es posible elaborar un mapa sobre la incidencia de la radiación solar en el país.

Mapa [2]: Radiación solar



Fuente: Escuela de Arquitectura PUVU.

Este mapa representa la diferencia de radiación solar existente en el país chileno. La parte norte correspondiente al SING es donde existe la mayor radiación solar, aunque también es compartido con el SIC. El SIC es el sistema eléctrico más extenso por lo que ocupa la mayor parte del territorio chileno. Mientras que la radiación solar es alta en el SING, en el SIC la radiación solar comienza a descender de manera paulatina hasta llegar al sur de Chile.

Con el sistema eléctrico antiguo, existía una dificultad para desplazar la energía solar – abundante en la zona norte SING – al resto de Chile. Sin embargo, la interconexión entre ambos sistemas creada a finales de Noviembre de 2017 facilita la difusión de energía solar de las zonas más abundantes a las que no.

### 3.2.2 Energía Eólica

El siguiente mapa muestra la velocidad del viento en el territorio chileno.

El primer resultado que se aprecia es la distribución

Mapa [3]: Velocidad del viento

que posee. Aquellos territorios donde existen una mayor velocidad del viento son donde hay una menor radiación solar, es decir, parece que el viento juega un papel inverso al de la radiación solar en la distribución del territorio chileno.



El sur de Chile es donde existe una mayor velocidad del viento, por lo tanto, es donde habría una mayor generación de energía eólica. No obstante, el principal problema es que no existe una gran infraestructura eólica construida en esta zona por ser un territorio con una densidad de población muy baja.

En definitiva, las grandes infraestructuras energéticas se construyen en el punto de encuentro entre el SIC y el SING,

Fuente: Deloitte

ya que podría considerarse como un óptimo de Pareto al ser el lugar donde mayor servicio puede proveer a la sociedad y a su vez conseguir un buen aprovechamiento del terreno que favorezca a las ERNC.

### 3.3 Factores demográficos

Los resultados de los factores demográficos posibilitan el análisis de la población humana, su estructura y la dinámica de sus acciones en relación al desarrollo de las ERNC en Chile (de Juana, 2003).

Tabla [6]: Población en millones y su variación.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Población (millones)	15,4	15,57	15,75	15,92	16,09	16,28	16,43	16,6	16,76	16,93	17,09	17,27	17,45	17,64	17,84	18,05
T.Variación (%)	0%	1,10%	1,16%	1,08%	1,07%	1,18%	0,92%	1,03%	0,96%	1,01%	0,95%	1,05%	1,04%	1,09%	1,13%	1,18%
T.Var sobre 2000	0%	1,10%	2,27%	3,38%	4,48%	5,71%	6,69%	7,79%	8,83%	9,94%	10,97%	12,14%	13,31%	14,55%	15,84%	17,21%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la IEA.

Chile cuenta en el año 2015 con una población de 18,05 millones. Su población ha variado desde el año 2000 en un 17,21%. La tendencia de la población chilena es alcista como puede apreciarse en la siguiente gráfica que refleja la evolución de la población lo que implica un aumento del consumo energético.

La siguiente tabla muestra el consumo final residencial de electricidad en GWh desde el año 2000 hasta el año 2015.

Tabla [7]: Consumo residencial en GWh y su variación.

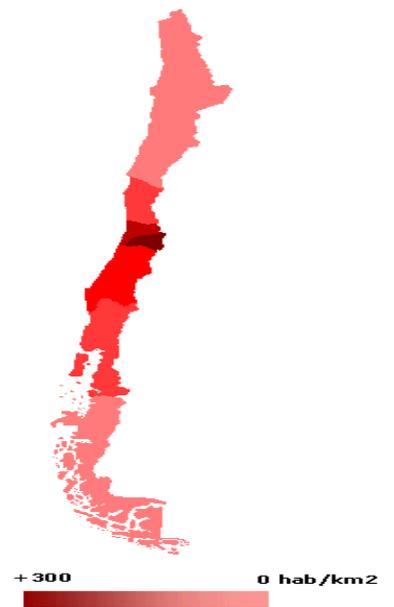
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Consumo Residencial (Gwh)	6181	6907	7162	7340	7834	8284	8546	8902	8749	8901	9358	9549	10152	10868	11372	11755
T.Variación (%)	0%	11,75%	3,69%	2,49%	6,73%	5,74%	3,16%	4,17%	-1,72%	1,74%	5,13%	2,04%	6,31%	7,05%	4,64%	3,37%
T.Var sobre 2000	0%	11,75%	15,87%	18,75%	26,74%	34,02%	38,26%	44,02%	41,55%	44,01%	51,40%	54,49%	64,25%	75,83%	83,98%	90,18%

Fuente: Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la IEA.

Se puede ver como casi duplica la cantidad de consumo final, debido al aumento considerable de la población y al mayor uso de tecnologías en los últimos años ya que las nuevas tecnologías necesitan de un mayor consumo eléctrico para abastecerse. Comparando ambas series temporales se llega a valorar la misma tendencia alcista guardando una relación, aunque el crecimiento es mayor en cuanto al consumo eléctrico, debido al factor tecnológico. La población no está distribuida de la misma manera por todo el territorio chileno, sino que se concentra principalmente en la costa centro de Chile como se aprecia en este mapa que se ha elaborado.

La distribución de la población puede implicar ciertos problemas a la hora de elaborar la estrategia de la Agenda de Energía para llevar a cabo la construcción de centrales energéticas y proveer de electricidad a la sociedad, sin embargo, el 99.6% de la población chilena tiene acceso a la electricidad (Deloitte, 2016a). El 0.04% restante es una pequeña parte de comunidades indígenas desabastecidas que se encuentran aisladas tanto geográfica- como culturalmente (Rodrigo Romero, 2015) por lo que puede decirse que existe un acceso universal a la matriz secundaria energética.

Mapa [4]: Densidad.



Fuente: INE Chile.

No obstante, aunque exista un acceso universal a la electricidad, en los últimos años ha crecido la polémica sobre la construcción de diferentes centrales energéticas a causa del posible impacto socio-ambiental que puede tener, además de una falta de participación de las comunidades generando conflictos en los proyectos energéticos.

Esta serie de conflictos ha provocado la suspensión de varios proyectos energéticos ligados a las ERNC debido a la judicialización – discusión por la incompatibilidad en el uso del territorio – o a la oposición ciudadana:

Tabla [8]: Proyectos ERNC paralizados.

Nombre	Características	Año paralización	Motivo	Inversión
Parque Eólico Chiloé	112 MW	2012	Judicialización	250 Millones \$
ERNC Tagua Tagua	35 MW	2012	Regulación Ambiental	95 Millones \$
Parque Eólico Pacífico	40 MW	2012	Regulación Ambiental	80 Millones \$
Parque Eólico Negrete	35 MW	2014	Judicialización	70 Millones \$

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Deloitte 2016.

Si bien ha existido cierta oposición ciudadana en varios proyectos energéticos, no ha sido un impedimento para que exista un consenso general por parte de la sociedad chilena para la aprobación de la gran Estrategia 2050. Según la IEA, este proceso se ha desarrollado a escala nacional mediante una consulta pública culminando con la adopción de la Estrategia 2050 (International Energy Agency, 2018).

### 3.4 Factores legislativos

La legislación supone un componente significativo y sustancial para el desarrollo de las ERNC en Chile. Gracias a la legislación y su supervisión en el Congreso Nacional de Chile, el Estado se compromete al cumplimiento de una legislación que favorezca el uso de las ERNC, así como legislar para restringir el uso de energías que puedan contaminar a través de, por ejemplo, sanciones (OECD, 2015).

Además, en términos de energía Chile lidera la trayectoria global de reformas del mercado, bien reestructurando las subastas de los proveedores de energía o estableciendo tasas a la emisión de CO<sub>2</sub> (Blazquez, Fuentes-Bracamontes, Bollino, & Nezamuddin, 2018).

#### *3.4.1 Precedentes legislativos*

Aunque no tiene que ver con las ERNC, sino que atañe a la legislación de la energía en general, es importante observar los precedentes para conocer la transformación legislativa de Chile concorde a la modernización como país y con intención de incorporar las ERNC en la legislación.

El marco del sector eléctrico de Chile se organiza a través de la Ley General de Servicios Eléctricos a través del Decreto de Fuerza de Ley en 1982 que modeliza los servicios eléctricos siguiendo de ejemplo el Reino Unido. La ley recogía la generación, la transmisión y distribución como actividades separadas y preparaba la operación de los sistemas que coordinan las operaciones de los generadores competitivos (International Energy Agency, 2018).

Además, la Constitución estipula que el estado tiene el dominio absoluto, exclusivo e inalienable sobre los depósitos de hidrocarburos. También se crea la Ley de Servicio de Gas (Ley 1.089) que regula el mercado del gas y en la actualidad, permite a las compañías poner sus tarifas (Congreso Nacional de Chile, 1975), de acuerdo a un límite de máximo beneficio según la Ley 20.999 (International Energy Agency, 2018).

En 1991, se crea la Ley 19.030 que forma el Fondo de Estabilización de Precios del Petróleo cuyo objetivo principal es evitar la variación de precios del Petróleo debido a las variaciones en el mercado internacional (Congreso Nacional de Chile, 1991). Más adelante, en el año 2000 aparece la primera ley sobre energía renovable, en concreto sobre la energía geotérmica. La Ley 19.657 se crea con el fin de regular las concesiones y licitaciones para la exploración y explotación de ésta (Congreso Nacional de Chile, 2000a) y la Ley 19.674 cuyo fin es regular los cobros asociados al suministro eléctrico que no están sujetos a precio fijo (Congreso Nacional de Chile, 2000).

### 3.4.2 Referentes legislativos sobre las ERNC

Respecto a la legislación referida sobre las ERNC, comienza a tener repercusión en el año 2004 con la denominada Ley Corta I o Ley 19.940 la cual tiene como objetivo regular los Sistemas de Transporte de Energía Eléctrica y modernizar las tarifas en la transmisión ofreciendo un trato igualitario a las ERNC con una apertura del mercado a pequeños generadores y garantizando el acceso a la red de distribución (Congreso Nacional de Chile, 2004). La Ley Corta I, además, pudo solucionar los problemas de transporte de energía que existía hasta entonces (Bustos Yáñez, 2017).

A continuación, en el año 2005 se crea la Ley Corta II (Ley 20.018) que modifica el marco normativo del sector eléctrico. Esta Ley regula los contratos de suministro y reserva un 5% de los bloques de licitación para las energías renovables (Congreso Nacional de Chile, 2005). Esta ley fue modificada por última vez en 2015 con el fin de mejorar las condiciones competitivas en la generación de actividades.

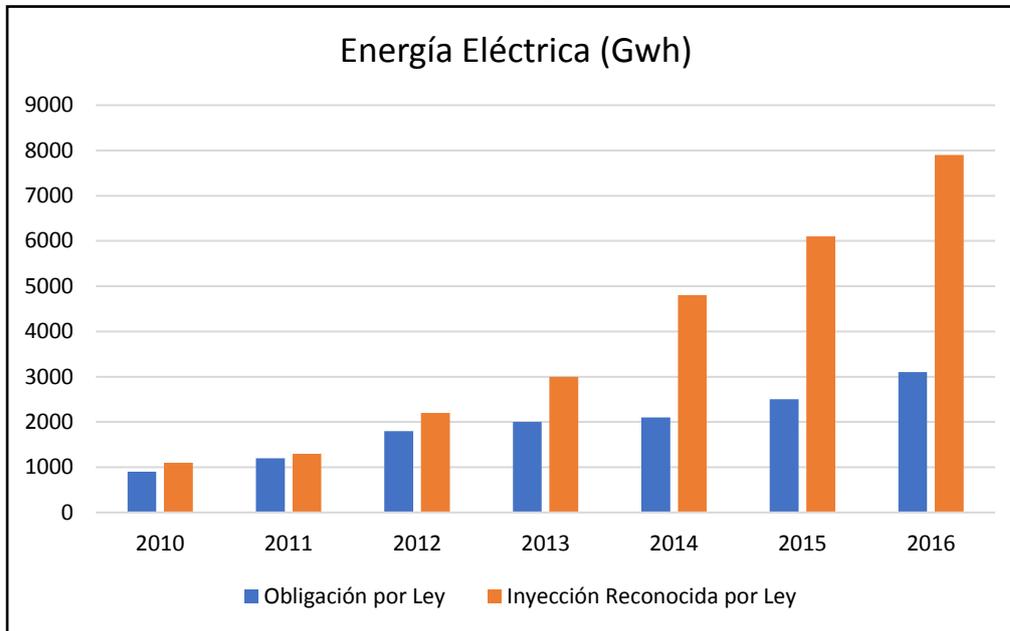
Las Leyes Corta I y II supusieron en Chile el deseo de un viraje en la política energética. Ambas leyes pretenden ayudar a que las ERNC formen parte de la matriz energética chilena, asimismo, la aprobación de estas leyes fueron secundadas y aprobadas por diferentes partidos políticos chilenos (Romero, 2017).

En el año 2007 se formula Ley 20.220 que mejora el marco legal con objeto de resguardar la seguridad del suministro a los clientes regulados y la suficiencia de los sistemas eléctricos (Congreso Nacional de Chile, 2007).

En el año 2008 entra en vigencia el primer marco regulador que promueve las ERNC a través de la Ley 20.257. Esta Ley tiene una gran relevancia en la generación de ERNC en Chile ya que introduce modificaciones a la ley general de servicios eléctricos en cuanto a generación de energía eléctrica con ERNC (Congreso Nacional de Chile, 2008). Esta Ley tiene como base asentar el objetivo de cumplir con los requerimientos energéticos futuros desarrollando fuentes de generación eléctrica ERC (International Energy Agency, 2018). Esta Ley fue importante porque supone la primera instalación ERNC en Chile con la promulgación de ésta. Mediante esta Ley se estableció que las empresas generadoras con capacidad superior a 200 MW deben justificar que una cantidad de energía equivalente al 10% de sus suministros anuales sean inyectados a través de generación

renovables no convencionales. La cantidad irá aumentando de manera gradual desde el 5% en el año 2010 hasta el 10% en el año 2025 (Dizon, 2017).

Gráfico [6]: Evolución ERNC desde la Ley 20.257.



Fuente: Elaboración propia a partir de la Comisión Nacional de Energía.

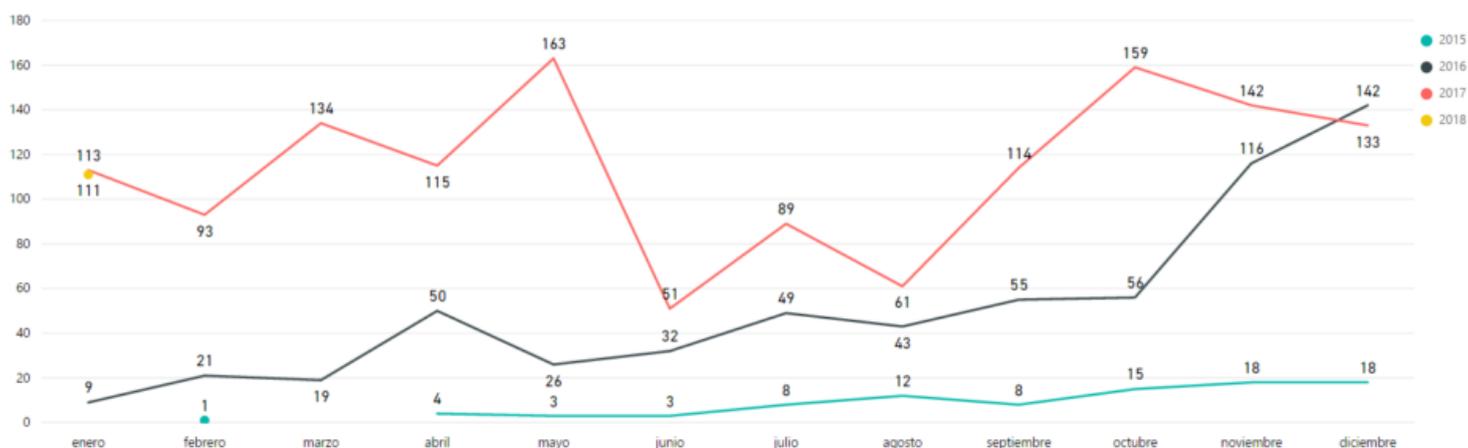
En el Gráfico 6 se observa la incidencia que ha tenido la legislación sobre la producción de energía mediante ERNC. La legislación supone un punto de apoyo que refuerza e incentiva el desarrollo de las ERNC.

Más tarde, en el año 2009 y 2012 se elaboran respectivamente la Ley 20.365 y la Ley 20.701 que son menos relevantes y tienen como objeto elaborar los procesos para otorgar las concesiones eléctricas. Además, se elabora la Ley 20.517, también conocida como net-billing que se caracteriza por garantizar a los hogares autosuficientes el derecho a trasladar su superávit energético a la red eléctrica.

El modelo net-billing supone un incentivo a los hogares para optar por el uso de ERNC en sus domicilios y ser autosuficientes. Gracias a esta Ley, muchos hogares chilenos tienen a su alcance la posibilidad de usar ERNC. La Gráfica 5 muestra el crecimiento de hogares que usan este modelo.

Gráfico [5]: Instalaciones Residenciales Declaradas a partir de Ley 20.571

Instalaciones Residenciales Declaradas (Ley 20.571)



Fuente: Super Intendencia de Electricidad y Combustible.

En el año 2013 se formula la Ley 20.698. Esta Ley posee una gran y real importancia para el desarrollo de las ERNC en Chile ya que propicia la ampliación de la matriz energética, mediante fuentes renovables no convencionales (Congreso Nacional de Chile, 2013).

El objetivo de la Ley 20.698 – también llamada la Ley 20/25 - consiste en conseguir el propósito de llegar a generar electricidad por parte de las ERNC de un 20% para el año 2025 mediante un incremento anual del 1% a partir de 2014 y del 1,5% a partir del 2021. Esta ley también introduce un nuevo sistema de subastas público cuando se anticipa que la cuota de electricidad renovable no se cumplirá. La Ley 20.698 proporciona el acceso a las tecnologías ERNC para la suscripción de contratos de compraventa de energía con las compañías distribuidoras ya que éstas deben de abastecer de forma permanente el suministro de energía. “Así, en las tres últimas licitaciones de suministro para distribuidoras (años 2014, 2015 y 2016), las ERNC han jugado un papel más que relevante, logrando disminuir el precio de los contratos desde 128,9 USD/MWh del año 2013 hasta 47,6 USD/MWh del año 2016” (Romero, 2017).

Otra Ley que ha supuesto una importancia en el ámbito medioambiental es la denominada Ley 20.417 la cual decreta el sistema de evaluación medioambiental que implanta los estándares de emisiones y calidad, así como la creación de planes de prevención y descontaminación (Congreso Nacional de Chile, 2012).

Además, en el año 2014 se establece la Ley 20.780 siendo la primera Ley en Sudamérica que impone la denominada “*tasa verde*” frente a la emisión de GEI (Congreso Nacional de Chile, 2014).

Por último, se elabora la Ley de Transmisión (Ley 20.936) que fija el nuevo sistema nacional de transmisión y crea la Coordinación Nacional Eléctrica. El fundamento de esta ley está en la interconexión de los sistemas interconectados central (SIC) y del norte grande (SING) que se lleva a cabo a finales del 2017 (Energía, 2018), pasando a ser el Sistema Eléctrico Nacional con el fin de reforzar la transmisión eléctrica.

### **3.5 Factores políticos**

Los factores políticos son un elemento útil para conocer en qué punto se sitúa las ERNC en Chile. Para que un país sufra una transformación energética desde una matriz dependiente de los combustibles fósiles a una en la cual su mayor componente sean las ERNC es necesario el apoyo incondicional del gobierno y del resto de partidos políticos.

Al igual que un cambio estatal del modelo educativo, cambiar la infraestructura del modelo energético ha de ser consensuado por su sociedad.

Para ello, el Ministerio de Energía tiene la responsabilidad de elaborar, coordinar e implementar las políticas nacionales de energía. En el año 2014, se creó la división de Participación y Diálogo Social con el fin de promover una participación inclusiva y transparente que permita desarrollar las políticas energéticas y los proyectos.

El Ministerio de Energía chileno es apoyado por la Comisión Nacional de Energía (CNE), la CNE es una organización técnica que tiene la responsabilidad de analizar los precios, tarifas y normas técnicas acerca de la producción, generación, transporte y distribución energética que las empresas deben cumplir. Por lo tanto, el principal objetivo de la CNE es asegurar que el suministro energético es apto.

Además, existen otros organismos como el Comité de Desarrollo de la Industria la Energía Solar cuyo fin es promover el desarrollo de la energía solar.

En el año 2014, el Ministerio de Energía presentaba la Agenda Energética 2014 – 2018 que pretendía crear un nuevo rol del estado en el desarrollo energético, una diversificación de la energía del mercado, el desarrollo de recursos energéticos e infraestructuras, la

participación ciudadana y territorial y una mejora en la eficiencia en el sector (International Energy Agency, 2018).

Sin embargo, en el año 2015 el gobierno mediante consenso con la sociedad chilena (International Energy Agency, 2018) establece de nuevo una nueva política estratégica llamada Energía 2050, la cual propone una nueva visión al sector energético a través de una mejora de la calidad y seguridad del suministro, la energía como algo sostenible con el medioambiente, la eficiencia energética y una educación energética teniendo como meta el año 2050 para cumplir sus objetivos (Ministerio de Energía, 2014).

Para que se cumpla los objetivos, el gobierno pone de por medio planes de acción que ayuden a contribuir el cumplimiento de los principales objetivos. Además, ha habido un consenso de los diferentes partidos políticos para promulgar las leyes a favor de las ERNC (Romero, 2017). Hubo, también, un consenso político desde antes de que se hiciese el proyecto Energía 2050, ya desde el año 2006 aproximadamente los diferentes partidos políticos apostaban por el uso de energías renovables (Ortega et al., 2010).

Además, para un país emergente como Chile, ha sido necesaria la ayuda de diferentes agentes internacionales. Este es el caso de la agencia gubernamental alemana GIZ (*Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit*) quien ha colaborado estrechamente con el Ministerio de Energía chileno a través del proyecto 4e en el Programa de Energías Renovables y Eficiencia Energética en Chile (Ministerio de Energía y GIZ, 2015) que ayuda a la elaboración de la estrategia Energía 2050 y también, asesora al gobierno chileno acerca del desarrollo de las ERNC.

El Estado chileno juega un papel importante potenciando las ERNC gracias a una legislación y marco normativo que incentivan y exigen una mayor integración de las tecnologías no convencionales.

El apoyo de las instituciones nacionales, así como de las internacionales es necesario para la elaboración de un proyecto ambicioso y a largo plazo como puede ser el de Energía 2050. Chile, cuenta con este apoyo y la comunidad internacional a través de la IEA y diversos programas que tienen en común así lo atestiguan.

### 3.6 Factores económicos

El factor económico es una pieza importante y a tener en cuenta a la hora de la evolución de las ERNC en un país emergente, ya que para potenciar el desarrollo de las ERNC hace falta financiación y, ¿quién financiaría el desarrollo de las ERNC en un país en recesión?

Es necesario que un país pueda garantizar la estabilidad del proyecto para asegurar la entrada de inversores y capital que puedan financiar y construir centrales energéticas. Las empresas internacionales de energías renovables desean optimizar sus beneficios.

Es por ello que Chile – y no sólo Chile – a la hora de elaborar y ejecutar una estrategia energética de tal magnitud realice numerosos estudios sobre la optimización de la energía renovable – factor geográfico y producción de energía -, tenga en cuenta a la población – factor demográfico -, legisle sobre ello – factor legislativo – y cuente con el apoyo de instituciones y organizaciones – factor político – con el fin de crear una seguridad y una credibilidad de su estrategia

Existen distintas opciones de financiamiento ya sean públicas y privadas. La cuantía de la financiación puede ser desde 4 millones de pesos chilenos hasta más de 100 millones de pesos chilenos según el tipo de proyecto (Deloitte, 2016).

Algunas fuentes de financiación pública son: la Agencia Chilena de Eficiencia Energética (ACHEE), la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), el Servicio de Cooperación Técnica o el Fondo de Solidaridad e Inversión Social (FOSIS) (Ministerio de Energía, 2014).

Respecto a la inversión privada, según el *New Energy Finance Climscope* elaborado por Bloomberg y el Banco Interamericano de Desarrollo, dice que Chile ocupa el tercer lugar en el ranking global que mide la inversión en energías renovables (McCrone, Moslener, D'Estais, & Grünig, 2017).

El gobierno de Michelle Bachelet ofrece concesiones para los proyectos de infraestructura energética a través de la asociación público privada. La reestructuración del suministro energético y el establecimiento de una tasa a la emisión de carbón ha permitido que las renovables puedan competir frente a los combustibles fósiles sin la necesidad de grandes subsidios directos (Munguia, 2016).

Uno de los grandes y primeros inversores de las ERNC en Chile ha sido la empresa Abengoa gracias a la construcción de la torre solar Atacama 1 en el desierto de Atacama, como se dijo en el factor geográfico, que supuso una inversión de mil millones de dólares y se espera generar 110 MW operando todos los días del año (Munguia, 2016).

También cuenta con un enorme potencial para la generación de energía hidroeléctrica, no obstante, existe ciertos conflictos en los proyectos hidroeléctrico y los ciudadanos de donde se quieren construir los proyectos como se menciona en el factor demográfico.

En el año 2014, Chile consigue por primera vez superar la cifra de inversión de mil millones de dólares estando a la altura de países como Turquía o México (McCrone et al., 2017)

Además, durante el año 2015 Chile se ubica entre los diez países con mayor inversión en ERNC llegando a alcanzar 3.400 millones de dólares en proyectos (Bascañán Torquemada, 2016) gracias al incremento de inversión en el último año. Alcanzar la cifra de 3.400 millones de dólares en inversión supuso un aumento del 151% y fue posible gracias a la inversión, sobre todo, en energía solar como se puede observar en la Tabla 2.

En los últimos años, la inversión en ERNC se ha visto conquistada por la solar y eólica, mientras que las minihidro y las de biomasa han ido perdiendo fuerza. Chile, gracias a los elevados niveles de radiación solar de su territorio, es un consistente atractivo para la inversión en proyectos solares. De esa manera, en el año 2017 la inversión en proyectos solares aumenta en un 55% que supone una cantidad de 1.500 millones de dólares en proyectos solares.

Por otro lado, hay que mencionar en este apartado que todo proyecto ambicioso que suponga el viraje y la concienciación de todo un país, así como el cambio de su infraestructura energética como es el caso de Energía 2050 mantiene una gran dependencia hacia el crecimiento económico. Por lo cual, una gran crisis podría paralizar la estrategia Energía 2050 y paralizar la financiación de proyectos sobre la ERNC. No obstante, observando la Tabla I se puede apreciar que existe un incremento en la evolución del PIB chileno de manera anual por lo que las perspectivas son positivas.

Hay que tener en cuenta también que, si la economía chilena aumenta, también crece el consumo de energía industrial y el uso de combustibles fósiles por lo que el gobierno

debe de intensificar sus fuerzas para evitar el desacoplamiento, es por ello que el factor legislativo hace hincapié gracias a la Ley 20.698.

#### **4. CONCLUSIONES**

Existen tres grandes problemas a la hora de desarrollar las ERNC: el primer problema es el elevado coste inicial que supone su generación, el segundo son las posibles condiciones meteorológicas que puedan suponer una dificultad para la extracción de los recursos y la tercera es la conectividad de las centrales energéticas con las ciudades.

Sin embargo, este trabajo ha podido indagar en estos tres problemas y demostrar con resultados que la realidad difiere de estos tres clásicos problema a los que se enfrenta las ERNC.

El aumento considerable de inversión y financiación gracias al incremento de oportunidades de negocio y a una estabilidad política provoca que el elevado coste inicial no constituye un problema real. Además, se ha visto que las condiciones meteorológicas son las indicadas siendo Chile uno de los países más óptimos para la producción de energía solar y por último, gracias a la Ley de Transmisión que estableció el Sistema Electrónico Nacional, SEN, a través de la interconexión entre el SEC y el SING favorece la conectividad energética entre las diferentes regiones.

El verdadero problema al que se enfrenta las ERNC en Chile es que el desarrollo de ésta es dependiente del crecimiento de la economía chilena. Según la arquitectura actual del mercado, el despliegue presente y futuro de energías renovables necesitará de un gasto mayor para la construcción de las infraestructuras. No obstante, la financiación juega un papel importante ya que origina una estabilidad hacia los proyectos.

Existe una paradoja ya que el crecimiento económico provoca un mayor consumo de energías no renovables. Es importante tener en cuenta que es una realidad que en los primeros años aumente el consumo de energía no renovable para que luego, a través de la legislación y de las políticas puedan originarse las infraestructuras necesarias para dejar de lado, por un lado, las importaciones de combustibles fósiles y por otro, el uso propio de éste. Sin embargo, resulta difícil ya que la matriz energética primaria de Chile se

compone principalmente de la importación energética por lo que este es un punto importante a resolver, poner fin a la dependencia energética.

Chile produce energía, pero gran parte de la energía que obtiene es importada de otros países. Chile pretende ser un país de energía renovable, pero parte de esa energía renovable es hidroeléctrica la cual tiene un impacto negativo medioambiental, por lo que sólo un pequeño porcentaje (16.07% en el año 2017) es de ERNC. La mayoría de energía que importa es de combustibles fósiles por lo que, en términos absolutos y generales, las ERNC tienen una incidencia muy pequeña en cómputos globales.

Si sigue los pasos de la Estrategia 2050 puede lograr revertir la situación, pero resulta difícil a causa de la dependencia hacia el mercado exterior y a los combustibles fósiles, además que el desarrollo de la Estrategia 2050 va ligada al crecimiento económico.

Por lo tanto, sobre el papel, las intenciones de la estrategia Energía 2050 acerca de las ERNC son buenas, sin embargo, puede pecar de ambición ya que con los datos sobre la mesa y existiendo una dependencia energética y económica, es difícil predecir si se podrá cumplir con éxito sus políticas. A pesar de tener una legislación que favorezca el desarrollo de las ERNC conforme los años, las leyes pueden incumplirse. No obstante, hay que hacer mención de que los deseos de Chile para conseguir la transformación energética son los adecuados e idóneos. El problema no deriva de su ambición o de la política que quiera emplear sino de las circunstancias de las que parte.

## 5. BIBLIOGRAFIA

Bascuñán Torquemada, C. (2016). El mercado de las energías renovables no convencionales en Chile. Resumen Ejecutivo.

Blazquez, J., Fuentes-Bracamontes, R., Bollino, C. A., & Nezamuddin, N. (2018). The renewable energy policy Paradox. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82(September 2016), 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.09.002>

Bustamante, W. (2009). Guía de Diseño para la Eficiencia Energética en la Vivienda Social. *Statewide Agricultural Land Use Baseline 2015*, 1, 203. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

- Bustos Yáñez, C. G. (2017). *Análisis e impacto de la nueva ley de transmisión en el sector eléctrico chileno*.
- Congreso Nacional de Chile. (1975). Decreto Ley 1089.
- Congreso Nacional de Chile. (1991). Ley 19.030.
- Congreso Nacional de Chile. (2000a). Ley 19.657.
- Congreso Nacional de Chile. (2000b). Ley 19.674.
- Congreso Nacional de Chile. (2004). Ley 19.940.
- Congreso Nacional de Chile. (2005). Ley 20.018.
- Congreso Nacional de Chile. (2007). Ley 20.220.
- Congreso Nacional de Chile. (2008). Ley 20.257.
- Congreso Nacional de Chile. (2012). Ley 20.417.
- Congreso Nacional de Chile. (2013). Ley 20.698.
- Congreso Nacional de Chile. (2014). Ley 20.780.
- de Juana, J. M. (2003). *Energías renovables para el desarrollo*. Paraninfo. Retrieved from <https://books.google.es/books?id=NyvcConR-xoC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Deloitte, C. (2016a). Sector energía I: Marco regulatorio y matiz energética Chile. Retrieved from <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cl/Documents/energy-resources/cl-er-estudio-energía-chile-parte1.pdf>
- Deloitte, C. (2016b). Sector energía III: ERNC, perspectivas y dificultades. Chile. Retrieved from <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cl/Documents/energy-resources/cl-er-estudio-energía-chile-parte3.pdf>
- Depledge, J., & Lamb, R. (2005). *Protocolo Kyoto*. Cmcc. Retrieved from [http://unfccc.int/resource/docs/publications/caring2005\\_sp.pdf](http://unfccc.int/resource/docs/publications/caring2005_sp.pdf)

e%5C1006.pdf

División Energías Renovables. (2016). Generación distribuida en Chile. *Electricidad Interamericana*, 21. Retrieved from <http://www.revistaei.cl/>

Dizon, E. (2017). *Medio Ambiente*. Retrieved from <http://www.unesco.org/new/es/culture/themes/underwater-cultural-heritage/unesco-manual-for-activities-directed-at-underwater-cultural-heritage/unesco-manual/environment/>

Energia, M. de. (2018). Superintendencia de electricidad y combustible, 1. Retrieved from [http://www.sec.cl/portal/page?\\_pageid=33,3417541,33\\_3421567&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL](http://www.sec.cl/portal/page?_pageid=33,3417541,33_3421567&_dad=portal&_schema=PORTAL)

Frolova, Marina; Pérez Pérez, B. (2008). EL DESARROLLO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES Y EL PAISAJE: ALGUNAS BASES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA CONVENCIÓN EUROPEA DEL PAISAJE EN LA POLÍTICA ENERGÉTICA ESPAÑOLA. *Cuadernos Geográficos*, (43), 289–309. Retrieved from <http://www.redalyc.org/html/171/17104314/>

Fundación Repsol. (2015). Eficiencia energética e intensidad de emisiones de gases de efecto invernadero en España.

Giddens, A. (2011). La política del cambio climático. *Libros / Book Reviews*, 69, 525–528. Retrieved from <https://www.mendeley.com/viewer/?fileId=1cff3be4-653c-3bff-2df5-c4ff1435d052&documentId=0c91b729-8921-3cf9-b2a9-27245ebe7f92>

Huneus, C. (2007). Argentina y Chile: el conflicto del gas, factores de política interna Argentina / Argentine domestic policy and the conflict over gas exports to Chile. *Estudios Internacionales*, 40(158), 179–212. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/41391947%5Cnhttp://www.jstor.org/stable/pdfplus/10.2307/41391947.pdf?acceptTC=true>

International Energy Agency. (2017). Renewables information: Overview 2017. *IEA Statistics*, 8. <https://doi.org/http://dx.doi.org.ezproxy.lib.ryerson.ca/10.1787/electricity-2011-en>

- International Energy Agency. (2018). Energy Policies beyond IEA Countries - Chile 2018, 221. Retrieved from [http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Ukraine2012\\_free.pdf](http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Ukraine2012_free.pdf)
- McCrone, A., Moslener, U., D'Estais, F., & Grünig, C. (2017). Global Trends in Renewable Energy Investment 2017. *Frankfurt School UNEP Collaborating Centre for Climate and Sustainable Energy Finance*, 90. Retrieved from <http://fs-unep-centre.org/sites/default/files/publications/globaltrendsinrenewableenergyinvestment2017.pdf><http://fs-unep-centre.org/publications/global-trends-renewable-energy-investment-2017>
- Ministerio de Energía. (2014). Energía 2050 - Política Energetica De Chile. Retrieved from [http://eae.mma.gob.cl/uploads/D03\\_Politica\\_Energetica\\_de\\_\\_Chile\\_2050\\_Anteproyecto2.pdf](http://eae.mma.gob.cl/uploads/D03_Politica_Energetica_de__Chile_2050_Anteproyecto2.pdf)
- Ministerio de Energía y GIZ. (2015). Mesa ERNC: UNA MIRADA PARTICIPATIVA DEL ROL Y LOS IMPACTOS DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN LA MATRIZ ELÉCTRICA FUTURA, 25.
- Ministerio de Fomento. (2013). Real Decreto 233/2013, de 5 de abril, por el que se regula el Plan Estatal de fomento del alquiler de viviendas, la rehabilitación edificatoria, y la regeneración y renovación urbanas, 2013-2016. *Boletín Oficial Del Estado*, 86 (26623-26684). <https://doi.org/https://www.boe.es/boe/dias/2013/04/10/pdfs/BOE-A-2013-3780.pdf>
- Munguia, M. (2016). Renewable energy investment in Chile: Make hay while the sun shines. *Renewable Energy Focus*, 17(6), 234–236. <https://doi.org/10.1016/j.ref.2016.10.009>
- OECD. (2015). Taxing Energy Use 2015, 2018(January), 1–6. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1787/9789264183933-en>
- Ortega, A., Escobar, R., Colle, S., & de Abreu, S. L. (2010). The state of solar energy resource assessment in Chile. *Renewable Energy*, 35(11), 2514–2524.

<https://doi.org/10.1016/j.renene.2010.03.022>

- Ott, K. . (1995). Global warming and the greenhouse effect. *Progress in Nuclear Energy*, 29(95), 81–88. [https://doi.org/10.1016/0149-1970\(95\)00030-N](https://doi.org/10.1016/0149-1970(95)00030-N)
- Rodrigo Romero, R. (2015). Perspectivas de desarrollo de la Energía Solar en Chile SERC como caso de estudio, 1–126.
- Romero, J. C. (2017). El mercado de Energías Renovables No Convencionales ( ERNC ) en Chile : un sector de éxito , incertidumbres y futuros, 5–8.
- Rubio-Bellido, C., Pérez-Fargallo, A., & Pulido-Arcas, J. A. (2016). Optimization of annual energy demand in office buildings under the influence of climate change in Chile. *Energy*, 114, 569–585. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.08.021>
- Ruiz De Elvira, A. (2016). Cambio Climático. *Quórum. Revista de Pensamiento Iberoamericano*, 87–96. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=52001710%5CnCmo>
- UNESA. (2016). Balance energético 2016.
- UNFCC. (2009). Kyoto Protocol Status of Ratification. *Review of European Community and International Environmental Law*, 7(2), 214–217. <https://doi.org/10.1111/1467-9388.00150>
- UNFCC. (2016). Taking the Paris Agreement forward Reflections note by the President of the twenty-first session of the Conference of the Parties and the incoming President of the twenty-second session of the Conference of the Parties II . Ensuring a balanced and coheren, 21(May), 1–11.

