



UNIVERSIDAD  
**Finis Terrae**

UNIVERSIDAD FINIS TERRAE

FACULTAD DE DERECHO

ESCUELA DE DERECHO

**UNA MIRADA A LAS ENERGÍAS RENOVABLES NO**

**CONVENCIONALES**

**PEQUEÑOS MEDIOS DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA PMGD**

**MARÍA ANGÉLICA FUENTEALBA PINTO**

Memoria presentada a la Facultad de Derecho de la Universidad FinisTerrae, para optar al grado de Licenciada en Ciencias Jurídicas.

Profesora Guía: María Luisa Baltra

Santiago, Chile

2021

## ***DEDICATORIA***

A mi madre Inés por su amor, por su fortaleza para enfrentar la vida con optimismo y fe. A mi padre Celso quien tuvo los mejores sueños para mí. Desde aquel espacio infinito nunca ha soltado mi mano, y yo nunca olvidé sus palabras "Hija, no temas ir despacio, sólo teme no avanzar".

A mis hijos Maria José, Natalia, Daniela y Sebastián, por su amor incondicional y comprensión. Son mi orgullo, que Dios siempre los bendiga, y a los niños.

A mis hermanos y sobrinos por ser parte de este gran clan, que Dios ilumine siempre vuestros caminos.

## ***AGRADECIMIENTOS***

A Dios y a la Santísima Virgen del Rosario de Andacollo, manantial de alegría y fortaleza.

“Vince In Bono Malum”.

A mi casa de estudios, la Universidad Finis Terrae, que me abrió las puertas a ese mundo del saber que anhelaba desde hace muchos años. En sus aulas pude hacer realidad mi sueño y conocer las ciencias jurídicas.

A todos los profesores que compartieron sus conocimientos de manera invaluable.

A la profesora María Luisa Baltra por su gran aporte profesional, su compromiso y sus orientaciones en esta tesis.

A los amigos que siempre han estado a mi lado con su consejo, las sonrisas y un buen café, muchas gracias.

# INDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPITULO 1: CAMBIO CLIMÁTICO</b> .....	<b>4</b>
<b>1.1 POSICIÓN DEL MUNDO FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO</b> .....	<b>6</b>
1.1.1 CONFERENCIA DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL MEDIO HUMANO CONOCIDA TAMBIÉN COMO LA PRIMERA CUMBRE DE LA TIERRA.....	6
1.1.2 PANEL INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO (IPCC).....	7
1.1.3 CONVENCIÓN MARCO DE NACIONES UNIDAS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO (CMNUCC).....	7
1.1.4 PROTOCOLO DE KIOTO .....	8
1.1.5 ACUERDO DE PARIS. ....	9
<b>1.2 CHILE FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO</b> .....	<b>12</b>
1.2.1 GEOGRAFÍA DE CHILE Y CAMBIO CLIMÁTICO .....	12
1.2.2 ESCENARIO SOCIOECONÓMICO DE CHILE .....	14
1.2.3 CASO DE LA INDUSTRIA DE LA MINERÍA, MOTOR DE LA ECONOMÍA EN CHILE .....	15
1.2.4 POLÍTICAS INSTITUCIONALES SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO .....	16
1.2.5 PLAN NACIONAL DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO .....	17
1.2.6 LEY MARCO DE CAMBIO CLIMÁTICO .....	20
<b>1.3 OPORTUNIDADES DE CAMBIO</b> .....	<b>23</b>
1.3.1 OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE.....	25
<b>1.4 BENEFICIOS ECONÓMICOS DE LAS ERNC</b> .....	<b>26</b>
1.4.1 BENEFICIOS ECONÓMICOS Y SOCIALES DE LAS ERNC: ESTUDIO EN UN ESCENARIO BASE (2012-2028).....	27
1.4.2 IMPACTO EN LOS COSTOS DEL SIC Y DEL SING .....	28
1.4.3 COSTOS OPERATIVOS VERSUS COSTOS DE INVERSIÓN .....	28
1.4.4 IMPACTOS SOBRE LA GENERACIÓN DE EMPLEOS VERDES .....	29
1.4.4.1. TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y EMPLEOS.....	29
1.4.4.2 EL OBJETIVO N°8 DE LA ODS “TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO” .....	30
1.4.4.3 PLANES DE APOYO A LOS TRABAJADORES .....	30
1.4.5 IMPACTO SOBRE EL PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB).....	31
1.4.5.1 LOS APORTES DIRECTOS DEL PIB.....	31

1.4.5.2 EL EFECTO DE UNA MATRIZ ENERGÉTICA RENOVABLE, MÁS COMPETITIVA Y CON MAYOR INVERSIÓN TIENE UN EFECTO DIRECTO EN EL CRECIMIENTO DEL PAÍS .....	32
1.4.6 IMPACTO EN LA REDUCCIÓN DE EXTERNALIDADES AMBIENTALES: EMISIONES DE GEI Y USO DE LOS RECURSOS.....	33
<b>1.5 TRANSICIÓN DE LAS ENERGÍAS FÓSILES A LAS ERNC .....</b>	<b>34</b>
1.5.1 PROMOCIÓN Y FOMENTO PARA TRANSITAR A FUENTES ENERGÉTICAS RENOVABLES.....	35
1.5.2 MERCADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA .....	35
<b>CAPITULO 2: SECTOR ENERGIA Y ERNC .....</b>	<b>37</b>
<b>2.1 CARACTERÍSTICAS SECTOR ENERGÍA .....</b>	<b>37</b>
<b>2.2 ANTIGUA MATRIZ ENERGÉTICA DE CHILE.....</b>	<b>38</b>
<b>2.3 SISTEMA DE INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA DE CHILE.....</b>	<b>40</b>
2.3.1 ¿QUÉ ES UN SISTEMA ELÉCTRICO? .....	40
2.3.2 CONECTIVIDAD DEL SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL.....	40
2.3.3 IMPORTANCIA DE ESTOS SISTEMAS ELÉCTRICOS .....	41
<b>2.4 MARCO NORMATIVO SECTOR ENERGÍA.....</b>	<b>42</b>
<b>2.5. MARCO INSTITUCIONAL.....</b>	<b>43</b>
<b>2.6 ESTRUCTURA DEL MERCADO ELÉCTRICO CHILENO .....</b>	<b>46</b>
2.6.1 ACTIVIDADES DEL MERCADO ELÉCTRICO .....	47
1) LA GENERACIÓN .....	47
2) LA TRANSMISIÓN .....	51
3) LA DISTRIBUCIÓN .....	51
2.6.2 TARIFICACIÓN ELÉCTRICA .....	53
<b>2.7 POLÍTICA ENERGÉTICA 2050.....</b>	<b>54</b>
2.7.1 ENERGÍA 2050 .....	54
2.7.2 RUTA ENERGÉTICA 2018-2022.....	56
<b>2.8 ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES EN EL SISTEMA ELÉCTRICO CHILENO .....</b>	<b>57</b>
2.8.1 EVOLUCIÓN DEL MARCO NORMATIVO DE LAS ERNC.....	59
2.8.2 INTEGRACIÓN DE LAS ERNC AL SISTEMA ELÉCTRICO.....	64
2.8.3 RESULTADOS DE LA INTEGRACIÓN DE LAS ERNC AL SISTEMA ELÉCTRICO .....	68
2.8.4 FLEXIBILIZACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO .....	69
2.8.5 DESARROLLO DE UN PROYECTO ERNC .....	69
<b>CAPITULO 3: PEQUEÑOS MEDIOS DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA.....</b>	<b>71</b>
<b>3.1 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA .....</b>	<b>71</b>

3.1.1 EFECTO FOTOVOLTAICO .....	71
3.1.2 PRODUCCIÓN Y POTENCIA .....	72
3.1.3 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS .....	73
3.1.4 PRINCIPALES FUNCIONES DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS (PV) .....	73
3.1.5 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS .....	74
3.1.6 COMPONENTES DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED .....	74
<b>3.2 GENERACIÓN DISTRIBUIDA: PEQUEÑOS MEDIOS DE GENERACIÓN DISTRIBUTIVA (PMGD) .....</b>	<b>76</b>
3.2.1 GENERACIÓN DISTRIBUIDA .....	76
3.2.2 MARCO NORMATIVO DE LOS PMGD .....	76
3.2.2.1 ANTIGUO REGLAMENTO DS N°244 .....	77
3.2.2.1.1 PRECIO ESTABILIZADO DEL DS 244 .....	77
3.2.2.1.2 COMERCIALIZACIÓN DE ENERGÍA BAJO EL DS 244 .....	78
3.2.2.1.3 DETERMINACIÓN DE PRECIOS SEGÚN DS 244 .....	79
3.2.2.2 NUEVO REGLAMENTO DS N°88/2019 .....	82
3.2.2.2.1 SUSTITUCIÓN DEL MECANISMO DE PRECIO ESTABILIZADO .....	83
3.2.2.2.2 VIGENCIA Y NORMAS TRANSITORIAS DEL RÉGIMEN APLICABLE .....	85
<b>3.3 DESARROLLO DE UN PROYECTO PMGD .....</b>	<b>86</b>
3.3.1 CONSIDERACIONES PRELIMINARES PARA DESARROLLAR UN PROYECTO PMGD .....	86
3.3.2 CONDICIONES IMPORTANTES QUE SE DEBEN EVALUAR .....	87
3.3.3 ANTECEDENTES GENERALES DE LA CONEXIÓN DE UN PROYECTO PMGD .....	87
3.3.4 INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN .....	89
3.3.5 PREPARACIÓN DEL PROYECTO PMGD “LAS TRES MARÍAS” PARA EVALUACIÓN EN EL SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL (SEA) .....	92
3.3.6 FACTIBILIDAD AMBIENTAL. ANÁLISIS SOBRE PERTINENCIA DE INGRESO AL SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (SEIA) .....	92
<b>3.4 TRAMITACIÓN JUDICIAL DESARROLLO PROYECTOS ERNC. TRAMITACIÓN CONCESIONES MINERAS ....</b>	<b>92</b>
3.4.1 CONCESIÓN EXPLORACIÓN: ETAPAS .....	95
<b>3.5 ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO DE LOS PMGD .....</b>	<b>98</b>
3.5.1 BENEFICIOS DE LOS PMGD PARA EL SISTEMA ELÉCTRICO .....	98
3.5.1.1 ENERGÍA GENERADA POR TIPO DE TECNOLOGÍAS .....	98
3.5.1.2 DISMINUCIÓN DE EMISIONES DE GEI .....	99
3.5.1.3 DISMINUCIÓN DEL COSTO VARIABLE DE OPERACIÓN .....	101
3.5.1.4 DETERMINACIÓN DE COSTOS DE INVERSIÓN POR FUENTE DE GENERACIÓN .....	102

3.5.1.5 REDUCCIÓN DE COSTOS MARGINALES .....	102
3.5.1.6 AUMENTO DE INVERSIÓN ASOCIADA AL DESARROLLO DE PROYECTOS PMGD.....	103
3.5.2 COSTO DE LOS PMGD PARA EL SISTEMA ELÉCTRICO .....	104
<b>CONCLUSIÓN .....</b>	<b>107</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>111</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>115</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>116</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>117</b>
ANEXO 1: CONFERENCIA DE LAS PARTES. CUMBRES CELEBRADAS.....	117
ANEXO 2: CRONOGRAMA DE LA 1° ETAPA DE CIERRE CENTRALES A CARBÓN. ....	119
ANEXO 3: PREPARACIÓN DEL PROYECTO PMGD “LAS TRES MARIAS” PARA EVALUACIÓN EN EL SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL (SEA). ....	120
ANEXO 4: DETERMINACIÓN DE COSTOS DE INVERSIÓN POR FUENTE DE GENERACIÓN.....	124

## INTRODUCCIÓN

Los cambios en el clima siempre han existido, la Tierra a lo largo de su historia se ha calentado y enfriado debido a diversos ciclos naturales, tales como cambios en la órbita terrestre, la oblicuidad del planeta, gases de efecto invernadero natural, el vulcanismo o variaciones en la radiación solar.

Sin embargo, a partir de la Revolución Industrial, época que se caracteriza por sus grandes transformaciones sociales y tecnológicas, que requerían del uso de combustibles fósiles, se produce un incremento de la temperatura de la Tierra provocado por una mayor concentración de Gases de Efecto Invernadero (GEI) producidos por las actividades humanas y su nueva forma de producción, y consumo.

En la actualidad, el calentamiento global provocado por las emisiones de GEI a la atmósfera, es la causa del cambio climático y de los desajustes en el clima que se están viviendo en todos los rincones del planeta. La comunidad científica prevé que este forzamiento radiactivo seguirá alterando la composición atmosférica y elevando la temperatura del aire y del océano durante el siglo XXI en tiempos tan breves, que el planeta no será capaz de sobreponerse a estas alteraciones.

El Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre Cambio Climático (IPCC), el año 2018, emitió un informe especial sobre los impactos del calentamiento global. Los científicos estiman que, las actividades humanas son la causa de un incremento de la temperatura global de aproximadamente 1.0° Celsius respecto a los niveles preindustriales, y piden un esfuerzo mancomunado a la comunidad internacional para limitarlo a los 1,5° C.

El informe hace un importante llamado de atención para que la humanidad refuerce la respuesta a la amenaza del cambio climático, reaccione, tome medidas de mitigación y avance hacia un desarrollo sostenible.

Posteriormente, el 9 de agosto de 2021, el IPCC, publicó la primera parte del Sexto informe sobre cambio climático. El resultado de la investigación científica fue desalentador: El

Calentamiento Global es general, se está intensificando más rápido de lo esperado y los científicos aseguran que, las actividades humanas son las grandes responsables. El informe ofrece por primera vez un análisis más detallado del cambio climático a nivel mundial y regional, que ayudará a una mejor evaluación de los riesgos climáticos. Asimismo, se destaca la mención que hace sobre el progreso del campo de la "Ciencia de la Atribución", fundamental para la comprensión de las bases científicas del cambio climático y para permitir la toma de decisiones al cuantificar hasta qué punto la influencia humana aumenta e intensifica determinados fenómenos meteorológicos y climáticos, tales como las olas de calor extremas, incendios, inundaciones o huracanes.

En consecuencia, la emergencia climática que se vive desde el siglo XVIII, requería de una alianza mundial que tomara acciones y estableciera planes de mitigación de los GEI. Esto se ha concretado a través de acuerdos internacionales medioambientales. Las partes de estos acuerdos coinciden en que, una de las metas para frenar el cambio climático es reducir urgentemente las emisiones de CO<sub>2</sub> principalmente, las provenientes de la quema de combustibles fósiles para la generación de electricidad.

Chile, es parte de estos tratados internacionales y desde sus compromisos avanza hacia un desarrollo sustentable y sostenible. La política medioambiental del país busca reducir las emisiones de GEI con el objeto de posicionarse en el futuro como un país verde, es decir, cero carbón. Dentro de las medidas que se han tomado está el Plan de Descarbonización de la Matriz Energética para el año 2050, que contempla el fomento y desarrollo de "Energía baja en Emisiones", como las Energías Renovables No Convencionales (en adelante ERNC), dentro de las cuales se encuentra la energía solar. Como resultado, se han ido desarrollando diversas tecnologías renovables, por ejemplo: la energía solar. Dentro de ella existen dos grandes tecnologías de generación eléctrica: la termo solar y la fotovoltaica. Esta última tecnología es la que utilizan los Pequeños Medios de Generación Distribuida (PMGD).

El objetivo principal de la presente memoria es investigar el rol que la industria PMGD tiene en la estrategia climática de Chile para alcanzar la meta carbono neutralidad. Es decir,

se trata de determinar la importancia de esta industria en la transición hacia una generación eléctrica descarbonizada al utilizar un recurso energético renovable “autóctono” y más económico. De manera paralela, se busca demostrar la contribución de los PMGD en otros aspectos, tales como la descentralización de la generación eléctrica, la diversificación de la matriz energética nacional y el desarrollo sostenible que necesita el país para asegurar la supervivencia de las generaciones futuras que llegaran a ocupar nuestro lugar.

No obstante, la importancia de lo señalado en el párrafo anterior, el enfoque central del estudio es establecer la importancia de un marco regulatorio estable para que la industria PMGD se desarrolle y siga creciendo con la seguridad jurídica que ha tenido hasta ahora.

En la primera parte de este trabajo, en el capítulo 1 se explica el Cambio Climático, la posición del mundo y la de Chile frente a él y los acuerdos internacionales medioambientales de los que Chile es parte. Asimismo, se describen las Energías Renovables no Convencionales (ERNC), sus beneficios y oportunidades. Finalmente, se hace mención al proyecto de Ley Marco de Cambio Climático, y su impacto a nivel nacional.

En el capítulo 2 se desarrolla y analiza la importancia del sector energía en las emisiones de GEI, su antigua matriz energética, sus sistemas interconectados, la política energética de Chile, marco normativo y las ERNC en el Sistema Eléctrico Nacional.

El capítulo 3 se refiere a los Pequeños Medios de Generación Distribuida (PMGD). Se analiza el impacto de esta industria como un elemento estratégico en la descarbonización de la matriz energética nacional. Cabe destacar en este capítulo, el marco regulatorio, su evolución y la penetración de la generación distribuida en el sistema eléctrico que éste ha permitido. Finalmente, se analizan los efectos en la industria que ha provocado el nuevo reglamento para la industria, que establece una nueva metodología de cálculo de precios provocando cierta desconfianza entre los desarrolladores.

## CAPITULO 1: CAMBIO CLIMÁTICO

En la Historia del Clima de la Tierra (Uriarte, A., 2003, Gobierno Vasco), da cuenta de tres períodos de incremento de la temperatura terrestre en los últimos 165 años. Sin embargo, la tendencia no fue uniforme. Entre 1880 y 1940 se produjo una recuperación de las temperaturas, una leve tendencia a la baja, debida posiblemente, a factores naturales y no sólo humanos. Esta tendencia a la baja termina a mediados del siglo XX, entre 1950 y 1970. Por último, entre los años 1980 y 2010 se reinicia una nueva fase cálida que se mantiene hasta la actualidad.

De acuerdo con los expertos, esta nueva fase de calentamiento del planeta se debe a la acción humana, y a que las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)<sup>1</sup> han alcanzado los niveles más altos de los registros que se tiene. Por esta razón, el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC)<sup>2</sup> señala en su 6° informe, que se están observando alteraciones en el sistema climático de la Tierra debido a esta gran incorporación de GEI. El aumento de la temperatura es acelerado, está ocurriendo diez veces más rápido que la tasa promedio de calentamiento que se dio tras las épocas glaciales. Los expertos advierten que este incremento se mantendrá hasta al menos la mitad del siglo XXI sin ningún cambio. A partir de ahí, las cosas se prevén aún peores ya que los riesgos para los sistemas naturales y humanos serán mayores al superar el umbral de 1,5° C, pero menores, que, con un calentamiento global de 2°C, el que podría producirse para fines de este siglo de no lograrse la meta de reducir las emisiones de GEI. Las alarmas al respecto son ensordecedoras, la evidencia irrefutable y los efectos ya se observan en muchas regiones del planeta: Deshielos, olas de calor, aumento continuo del nivel del mar podrían intensificarse de tal manera, que no podrían revertirse hasta dentro de varios siglos o milenios.

---

<sup>1</sup> CMNUCC. Unidos por el clima: Guía de la CMNUCC y el Protocolo de Kioto. [en línea], [Fecha de consulta: 11 de diciembre 2019]. Disponible en: [https://unfccc.int/resource/docs/publications/unitingonclimate\\_spa.pdf](https://unfccc.int/resource/docs/publications/unitingonclimate_spa.pdf)

<sup>2</sup> IPCC. Cambio climático. Comunicado de Prensa del IPCC. Ginebra, 09 agosto 2021. [en línea], [Fecha de consulta: 23 agosto 2021]. Disponible en: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2021/08/IPCC\\_WGI-AR6-Press-Release-Final\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2021/08/IPCC_WGI-AR6-Press-Release-Final_es.pdf)

Los estudios y la evidencia de que disponen los científicos, los han llevado a concluir que las causas del cambio climático tienen dos orígenes. La primera se debe a un proceso natural en que la capa de GEI que rodean la Tierra retienen calor, que en cantidades normales mantiene al planeta a unos 33° C permitiendo la vida en él. Es lo que se conoce como Efecto Invernadero Natural<sup>3</sup>, en que un grupo de gases que conforman la atmosfera juegan un papel clave en el balance radiactivo. Además, existen otras causas naturales, tales como, la rotación terrestre, las erupciones volcánicas y las manchas solares que se relacionan con la intensidad del flujo de la radiación solar que incide en la tierra. La segunda causa del calentamiento global es de origen antropogénico, es decir, ocasionada por las actividades del hombre a partir de la Revolución Industrial desde finales del siglo XVIII e inicios del siglo XIX, época en la cual, la industria comienza a generar GEI originados de la quema de combustibles fósiles como el carbón, petróleo y gas natural. Asimismo, es importante mencionar la explotación de los recursos naturales y los cambios de usos del suelo producido por el desarrollo agrícola, forestal y ganadero que han incrementado el CO<sub>2</sub> en los últimos 300 años.

Respecto a los combustibles fósiles, estos son una fuente primaria para la generación de energía eléctrica. Se obtiene directamente de yacimientos bajo la corteza terrestre o bajo el fondo marino y han sido la fuente más utilizada en el mundo que, en un principio favoreció el desarrollo social y económico de las naciones. Sin embargo, quemar estos combustibles por más de dos siglos ha provocado una mayor acumulación de dióxido de carbono, lo que ha generado aumento de la temperatura y cambios en el clima terrestre. Es por esta razón, que el cambio climático se considera de naturaleza global; no respeta las fronteras nacionales, ningún país esta inmune y ninguno puede, por sí sólo, enfrentar los desafíos que plantea. En consecuencia, se necesita un alto grado de creatividad y colaboración entre Estados muy heterogéneos, el sector privado y la sociedad civil para alcanzar el bien común basado en un enfoque climático inteligente y un desarrollo sustentable para evitar que las altas temperaturas nos lleven a un punto sin retorno.

---

<sup>3</sup> IPCC. Cambio Climático. Efecto Invernadero Natural. Las evaluaciones del IPCC de 1990 y 1992. P 74-78 [en línea], [Fecha de consulta: 11 de diciembre 2019]. Disponible en: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/ipcc\\_90\\_92\\_assessments\\_far\\_full\\_report\\_sp.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/ipcc_90_92_assessments_far_full_report_sp.pdf)

## **1.1 Posición del Mundo frente al Cambio Climático**

A través de los años, la comunidad internacional, bajo el alero de las Naciones Unidas, ha adoptado decisiones orientadas a enfrentar los efectos del fenómeno a través de instrumentos jurídicos multilaterales y obligatorios. A lo largo de las sucesivas Conferencias de las Partes (COP)<sup>4</sup> se han ido introduciendo nuevos elementos en las negociaciones, tales como financiamiento para la mitigación o la transferencia tecnológica, que permiten enfrentar los desafíos.

En relación a los instrumentos internacionales para hacer frente al cambio climático, se destacan:

### **1.1.1 Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano conocida también como la Primera Cumbre de la Tierra**

Celebrada en Estocolmo, 5 a 16 de junio de 1972, fue el evento que reconoció el cambio climático como una amenaza mundial. La Conferencia emitió una Declaración de 26 Principios para la mejora y conservación del medio humano que constituyeron la base del derecho internacional ambiental.<sup>5</sup> Es a raíz de estos principios y bajo el patrocinio de la ONU, que se crea el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en 1972, que permitió a la comunidad internacional negociar y adoptar una significativa cantidad de tratados internacionales diferenciados en acuerdos, convenios y protocolos que son de observancia obligatoria para los países signatarios, además de diversas declaraciones, resoluciones y recomendaciones políticamente importantes.

La Conferencia fijó algunas metas específicas: Una moratoria de 10 años a la caza comercial de ballenas, la prevención de descargas deliberadas de petróleo en el mar a partir

---

<sup>4</sup> IBERDROLA. LAS PRINCIPALES CUMBRES CLIMÁTICAS [en línea], [Fecha de consulta: 20 de diciembre 2019]. Disponible en: [https://www.iberdrola.com/wcorp/gc/prod/es\\_ES/comunicacion/docs/Infografia\\_Cumbres\\_Climaticas.pdf](https://www.iberdrola.com/wcorp/gc/prod/es_ES/comunicacion/docs/Infografia_Cumbres_Climaticas.pdf)

<sup>5</sup> NACIONES UNIDAS. Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Humano, 1972. [Fecha de consulta: 22 de diciembre 2019]. Disponible en: <https://www.dipublico.org/conferencias/mediohumano/A-CONF.48-14-REV.1.pdf>

de 1975, y un informe sobre los usos de la energía para ese mismo año. Es importante señalar, que fue la primera Conferencia de gran envergadura dedicada exclusivamente a los problemas del medio ambiente y puso de manifiesto el interés de la opinión pública mundial para concertar una acción internacional para preservar y mejorar la calidad de este.

### **1.1.2 Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)**

Establecido en 1988, por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Su misión es evaluar el estado de los conocimientos científicos, técnicos y socioeconómicos sobre el cambio climático global, sus causas, repercusiones y estrategias de respuesta internacional en esta materia.

El IPCC elabora informes amplios, transparentes y objetivos que proveen información clave para los que toman decisiones políticas en el marco del sistema multilateral de negociación, con el propósito de construir una arquitectura institucional de escala internacional que permita regular las emisiones con la participación de todos los países.

El año 2007 el cuarto informe del IPCC declara que las causas del cambio climático son de origen antropogénico.<sup>6</sup>

### **1.1.3 Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC)**

Entre los años 1989 a 1992 se inició un proceso de negociación que tuvo como resultado final la aparición oficial del tema en la agenda política internacional. En la Cumbre de la Tierra, celebrada en Rio de Janeiro en 1992 y como parte de un conjunto de acuerdos ambientales surge esta convención que entró en vigencia en 1994, incorporó cuatro principios centrales para el tratamiento del cambio climático.<sup>7</sup>

---

<sup>6</sup> IPCC. Cambio climático 2007. Informe de síntesis. [en línea] [Fecha de consulta: 04 de enero 2020]. Disponible en: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4\\_syr\\_sp.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4_syr_sp.pdf)

<sup>7</sup> CMNUCC. Principios Cambio Climático, artículo 3 [en línea], [Fecha de consulta: 05 de enero 2020]. Disponible en: <https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=recursoslegales/10221.3/47624/1/CONVENCION.pdf>

La Convención Marco define el cambio climático como: “*Un cambio en el clima, atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial, y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables*”.

Este instrumento buscó establecer las bases sobre las cuales se garanticen el cumplimiento de los objetivos, en cuanto a lograr la estabilización de las concentraciones de GEI en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático y en un plazo suficiente para permitir, que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurando, que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitiendo que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.

La Convención Marco dividió a las Partes en tres grupos de trabajo, de acuerdo con sus compromisos. Conjuntamente, implantó un mecanismo internacional sobre cambio climático importante de destacar: Las Conferencias de los Estados Parte de la Convención Marco, conocidas como “COP”<sup>8</sup>. (Ver anexo 1).

No obstante, los compromisos asumidos, las acciones de mitigación desarrolladas por los países industriales no fueron suficientes. Es así que, a mediados de la década de los noventa, se hizo necesario negociar un Acuerdo que incluyera compromisos cuantitativos de limitación y reducción de emisiones que, obligara a los principales emisores, conforme al Principio de las *Responsabilidades Comunes Pero Diferenciadas* establecido en la Convención Marco, a mitigar el cambio climático global.

#### **1.1.4 Protocolo de Kioto**

La CMNUCC necesitaba ser fortalecida, y el primer paso estuvo determinado por el Mandato de Berlín acordado por la COP 1 (1995), el cual comprometió a los países parte de la Convención a generar un Protocolo como documento vinculante de la CMNUCC. En el

---

<sup>8</sup> NACIONES UNIDAS. Conferencia de las Partes (COP) [en línea], [Fecha de consulta: 08 de enero 2020]. Disponible en: <https://unfccc.int/es/conferencia-de-las-partes-cop>

marco de la COP 3<sup>9</sup>, se da la adopción del que se denominó Protocolo de Kioto. Dicho instrumento *jurídicamente vinculante* compromete a los países desarrollados Parte de la CMNUCC, a lograr una disminución de emisiones de GEI.

**Entre los principales elementos que integran la arquitectura del Protocolo se cuentan:**

- Compromisos que incluyen metas de emisión y compromisos generales.
- Implementación de políticas, medidas nacionales y de mecanismos de flexibilización, que contribuyan a hacer viable el cumplimiento de los compromisos.
- Minimización de impactos para los países en desarrollo, lo que incluye la creación de un Fondo de Adaptación.
- Preparación de inventarios nacionales de emisiones para la generación de un sistema de información internacional.
- Sistema de aseguramiento del cumplimiento de los compromisos asumidos por las Partes.

Aun cuando, el Protocolo tuvo un gran logro y fijó metas y procedimientos claros a cumplirse para el año 2012, la realidad es que dichos compromisos fueron insuficientes para detener la problemática. Los objetivos a cumplir son diferentes para cada país. El protocolo sólo comprende las obligaciones de los países industrializados para limitar sus emisiones sin abordar otras restricciones o políticas de emisión para los países en proceso de industrialización. Es así como, el protocolo no obliga a grandes economías en desarrollo y crecimiento, tales como China. Los avances científicos y tecnológicos en los que se apoyaron los países para su desarrollo fueron avanzando, pero se fueron dejando de lado el uso de mejores estrategias de bajo impacto ambiental. Esto llevó a repensar los compromisos internacionales y avanzar en un nuevo instrumento más allá del Protocolo de Kioto. Era necesario un nuevo acuerdo mundial climático.

### **1.1.5 Acuerdo de Paris.**

---

<sup>9</sup> NACIONES UNIDAS. Protocolo de Kioto. Japón, adoptado el 11 diciembre 1997. Entró en vigencia, febrero 2005[en línea] [Fecha de consulta: 10 de enero 2020]. Disponible en: [https://unfccc.int/es/kyoto\\_protocol](https://unfccc.int/es/kyoto_protocol)

En diciembre de 2017, se celebró la COP 17 en Durban, Sudáfrica, en la que se acordó la Plataforma de Durban para una Acción Reforzada, con un Grupo Especial de Trabajo que tuviera por objeto llevar adelante un proceso para desarrollar un Protocolo, otro instrumento jurídico acordado que tuviera fuerza de ley bajo la Convención y que se pudiera aplicar a todas las partes.

Como preparación y en el marco de las negociaciones, los Estados enviaron sus Contribuciones Previstas y Determinadas Nivel Nacional. Con esos compromisos voluntarios se llegó a la COP 21, acordándose el Acuerdo de París, que plasmó los compromisos a largo plazo, que los Estados fueron asumiendo en varios años de negociaciones de modo de aunar esfuerzos para una acción climática mancomunada.

Esta nueva época de compromisos culminó el 12 de diciembre de 2015 en la COP 21. El Acuerdo entro en vigor el 04 de noviembre de 2016 y tuvo como objetivo *evitar que el incremento de la temperatura media global supere los 2°C respecto a los niveles preindustriales*, lo que supone una señal clara, para todos los países y agentes no gubernamentales, de la necesidad de poner en marcha una transición hacia unos modelos de desarrollo bajos en emisiones y resilientes al clima. El acuerdo entraría en vigor el año 2020, y debería perdurar hasta el año 2050. En él se incluyen responsabilidades para todos los países y cubriría casi el 100% de los GEI.

Para dar dinamismo al régimen global de lucha contra el cambio climático y a asegurar que, de manera regular se revise el progreso del Acuerdo. Este se ha diseñado de manera que, cada 5 años, comenzando en 2023, tenga lugar una evaluación de su aplicación y del avance hacia la consecución de los tres objetivos generales recogidos en el mismo, tales son:

- a) El objetivo de los 2°C, con el compromiso, además, de promover esfuerzos adicionales que hagan posible que el calentamiento global no supere el 1,5°C.
- b) Un objetivo global de adaptación, y
- c) Un objetivo que busca asegurar la coherencia de los flujos financieros internacionales con un modelo de desarrollo bajo en emisiones y resiliente al clima.

Prácticamente la totalidad de los países han presentado sus Contribuciones Nacionalmente Determinadas al Acuerdo<sup>10</sup> (NDC). Estas contribuciones son, fundamentalmente, los planes nacionales de lucha contra el cambio climático que recogen los principales objetivos y elementos con los que cada país, según sus capacidades y circunstancias, se compromete a participar en la lucha global contra este fenómeno.

Entre las cuestiones señaladas, se destacan las relativas al:

- Sistema de transparencia (Presentación de información)
- El diseño y presentación de las sucesivas contribuciones nacionales
- El diseño del proceso de evaluación del cumplimiento de los objetivos del Acuerdo cada cinco años (global stocktake)<sup>11</sup>
- Las modalidades y procedimientos del Comité para facilitar la implementación y el cumplimiento.

De lo anterior, se comprende que El Acuerdo de París, contemple Principios Ambientales del Derecho Internacional que sirven de guías de interpretación para implementar el Acuerdo en los Estados parte, así como para su propia institucionalidad. Estos Principios son siete: *Responsabilidades comunes pero diferenciadas; Desarrollo sostenible; Buena gobernanza; Equidad intergeneracional; Transparencia; Cooperación y Precautorio.*

Sin duda, los Acuerdos Internacionales demuestran que la mitigación del cambio climático y la adaptación al mismo son retos clave del siglo XXI. A escala mundial, es importante señalar que uno de los temas importantes en discusión en las Conferencias de las Partes ha sido la cuestión de la energía y su consumo global. La dependencia de combustibles fósiles en los procesos industriales en que se basa la economía, contribuyen alrededor del 78% de las emisiones de GEI del planeta.

---

<sup>10</sup> Compromisos de la comunidad internacional para reducir las emisiones de GEI, acorde con la CMNUCC y no exceder los 2°C en el planeta respecto de la época preindustrial. Proporcionan información sobre reducción de los GEI y contendrá el horizonte de trabajo, la estrategia de implementación, los mecanismos de monitoreo, así como la información cuantificable sobre mitigación. ACUERDO DE PARIS. Contribuciones Nacionalmente Determinadas al Acuerdo. Artículo 4. [en línea], [Fecha de consulta: 07 enero 2020]. Disponible en: [https://unfccc.int/files/meetings/paris\\_nov\\_2015/application/pdf/paris\\_agreement\\_spanish .pdf](https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_spanish.pdf)

<sup>11</sup> Acuerdo de París. Inventario Global, artículos 13 y 14. [en línea], [Fecha de consulta: 07 enero 2020]. Disponible en: [https://unfccc.int/files/meetings/paris\\_nov\\_2015/application/pdf/paris\\_agreement\\_spanish .pdf](https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_spanish .pdf)

A partir de la ratificación de Chile al Acuerdo de París en febrero de 2017 y como miembro activo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) el país presentó en los años 2015 y 2020 su Contribución Nacional Determinada (NDC), comprometiéndose a desarrollar e implementar políticas y acciones climáticas que permitan a nivel local la adaptación, la mitigación y el cumplimiento de los acuerdos globales.

## **1.2 Chile frente al Cambio Climático**

### **1.2.1 Geografía de Chile y cambio climático**

Chile este situado en América del Sur, tiene una superficie de 756.700 km<sup>2</sup>. Está constituido por tres zonas geográficas: Chile Continental, Insular y Territorio Antártico Chileno. En él se pueden distinguir variaciones en el clima según nos encontremos en el norte, zona central, sur, cordillera, costa o la montaña: Un clima desértico con escasas precipitaciones en el norte del país, un clima mediterráneo que domina la zona central, un clima marítimo lluvioso en la zona sur y en la zona austral se desarrolla un clima estepario frío. En la zona antártica, predomina el clima polar. Es una república unitaria cuyo marco político administrativo se estructura en tres niveles territoriales de gobierno: Regiones, provincias y comunas a lo largo de su territorio de 4.270 km de largo y un ancho máximo de 445 km.

Según el artículo 4.8 de la CMNUCC<sup>12</sup>, Chile es un país en vías de desarrollo que se considera altamente vulnerable frente al fenómeno de cambio climático. Su actividad económica es altamente dependiente de los combustibles fósiles, del clima y de la disponibilidad hídrica. Las características geográficas también contribuyen a esta vulnerabilidad, tales como áreas de borde costero de baja altura, áreas áridas, semiáridas y de bosques, susceptibilidad a desastres naturales, áreas propensas a sequía y desertificación, zonas urbanas con problemas de contaminación atmosférica y ecosistemas montañosos como las cordilleras de la Costa y de los Andes.

---

<sup>12</sup> CMNUCC. Nueva York, 9 mayo 1992. [en línea], [Fecha de consulta: 10 enero 2020]. Disponible en: <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2009/6907.pdf>

El año 2012, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) estudió los impactos del cambio climático en Chile. Estos arrojaron que los principales efectos del cambio climático son: Temperatura, Precipitaciones, Eventos climáticos extremos y Biodiversidad. Los sectores más afectados son: Recursos Hídricos, Salud, Infraestructura, Energía, Sector Silvoagropecuario, Pesca y acuicultura, Turismo, Ciudades.

En cuanto a su población: Según datos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), el país ya superó los 19 millones de habitantes el año 2019 y se proyecta para el año 2035 que la población nacional supere los 21 millones. Es una población creciente que va requiriendo a medida que pasa el tiempo de mayores recursos y demanda energética para desarrollarse.

La evolución histórica de Chile en materia económica ha estado marcada por cambios políticos. El colapso económico y social de 1973 dio como resultado una disminución importante de la actividad productiva. Esta crisis se manifestó en una gran inflación que se estima llegó al 350%, la más alta en la historia del país hasta ahora. Después del año 1973, durante el gobierno militar, el país adopta un modelo económico neoliberal como respuesta a la ineficiencia del aparato estatal en la coordinación económica de los años 70. Gracias a este nuevo modelo económico, que se centra en un mercado libre de restricciones político-ideológica, el país logra recuperarse de la crisis económica, enfrentando otra recesión en los años 80. Superada ésta, se produce el milagro económico a partir del año 1982. Posteriormente, durante la década de 1990, en la época de transición a la democracia, se consolida el modelo económico a través de tratados de libre comercio e inversión extranjera que permitieron el desarrollo y consolidación del sistema neoliberal.

No se puede dejar de mencionar, que Chile es el único país de Latino América que logró que su PIB per cápita creciera a partir del año 2005, de 7.612 dólares a 21.190 dólares el año 2019, lo que lo posicionó como líder en América Latina. Sin embargo, la crisis social del año 2019 y posterior pandemia producto del Covid-19 han desacelerado el crecimiento económico del país. El Banco Central de Chile proyectan que el PIB crezca a un ritmo de solo 3% en 2022 frente al 3,1 % previsto en junio de 2021. Para el año 2023 la proyección del PIB es del 2,6%. En cuanto al IPC para el año 2021, se espera cierre con una inflación de 3,7% en la parte alta del rango de tolerancia del Banco Central (2% a 4%).

## 1.2.2 Escenario socioeconómico de Chile

Chile debe contribuir a la disminución del calentamiento global y a la protección del medio ambiente. Para ello, la CEPAL hizo un estudio el año 2012<sup>13</sup>, en que no sólo analizó los impactos del cambio climático en la naturaleza, sino también en la economía del país y en cómo enfrentar sus efectos tomando las medidas necesarias de adaptación y mitigación de los GEI. Para ello se requiere la contribución de toda la sociedad, es decir, el control de estas emisiones tiene un costo económico asociado. En Chile esta evaluación económica es dispar según los diferentes sectores productivos de que se trate, que casi siempre están estrechamente vinculados al clima de la zona en que se desarrollan, y que directa o indirectamente dependen de la existencia de recursos energéticos y físicos primarios para casi la totalidad de sus actividades económicas.

En cuanto al perfil económico de Chile, está orientado a un modelo de economía abierta y estable que favorece la inversión y fomenta la exportación de recursos naturales en áreas como la minería, el sector pesquero y el sector silvoagropecuario. Los resultados económicos fueron exitosos a partir del año 1990, momento en que se experimentó un crecimiento económico cada vez más diverso sobre todo en materia de exportaciones. Sin embargo, con el tiempo se fue evidenciando un deterioro sobre los recursos naturales por la sobre explotación o debido a las condiciones climáticas que ocasionan la pérdida de estos. Un ejemplo son los recursos hídricos, necesarios para la generación de energía hidroeléctrica. Esta crisis del agua, ocasionada por el clima o la industrialización, tuvo como efecto un aumento en el consumo de carbón mineral, gas y petróleo para la producción energética a través de las centrales termoeléctricas (a partir del año 2007, cerca del 60% de la electricidad se generó en estas centrales). Con ello aumentaron las emisiones de GEI que terminaron transformando al sector energía en el principal emisor de GEI en el país, representando el 78% de las emisiones totales.

---

<sup>13</sup> CEPAL. NACIONES UNIDAS. La Economía del Cambio Climático en Chile, 2012. [en línea]. [Fecha de consulta: 17 de enero 2020]. Disponible en: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/35372/1/S2012058\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/35372/1/S2012058_es.pdf)

### 1.2.3 Caso de la industria de la minería, motor de la economía en Chile

Uno de los sectores importantes para la economía de Chile es la minería, especialmente la del cobre, que ha sido el pilar fundamental del crecimiento económico del país. En los últimos 30 años, ha sido el motor principal en esta materia en el país, aportando en la última década cerca del 10% del PIB nacional, el 7,8% de los ingresos fiscales y más del 50% de las exportaciones<sup>14</sup>. Esta industria genera empleo, contribuye a los ingresos del Estado, permitiendo una mejor calidad de vida para los chilenos. Como contrapartida, este sector es uno de los principales consumidores de energía, responsable directo de a lo menos el 14% del consumo total del país; manteniendo una tendencia al alza en las últimas dos décadas debido al crecimiento de esta industria. Cabe resaltar que, todo proyecto minero, para su ejecución necesita disponer del recurso hídrico<sup>15</sup>.

Es importante señalar, que existen tres fuentes de agua del proceso minero: *Continental, oceánica y aguas recirculadas*. Sin embargo, son las aguas continentales, las que están sujetas a una disponibilidad limitada debido a la escasez de agua en las cuencas de la zona norte y centro del país, por ende, a una menor generación de electricidad.

Esta escasez de agua y la pérdida de generación hidroeléctrica de las centrales ha propiciado el uso de combustibles fósiles como el carbón (25%), el petróleo y el gas natural (43%) que han contribuido a la emisión de GEI. Como consecuencia de ello, La Comisión Nacional del Cobre (COCHILCO) mantiene desde el año 1995 un inventario para cuantificar y analizar las emisiones de GEI directos de la minería del cobre a nivel nacional.

Cabe destacar, que en cuencas donde existen faenas mineras, se han considerado diversas medidas de adaptación, tales como, aumentar la recirculación de las aguas, en donde se

---

<sup>14</sup> Revista Minería Chilena. El valor proporcionado por la minería a la sociedad. Santiago, Chile. Publicado el 26 noviembre 2019. [en línea], [Fecha de consulta: 20 enero 2020]. Disponible en: <https://www.mch.cl/columnas/el-valor-proporcionado-por-la-mineria-a-la-sociedad/#>

<sup>15</sup> COCHILCO. CHILE. Consumo del agua en la minería del cobre al 2018. [en línea], [Fecha de consulta: 20 de enero 2020]. Disponible en: <https://www.cochilco.cl/Listado%20Temtico/Consumo%20de%20agua%20en%20la%20minería%20del%20cobre%20al%202018%20-%20Version%20Final.pdf>

pueda procesar una mayor cantidad de minerales sin aumentar en la misma medida el consumo de este recurso hídrico, desalinizar el agua de mar o la utilización de sistemas de impulsión de agua de mar para ser utilizada directamente en los procesos. Sin embargo, desalar el agua y llevarla a la mina implica un costo para las empresas y un aumento en las emisiones de GEI de la industria.

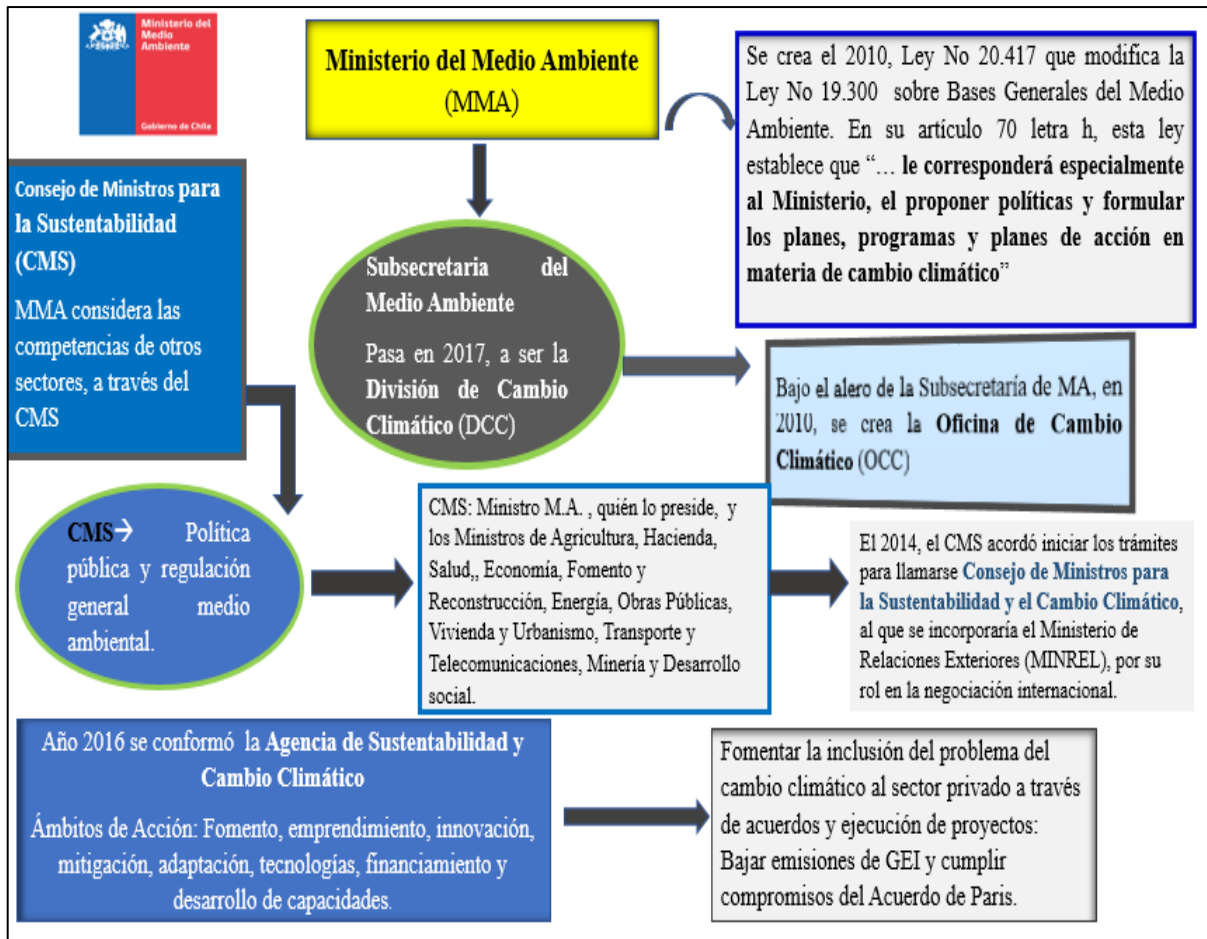
En la industria minera, es tema recurrente el uso e implementación de tecnologías limpias para reducir las emisiones de GEI para lograr un desarrollo sostenible y eficiencia energética. Por tal motivo, se ha puesto en ejecución un **Plan de Descarbonización** que, entre sus principales objetivos está el cierre del total de las centrales a carbón hacia el año 2040 para convertir a Chile a carbono neutral en su matriz energética en el año 2050.

#### **1.2.4 Políticas institucionales sobre cambio climático**

En Chile se ha desarrollado una estructura institucional para cumplir con los compromisos internacionales ratificados. Está encabezada por el Ministerio del Medio Ambiente<sup>16</sup> que colabora con el presidente de la República en el diseño y aplicación de políticas, planes y programas en materia ambiental, así como la protección y conservación de la diversidad biológica, de los recursos naturales e hídricos.

---

<sup>16</sup> Ley N°19.300. CHILE. Aprueba ley Sobre Bases Generales del Ministerio del Medio Ambiente. [en línea], [Fecha de consulta: 20 de enero 2020]. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=30667&buscar=19.300&t=1>



**Figura 1: Institucionalidad del cambio climático en Chile<sup>17</sup>.**

**Fuente:** <https://mma.gob.cl/estructura-organizacional/>

### 1.2.5 Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático

En el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PANCC)<sup>18</sup>, aprobado por el CMS el año 2014, se construyó en base a tres ejes de acción:

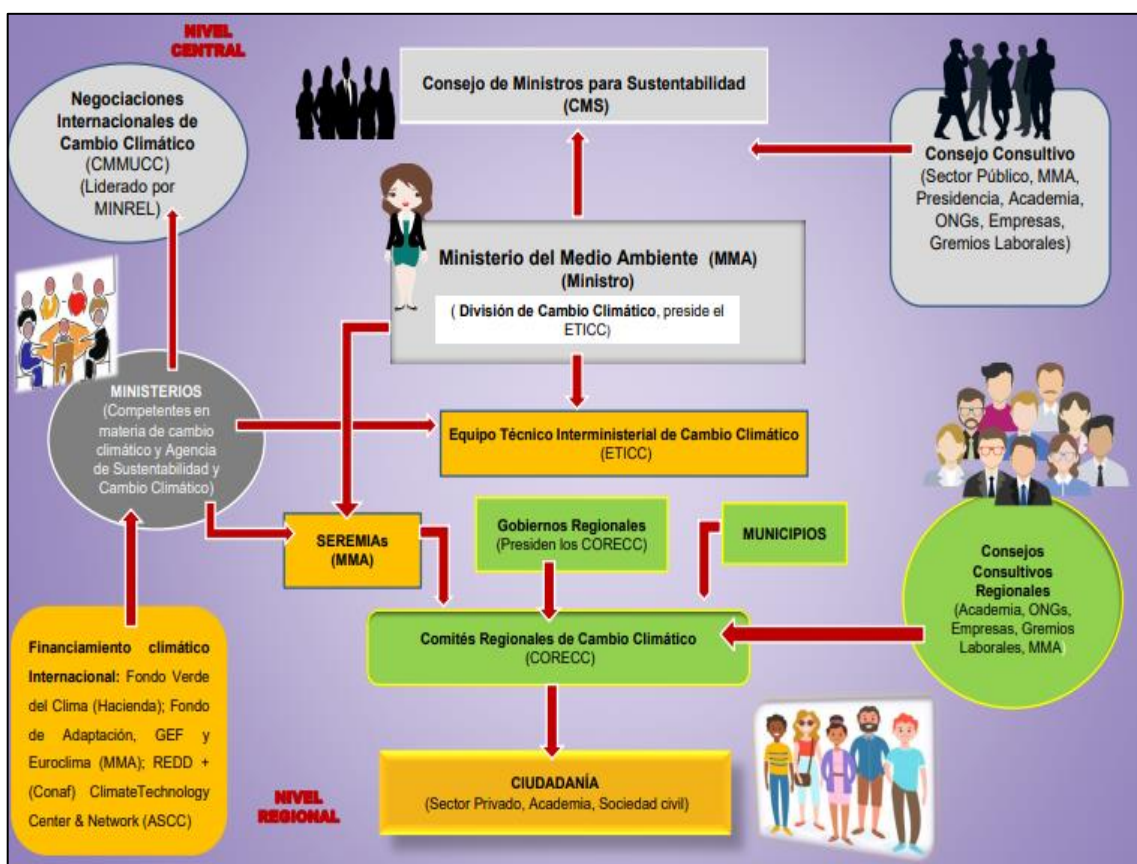
1.-Adaptación a los impactos del cambio climático,

<sup>17</sup> Ley N°20.417. CHILE. Crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente. Artículo 70, letra h. [en línea], [Fecha de consulta: 20 de enero 2020]. Disponible en: [https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1010459&idParte=8848126&a\\_int=True](https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1010459&idParte=8848126&a_int=True)

<sup>18</sup> CHILE. MINISTERIO del Medio Ambiente. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Santiago, Chile, 01 diciembre 2014 [en línea], [Fecha de consulta: 24 enero 2020]. Disponible en: <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/02/Plan-Nacional-Adaptacion-Cambio-Climatico-version-final.pdf>

- 2.-Mitigación de las emisiones de los GEI, Creación y
- 3.-fomento de capacidades en el cambio climático.

A partir del PANN se desprenden los estudios sobre vulnerabilidad y la elaboración de Planes sectoriales y nacionales de Adaptación al Cambio Climático, coordinados por el MMA, encabezado por el CMS, incorporando al Equipo Técnico Interministerial del Cambio Climático (ETICC), y a los Comités Regionales de Cambio Climático (CORECC). De acuerdo al esquema de la figura siguiente:



**Figura 2: Institucionalidad para la elaboración, implementación y seguimiento de las actividades del PANCC-II.**

**Fuente:** Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022 Página 18

[https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/07/plan\\_nacional\\_climatico\\_2017\\_2.pdf](https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/07/plan_nacional_climatico_2017_2.pdf)

### **El nivel central o nacional**

Está constituida por el CMS y ETICC, pero además se incorpora como nuevo elemento a nivel regional, el CORECC, presididos por los Intendentes Regionales, y los conforman representantes del Gobierno Regional (GORE), del Consejo Regional (CORE), de las Gobernaciones Provinciales, el Punto Focal del Cambio Climático de la SEREMI del MMA, delegados de las SEREMI y servicios públicos de otros Ministerios miembros del TICC y de la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático, representantes de los Municipios y representantes del Consejo Consultivo Regional y de otras instancias participativas que decida cada CORECC.

### **La División de Cambio Climático del Ministerio de Medio Ambiente:**

Es la instancia encargada de proponer las políticas de cambio climático y de la coordinación de los Ministerios y entidades públicas respecto al cambio climático coordinando equipos a nivel interministerial, ejercer como asesor técnico del Comité para la Negociación internacional y ejercer como Punto Focal en instancias internacionales, como por ejemplo del IPCC.

La División de Cambio Climático se ha estructurado en tres Departamentos:

- i) Departamento de Mitigación e Inventarios de Contaminantes Climáticos
- ii) Departamento de Adaptación al Cambio Climático y Desarrollo de Capacidades Climáticas, y
- iii) Departamento de Financiamiento y Negociación Internacional Climáticos.

El objetivo es fortalecer y dar continuidad a las políticas, planes, programas y acciones en materia de cambio climático, con una mirada de Estado a largo plazo, que trascienda a los gobiernos de turno.

### **Unidad Nacional de Ozono:**

A cargo de la División de Cambio Climático (DCC), establecida en Chile desde 1993, la cual es responsable del Protocolo de Montreal y sus enmiendas, apoyando al país mediante la implementación de proyectos de inversión y asistencia técnica, actividades de difusión pública, y elaboración o modificación de normativas.

### **1.2.6 Ley Marco de Cambio Climático**

El proyecto fue ingresado el 13 de enero de 2020 quedando en la etapa de Trámite Constitucional en el Senado: Discusiones, Indicaciones, informes hídricos, Informes de Comisión del Medio ambiente y Bienes Nacionales y otros estudios. El 24 de agosto de 2021 se hace presente la urgencia de discusión inmediata.

No cabe duda de que Chile cuenta con una organización gubernamental que propende a un desarrollo sustentable bajo en CO<sub>2</sub>. Para ello se busca fomentar las opciones de mitigación y adaptación en los distintos sectores productivos. Sin embargo, no se contaba con un marco jurídico que permita asignar responsabilidades de reducción de emisiones, implementación, reporte de medidas de mitigación de emisiones y adaptación a los impactos del cambio climático.

En el Mensaje, el presidente de la República Sebastián Piñera, manifiesta la necesidad de que Chile cuente con esta ley para lograr la estabilización de las concentraciones de GEI y cumplir con los acuerdos internacionales. En ese contexto, Chile ya presentó el año 2015 la primera Contribución Nacional Determinada (NDC) y se comprometió a lograr avances en materia de mitigación, adaptación, fortalecimiento de capacidades, transferencia de tecnología y financiamiento en materia de cambio climático.

El fundamento del proyecto de ley es la alta vulnerabilidad de Chile, por lo que se busca mejorar las deficiencias en la gestión climática asociadas a la falta de políticas de largo plazo, que trasciendan a los gobiernos de turno y que orienten la acción del Estado y de los privados. La falta de estos objetivos ha impedido planificar las políticas que se deben

implementar de manera integrada y transversal a todos los sectores. Falta una institucionalidad clara, coordinada y articulada, para hacerse cargo de un problema transversal y multidisciplinario. Asimismo, la falta de nitidez respecto a facultades y obligaciones de los diversos órganos de la Administración del Estado en la materia, amenaza la eficacia y eficiencia en la acción climática. Finalmente, la carencia de instrumentos de gestión del cambio climático vinculantes atenta contra la posibilidad de cumplir los compromisos internacionales asumidos en la materia.

El Artículo 1° señala: “*El Objeto de esta ley es hacer frente a los desafíos que presenta el cambio climático, transitar hacia un desarrollo bajo en emisiones de gases de efecto invernadero, hasta alcanzar y mantener la neutralidad de emisiones de los mismos, reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia a los efectos adversos del cambio climático y dar cumplimiento a los compromisos internacionales asumidos por el Estado de Chile en la materia*”.

### **¿Por qué una Ley Marco?**

La Ley Marco de Cambio Climático establece la *gobernanza climática*, es decir, las facultades y obligaciones de los organismos del Estado para la acción climática, a nivel vertical, nacional a municipal, como a nivel horizontal (distintos sectores). Como consecuencia, institucionaliza la visión del Estado ya que, establece en la *Ley la meta de carbono neutralidad*. Además, permite que el Estado ajuste sus acciones según los cambios económicos, tecnológicos, entre otros, y permite establecer los componentes esenciales, dejando las acciones específicas para los sectores responsables y entrega la autonomía para tomar las acciones específicas según las necesidades y condiciones cambiantes en el tiempo.

i) Los elementos principales del Anteproyecto son:

- Meta de Mitigación para el país: Neutralidad de emisiones al 2050, es decir, el estado de equilibrio entre las emisiones y absorciones de GEI.

- Institucionalidad del cambio climático: Reforzar la institucionalidad existente, dotándola de nuevas facultades, definiendo sus obligaciones y responsabilidades en la materia.

ii) Instrumentos de gestión del cambio climático de largo, mediano y corto plazo

Son los lineamientos generales de manera transversal e integrada, de modo que oriente y se relacione con todos los instrumentos de gestión del cambio climático. Dentro de sus contenidos más relevantes se destacan:

- La definición de un presupuesto nacional de emisiones de GEI al año 2030 y 2050, y
- Los presupuestos de emisión para cada uno de los sectores que establece la ley, los que deben cumplirse en un plazo de 10 años.

Adicionalmente, el proyecto contiene lineamientos en materia de adaptación al cambio climático, así como de evaluación de riesgos, considerando la vulnerabilidad de cada sector específico.

- Incorpora el cambio climático en otras políticas: Planes sectoriales de mitigación y adaptación al cambio climático.
- Planes de Acción Regional de Cambio Climático
- Contribución Determinada a Nivel Nacional
- Establece el financiamiento e instrumentos económicos
- Los Sistemas de información sobre cambio climático.
- Crea Normas de emisión de GEI y certificados de reducción de emisiones.

iii) A nivel nacional

- Modifica el Consejo de ministros para la sustentabilidad y Cambio Climático, integrando Ministerio de Ciencia.
- Establece “autoridades sectoriales” responsables de elaborar planes de mitigación/adaptación.

- Se formalizan facultades del MMA en materia de cambio climático.
- Crea el Comité Científico Asesor para el Cambio Climático.
- Modifica el Consejo consultivo en el Consejo Nacional para la Sustentabilidad y Cambio Climático.
- Reconoce al Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático, definiendo responsabilidades.

iv) A nivel regional

- Reconoce al Comité Regional de Cambio Climático.
- Se otorgan competencias en cambio climático a las Secretarías Regionales Ministeriales de las “autoridades sectoriales”.
- Reconoce la participación de los municipios o asociaciones municipales, en la gestión del cambio climático a nivel local.

Es importante mencionar que la ley incorpora principios inspiradores, tales son:

- El de la Equidad reconociendo la importancia de la justicia social y ambiental.
- El de Transversalidad que vela por la participación ciudadana en la gestión del cambio climático sea a todos los niveles territoriales, así como en los distintos sectores de la sociedad.

Finalmente, y considerando el contexto del Derecho Internacional Ambiental, se incluyen los principios de: *No Regresión* y *de Progresividad*, mediante los que se busca avanzar progresivamente en los niveles de mitigación y adaptación alcanzados.

### **1.3 Oportunidades de cambio**

En diciembre de 2019, en el marco de la COP 25, Chile se comprometió a que el 70% de su matriz energética para el año 2030 esté compuesta por energías renovables y lograr la carbono neutralidad para el año 2050. De acuerdo con ello, nuestro país entregó la

actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC)<sup>19</sup> de su compromiso de reducción de emisiones y medidas para enfrentar el cambio climático. El compromiso a la NDC nos permite avanzar en la transformación hacia una economía baja en emisiones y resiliente al clima que afectará positivamente el medio ambiente, la sociedad, las oportunidades laborales y la calidad de vida de las personas.

La NDC establece metas que se fundan en cuatro pilares:

1. Mitigación
2. Adaptación
3. Integración
4. Medios de Implementación (Desarrollo de capacidades, transferencia tecnológica y financiamiento).

Los principales ejes de acción en que se trabajara al 2050 son:

Minería e industria sostenible; producción y consumo de hidrogeno; edificación sostenible de viviendas y edificios públicos-comerciales; electromovilidad, principalmente de sistemas públicos; retiros de centrales a carbón, y otras medidas de eficiencia energética.

Por consiguiente, es un objetivo ambicioso que se podría alcanzar tomando las medidas adecuadas, por ejemplo, un marco legal apropiado (Ley Marco de Cambio Climático), en que se busca que la generación eléctrica no contemple combustibles fósiles y limita la emisión de GEI por sector productivo (industria, minería transporte edificios, etc.).

---

<sup>19</sup> CHILE. COP 25. Contribución Determinada a Nivel Nacional [en línea], [Fecha de consulta: 06 febrero 2020]. Disponible en: <https://cop25.mma.gob.cl/chile-entrega-la-actualizacion-de-su-compromiso-de-reduccion-de-emisiones-y-medidas-para-enfrentar-el-cambio-climatico/>

### **1.3.1 Objetivos de desarrollo sostenible**

En el año 2018, el IPCC, se publica el Informe Especial Sobre Calentamiento Global de 1,5°C<sup>20</sup> en el que hace hincapié sobre la importancia de mantener la temperatura media global por debajo de los 2° sobre los valores preindustriales y pide un esfuerzo mancomunado de las naciones para limitarlo a 1,5°C. El informe hace un llamado de alerta para que los países tomen las medidas de mitigación correspondientes ya que el tiempo simplemente se nos acaba. El Impacto que el calentamiento global provoca en el planeta se hace cada día más evidente y es urgente que la disminución de los contaminantes comience antes del año 2030. Los expertos concluyeron, que según las trayectorias de las emisiones mundiales de GEI, es muy probable que la temperatura global siga aumentando y alcance 1,5° entre el año 2030 y 2052. Finalmente, el informe del IPCC, deja muy en claro, que las opciones de mitigación y adaptación coherentes con la limitación del 1,5°C, sólo se podrá sustentar con un desarrollo sostenible en que todos los sectores sociales, los distintos niveles de gobernanza, las instituciones, empresas privadas y ciudadanos colaboren entre sí.

#### **1.3.1.1 Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)<sup>21</sup>**

Reconocen que el desarrollo sostenible debe estar en equilibrio con el medio ambiente, economía, política y sociedad. Es por esta razón que los ODS son un conjunto armónico de objetivos de tal manera que, si dejamos uno de lado afectaremos de manera inevitable a los otros. Estos objetivos abarcan cuestiones, que afectan a todos los seres humanos, principalmente, disminuir la pobreza en forma permanente en todas partes, gestionar el cambio climático y tener un planeta más sostenible lo que reducirá las desigualdades y contribuirá a que prosperen las economías.

---

<sup>20</sup> CHILE. IPCC. Informe Especial Sobre Calentamiento Global de 1,5° [en línea], [Fecha de consulta: 10 febrero 2020]. Disponible en: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf)

<sup>21</sup> UNESCO. Declaración de Principios Éticos en relación con el Cambio Climático. Publicación 12 noviembre 2017 [en línea], [Fecha de consulta: 02 junio 2020]. Disponible en: [http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL\\_ID=49457&URL\\_DO=DO\\_TOPIC&URL\\_SECTION=201.html](http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL_ID=49457&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html)

### **1.3.1.2 Los ODS N° 7) de Energía Asequible y No Contaminante y N°13) Acción por el Clima**

Tienen especial importancia en la ruta trazada para descarbonizar la matriz energética y cumplir con el objetivo de seguridad energética y progreso económico. Estos objetivos se pueden lograr avanzando en la instalación de centrales eléctricas en base a ERNC que en Chile tienen un gran potencial, para así, ir terminando con las zonas de sacrificio que existen en el país. El objetivo es lograr que las centrales limpias, movidas por el sol, el agua, el viento o los mares puedan satisfacer las necesidades crecientes de energía del país.

En resumen, Chile adoptó la Agenda 2030<sup>22</sup>, para ello ha ido elaborando e implementando políticas públicas a largo plazo de acuerdo a los objetivos de los ODS y ha ido tomando aspectos sociales, medio ambientales y económicos para lograr las metas para un Desarrollo Sostenible. Para ello, se trabaja de manera estratégica para que la transición hacia el carbono neutral incorpore un pilar de desarrollo social y ambiental justo y equitativo, en que se promuevan la creación de empleos verdes, se mejore la calidad de vida de las personas y las condiciones del medio ambiente en aquellos lugares donde se emplace infraestructura destinada a la producción energética.

## **1.4 Beneficios Económicos de las ERNC**

Chile no cuenta con recursos energéticos fósiles propios, por lo que como país es altamente dependiente de la importación de estos, cuestión que nos hace muy vulnerables a los precios del mercado internacional de estas energías. Sin embargo, transitar hacia una matriz energética descarbonizada e inyectar ERNC a los sistemas eléctricos del país incluye por una parte la normativa legal que fomente y permita su penetración, por la otra, estudiar los costos y beneficios que estas energías limpias tienen para el país. En otras palabras, se necesitaba identificar el impacto de las ERNC en los Sistemas Eléctricos, en lo macro económico (Empleo y PIB) y en las Externalidades como las emisiones de GEI.

---

<sup>22</sup> CHILE. Informe Nacional Voluntario Chile 2019: Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible [en línea], [Fecha de consulta: 24 septiembre 2020]. Disponible en: [http://www.chileagenda2030.gob.cl/storage/docs/Informe\\_Nacional\\_Voluntario\\_CHILE\\_2019.pdf](http://www.chileagenda2030.gob.cl/storage/docs/Informe_Nacional_Voluntario_CHILE_2019.pdf)

De acuerdo con lo precedente, en el año 2012, el Consejo para la Defensa de Recursos Naturales (NRDC) y la Asociación Chilena de Energías Renovables (ACERA), dieron a conocer el estudio **“Beneficios Económicos de las ERNC en Chile”**<sup>23</sup>, el cual demuestra que una penetración mayor de energías limpias en el país tiene beneficios importantes tanto para el desarrollo económico, la sociedad y la calidad de vida de los chilenos.

El año 2012 la Ley 20.257 fomentó la penetración de las ERNC en el sistema eléctrico nacional. La meta de penetración establecida por la Ley fue de un 10% al año 2024. Sin embargo, para efectos del estudio, se consideró la meta teórica establecida de un 20% de penetración de ERNC para el año 2020. Esto se debe a que inicialmente el Congreso debatió la idea de requerir que un 20% de la generación energética nacional provenga de fuentes de ERNC para el año 2020 y el mencionado análisis se basó en esos parámetros.

El año 2013 se aprobó una nueva ley de fomento de las ERNC (Ley 20.698), que aumenta la cuota a un 20% para el año 2025

#### **1.4.1 Beneficios económicos y sociales de las ERNC: Estudio en un escenario base (2012-2028)**

El estudio compara dos escenarios hipotéticos en un horizonte de largo plazo hasta el 2028:

**a.**-El “Escenario Base”, que se basó en el “Plan de Expansión del Sistema de Transmisión Troncal”: periodo 2012-2013 (ETT), e incluye la penetración de ERNC obligado bajo la ley 20.257, o 10% al año 2024.

**b.**-El “Escenario ERNC”, se construyó para incluir una penetración de 20% de ERNC para el año 2020, que se mantiene a ese nivel hasta el año 2028. (Inicialmente el Congreso debatió la idea de requerir un 20 % de penetración de ERNC para el año 2020) El análisis ERNC se basó en estos parámetros.

---

<sup>23</sup> ACERA. Beneficios Económicos de Energías Renovables No Convencionales en Chile. Reporte, Santiago, Chile, septiembre 2013[en línea], [18 febrero 2020]. Disponible en: <https://www.nrdc.org/sites/default/files/chile-ncre-report-sp.pdf>

### **1.4.2 Impacto en los costos del SIC y del SING**

Los autores del estudio analizaron los costos directos al Sistema Interconectado Central (SIC) y al Sistema Interconectado del Norte Grande (SING) bajo el caso base y el escenario ERNC<sup>24</sup>. Con estos dos escenarios se llevó a cabo un análisis de sensibilidad para conocer el impacto de las ERNC en el sistema eléctrico, se hizo sobre dos supuestos importantes: *El costo del combustible y el costo de capital*.

Las diferencias en los dos escenarios son marcadas, en el escenario **a)** predice que los costos de combustibles permanecerán bajos y los costos de las ERNC permanecerán altos. Como consecuencia, en este escenario **a)** los costos de capital en total son \$2.8 mil millones más altos. Sin embargo, el ahorro en combustible debido a la presencia de las ERNC reducirá ese monto por 2 mil millones en ese mismo periodo.

Más tarde, los autores del estudio consideraron un escenario hipotético más realista, de un incremento de un 5% en el costo de combustible y una reducción de un 15% en los costos de capital de las ERNC, los resultados mostraron un beneficio neto de \$251 millones en el escenario ERNC.

### **1.4.3 Costos operativos versus costos de inversión**

Las energías convencionales como las termoeléctricas, presentan un bajo Costo de Inversión y un mayor Costo Operativo debido al precio de los combustibles que requieren consumir para su funcionamiento. Mientras que las ERNC en general poseen un mayor costo de inversión que las convencionales y presentan un menor costo de operativo, ya que no dependen para funcionar de combustibles fósiles lo que disminuye el riesgo de vulnerabilidad del sistema al disminuir la importación de combustibles y diversificar más las fuentes de generación. Además, contribuyen al ahorro de agua de embalse para la generación eléctrica, los costos marginales de producción de electricidad en el sistema nacional.

---

<sup>24</sup>Ibid. 7 p.

## **Resultado del estudio**

- Los costos de operación del sistema basado en ERNC sería de 7.416 millones de dólares.
- En un escenario sin descarbonización, el costo de operación del sistema sería del orden de 12.831 millones de dólares.<sup>25</sup>

### **1.4.4 Impactos sobre la generación de empleos verdes**

Los empleos verdes son “Aquellos que reducen el impacto medio ambiental de las empresas y los sectores económicos hasta niveles que son sostenibles. Contribuyen a disminuir la necesidad de energía y materias primas y reducen al mínimo los desechos y la contaminación”.

Al considerar la generación de empleo, se deben considerar los empleos directos, es decir, los empleos contratados directamente en la construcción y operación de una central, y los empleos indirectos, aquellos que se generan en el resto de la economía a partir del aumento de la producción del sector.

#### **1.4.4.1. Transición energética y empleos**

Como parte del acuerdo público y privado se estableció el cierre total de las 28 centrales termoeléctricas que existen en el país al año 2040. En junio del 2019, el presidente Sebastián Piñera dio a conocer el acuerdo entre el Ministerio de Energía y Aes Gener, Colbún, Enel y Engie para el cierre de 8 termoeléctricas antes del año 2024 ubicadas en las comunas de Tocopilla (Tocopilla), Iquique (Tarapacá), Puchuncaví (Ventanas) y Coronel (Bocamina), todas estas centrales tienen más de 40 años de operación. Es un retiro de 1.410 MW de potencia instalada en centrales a carbón.<sup>26</sup> (Ver anexo 2)

---

<sup>25</sup> KAS INGENIERIA. CHILE. Estudio de Descarbonización de la Matriz Eléctrica al Año 2030[en línea], [18 febrero 2020]. Disponible en: [http://www.chilesustentable.net/wp-content/uploads/2019/05/INFORME\\_Ejercicio-prospectivo-descarbonizacion\\_29052019\\_VF-2.pdf](http://www.chilesustentable.net/wp-content/uploads/2019/05/INFORME_Ejercicio-prospectivo-descarbonizacion_29052019_VF-2.pdf)

<sup>26</sup> CHILE. Coordinador Eléctrico Nacional. Análisis de la Operación y Abastecimiento del SEN en un escenario de retiro total de centrales a carbón al año 2025. Santiago, 16 septiembre 2020. 103 p. [en línea], [Fecha de consulta: 26 febrero 2020]. Disponible en: [https://www.coordinador.cl/wp-content/uploads/2020/09/Informe\\_An%C3%A1lisis\\_de\\_Escenarios\\_Descarbonizaci%C3%B3n\\_ver\\_20200917.pdf](https://www.coordinador.cl/wp-content/uploads/2020/09/Informe_An%C3%A1lisis_de_Escenarios_Descarbonizaci%C3%B3n_ver_20200917.pdf)

Los cierres de estas centrales a carbón traerán grandes beneficios en materia medio ambiental y reducción de emisiones contaminantes. Sin embargo, el proceso de retiro de las termoeléctricas no debe considerar solo los temas medio ambientales, sino también las necesidades sociales (pérdida de empleos) y productivas. Para enfrentarlos, se desarrollan Planes de Acción a Nivel Local en las comunas afectadas y un Plan Nacional de Descarbonización que incluye la preocupación por los trabajadores, de sus puestos de trabajo, formación y capacitación. El potencial laboral que genera la transición energética no está claro aún, es por esta razón que el BID (Banco Interamericano de Desarrollo) anunció el inicio del estudio “*Creación de Empleo en el Sector Energía Asociado a la Transición Verde*”, que será desarrollado por la consultora chilena Ekhos.

#### **1.4.4.2 El objetivo N°8 de la ODS “Trabajo Decente y Crecimiento Económico”**

Constituyen el fundamento para que se establezcan planes de apoyo a la transición energética y considerar medidas de apoyo directo a los trabajadores, a la región y a las comunas.

Por estas razones, en junio de 2020, el Ministro de Energía, Juan Carlos Jobet, junto a la Ministra del Trabajo, María José Zaldívar y la Ministra del Medio Ambiente, Claudia Schmidt, lanzó el proceso de elaboración de la Estrategia de Transición Justa en Energía que tiene por objeto conciliar crecimiento económico, transformación productiva hacia una economía sostenible en las localidades afectadas por las termoeléctricas y mejorar la calidad de vida de las personas que residen en las comunas en que están ubicadas estas centrales o en las aledañas y que muchas veces están vinculadas laboralmente a estas.

#### **1.4.4.3 Planes de apoyo a los trabajadores**

La transición considera medidas como el apoyo directo a los trabajadores, a la región y a las comunas en que se encuentren las centrales o en las aledañas. En relación a las medidas de apoyo a los trabajadores se contempla ayuda los que estén cercanos a jubilarse a través de incentivos monetarios al retiro por un periodo acotado y previo a cumplir los requisitos de jubilación y apoyo a los trabajadores más jóvenes para la transición laboral a las nuevas tecnologías: Desarrollo de habilidades y competencias, capacitación, apoyo para matriculas y educación, reubicación laboral en otras comunas. El objetivo es generar nuevas fuentes de

empleo y transformar la economía local en una economía sostenible. Al considerar la generación de empleo, también se analizan los empleos indirectos, es decir, aquellos que se generan en el resto de la economía a partir de un aumento en la producción del sector energía.

### **Resultado del estudio**

El análisis muestra que en el escenario ERNC se genera más empleo permanente directo e indirecto que el escenario base: 3.444 más empleos directos y 4.325 empleos indirectos, un total de 7.769 empleos adicionales hacia el 2028. Según la Encuesta Nacional de Empleo, entre el año 2013 y 2017 el número de trabajadores ocupados en el sector energía ha incrementado a una tasa anual promedio de 8,5%, alcanzando un aumento total cercano al 40% de los ocupados durante dicho periodo, mientras que a nivel nacional lo ha hecho a una tasa del 1,4% anual.

### **1.4.5 Impacto sobre el Producto Interno Bruto (PIB)**

El Producto Interno Bruto es el valor de todos los bienes, servicios e inversiones que se producen en un territorio durante un periodo determinado. Es la forma más utilizada para medir el crecimiento económico de un país.

La energía es fundamental en el desarrollo económico y social de Chile. Un mayor desarrollo del país implica un incremento en el consumo de energía debido a la mayor demanda de su población. Chile ha ido creciendo a tasas cercanas al 5% anual desde hace varios años, ello implica que el sector energía debe responder a una demanda local de energía que crece a tasas cercanas del 6%. Es por estas razones, que en Chile se ha reconocido la importancia de las ERNC.

#### **1.4.5.1 Los aportes directos del PIB**

Los aportes directos en el PIB corresponden al valor agregado de cada actividad (valor bruto de la producción menos consumos intermedios). Estos se estiman a partir de un modelo de insumo-producto. Cada sector de la economía compra insumos de otros sectores

económicos, y estos a su vez de otros sectores, y estos a su vez de otros, y así sucesivamente, es decir, están todos interrelacionados de tal manera que el aumento en la producción de un sector impulsa el crecimiento del resto de los sectores productivos en un efecto multiplicador que se traduce en que, por cada millón de pesos de PIB generado en forma directa por el sector, los otros sectores generan también PIB. Cada compra de bienes lleva asociada una contribución al PIB agregado del total de la economía del país.

#### **1.4.5.2 El efecto de una matriz energética renovable, más competitiva y con mayor inversión tiene un efecto directo en el crecimiento del país**

Entre los años 2009 y 2015 la economía nacional presentó un crecimiento anual promedio del 3,45%, mientras que el sector Electricidad, gas y agua (EGA) lo hizo en un 7,66%. Esto ha permitido incrementar en un 32% la participación del sector en el PIB, pasando de un 2,7% en el 2008 a un 3,5% en el año 2015 (Banco Central de Chile, 2017). Se espera que sólo la reducción del 10% de la electricidad provocaría un aumento de entre 0,3 y 0,4% del PIB nacional en estado estacionario.<sup>27</sup>

### **Resultados del estudio**

Según el estudio “Beneficios Económicos de las ERNC en Chile”<sup>28</sup>, el beneficio económico sería de más de US \$ 1,6 mil millones de dólares en el periodo comprendido entre los años 2013 y 2028. A ellos se suma que genera un aporte al PIB total de US \$ 2.246 mil millones de dólares más que el escenario base, incluyendo impactos directos e indirectos.

---

<sup>27</sup> BERTINATTO, Lukas, “et al”. Efectos reales de cambios en el precio de la energía eléctrica. Documento de Trabajo N°759. Banco Central de Chile. Santiago, junio 2015. [en línea], [Fecha de consulta: 06 marzo 2020]. Disponible en: <http://si2.bcentral.cl/public/pdf/documentos-trabajo/pdf/dtbc759.pdf>

<sup>28</sup> ACERA. Beneficios Económicos de Energías Renovables No Convencionales en Chile. Reporte, Santiago, Chile, septiembre 2013. [en línea], [27 febrero 2020]. Disponible en: <https://www.nrdc.org/sites/default/files/chile-ncre-report-sp.pdf>

#### **1.4.6 Impacto en la reducción de externalidades ambientales: Emisiones de GEI y uso de los recursos.**

Las externalidades son los efectos indirectos de la generación de energía y pueden generar costos o beneficios que no están reflejados en el precio de la energía. Hay cuatro categorías asociadas a externalidades.

#### **Resultados del estudio**

- **Emisiones de GEI**

En el escenario de mayor penetración de fuentes de ERNC implica un ahorro de 83 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> para el periodo 2013-2028 que representa un beneficio neto a la sociedad y al clima que equivale a 272 millones de dólares. Equivale a eliminar emisiones de CO<sub>2</sub> que generarían aproximadamente 32,9 millones de automóviles en un año - 10 veces el parque automotriz de Chile.

- **Emisiones locales**

Reducción a las emisiones locales que afectan la salud pública. En el escenario de las ERNC proyectado desde el año 2020 al 2028 se podrían mitigar 9 mil toneladas de emisiones de material particulado. Este beneficio no fue valorado monetariamente, pero incidiría en una menor mortalidad.

- **Uso de suelo**

Las ERNC tienden a requerir una superficie mayor que las tecnologías convencionales requiriendo 6.747 hectáreas más que el escenario base. Sin embargo, gran parte de la superficie en que se asienten proyectos de ERNC podrían usarse para otros fines, no contaminan el medio ambiente e incluso pueden aumentar el valor de terrenos, que en su mayoría se encuentran en lugares alejados y con poca infraestructura. Una superficie que sea utilizada para la agricultura o energía eólica perfectamente podría ser utilizada para la generación fotovoltaica.

- **Consumo de agua**

En el escenario de 20% de penetración de ERNC, se podría generar un ahorro del 11% en el consumo de agua del sector eléctrico. Esto equivale a 120 millones de metros<sup>3</sup> de agua hasta el 2028, o el consumo de 60.000 personas durante un año.

Para concluir, el Ministerio de Energía estima que alcanzar la meta de Carbono Neutralidad significará oportunidades de inversión para Chile que se estiman entre US \$ 27 mil millones y US \$ 48 mil millones.<sup>29</sup>

### **1.5 Transición de las energías fósiles a las ERNC**

Para generar electricidad Chile depende de la importación de combustibles. A fines de los años 90 se utilizaba el gas natural proveniente desde Argentina, país que el año 2004 hizo restricciones de este combustible. Este evento, tuvo como consecuencia, que se transitara hacia combustibles fósiles como el carbón y el diésel para poner en operaciones decenas de centrales termoeléctricas y así responder a la demanda de electricidad que requería el país. Como consecuencia de lo anterior, la matriz energética empezó a emitir gran cantidad de CO<sub>2</sub> al medio ambiente y se comenzó a hablar de zonas de sacrificio, costos económicos, sociales, salud, etc. Las situaciones descritas, alertaron al país sobre la urgencia de contar con políticas a largo plazo, proteger el patrimonio ambiental y mejorar la normativa relacionada con el medio ambiente.

Es un reto para Chile producir energía limpia y sustentable, para lograrlo se necesita del apoyo de todos los sectores, promover políticas públicas y atraer inversión para desarrollar los proyectos dirigidos hacia las energías renovables. Medio ambiente y crecimiento no tienen por qué entrar en conflicto cuando se comprenden las ventajas de una matriz energética descarbonizada, con precios competitivos, accesibles y no dependiente de combustibles fósiles importados.

---

<sup>29</sup> CHILE. MINISTERIO de Energía. Carbono Neutralidad: Lograr meta a 2050. Revista Electricidad. Santiago, Chile, 9 de abril 2020 [en línea], [Fecha de consulta: 10 marzo 2020]. Disponible en: <https://www.revistaei.cl/2020/04/09/carbono-neutralidad-lograr-meta-a-2050-significaria-oportunidades-de-inversion-entre-us27-300-y-us48-600-millones/>

En el año 2012, se lanzó La Estrategia Nacional de Energía (ENE)<sup>30</sup> que se soporta en seis ejes de desarrollo:

1. Crecimiento con Eficiencia Energética
2. Despegue de las ERNC
3. El Rol de las Energías Tradicionales
4. Nuevo Enfoque en Transmisión
5. Hacia un Mercado Eléctrico más Competitivo
6. Avance Sostenido en las Opciones de Interconexión Eléctrica Regional.

### **1.5.1 Promoción y fomento para transitar a fuentes energéticas renovables**

En el 2013 el Ministerio de Energía y CORFO, en presencia del Centro de Energía Renovables (CER) lanzaron el **Concurso de Innovación en ERNC**<sup>31</sup>. Este concurso beneficiaba al sector privado y buscaba apoyar el desarrollo de proyectos en base a energías limpias. El gobierno financió a la entidad ganadora hasta en un 50% del costo total del proyecto, con un tope de 500 millones de pesos para llevarlo a cabo. El concurso formó parte de una estrategia de largo plazo que dio el puntapié inicial para transitar de una matriz energética carbonizada hacia una más eficiente y baja en emisiones CO<sub>2</sub>.

### **1.5.2 Mercado de eficiencia energética**

El uso eficiente y racional de la energía es un elemento esencial dentro de la planificación energética de un país, de los diversos sectores y usuarios. Las condiciones internas de Chile, que cuenta con políticas y acciones favorables de la autoridad, confianza de los inversionistas y amplios recursos naturales permitieron que se haya generado todo un

---

<sup>30</sup> CHILE. MINISTERIO del Medio Ambiente. Estrategia Nacional de Energía 2012-2030[en línea], [Fecha de consulta: 10 marzo 2020]. Disponible en: [https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2014/10/3\\_Estrategia-Nacional-de-Energia-2012-2030\\_Energia-para-el-Futuro.pdf](https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2014/10/3_Estrategia-Nacional-de-Energia-2012-2030_Energia-para-el-Futuro.pdf)

<sup>31</sup> Revista Minería Chilena. Ministerio de Energía y CORFO instan al sector privado a participar del Concurso de Innovación en ERNC. Santiago, Chile, 22 de febrero del 2013 [en línea], [Fecha de consulta: 14 marzo 2020]. Disponible en: <https://www.mch.cl/2013/02/22/ministerio-de-energia-y-corfo-istan-al-sector-privado-a-participar-del-concurso-de-innovacion-en-ernc-2/>

mercado tanto de ERNC, como también un mercado de Eficiencia Energética. Es una apuesta a largo plazo, en la que participan tanto grandes empresas como pequeñas y medianas, e incluso microempresas.

La lista de medidas utilizadas es larga, algunos ejemplos son: instalación de máquinas de hielo eficientes en el sector comercio, aislación de tejados, instalación de iluminación luces LED, Fondo para autobuses verdes, aislamiento térmico en edificios, utilización en la electrificación rural usando energías renovables, otras.

## **CAPITULO 2: SECTOR ENERGIA Y ERNC**

El sector energía comprende todas las actividades de estudio, exploración, explotación, generación, transmisión, transporte, almacenamiento, distribución, consumo, uso eficiente, importación y exportación, y cualquiera otra que concierna a electricidad, carbón, gas, petróleo y derivados, energía nuclear, geotérmica, solar, y demás fuentes energéticas.

### **2.1 Características sector energía**

Es un sistema de similar naturaleza; sistemas eléctricos interconectados; Oferta de energía variada, pero desconectada territorialmente; Sistemas de transmisión y Sistemas de distribución.

Las actividades de generación, transmisión y distribución de electricidad, que en su conjunto conforman las tres etapas del "ciclo eléctrico" son las que permiten la satisfacción de una necesidad básica en nuestros tiempos, cual es contar con energía eléctrica para los diversos consumos que la requieren.

El Sistema Eléctrico Nacional (SEN) cuenta con diversas tecnología y fuentes de generación

- Las termoeléctricas: Usan combustibles primarios como las centrales termoeléctricas, que tienen la capacidad de operar en forma continua a su capacidad máxima.
- Las centrales hidroeléctricas: Las de embalse pueden almacenar el caudal de un afluente. Las centrales hidroeléctricas de pasada que entregan su aporte dependiendo del caudal de agua disponible.
- Las centrales solares fotovoltaicas: Entregan su aporte conforme a la disponibilidad de radiación solar disponible y al igual que las centrales eólicas, no tienen capacidad de gestionar su generación entre bloques horarios.

## **2.2 Antigua Matriz Energética de Chile**

Durante el siglo XIX el carbón movía el país; ferrocarriles y tranvías, vapores, así como fábricas de gas para el alumbrado, máquinas agrícolas y otros inventos. En 1851 la electricidad llegó a Chile a través de los telégrafos de Santiago y Valparaíso, y recién en 1883 la luz eléctrica iluminó la Plaza de Armas de la capital.

En las primeras décadas del siglo XX se produjo un cambio en la vida urbana nacional, generándose empresas chilenas y extranjeras, destacando la Chilean Electric Tramway and Light Company (Compañía Chilena de Tranvías); la Compañía Alemana Transatlántica de Electricidad en Santiago, y la Compañía General de Electricidad Industrial que daba servicios de San Bernardo a Temuco. Ello, sin mencionar a las grandes industrias mineras que instalaron sus propias centrales eléctricas.

En 1920 surge la Compañía Chilena de Electricidad (CHILECTRA) que estaba en manos de privados, y, dado esta expansión, el Estado promulgó la Ley General de Servicios Eléctricos. Este proceso empresarial cambió la vida de las ciudades, desplazando las lámparas de gas.

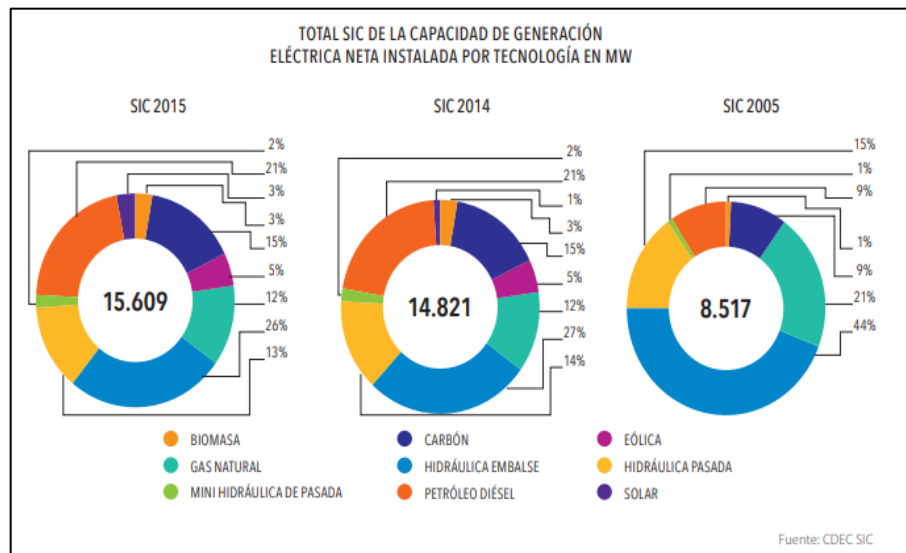
En 1943, se produce otro hito de la historia eléctrica cuando se crea ENDESA, la empresa encargada de desarrollar el plan de electrificación de Chile.

Entre 1940 y 1970 la mayoría de las empresas pasa a manos del Estado, y en 1968 nace el Sistema Interconectado Central (SIC), que transmitía energía entre Tal Tal y Chiloé, mientras que el Sistema interconectado del Norte Grande (SING) nace en 1987.

En 1982 el sector eléctrico se privatiza, desarrollándose el primer sistema de libre competencia en el área de generación y distribución de energía eléctrica a nivel mundial.

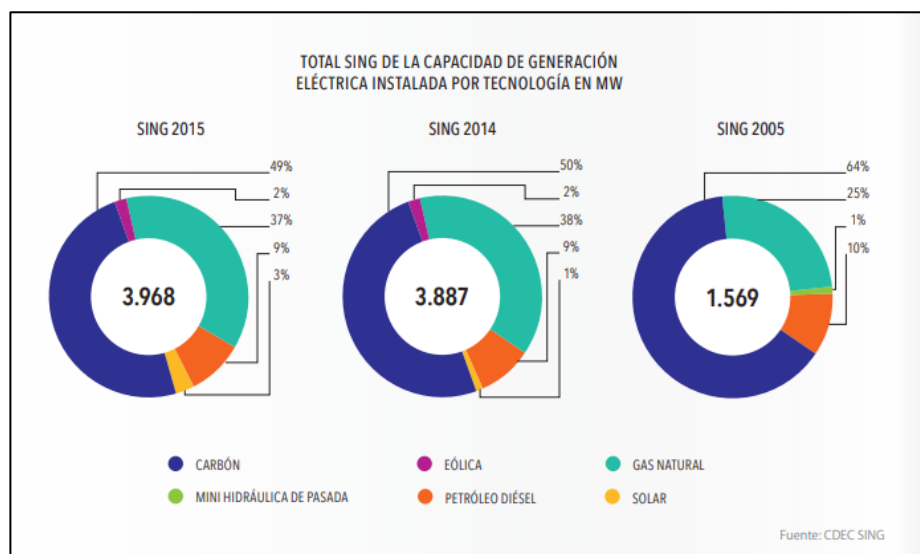
Entre 1980 y 2010, según la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), la matriz eléctrica en Chile se incrementó de un 37% a un 61% por generación de combustibles fósiles; mientras la energía hidroeléctrica bajó de un 62% a 33%, aunque las ERNC aumentaron de un 1% a

un 6%. Esto, principalmente por las restricciones en la provisión de gas natural desde Argentina.



**Figura 3: Capacidad de generación eléctrica SIC.**

**Fuente:** [https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2016/07/AnuarioCNE2015\\_vFinal-Castellano.pdf](https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2016/07/AnuarioCNE2015_vFinal-Castellano.pdf)



**Figura 4: Capacidad de generación eléctrica SING.**

**Fuente:** [https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2016/07/AnuarioCNE2015\\_vFinal-Castellano.pdf](https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2016/07/AnuarioCNE2015_vFinal-Castellano.pdf)

## **2.3 Sistema de interconexión Eléctrica de Chile**

### **2.3.1 ¿Qué es un sistema eléctrico?**

“Es el conjunto de instalaciones de centrales eléctricas generadoras, líneas de transporte, subestaciones, líneas de distribución interconectadas entre sí, que permiten generar, transportar y distribuir energía eléctrica”.

En Chile existen 3 sistemas de interconexión de la energía eléctrica que conectan a las centrales y empresas generadoras, de transmisión y distribuidoras. Se clasifican según su tamaño:

- 1) Sistema Eléctrico Nacional, si tiene una capacidad instalada de generación igual o superior a 200 MW;
- 2) Sistema eléctrico mediano, si la capacidad instalada es superior a 1,5 MW e inferior a 200 MW;
- 3) Sistema eléctrico pequeño, si la capacidad instalada igual o inferior a 1,5 MW.

### **2.3.2 Conectividad del sistema eléctrico nacional**

Dentro de la Agenda de Energía -que plantea los lineamientos que habría de tener la política energética del país durante los años futuros apuntan a reducir los precios, impulsar el desarrollo de las ERNC y fomentar el ahorro energético-, se estableció como tema esencial la conectividad para el desarrollo energético, la unión de los sistemas SING y SIC, destacado como ventajas el uso eficiente de la infraestructura, mejoras en la seguridad de abastecimiento de la demanda ante contingencias y un mercado de mayor tamaño donde se desarrolle una mejor competencia con el objeto de mejorar los precios para los clientes finales.

Hasta el año 2017 existían 4 sistemas interconectados que operaban aisladamente de los otros, ese año se unieron los dos principales: El Sistema interconectado Central (SIC) y el

Sistema Interconectado del Norte Grande (SING), en el Sistema Eléctrico Nacional (SEN). Al SEN se le suman el Sistema de Aysén (SEA) y el Sistema Magallanes (SEM).

- i. El Sistema Eléctrico Nacional (SEN): Abarca 3.100 KM, desde Arica hasta la isla de Chiloé. Es administrado por el Coordinador del Sistema Eléctrico Nacional, que es un organismo técnico e independiente, constituido en una corporación autónoma de derecho público, sin fines de lucro.
- ii. El Sistema Eléctrico de Aysén (SEA) ubicado en la Región de Aysén y operado por EDELAYSEN (Empresa Eléctrica de Aysén S.A.) propiedad de Sociedad Austral de Electricidad Sociedad Anónima (SAESA).
- iii. El Sistema Eléctrico de Magallanes (SEM) ubicado en la Región de Magallanes y formado por tres subsistemas independientes: Punta Arenas, Puerto Natales y Puerto Porvenir. Es operado por EDELMAG (Empresa Eléctrica de Magallanes S.A.) propiedad del Grupo CGE.

### **2.3.3 Importancia de estos sistemas eléctricos**

Han permitido el desarrollo de las ERNC, lo que se puede constatar en los proyectos que se han ido instalando a lo largo del territorio. Una prueba de esto es que, a julio 2020<sup>32</sup> en Chile continental existía una capacidad total instalada de aprox. 24.995 MW, en donde el 99,27% del total nacional (24.831 MW), es contribuido por el SEN. En cuanto a tecnología ERNC solar, el SEN actualmente posee una capacidad instalada de 3.048 MW, es decir, un 12,27% de su contribución total. Por otra parte, el SEA posee una capacidad instalada de 56,1 MW, es decir, un 0,27% de la capacidad total del país (3,12 MW contribuidos por el SEA corresponden a tecnología ERN eólica). Mientras que el SEM presenta una capacidad instalada de 107,4 MW (0,46% respecto del total); siendo un 2,37% (2,55 MW) correspondientes a Tecnología ERNC eólica instalada en el sector.

---

<sup>32</sup> CHILE. Comisión Nacional de Energía (CNE). Buscado en: Capacidad Instalada Generación [en línea], [Fecha de consulta: 26 marzo 2020]. Disponible en: <https://www.cne.cl/?s=capacidad+instalada>

## **Importancia del SEN**

La creación del SEN permite un mercado eléctrico más eficiente, con menores costos y congestión que lo hace seguro para la conexión de proyectos fotovoltaicos. Permitirá que la energía solar fluya hacia el resto del país y contempla la posibilidad de una carretera eléctrica, de acceso abierto que, en julio de 2019 ya se hizo realidad. La carretera eléctrica (Cardones-Polpaico) implicó la construcción de 1.728 torres de alta tensión que atraviesan las regiones de Atacama, Coquimbo, Valparaíso y región Metropolitana, permitiendo de esta manera, el ingreso masivo de las energías renovables a la matriz energética reemplazando de esta manera la generación térmica. Por lo tanto, permitirá a múltiples generadores (Incluyendo mini y medianas hidroeléctricas, solares, eólicas, y a futuro geotérmicas y mareomotrices, como también a distribuidoras y consumidores) integrarse al Sistema Interconectado Nacional.

## **2.4 Marco normativo sector energía**

La Ley General de Servicios Eléctricos (DFL N°1) del año 1982. Contiene la regulación orgánica de la industria eléctrica del país, y por una serie de reglamentos y una Normativa Técnica.

De acuerdo a lo establecido en su artículo 1°, el DFL N°1, rige la producción, el transporte, la distribución, el régimen de concesiones y tarifas de la energía eléctrica y las funciones del Estado relacionadas con estas materias. Regula el ejercicio de las actividades económicas relacionadas con la generación o producción, la transmisión o transporte y la distribución a usuarios finales de energía eléctrica, todo ellos conforme lo autorizan el artículo 19 N°21<sup>33</sup> de la Constitución Política de la República.

La LGSE ha sido objeto de varias modificaciones. En mayo del 2005 el DFL N°4 Ley 20.018<sup>34</sup> modifica el marco normativo del sector eléctrico incentivando la inversión los sistemas de generación. El objeto de la modificación fue reducir las incertidumbres para

---

<sup>33</sup> CHILE. Constitución Política de Chile. Diario Oficial de la República de Chile. Santiago, Chile, 22 de septiembre 2005. Artículo 19, número 21[en línea], [Fecha de consulta: 14 junio 2020]. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=242302>

<sup>34</sup> Ley N°20.018. CHILE. Texto Refundido, Coordinado y Sistematizado del DFL N°1, de Minería, de 1982, Ley General de Servicios Eléctricos, en Materia de Energía Eléctrica [en línea], [Fecha de consulta: 06 junio 2020]. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=258171>

futuras inversiones en generación. Chile ya había tenido la experiencia derivada de crisis del gas natural proveniente de Argentina.

## **2.5. Marco institucional**

Las principales instituciones<sup>35</sup> ligadas al sector eléctrico son:

### ▪ **Ministerio de Energía**

Creado por la ley No 20.402<sup>36</sup>. Su objetivo es elaborar y coordinar los planes, políticas y normas para el buen funcionamiento y desarrollo del sector, velar por su cumplimiento y asesorar al gobierno en todas aquellas materias relacionadas con la energía. La ley establece que el sector energía comprende todas las actividades de estudio, exploración, explotación, generación, transmisión, transporte, importación y exportación, almacenamiento, distribución, consumo, uso eficiente, y cualquiera otra que concierna a la electricidad, carbón, gas, petróleo y derivados, energía nuclear, geotérmica y solar, y demás fuentes energéticas.

### ▪ **La Comisión Nacional de Energía (CNE)**

Es la entidad encargada de elaborar y coordinar los planes, políticas y normas para el buen funcionamiento y desarrollo del sector de energía y asesorar al gobierno en todas aquellas materias relacionadas con la energía. El sector eléctrico realiza una planificación indicativa de inversiones en generación y transmisión, elabora los reglamentos y normas; le corresponde efectuar el cálculo de tarifas a clientes regulados, entre otras actividades que se encuentran expresamente indicadas en la ley.

---

<sup>35</sup> CHILE. MINISTERIO de Energía. Las Energías Renovables No Convencionales en el Mercado Eléctrico Chileno. Edición 2018. Marco institucional del sector eléctrico, pág. 48[en línea], [Fecha de consulta: 06 junio 2020]. Disponible en: [https://mercadoernc.minenergia.cl/wp-content/uploads/2019/01/Libro\\_ERNC\\_Chile\\_completo\\_espv1.pdf](https://mercadoernc.minenergia.cl/wp-content/uploads/2019/01/Libro_ERNC_Chile_completo_espv1.pdf)

<sup>36</sup> Ley N°20.402. CHILE. Crea el Ministerio de Energía, estableciendo modificaciones al DL N°2.224, de 1978 y a otros cuerpos legales [en línea], [Fecha de consulta: 07 junio 2020]. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1008692>

- **La Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC)**

- Creada por la Ley No 18.410<sup>37</sup>, fijando su estructura, objetivo, funciones y ámbito de competencia. Es modificada por la Ley N°19.613<sup>38</sup> con el objeto de fortalecer el régimen de fiscalización del sector.

La SEC se relaciona con el presidente de la República a través del Ministerio de Energía. Tiene por misión vigilar la adecuada operación de los servicios de electricidad, gas y combustibles, en términos de su seguridad, calidad y precio. El objeto de la SEC será fiscalizar y supervigilar el cumplimiento de las disposiciones legales y reglamentarias, y normas técnicas sobre generación, producción, almacenamiento, transporte y distribución de combustibles líquidos, gas y electricidad, para verificar que la calidad de los servicios que se presten a los usuarios sea la señalada en dichas disposiciones y normas técnicas, y que las operaciones y el uso de los recursos energéticos no constituyan peligro para las personas o sus cosas.

- **Ministerio del Medio Ambiente (MMA)**

La Ley 20.417<sup>39</sup> crea el MMA, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente.

Es el órgano del Estado encargado de colaborar con el presidente de la República en el diseño y aplicación de políticas, planes y programas en materia ambiental, así como en la protección y conservación de la diversidad biológica y de los recursos naturales renovables e hídricos, promoviendo el desarrollo sustentable, la integridad de la política ambiental y su regulación normativa.

- **El Coordinador Independiente del Sistema Eléctrico Nacional**

---

37 Ley N°18.410. CHILE. Crea la Superintendencia de Electricidad y Combustibles. Santiago, Chile, 22 mayo 1985. Modificada por la Ley N°20.936 [en línea], [Fecha de consulta: 06 junio 2020]. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=29819>

38 Ley N°19.613. CHILE. Modifica la Ley N°18.410. Santiago, Chile, 08 junio 1999 [en línea], [Fecha de consulta: 06 junio 2020]. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=137421>

39 Ley N°20.417. CHILE. Santiago, Chile, 26 enero 2010. [en línea], [Fecha de consulta: 06 junio 2020]. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1010459>

Creado por la Ley 20.936<sup>40</sup>. Es una corporación autónoma de derecho público, sin fines de lucro, con patrimonio propio y de duración indefinida. No forma parte de la Administración del Estado. Es un organismo técnico e independiente encargado de coordinar la operación del sistema eléctrico nacional que operan interconectados entre sí. El Coordinador reemplaza a los antiguos Centros de Despacho Económico de Carga (CDEC) del SIC y del SING.

▪ **El Panel de Expertos de la Ley General de Servicios Eléctricos**

Órgano creado por la Ley N°19.940 en forma exclusiva para el sector eléctrico, con competencia acotada, integrado por profesionales expertos, cuya función es pronunciarse, mediante dictámenes de efecto vinculante, sobre aquellas discrepancias y conflictos que se susciten con motivo de la aplicación de la legislación eléctrica que le deben ser sometidas conforme a la ley y sobre las demás que dos o más empresas del sector eléctrico, de común acuerdo, sometan a su decisión.

▪ **El Tribunal de Defensa de la Libre Competencia**

Institución creada mediante la Ley N°19.911<sup>41</sup>. Si bien no se vincula solamente con el sector eléctrico, una de las motivaciones de la normativa del sector eléctrico es fomentar la competencia, y es ahí donde radica su importancia. Se trata de un tribunal especial, colegiado, asimilable a una sala de la Ilustrísima Corte de Apelaciones, dedicado exclusivamente a materias de competencia, integrado por tres abogados y dos economistas, todos expertos en competencia, quienes tienen el rango de ministros. *Este tribunal es un órgano jurisdiccional especial e independiente, sujeto a la superintendencia directiva, correccional y económica de la Corte Suprema, cuya función es prevenir, corregir y sancionar los atentados a la libre competencia.*

---

<sup>40</sup> Ley N°20.936. CHILE. Establece un Nuevo Sistema de Transmisión Eléctrica y Crea un Organismo Coordinador Independiente del Sistema Eléctrico Nacional. Santiago, Chile, 20 julio 2016, última modificación 09, febrero 2017 [en línea], [Fecha de consulta: 10 julio 2020]. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1092695>

<sup>41</sup> Ley N°19.911. CHILE. Crea el Tribunal de Defensa de la Libre Competencia. Santiago, Chile, 14 noviembre 2003 [en línea] [Fecha de consulta: 10 julio 2020]. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=217122>

## 2.6 Estructura del mercado eléctrico chileno

El mercado eléctrico<sup>42</sup> en Chile se refiere a las diferentes formas de organización del sector producción, distribución y comercialización de la electricidad. Está diseñado para que la inversión y la operación de la infraestructura energética la realice el sector privado, cumpliendo el Estado una función reguladora, fiscalizadora y planificadora de inversiones. Este mercado se ha diseñado para que la inversión y la operación de la infraestructura energética la realicen operadores privados, promoviendo la eficiencia económica a través de mercados competitivos en todos aquellos segmentos no monopólicos. Es así, que se ha separado en actividades de generación, transmisión y distribución, las cuales tienen un tratamiento regulatorio diferenciado.

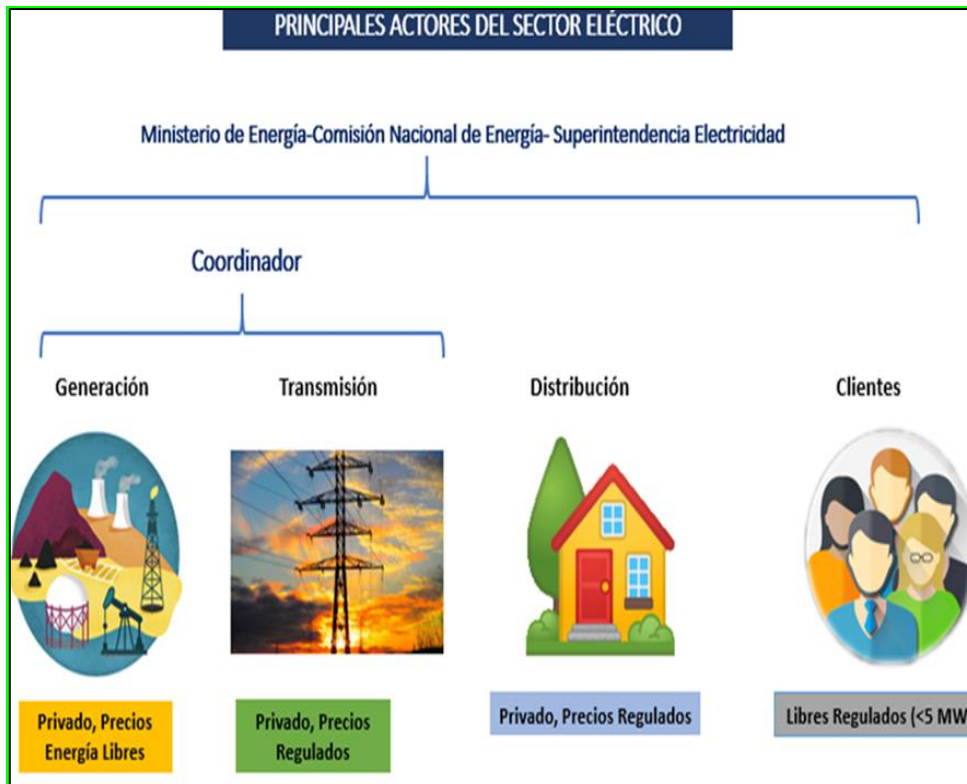
En la cadena de abastecimiento eléctrico participan los siguientes agentes<sup>43</sup>:

1. Los productores de energía (generadores)
2. Los Transmisores, que transportan la energía
3. Los Distribuidores y
4. Los consumidores.

---

<sup>42</sup> CHILE. Ministerio de Energía. Las Energías Renovables No Convencionales en el Mercado Eléctrico Chileno. Modelo mercado eléctrico. Santiago, Chile. Edición 2018, pág. 58 a 66[en línea], [Fecha de consulta: 07 julio 2020]. Disponible en: [https://mercadoernc.minenergia.cl/wp-content/uploads/2019/01/Libro\\_ERNC\\_Chile\\_completo\\_espv1.pdf](https://mercadoernc.minenergia.cl/wp-content/uploads/2019/01/Libro_ERNC_Chile_completo_espv1.pdf)

<sup>43</sup> Revista digital de Electro Industria. El Mercado Eléctrico en Chile [en línea], [Fecha de consulta: 07 julio 2020]. Disponible en: <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=1172&ni=el-mercado-electrico-en-chile#:~:text=E1%20Mercado%20El%C3%A9ctrico%20est%C3%A1%20compuesto,fiscalizaci%C3%B3n%20y%20planificaci%C3%B3n%20indicativa%20de>



**Figura 5: Principales Actores del Sector Eléctrico.**

**Fuente:** Elaboración propia en base tesis “El Mercado Eléctrico Chileno”.

<https://repositorio.uahurtado.cl/bitstream/handle/11242/7023/DERAmpuero.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

### 2.6.1 Actividades del mercado eléctrico

#### 1) La generación

Es un mercado abierto, constituido por el conjunto de empresas eléctricas propietarias de centrales generadoras de electricidad. Son los oferentes.

Está formado por el conjunto de empresas eléctricas que producen energía de diversas fuentes primarias. Funciona como un mercado abierto, de libre competencia y competitivo en que las decisiones de inversión, producción y comercialización, son tomadas por los privados sobre la base de sus proyecciones de mercado. Además, cada generador puede

decidir la oferta que incorpora al sistema y el nivel de contratación (contratos bilaterales del tipo pool)<sup>44</sup> de sus ventas con distintos clientes, regulados y/o libres.

En este mercado no se produce monopolio natural, por lo tanto, no hay barreras legales para que entren nuevos actores por lo que es un mercado competitivo que se basa en la tarificación a costo marginal<sup>45</sup> (Valores en que se transa la electricidad entre las generadoras), en donde los consumidores pagan un precio por la energía y la capacidad de potencia asociada a las horas de mayor demanda. Las generadoras están obligadas por ley a la interconexión de las instalaciones eléctricas, con el objeto de garantizar la eficiencia y seguridad del sistema.

Según la demanda que abastecen las generadoras se suelen clasificar en de base o de punta.

- Las de base: Abastecen la carga o consumo durante todo el día.
- Las generadoras de punta: Se encargan de igualar en cada instante la demanda.

Algunas empresas generadoras son: Aes Gener (3563 MW cap. instalada), Colbún (3.217 MW cap. Instalada) Cerro Dominador (100 MW cap. instalada), Enel (7.303 MW cap. Inst.),

### **¿Cómo se divide el mercado de generación?**

Se divide en Mercado Mayorista o Spot y Mercado de contratos con grandes clientes o empresas distribuidoras.

---

<sup>44</sup> EL MODELO POOL permite organizar la programación de despacho de electricidad de las estaciones de generación en cada día y sus respectivos pagos. El modelo fue diseñado para ordenar el mercado, asegurando el abastecimiento de la demanda y permitiendo la competencia entre generadores conectados a la misma red eléctrica. En Chile, el modelo pool tiene un organismo central de despacho (CDEC, a partir del año 2017, el Coordinador). INFORME: Estructura y funciones de un poder independiente [en línea], [Fecha de consulta: 22 julio 2020]. Disponible en: <http://hrudnick.sitios.ing.uc.cl/alumno12/operindep/Modelos%20de%20organizacion%20de%20mercado.html>

<sup>45</sup> DFL 4/2018 CHILE. Artículo 225, letra f “Costo en que se incurre para suministrar una unidad adicional de producto para un nivel dado de producción. Alternativamente, dado un nivel de producción, es el costo que se evita al dejar de producir la última unidad” Ley General Servicios Eléctricos [en línea], [Fecha de consulta: 22 julio 2020]. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=258171>

**a) El mercado mayorista o mercado Spot.<sup>46</sup>**

A este mercado pertenecer todas las empresas generadoras que operan sincronizadas con el sistema. Las generadoras cuentan con un coordinador del despacho físico de energía, el Centro de Despacho Económico de Carga (CDEC) para cada uno de los principales sistemas del país: el SING y el SIC. Luego de la interconexión de estos dos sistemas en el SEN, el CDEC fue reemplazado por un nuevo órgano, el Coordinador Independiente del Sistema Eléctrico Nacional.

En este mercado todas las transacciones son efectuadas a un precio, cuya forma de calcularlo es definido por la ley. Las empresas generadoras tienen derecho a vender la energía que evacúan al sistema al *costo marginal instantáneo* (precio spot), así como sus excedentes de potencia a *precio de nudo de potencia*. El precio spot está condicionado por el tipo de centrales de generación en cada Sistema Interconectado, pues el coste marginal de producción varía en función del combustible utilizado en la generación.

**La transferencia de energía y potencia entre generadores**

Las empresas generadoras que operen sincronizadas con el sistema eléctrico pueden ofrecer sus excedentes de energía y potencia a otras generadoras, para que estas últimas puedan cumplir con sus obligaciones.

Las empresas distribuidoras no participan en el mercado spot y deben adquirir la totalidad de su energía mediante contratos.

**b) El mercado de contratos o mercado de los clientes libres.<sup>47</sup>**

Este mercado se refiere al mercado de largo plazo, es aquel que tiene lugar entre las empresas dueñas de los medios de generación y los clientes libres con total autonomía. Este

---

<sup>46</sup> “El funcionamiento del mercado eléctrico chileno se estructura bajo un modelo marginalista, pues el costo de operación real del sistema eléctrico se fija según el costo variable de la unidad generadora más cara que tuvo que ser despachada para abastecer la demanda de energía eléctrica. Precisamente, dicho costo se conoce como costo marginal y será el precio al cual se remunerará la inyección de energía de las centrales que sean despachadas por parte del Coordinador. Así, el funcionamiento del mercado spot “, busca simular una especie de mercado “perfecto”: mediante la intermediación de un tercero -el Coordinador-se busca coincidir la oferta y demanda de energía y potencia eléctrica de corto plazo, al menor costo operacional posible”. CONRADS, KARL y BERNER Zúñiga Carlos. Una mirada contemporánea a la revisión del contrato de suministro eléctrico ante eventos imprevistos. Santiago, Chile: Revista chilena de derecho privado. Artículo en doctrina, julio 2020. [Fecha de consulta: 23 septiembre 2021]. Disponible en: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-80722020000100009&lang=pt](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-80722020000100009&lang=pt)

<sup>47</sup> *Ibid.* 49 p.

mercado permite a los generadores enfrentar riesgos de variabilidad del precio spot o de corto plazo (las necesidades de consumo y producción se satisfacen al instante), así como obtener financiamiento para la construcción de centrales.

En este mercado las empresas generadoras y distribuidoras operan como comercializadoras (ejerciendo funciones de servicio de venta), ya que pueden realizar la negociación de la energía con los clientes libres a un precio acordado por ambas partes. Los acuerdos quedan estipulados en contratos comerciales pactados libremente entre las partes.

Los contratos suscritos con empresas distribuidoras se hacen a través de procesos licitatorios públicos aprobados por la CNE. Las distribuidoras después venden la electricidad al cliente final como las pymes y hogares para un horizonte mínimo de 3 años. Los contratos deben tener una duración máxima de 15 años y se adjudican a la empresa que ofrezca el menor precio de energía. Los precios resultantes de las licitaciones, denominados precios de nudo de largo plazo se traspasan a las tarifas reguladas.

:

- ❖ Los generadores pueden hacer contratos con empresas distribuidoras y libres.
- ❖ Los contratos con empresas distribuidoras pueden ser de abastecimiento de clientes regulados o para clientes libres.
- ❖ Los contratos son confidenciales, específicos sobre puntos de suministro y cantidades debe ser informadas al Coordinador del sistema para su administración. El CNE y el Ministerio de Energía pueden solicitar información de estos contratos.
- ❖ Se establece una obligación de suministrar y una obligación de comprar a un precio determinado. Normalmente las mediciones se realizan hora a hora.
- ❖ Los contratos son financieros, es decir, el generador compra en el mercado spot para vender en el mercado de contratos, se encuentre o no despachado. El contrato financiero permite dar estabilidad de precio a los agentes compradores y vendedores, de acuerdo a las expectativas de la evolución de los costos marginales que cada cual tenga
- ❖ Los contratos de venta a distribuidores para clientes regulados deben considerar el precio resultante de las licitaciones públicas reguladas y dirigidas por la Comisión Nacional de Energía.
- ❖ La venta de potencia se realiza a precio resultante del estudio de precio de nudo calculado semestralmente por la CNE en los meses de abril y octubre.

**Figura 6: Características del mercado de los contratos.**

**Fuente:** Elaboración propia en base a tesis Análisis del Mercado de Generación Eléctrica: Spot, contratos y comportamiento estratégicos.  
[http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/103880/cf-testart\\_cp.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/103880/cf-testart_cp.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

Es importante destacar que un proyecto ERNC en el mercado mayorista puede acceder a los mercados spot y de contratos según sea el caso.

## **2) La transmisión**

Actúa en el mercado como monopolio natural. Se puede definir como el conjunto de líneas, subestaciones y equipos que se destinan al transporte eléctrico desde la etapa de generación hasta la de distribución o directamente a los centros de consumo. En Chile *se considera como transmisión a toda línea o subestación con un voltaje o tensión superior a 23 mil volts. En caso de ser menor, estos voltajes serán considerados como de distribución.*

La transmisión es de libre acceso para las empresas generadoras, es decir, la transmisión no se le puede negar a la etapa de generación. Los propietarios de sistemas de transmisión, o cuyas instalaciones usen bienes nacionales de uso público, deben permitir el paso de la energía a los interesados en transportarla a través de estas líneas. A cambio, el interesado debe indemnizar al propietario, lo que genera un ingreso proveniente de la diferencia entre pérdidas marginales y medias de transmisión, y un peaje a ser determinado entre el dueño del sistema y el usuario.

El sistema de transmisión se divide en tres categorías: Sistema de Transmisión Troncal, Sistema de Sub transmisión y Sistema de Transmisión Adicional.

La construcción de centrales de generación de energía hace necesario que se fortalezca el sistema de transmisión eléctrica. El objetivo es reducir las interrupciones del suministro en el país y atraer más inversión al sector energético. En este sentido, el Ministerio de Energía, el año 2019, realizó un proceso de licitaciones para llevar a cabo nuevas obras, es el Plan de Expansión de la Transmisión impulsado por el Coordinador Eléctrico Nacional.

## **3) La distribución**

Actúa en el mercado como monopolio natural. Esta constituida por las líneas, subestaciones y equipos que permiten llevar, en niveles de voltaje más reducidos que los de Transmisión (Tensión inferior a 23 kV), la energía desde un cierto punto del sistema eléctrico a los consumidores regulados que atiende.

Estas empresas operan bajo un régimen de concesión de servicio público de distribución, por lo que tienen la obligación de garantizar el servicio dentro del área concesionada y aplicar tarifas reguladas para el suministro a clientes regulados.

Este segmento está en proceso de reforma que tiene como finalidad permitir elegir libremente al proveedor de energía.

El proyecto de ley se divide en tres iniciativas:

1. **Portabilidad Eléctrica**, que abrirá la competencia en beneficio de los consumidores, modernizará las licitaciones de suministro que hace la CNE para los contratos entre generadores y distribuidores. Por último, crea un gestor de información.
2. **Calidad de servicios**: Mejorar calidad de servicio a clientes, compensaciones y crear empresa eficiente.
3. **Generación distribuida**: Fomentar la generación distribuida, entrada de nuevos actores y creación de proyectos pilotos.

Hasta principios de los años 80, los segmentos de generación, transmisión y distribución en el país estaban integrados en su mayor parte en una única empresa estatal. Chile fue el primero a nivel mundial que desintegró los segmentos, creando varias empresas independientes para cada etapa que posteriormente fueron privatizadas.

De acuerdo a lo estipulado en el marco reglamentario, en este sector se establecen dos rangos de tensión:

- Alta tensión en distribución: definida por tensiones superiores a 400 V y hasta 23 kV.
- Baja tensión en distribución: definida para tensiones inferiores a 400 V.

La energía eléctrica no puede almacenarse en grandes volúmenes por lo que debe producirse en el momento que se consume. Esto requiere una estrecha coordinación entre todos los agentes.

Algunas distribuidoras eléctricas son: Chilectra S.A., CGE Distribución S.A., Empresas Emel S, A., Chilquinta Energía S.A.

### 2.6.2 Tarificación eléctrica

La tarifa eléctrica se compone de 3 elementos principales:

1. El precio de nudo (costo de la generación eléctrica).
2. El cargo único por uso del sistema troncal (costo de transmisión) y
3. El valor agregado de distribución (costo de distribución).

En Chile, desde el punto de vista tarifario, existen 2 tipos de clientes: libres y regulados:

- **Clientes libres:** Son los clientes finales que consumen por sobre un determinado nivel mínimo. Son clientes cuya potencia conectada es mayor a 2 MW. Son los grandes clientes industriales, compañías mineras, etc. Los que pactan libremente el precio y las condiciones de suministro con las empresas generadoras. A partir de la dictación de la Ley N°20.805, son clientes cuya potencia conectada sea superior a 500 KW pueden optar a ser calificados como clientes libres.
- **Clientes regulados:** Son clientes cuya potencia instalada es inferior o igual a 5.000 kW; o aquellas con una potencia entre 500 kW y 2 MW.

La ley no dispone de libertad de precios para este tipo de clientes pues se trata de un mercado con condiciones de monopolio natural, por lo tanto, están afectos a regulación de precios, es decir, este cliente paga una tarifa definida por la autoridad calculada en base a una empresa distribuidora modelo que opera en forma eficiente y al precio de compra por parte de la empresa de distribución. Para los clientes regulados el precio final que les pueden cobrar las empresas distribuidoras se conforma en base a una cantidad de elementos que se sintetiza en la suma de las 3 variables siguientes: *Precio de nudo + valor agregado de distribución + cargo único por uso del sistema troncal.*

## **Opción de régimen de tarifa regulada o de precio libre**

La ley N°20.805 del año 2015 establece que los clientes que tengan una potencia conectada superior a 500 kW e inferior a 5.000 kW podrán optar entre un régimen de tarifa regulada o de precio libre, por un periodo mínimo de 4 años de permanencia en cada régimen. El cambio de opción debe ser comunicado a las concesionarias de distribución con una antelación de a lo menos 12 meses. Con este esquema libre, se busca que los clientes tengan mayor poder de negociación directamente con las empresas generadoras, obtengan mejores beneficios y tener un mercado más dinámico y competitivo.

## **2.7 Política energética 2050**

### **2.7.1 Energía 2050**

La agenda Energía 2050 fue presentada por el Gobierno de Chile en mayo de 2014, en que éste se comprometió a realizar un proceso de planificación participativa para la política energética de largo plazo que el país requiere.

Como parte de la política energética 2050 se conformaron grupos de expertos Temáticos, donde la Mesa de integración de las ERNC evaluó técnica y económicamente los escenarios posibles para la penetración de estas energías limpias.

#### **2.7.1.1 Plan de trabajo de La Mesa ERNC<sup>48</sup>**

Liderada por la División de Energías Renovables del Ministerio de Energía, trabajó en el tema desde el año 2014 al 2015. El objetivo de este plan de trabajo fue construir una Planificación a largo Plazo, la importancia del rol de las ERNC en la composición de la matriz energética futura, el rol de la flexibilidad en los sistemas eléctricos nacionales, el impacto operativo que se derivan de la incorporación de estas energías y la importancia de construir una visión compartida para el desarrollo energético, con participación social, política y técnica. Este documento de política propone una visión del sector energético con

---

<sup>48</sup> CHILE. MINISTERIO de Energía. Mesa ERNC. Una mirada participativa del rol y los impactos de las energías renovables en la matriz eléctrica futura. Publicado en diciembre de 2015[en línea]. [Fecha de consulta: 07 agosto 2020]. Disponible en: [http://dataset.cne.cl/Energia\\_Abierta/Estudios/Minerg/151200%20Estudio%20Mesa%20ERNC%20Energi%CC%81a%202050.pdf.pdf](http://dataset.cne.cl/Energia_Abierta/Estudios/Minerg/151200%20Estudio%20Mesa%20ERNC%20Energi%CC%81a%202050.pdf.pdf)

características de confiable, sostenible, inclusivo y competitivo. Finalmente, se llegó a la conclusión de que era factible para Chile incorporar las ERNC en la generación de electricidad.

Las necesidades identificadas por el sector energía se vinculan tanto al ámbito del financiamiento, las competencias técnicas, y el conocimiento sobre tecnologías que permitan la implementación de acciones contempladas en los instrumentos de política vigentes en el sector energía. Además, se requiere de una priorización al interior del sector público, de tal forma de poder asignar los recursos financieros, humanos y tecnológicos que demanda la implementación de medidas. En este sentido, la cooperación internacional ha jugado un rol relevante, permitiendo contar con proyectos que contemplan la incorporación de expertos dentro de los equipos profesionales de las distintas carteras que tienen necesidades en esa línea.

El esfuerzo de este sector durante los últimos años se ha enfocado hacia el desarrollo de una matriz energética más sustentable y de menor consumo energético, en donde *las acciones más relevantes han ido encaminadas a la eficiencia energética, la penetración de energías renovables, el desarrollo de estándares de sustentabilidad y los instrumentos de precio del carbono*. Las intenciones del sector se ven plasmadas en la Agenda de Energía como en la Política Energética Nacional (PEN), en donde se plantean metas cuantitativas que directamente tendrán un impacto importante en la reducción de las emisiones del país y en el cumplimiento de los compromisos internacionales.

Una matriz energética: es una radiografía de cómo está balanceado el consumo de energía entre distintas fuentes en un periodo de tiempo. Existen matrices primarias y secundarias, las que se diferencia según sus recursos entren procesados o en estado natural.

## **2.7.2 Ruta Energética 2018-2022**

El año 2018 se elaboró la Ruta Energética 2018-2022. Esta se construyó mediante un proceso de participación y dialogo ciudadano a lo largo del país, es decir, escuchando los diferentes actores, provenientes tanto del sector público como civil, incluyendo académicos, organizaciones no gubernamentales, juntas de vecinos, gremios, empresas y representantes de comunidades y pueblos indígenas, bajo la convicción de que son agentes fundamentales para lograr un desarrollo sostenible.

### **Visión estratégica**

En el documento de Política Energética al 2050 se construye una visión estratégica que define metas, lineamientos y pilares que serán la guía para la toma de decisiones posteriores.

### **Pilares en que se sustenta:**

La política energética se sustenta en 4 pilares:

1. Seguridad y calidad en el suministro
2. Energía como motor de desarrollo
3. La compatibilidad con el medio ambiente.
4. Eficiencia y educación energética

### **Ejes sobre los cuales se estructura la política energética:**

Siete son los ejes principales sobre los que se trabajará durante los próximos años, son los siguientes:

- 1) Modernización energética
- 2) energía con sello social
- 3) Desarrollo energético
- 4) Energía baja en emisiones
- 5) Transporte eficiente
- 6) Eficiencia energética
- 7) Sostenibilidad energética.

El objetivo es que el sistema energético chileno genere el 60 % de las necesidades energéticas del país utilizando medios renovables en 2035 y 70% en 2050.

## **2.8 Energías renovables no convencionales en el sistema eléctrico chileno**

La era de generación de energía convencional proveniente de fuentes fósiles de a poco llega a su fin. Hay un cambio de paradigma en el sector energético a nivel mundial en el que Chile no se queda atrás y comienza a transitar hacia una matriz energética descarbonizada debido a la participación ERNC cada vez mayor.

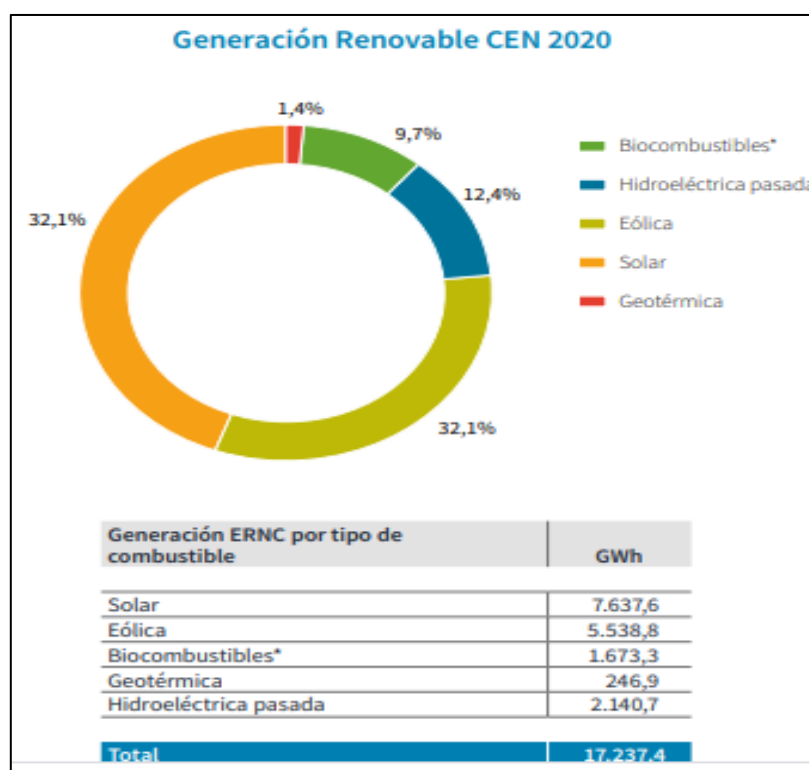
La Ley N°20.257 no define de manera clara que se entiende por ERNC. El artículo 225 letra a) dice que: *“Es aquella energía eléctrica generada por medios de generación renovables no convencionales”* señalando después cuáles son. Entre estas fuentes de energías podemos mencionar aquellas cuya fuente de energía primaria sea la energía de la biomasa; la energía hidráulica proveniente de la fuerza motriz del agua; la energía geotérmica; la energía solar, obtenida de la radiación solar; la energía eólica, nutrida por la fuerza mecánica del viento, y la fuente mareomotriz, que se alimenta de la fuerza generadora del oleaje de los océanos.

Dependiendo de su forma de explotación, también pueden ser catalogadas como renovables, como son la biomasa, la energía geotérmica y la de biocombustibles. De otro lado, las energías renovables suelen calificarse en convencionales y no convencionales, según el grado de desarrollo de las tecnologías que se utilicen para su aprovechamiento o penetración en los mercados energéticos.

- **Las energías convencionales** se caracterizan por tener un alto grado de desarrollo en sus tecnologías, investigación y penetración de mercado. Las más importantes son la biomasa tradicional y las hidráulicas a gran escala.
- **Las energías no convencionales** son la energía eólica, solar, geotérmica, hidráulicas de baja escala y mareomotriz. Se caracterizan por ser energías en proceso de desarrollo tecnológico e industrial. En Chile se define como fuentes de Energías Renovables No

Convencionales (ERNC) a la eólica, la pequeña hidroeléctrica (centrales de hasta 20 MW), la biomasa, la geotermia, la solar y la energía de los mares.

De acuerdo a la información actualizada a julio 2021, del Coordinador Eléctrico Nacional.cl, <sup>49</sup> se entrega la actual distribución de tipos de energía, según indica el cuadro a continuación, en la cual la energía solar representa el 32,1% de la capacidad instalada total.



**Figura 7: Generación Renovable CEN 2020**

**Fuente:** CEN\_reporte\_sostenibilidad\_2020.pdf:

<https://www.coordinador.cl/sostenibilidad2021/energia-para-chile.html>

<sup>49</sup> CHILE. COORDINADOR Eléctrico Nacional Energías para Chile. Reporte sustentabilidad 2020 [en línea], [Fecha de consulta: 10 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.coordinador.cl/sostenibilidad2021/energia-para-chile.html>

La capacidad instalada neta que muestra la figura no considera los sistemas de “Los Lagos” (7MW) e Isla de Pascua (4MW). Tampoco está incluida la central de Gas Natural localizada en Salta (Argentina), interconectada al SING (380 MW).

### **2.8.1 Evolución del marco normativo de las ERNC**

En el año 1982, con la promulgación de la Ley General de Servicios Eléctricos (LGSE), Chile crea las bases de un sistema eléctrico competitivo y pionero a nivel internacional. Este marco reglamentario se ha ido perfeccionando a través de los años.

#### **- Ley N°19.940 “Ley Corta”**

En el año 2004, a través de un cambio en la LGSE, se abren las redes de distribución a proyectos que afectan a todos los medios de generación y otros aplicables a las ERNC, mejorando sus condiciones de acceso al mercado, entregando el derecho de evacuación de energía a través de las redes de distribución, otorgando exenciones de peajes de transmisión a proyectos ERNC de menor escala.

#### **- Ley N°20.018, "Ley Corta II"**

Promulgada en mayo del 2005, Modifica el Marco Normativo del Sector Eléctrico incentivando la inversión los sistemas de generación. El objetivo fue reducir las incertidumbres para futuras inversiones en generación.

#### **- Ley No 20.257<sup>50</sup> (Ley ERNC 2008)**

Esta ley obliga a los generadores convencionales con capacidad instalada superior a 200 MW a comercializar un 10% de la energía proveniente de o de centrales hidroeléctricas con una potencia inferior a 40 MW, sean propios o contratados a partir del 1 de enero del año 2010. Esto rige para los sistemas SIC y SING.

La norma señala que este porcentaje exigido a las empresas eléctricas se logrará incrementando gradualmente el volumen de este tipo de energías, de forma tal que, entre

---

<sup>50</sup> Ley N°20.257. CHILE. DO 01 abril 2008. Introduce Modificaciones a la LGSE Respecto de la Generación de Energía Eléctrica con Fuentes ERNC. [en línea], [fecha de consulta: 12 agosto 2020]. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=270212>

los años 2010 y 2014 sea de 5%, incrementándose en un 0,5% anual a partir del 2015, hasta alcanzar el 10% en el año 2024.

**Tabla 1: Obligación que establece la ley N°20.257 para las generadoras eléctricas.**

Porcentaje de Obligación por Año Ley N° 20.257	
Año	% Obligación
2015	5,5
2016	6
2017	6,5
2018	7
2019	7,5
2020	8
2021	8,5
2022	9
2023	9,5
2024	10

**Fuente:** Ley 20.257. Disposiciones Transitorias. Artículo 1°

La obligación debe ser cumplida por cada empresa eléctrica que efectúa retiros de energía para comercializarla con distribuidoras o con clientes finales para los contratos suscritos después de agosto de 2007. Aquellos que fueron celebrados antes debiesen caducar antes de 2020 por lo que las renovaciones de éstos quedarán suscritos a esta ley.

En caso de que una empresa exceda su obligación de inyecciones ERNC, por medios propios o contratados, puede convenir traspasar sus excedentes a otra empresa eléctrica, incluso en otros sistemas eléctricos.

Las empresas que no cumplen su obligación tienen que pagar un cargo de 0,4 UTM por MWh de déficit de ERNC no acreditado, el que aumentará en 0,6% si una empresa se queda en esta situación durante 4 años.

### **Efectos de la Ley**

Esta Ley al obligar a las grandes generadoras a comprar energía a centrales en base a energías renovables, por lo cual estas últimas pueden tener la posibilidad de establecer

contratos a largo plazo, incentivándose el desarrollo de esta tecnología. Sin embargo, dada la multa a la cual están sujetas las grandes generadoras en el caso de incumplimiento, puede en algunos casos ser económicamente más beneficioso pagar esta multa que contratar la energía a centrales en base a energía renovable. Esto podría constituir un problema dado que no se estaría logrando el efecto que se espera con la ley, mientras tanto se incrementan “gratuitamente” los precios de la energía, que finalmente terminan pagando los usuarios.

- **Ley No 20.701**<sup>51</sup>

Establece el “Procedimiento para entregar concesiones eléctricas”.

Hará más expeditos los procedimientos para otorgar concesiones, contribuyendo al impulso de la inversión y la competitividad en el mercado eléctrico, especialmente con la incorporación de ERNC, dando mayor certeza al sistema y evitando problemas de abastecimiento. La iniciativa permitirá diversificar la matriz nacional, reduciendo las barreras de entrada a estas tecnologías, con una mayor certidumbre para los actores involucrados en la generación energética y el consiguiente aumento de la competitividad en el sector. Ello se traducirá en disminución del riesgo de abastecimiento, baja en los costos de la electricidad y mayor independencia de combustibles fósiles.

- **Ley No 20.698 (20/25)**<sup>52</sup>

Publicada en el DO de 22/10/2013, aumentó la meta establecida en la Ley 20.257 para las empresas eléctricas, obligándolas a que un 10% de la energía comercializada al año 2021 provenga de fuentes ERNC. Esta nueva ley aumenta las obligaciones de cuotas de ERNC para los retiros de energía a un 20% para el año 2025.

Esta ley también incluye licitaciones públicas para la venta de las inyecciones de bloques de energía provenientes de medios de generación renovable no convencional, con precios garantizados por 10 años.

---

<sup>51</sup> Ley N°20. 701.CHILE. Procedimiento para Otorgar Concesiones Eléctricas. [en línea], [fecha de consulta: 12 agosto 2020]. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1055073>

<sup>52</sup> Ley 20.698. CHILE. Propicia la Ampliación de la Matriz Energética, Mediante Fuentes Renovables No Convencionales. [en línea]. [fecha de consulta: 12 agosto 2020]. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1055402>

Establece que ya no es total responsabilidad de las empresas eléctricas generar o adquirir obligatoriamente un porcentaje de ERNC, si no que el Ministerio de Energía será el encargado de licitar bloques anuales de energía que deben ser suplidos con generación ERNC de acuerdo a los porcentajes impuestos para cada año.

**Tabla 2: Obligación que establece la ley N°20.698 para las generadoras eléctricas.**

Porcentaje de Obligación por Año Ley N° 20.698	
Año	% Obligación
2015	7
2016	8
2017	9
2018	10
2019	11
2020	12
2021	13,5
2022	15
2023	16,5
2024	18
2025	20

**Fuente:** Ley 20.698. Artículo 2°

- **Ley No 20.726**<sup>53</sup>

Publicada el 7 de febrero de 2014. Modifica la LGSE, con el fin de promover la interconexión de sistemas eléctricos independientes. Ejemplo de ello, la unión del SIC con el SING el año 2017.

- **Ley No 20.936**<sup>54</sup>

Estableció un *Nuevo Sistema de Transmisión Eléctrica y creó un Organismo Coordinador Independiente del Sistema Eléctrico Nacional*, la cual incorpora, entre otras, modificaciones a la regulación y esquema de expansión de la transmisión eléctrica.

---

<sup>53</sup> Ley N°20.726. CHILE. Modifica la LGSE, con el fin de promover la interconexión de Sistemas Eléctricos Independientes. [En línea]. [fecha de consulta: 12 agosto 2020]. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1059332>

<sup>54</sup> Ley N°20.936. Op. Cit.

Al mismo tiempo, incorpora herramientas de planificación energética a largo plazo, en que el Ministerio de Energía debe realizar cada 5 años una planificación para los distintos escenarios de generación y consumo eléctrico teniendo como horizonte un plazo de 30 años.

La ley redefine la clasificación de los sistemas de transmisión, estableciendo:

1. Sistema de Transmisión Nacional, anteriormente denominado Sistema Troncal;
2. Sistema de Transmisión Zonal, anteriormente denominado Sistema de Sub transmisión, y
3. El Sistema de Transmisión Dedicado, anteriormente denominado Sistema Adicional.

Esta ley crea el concepto de Sistemas de Transmisión para Polos de Desarrollo de Generación, que son aquellas áreas geográficas en donde existen recursos para la producción de ERNC y cuyo aprovechamiento resultaría de interés público. Las modificaciones que se han incorporado a la Ley 20.936 permiten a las ERNC reducir sus costos, al asignar a la demanda el pago de la red de transmisión y relevar el riesgo de economías de escala de los sistemas dedicados al ser calificados como Polos de Desarrollo.

#### - **Ley N°20.780. Impuesto al Carbono**

El impuesto al carbono es lo que se llama un “Impuesto Verde”<sup>55</sup> que tienen como objetivo mejorar la eficiencia económica desincentivando una actividad contaminante y enfrentar el cambio climático gravando las emisiones de contaminantes locales de vehículos livianos, fuentes fijas que afectan directamente a las comunidades aledañas a los lugares donde se emiten las emisiones contaminantes locales, y un impuesto específico a las emisiones de CO<sub>2</sub> de fuentes térmicas. Por lo mismo, se *decretó un cargo de 5 dólares por cada tonelada*

---

<sup>55</sup> LEY N°20. 701.CHILE. Artículo 8 “Son un instrumento económico que grava las externalidades producidas por un emisor. Su aplicación permite que quien contamine deba internalizar el costo y retribuir a través de un pago, generado el incentivo para que la fuente contaminante incorpore los costos asociados a las externalidades que producen y los reduzcan”. [en línea], [fecha de consulta: 16 agosto 2020]. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1055073>

*de CO<sub>2</sub> emitido*. Sin embargo, el precio del carbono en Chile debe ir en alza ya que un gravamen adecuado, que sea compatible con la consecución de las metas establecidas en el Acuerdo de París, como mínimo debería situarse entre los 50 y 100 dólares por tonelada para el año 2030. Los 5 dólares que tiene Chile no desincentivan la descarbonización de la matriz energética, es por esa razón que la nueva reforma tributaria incluye una nueva modificación que amplía de 55% a 95% la cobertura del gravamen a las emisiones de CO<sub>2</sub> de Chile. Por consiguiente, se calculará el impuesto según la cantidad de emisiones generadas, no según la capacidad de emitir, como estaba establecido aumentando la cobertura antes señalada sumando al gravamen industrias como la siderurgia, la cementera y la minería que antes quedaban afuera. Un impuesto óptimo para Chile, según el cálculo que hizo el año 2017 el Ministerio de Desarrollo Social<sup>56</sup> para su Contribución Nacional Determinada (NDC), señala que el precio debería ser de 32,5 dólares por tonelada de CO<sub>2</sub>, con un rango de sensibilidad entre 20,2 y 43,2.

Esta nueva normativa debería empezar a regir el año 2025 para incentivar la inversión de las empresas a través de un mecanismo compensatorio de emisiones, que permita a las empresas no pagar el impuesto verde en la medida que realicen acciones que mitiguen los gases contaminantes que ellas mismas emiten.

## **2.8.2 Integración de las ERNC al sistema eléctrico**

Es importante comprender que el proceso de integración de las ERNC al sistema eléctrico nacional implica planificación para que estas se incorporen de manera armónica al mercado y a los sistemas eléctricos. Se deben incluir aspectos técnicos, tales como el retiro de termoeléctricas, seguridad de abastecimiento y demanda, seguridad de suministro, calidad de servicio, capacidad de reacción del sistema ante una catástrofe, construcción de nuevas líneas de transmisión y distribución, etc. Es importante tomar en consideración que la generación de las ERNC no puede controlarse, ya que depende de la disponibilidad del

---

<sup>56</sup> CHILE. MINISTERIO de Desarrollo Social. Estimación del Precio Social del CO<sub>2</sub>. Santiago, febrero 2017 [en línea], [fecha de consulta: 20 agosto 2020]. Disponible en: <http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/download/precio-social-co2-2017/?wpdmdl=2406>

recurso, lo que se traduce en costos de integración a la red. Por lo tanto, el reto no es solo técnico, sino también económico, social, medioambiental y legal.

A inicios del 2014, la matriz energética chilena contaba con un 5% de ERNC, que representaba 483 MW. Posteriormente, durante el año 2019, esta participación de las energías limpias se había incrementado al 19% con 3.500 MW de potencia instalada. En pocos años, Chile pasó de tener 5 a 88 plantas solares.<sup>57</sup> Ejemplo de este desarrollo en ERNC, es que en el año 2017 se inauguró en la región de Antofagasta, el Complejo Cerro Dominador conformado por una planta solar fotovoltaica de 100 MW y por la primera planta termo-solar (Concentración Solar de potencia) de América Latina, con 110 MW de capacidad y 17,5 horas de almacenamiento térmico. Esto tuvo un gran efecto en la inversión que saltó de 9 mil millones de dólares en el periodo 2010 al 2014 a 17 mil millones de dólares durante los últimos 4 años. La inversión en el sector energético supero al de la minería.

De acuerdo al reporte mensual de ERNC, elaborado por la Comisión Nacional del Energía (CNE), en diciembre de 2018 se registró un total de 4.793 MW de capacidad instalada neta de estas tecnologías dentro del Sistema Eléctrico Nacional, siendo la solar fotovoltaica la que domina ese sector, con 2.274 MW en operación. El año 2018, la inyección de ERNC a la matriz llegaba a 1.229 GWh, correspondiente a un 20,1% de la generación total.

La participación ERNC acumulada del año 2020, corresponde al 19,2% de la matriz energética. Durante el mes de julio 2020, la generación de energía eléctrica proveniente de estas fuentes alcanzó el 19,4%. Si se compara con la generación de energía al mes de julio del año 2019, está aumentó en un 3,8%.

---

57 CHILE. MINISTERIO del Medio Ambiente. La Vía Medioambiental. Desafíos y Proyecciones para un Chile Futuro. Santiago, 2018[en línea], [Fecha de consulta: 07 agosto 2020]. Disponible en: <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/03/MMA11mar.pdf>

**Tabla 3: Generación de energía eléctrica SEN julio 2020** <sup>58</sup>

Generación de energía eléctrica SEN julio 2020					
jul-20					
Tecnología	Energía (GWh)	Energía (%)	Variación mes anterior	Variación año anterior	2020 YTD
<b>ERNC</b>	<b>1255</b>	<b>19,4%</b>	<b>↑ 7,7%</b>	<b>↑ 3,8%</b>	<b>19,2%</b>
Biogás	16	0,2%	1,9%	-10,2%	0,2%
Biomasa	116	1,8%	-8,7%	-0,6%	2,1%
Eólica	429	6,6%	-6,8%	-7,3%	6,0%
Geotérmica	12	0,2%	-43,0%	-28,2%	0,3%
Mini Hidráulica pasada	214	3,3%	27,1%	4,6%	2,3%
Solar Fotovoltaica	468	7,2%	25,6%	19,8%	8,3%

**Fuente:** Elaboración propia en base a datos que entrega la Comisión Nacional de Energía.

Disponible en: <https://www.cne.cl/normativas/electrica/consulta-publica/electricidad/>.

### Capacidad instalada ERNC<sup>59</sup>

Al mes de julio de 2020 la capacidad instalada de ERNC fue de 6.651 MW, esto se debe al ingreso de nuevas centrales de tecnología solar fotovoltaica, eólica y mini hidráulica de pasada, aumentando en un 1,9% la capacidad ERNC al mes anterior.

<sup>58</sup> ACERA. Estadísticas Sector de Generación de Energía Eléctrica Renovable, julio 2020 [en línea],[Fecha de consulta: 12 septiembre 2020]. Disponible en: <https://acera.cl/wp-content/uploads/2020/08/2020-07-Bolet%C3%ADn-Estad%C3%ADsticas-ACERA.pdf>

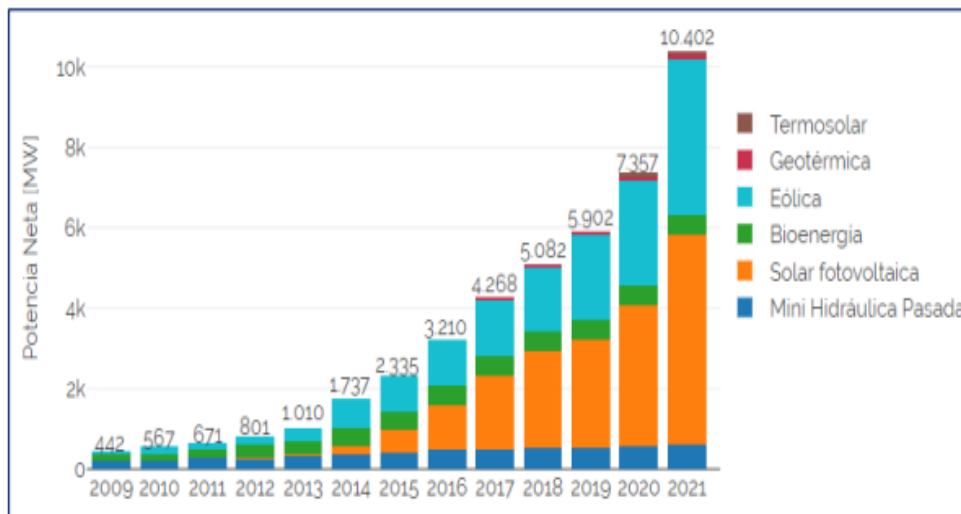
<sup>59</sup> Ibid. 2 y 4 p.

**Tabla 4: Capacidad instalada ERNC<sup>60</sup>**

Capacidad instalada de ERNC a julio 2020			
jul-20			
Tecnología	Potencia Neta (MW)	Potencia Neta (%)	Variación mes anterior
ERNC	6.651	25,5%	↑ 1,9%
Biogás	61	0,2%	0,0%
Biomasa	414	1,6%	0,0%
Eólica	2.308	8,9%	3,5%
Geotérmica	48	0,2%	0,0%
Mini Hidráulica pasada	558	2,1%	0,2%
Solar Fotovoltaica	3.153	12,1%	1,3%
Termosolar	110	0,4%	0,0%

**Fuente:** Elaboración propia en base a datos que entrega la Comisión Nacional de Energía.

Disponible en: <https://www.cne.cl/normativas/electrica/consulta-publica/electricidad/>



Considera SEN, de Aysén, de Magallanes e Isla de Pascua. Incluye centrales en operación y en pruebas.

**Figura 8: Evolución histórica capacidad instalada de ERNC agosto 2021<sup>61</sup>**

**Fuente:** ACERA. Estadísticas agosto 2021. <https://acera.cl/wp-content/uploads/2021/09/2021-08-Bolet%C3%ADn-Estad%C3%ADsticas-ACERA.pdf>

<sup>60</sup> Ibid. 2 y 4 p.

<sup>61</sup> Ibid. 6 p.

### **2.8.3 Resultados de la integración de las ERNC al sistema eléctrico**

Durante algunas décadas Chile ha tenido que enfrentar diversas crisis: Dependencia de combustibles fósiles, abastecimiento hídrico, medioambientales, sociales, interrupción en el suministro de combustibles para la generación eléctrica, conflictos en proyectos energéticos, etc. Sin embargo, a pesar de los obstáculos, en los últimos años el país ha venido viviendo una revolución en estas materias que ha dado tres grandes resultados:

1. Aumento de las ERNC en la generación eléctrica
2. Crecimiento de inversión en el sector
3. Reducción de precios de licitaciones de suministro

Chile ha optado por una integración estratégica de las ERNC al sistema eléctrico, que consiste en realizar la descarbonización de la matriz energética al mismo tiempo que se reducen los precios de suministro. Esto ha dado como resultado una transición energética que no implica costos por distorsiones innecesarias para el desarrollo de la industria de las ERNC, que compiten de igual a igual con la generación eléctrica tradicional.

Esta competitividad se basa en:

- La baja de los costos tecnológicos,
- Abundante recurso energético, principalmente el solar
- Modificaciones regulatorias.

En materia de licitaciones, el año 2015, se introducen modificaciones mediante la ley 20.805 que permitieron un mejor funcionamiento del mercado. Las principales modificaciones fueron la extensión de los contratos de 15 a 20 años y la incorporación de bloques horarios para la licitación energética, fomentando con ello la participación de la energía eólica y solar.

#### **2.8.4 Flexibilización del sistema eléctrico**

La transición a energías limpias y su desarrollo depende en gran medida de su habilidad para adaptarse a las condiciones de variabilidad e incertidumbre en la generación y la demanda, de manera confiable y costo eficiente en todas las escalas de tiempo. La flexibilidad corresponde a la capacidad disponible para hacer frente a cambios, positivos o negativos, sobre todo para hacer de forma correcta el ingreso de las fuentes variables de generación como son la eólica y la solar. En las distintas escalas de tiempo, la flexibilidad condiciona la operación del sistema desde la planificación hasta la operación en tiempo real. Los aportes de flexibilidad no se restringen solo a la generación y a la demanda, también incluyen otros componentes del sistema de transmisión y distribución.

En este sentido, el país ya cuenta con la carretera eléctrica Cardones-Polpaico que permitirá trasladar la energía renovable del norte a la zona centro-sur. Esto es un gran avance que habilita el ingreso de las ENRC a la matriz energética. La obra de transmisión de 753 km, tuvo una inversión total de 1.000 millones de dólares, y atraviesa las regiones de Atacama, Coquimbo, Valparaíso y Metropolitana. Esta carretera eléctrica mejora la seguridad energética del país y será clave para avanzar en la descarbonización de la matriz.

#### **2.8.5 Desarrollo de un proyecto ERNC**

*“Los planes no son nada, la planificación es lo que cuenta”.*

Para desarrollar un proyecto ERNC se deben definir y analizar la viabilidad, factibilidad, diseño básico, los recursos, planear y anticipar riesgos, contratación y compras, puesta en marcha, optimizar los recursos, coordinar y controlar el proyecto.

Etapas generales para desarrollar un proyecto con ERNC

- a. Evaluar el recurso energético.
- b. Seleccionar el tipo de tecnología y hacer una evaluación técnica-económica.
- c. Integración del proyecto ERNC a los sistemas eléctricos

- d. Financiamiento del proyecto
- e. Ingeniería y construcción
- f. Integración al mercado
- g. Alternativas de comercialización de las ERNC:
  - Venta de energía y potencia en el mercado spot.
  - Combinación entre mercado spot y contrato con un cliente libre.
  - Combinación entre mercado spot y mercado de contratos con clientes regulados.
  - Contrato directo con empresa de generación.
  - Fuera de mercado mayorista, contrato directo con empresa distribuidora.
- h. Marco legal y reglamentario
- i. Cierre

## **CAPITULO 3: PEQUEÑOS MEDIOS DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA**

### **3.1 Energía Solar Fotovoltaica**

El termino fotovoltaico proviene del griego phos: “luz” y voltaico: “electricidad”.

Dentro de las ERNC, se encuentran las energías renovables, como la solar o la eólica, que son comúnmente conocidas como Fuentes de Energía Variables (ERV), debido a que la energía que producen varía a lo largo del tiempo y depende de la ubicación geográfica, del clima y de las condiciones meteorológicas. Dentro de la energía solar, a su vez existen dos tipos de energía, la energía solar térmica y la energía solar fotovoltaica.

El sol es la estrella más cercana a la tierra y está catalogada como una estrella enana amarilla que se comporta como un cuerpo negro que emite energía a una temperatura de 6.000 k. La energía solar es una energía renovable que se obtiene a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética (La luz, calor y rayos ultravioleta). El aprovechamiento de la energía solar se realiza de dos formas: 1) por conversión térmica de alta temperatura (sistema fototérmico) y 2) por conversión fotovoltaica (Sistema fotovoltaico).

#### **3.1.1 Efecto fotovoltaico**

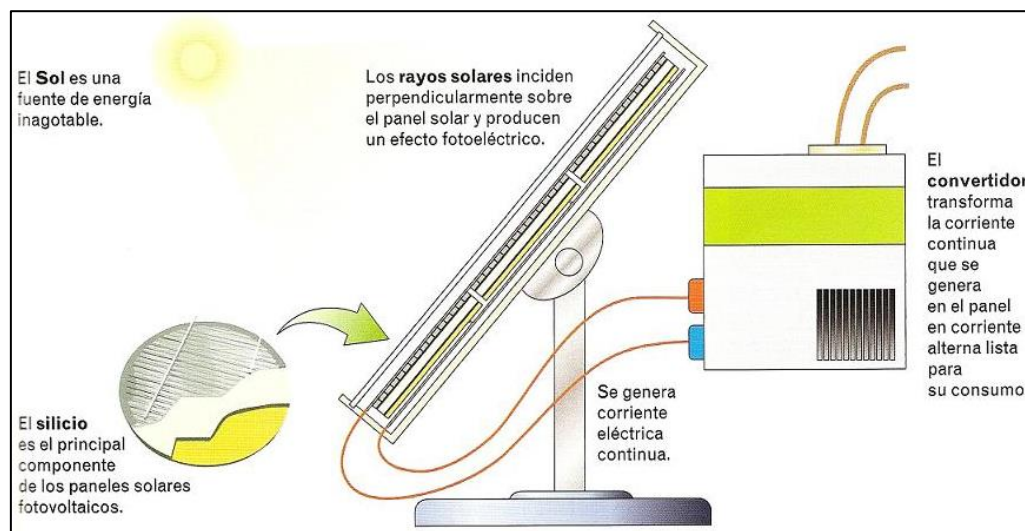
Permite convertir fotones, es decir, la energía de la luz solar en electricidad. Fue reconocido por primera vez en el año 1839, por el físico francés Alexandre-Edmond Becquerel. Sus estudios sobre magnetismo, electricidad, espectro solar y óptica son el pilar científico de la energía fotovoltaica. Sin embargo, la primera celda solar no se construye hasta 1883 por Charles Fritts utilizando como semiconductor el selenio. Casi un siglo después, el uso de celdas fotovoltaicas con fines prácticos fue utilizado en la era espacial, en la nave Explorer 1, lanzada en el año 1958. Después de años de investigación constante, en los años 70, se comienzan a usar paneles más eficientes utilizando como conductor el Silicio que tenían un mejor rendimiento.

En la actualidad, la energía solar como fuente de generación eléctrica es inagotable, limpia y permiten un desarrollo sostenible. Se ha convertido en una gran alternativa para zonas en que es excesivamente costoso instalar una red eléctrica.

### 3.1.2 Producción y potencia

Su producción es variable debido a que la atmosfera atenúa la radiación solar por los fenómenos de reflexión, absorción y difusión. Como consecuencia, su distribución no siempre coincide con la demanda de energía eléctrica (Cuestión que podría dificultar el despacho hacia los consumidores finales).

La potencia de salida de una central fotovoltaica depende de la incidencia de la radiación solar, que puede fluctuar con el paso de las nubes. También existen otros factores que varían en el tiempo y que afectan la producción de energía, tales como la temperatura de la celda (que se determina por la radiación absorbida), la temperatura ambiente, la velocidad del viento, el montaje o el lugar de emplazamiento.



**Figura 9: Generación de electricidad en un panel solar**

**Fuente:** <https://tecnoblogsanmartin.wordpress.com/2012/02/07/central-solar-fotovoltaica/>

Algunos materiales emiten electrones cuando incide luz sobre ellos. La circulación de estas cargas eléctricas crea una corriente eléctrica. A este fenómeno se le llama **efecto fotoeléctrico**. Estos materiales forman las **células solares** o **fotovoltaicas**. Un **panel solar**

está formado por varias células solares. Los paneles fotovoltaicos generan corriente continua, pero la electricidad que se consume en las casas es de corriente alterna. Para transformar la corriente continua en corriente alterna se utiliza un elemento que se llama convertidor.

### **3.1.3 Sistemas Fotovoltaicos**

Un sistema solar fotovoltaico es toda instalación destinada a convertir la radiación solar en energía eléctrica mediante un dispositivo semiconductor denominado celda o célula.

La celda permite transformar la energía lumínica (fotones) en energía eléctrica (flujo de electrones libres) mediante el efecto fotoeléctrico. La celda está compuesta de un material que presenta efecto fotoeléctrico, absorbiendo fotones de luz y emitiendo electrones. Cuando estos electrones libres son capturados el resultado es una corriente eléctrica continua que puede ser utilizada para inyectar energía a la red eléctrica luego de un proceso de conversión a corriente alterna. Estas celdas son hechas principalmente de silicio cristalino y cubren casi el 85% del mercado mundial por su alta eficiencia.

Los módulos FV pueden ser montados en la superficie en un ángulo fijo o en estructuras que giran rastreando el sol, estas últimas pueden aumentar el rendimiento en hasta un 45%. No requieren para su funcionamiento elementos como combustibles fósiles, agua, calderas, sistemas de enfriamiento ni gaseoductos.

Los terrenos en que se instalan los proyectos tampoco requieren condiciones especiales tales como: Cercanía a fuentes hidrográficas o excavaciones profundas.

### **3.1.4 Principales funciones de los sistemas fotovoltaicos (PV)**

- 1) Transformar la energía solar en energía eléctrica.
- 2) Almacenar de forma adecuada la energía eléctrica generada.
- 3) Proveer adecuadamente la energía producida (el consumo) y almacenada.
- 4) Utilizar eficientemente la energía producida y almacenada.

### **3.1.5 Clasificación de los Sistemas Fotovoltaicos**

Dependiendo de su aplicación y de la cantidad y tipo de energía producida, el sistema fotovoltaico se puede clasificar en las siguientes categorías:

- Autónomos
- conectados a la red
- híbridos.

- **1) Sistemas autónomos**

No se conectan con la red eléctrica. Se utilizan para usos domiciliarios, productivos y comerciales. Funcionan como en islas. Suelen encontrarse en lugares alejados y explotaciones agrícolas para satisfacer las necesidades de iluminación, telecomunicaciones y bombear sistemas de riego. Utilizan batería.

- **2) Sistemas conectados a la red**

Es un sistema de generación FV que trabaja en paralelo con la red de la compañía eléctrica, es decir, las salidas de ambos sistemas de generación están conectadas entre sí, de manera que el sistema FV actúa como si fuera un generador más de la compañía, inyectando energía eléctrica a su red de distribución.

Estos sistemas no incluyen un subsistema de acumulación para almacenamiento intermedio, como baterías, ya que toda la energía producida se consume al inyectar los excedentes a la red (autoconsumo, se utiliza un sistema de medición que entrega el balance entre la energía generada y la energía consumida) o al inyectarla completamente a la red eléctrica.

### **3.1.6 Componentes de un sistema fotovoltaico conectado a la red**

- **Módulos fotovoltaicos o Paneles fotovoltaicos**

En ellos se realiza la transformación directa de la energía solar en energía eléctrica, están formados por celdas solares dispuestas en serie y en paralelo, todo ello dentro de una estructura que mantiene las celdas aisladas del medio exterior, permitiendo solo el paso de la luz. Las celdas se fabrican principalmente en base a distintos cristales silicio.

#### - **Generador Fotovoltaico**

Conjunto de módulos conectados en serie y paralelo, observándose las mismas características eléctricas que una celda. Es un sistema escalable, lo que permite cambiar el tamaño del generador con sólo agregar o restar módulos, de esta forma se pueden encontrar generadores de unos pocos metros cuadrados hasta generadores de gran superficie llamados huertos solares. La cantidad de módulos determina la tensión y la potencia de un generador. El generador fotovoltaico entrega corriente continua a su salida que no se puede “apagar” porque se genera con solo recibir radiación solar. Esto provoca que la tensión y potencia varíen según la disponibilidad del recurso solar, por lo que no se genera energía durante la noche.

#### - **Inversores**

Equipo electrónico capaz de convertir una corriente eléctrica continua a corriente alterna a determinada amplitud y frecuencia de uso.

#### - **Estructuras de soporte**

Mantienen los paneles firmes y seguros y deben proporcionar la inclinación adecuada del panel.

#### - **Accesorios**

Conductores y protecciones, se refiere al cableado que transportara la energía a lo largo de toda la instalación fotovoltaica, tanto en la parte de corriente continua (generador) como en la parte de corriente alterna (inversor, la red eléctrica y los equipos de consumo). El correcto dimensionado del cableado permite reducir las pérdidas, contribuyendo al buen rendimiento del sistema.

### **3) Sistemas híbridos**

Uso de dos o más fuentes de alimentación distintas. Combina la energía solar y la Red eléctrica de forma de poder integrar de la mejor manera ambas fuentes.

## **3.2 Generación Distribuida: Pequeños Medios de Generación Distributiva (PMGD)**

### **3.2.1 Generación Distribuida**

Se entiende la generación distribuida como “El uso integrado de pequeñas unidades de generación conectadas directamente al sistema de distribución, o dentro de las instalaciones de un cliente”. En Chile la Generación Distribuida, es aquella generación por medio de pequeñas centrales generadoras menores a 9 mil kilowatts conectados en líneas de distribución de media tensión. En Chile a un generador distribuido se le conoce como PMGD.

Se ha identificado que el lugar más seco del mundo y el con mayor radiación global horizontal se encuentra en Chile, es el desierto de Atacama, que se extiende a lo largo y ancho de cinco regiones, partiendo desde Arica hasta el norte de la región de Coquimbo. Su excelente condición geográfica, sus reservas de litio y otros metales hacen del desierto de Atacama el lugar ideal para la transición energética y una gran oportunidad para la creación de nueva riqueza para el país.

Estos proyectos se pueden desarrollar a nivel local, nacional e incluso permite- gracias a las políticas de apoyo-, que empresas internacionales<sup>62</sup> puedan participar y establecerse en nuestro territorio.

### **3.2.2 Marco normativo de los PMGD**

**Ley N°19.940, "Ley Corta I"**<sup>63</sup>

Modificó la Ley General de Servicios Eléctricos en diversas materias con el propósito de incentivar los medios de generación de ERNC a través de incentivos económicos para su

---

<sup>62</sup> ELECTRICIDAD. La Revista Energética de Chile. Publicación del 18 octubre del 2019. Empresa TOTAL, EREN entra al mercado local de energía renovables con proyecto solar de 190 MW. [En línea]. [Fecha de consulta: 07 agosto 2020]. Disponible en: <https://www.revistaei.cl/2019/10/18/total-eren-entra-al-mercado-local-de-energias-renovables-con-proyecto-solar-de-190-mw/>

<sup>63</sup> Ley N°19.940. CHILE. Regula sistemas de transporte de energía eléctrica, establece un nuevo régimen de tarifas para sistemas eléctricos medianos e introduce las adecuaciones que indica a la Ley General de Servicios Eléctricos. [en línea], [fecha de consulta: 12 agosto 2020]. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=222380>

despacho e inserción. Este cambio legal contribuyo a generar dinamismo al sector eléctrico y a incorporar nuevos actores al mercado. Algunos de sus alcances más relevantes son:

- Permite y regula la participación de pequeños generadores en el mercado eléctrico permitiendo optar a estabilización de precios de energía o a venderla a costo marginal.
- Garantiza acceso de generadoras menores a 9 mil kilowatts a las redes de distribución.
- Libera de pago de peaje por transmisión troncal a las generadoras de medios no convencionales menores a 9 mil kilowatts.

#### **Ley N°20.018, "Ley Corta II"<sup>64</sup>**

La Ley Corta II obliga a las empresas de distribución a comprar bloques de potencia. De esta forma, se disminuye en gran parte el riesgo al invertir en generación.

El principal objetivo de esta ley es promover la inversión en medios de generación ERNC, adecuando el mercado eléctrico.

#### **3.2.2.1 Antiguo reglamento DS N°244**

El DS 244 fue publicado el 17 de enero de 2006, Aprueba Reglamento para Medios de Generación No Convencionales y Pequeños Medios de Generación Establecidos en la Ley General de Servicios Eléctricos.

El DS 244 define a los PMGD como “Medios de Generación cuyos excedentes de potencia sean menores o iguales a 9.000 kilowatts, conectados a instalaciones de una empresa concesionaria de distribución, o a instalaciones de una empresa que posea líneas de distribución de energía eléctrica que utilicen bienes nacionales de uso público, en adelante pequeños medios de generación distribuidos”.

##### **3.2.2.1.1 Precio Estabilizado del DS 244**

El artículo N°149 de la LGSE, estipula que se debe reglamentar el procedimiento para la determinación de precios y los mecanismos de estabilización de precios, aplicables a la energía inyectada por medios de generación cuyos excedentes de potencia suministrables al sistema eléctrico no superen los 9.000 kilowatts. De este modo, la LGSE integra a los

---

<sup>64</sup> Ley N°20.018. CHILE. Op.Cit.

pequeños generadores al mercado spot del sistema eléctrico (aquel mercado donde los generadores intercambian excedentes y déficits de energía y potencia. La frecuencia de los intercambios de energía es horaria; los intercambios de potencia son anuales).

Bajo ese esquema, La ley N°19.940, “Ley Corta”, que modifica la LGSE, definió a los generadores que pueden acceder a la opción de vender su energía a un *precio estabilizado* calculado por la CNE y eliminó las barreras de acceso para la comercialización de energía de los PMGD. En otras palabras, se establecen condiciones no discriminatorias para los pequeños generadores (< 9MW) que participen en el mercado mayorista (spot), permitiéndoles un tratamiento comercial con menor riesgo en sus flujos de ingreso (PE).

La Ley N°19.940 no especificó como calcular el precio estabilizado, por lo que lo hizo a través del Reglamento respectivo, el DS N°244.

### **3.3.2.1.2 Comercialización de energía bajo el DS 244**

Los proyectos PMGD pueden comercializar su energía en el mercado de las generadoras de energía (spot) a través de dos sistemas con el que se determinará el precio de venta de la energía. Para poder optar a esta opción, el generador deberá informar esta decisión al operador del sistema (CDEC) con un mínimo de 6 meses de anticipación a su entrada en operación. El período mínimo de permanencia en cada régimen será de 4 años y la opción de cambio de régimen deberá ser comunicada al CDEC con una antelación mínima de 12 meses.

#### **1) Al costo marginal instantáneo**

Este es el costo en que el sistema eléctrico incurre en promedio durante 1 hora para suministrar una unidad adicional de energía al sistema. Por su naturaleza, este costo varía de manera instantánea que pueden ser relevantes en cortos periodos de tiempo.

El costo marginal diferencia los precios del periodo de punta de los precios en el resto del tiempo. Así, una parte del precio de la electricidad está asociada a los costos variables para producirla y es cargado por unidad de consumo. La otra parte del precio está asociada a la capacidad o potencia (es un cargo por la disponibilidad para dar el servicio, la cual es posible mediante la instalación de capacidad). De esta manera, el cargo por capacidad

incluye los costos de proveerla, lo que corresponde a los costos fijos de capital, y es asignado entre los consumidores que demandan electricidad en el horario de punta.

Este precio es calculado por el Coordinador

## **2) Precio estabilizado**

El PE, permitió que toda la energía producida por el PMGD adherido sea remunerada a dicho precio, independientemente de la hora en la cual ha sido producida. Es un precio plano, que no hace diferencia horaria en su traspaso al cliente final y en consecuencia permite a este último minimizar los efectos de la variabilidad del costo operacional del sistema.

El Precio Estabilizado, es el equivalente a Precio de Nudo de Corto Plazo de Energía, que es el precio a nivel de generación-transporte fijado semestralmente por la autoridad. Es el costo de desarrollo de la tecnología más económica para dar suministro en horas de mayor demanda referido en la respectiva barra troncal asociada al punto de inyección.

### **3.3.2.1.3 Determinación de precios según DS 244**

En caso de que el Precio Estabilizado sea superior al costo marginal de la energía, la diferencia deberá ser pagada entre todos los generadores que tengan retiros asociados, existiendo una “**subvención**” del sistema a favor del Precio Estabilizado en ese nodo y para ese periodo. De manera contraria, en caso de que el Precio Estabilizado sea inferior al costo marginal de la energía existe el fenómeno inverso de “subvención” desde el Precio Estabilizado a favor del sistema en ese nodo y en ese periodo.

En este sentido, corresponde a un mecanismo “bidireccional”, donde cada actor, en cualquiera de los mecanismos de valorización, termina obteniendo un crédito o una deuda según sus excedentes o déficits en el balance de inyecciones y retiros y la posición relativa del precio marginal (precio spot) comparado con el precio estabilizado al que pueden optar los PMGD.

**Por ejemplo:** La empresa "*Chispita Generación*" recibió una compensación de \$ 74 millones de pesos, debido a que el costo marginal promedio del mes de mayo estuvo por encima del precio estabilizado. Por otra parte, en julio "*Chispita Generación*" tuvo que

aportar \$ 90 millones de pesos a las PMGD sujetas al precio estabilizado, debido a que ese mes el costo marginal estuvo por debajo del precio estabilizado.

En conclusión, el mecanismo de Precio Estabilizado para la valorización de la energía de los PMGD, tuvo por objeto incentivar el desarrollo de la generación distribuida de pequeña escala en el país y reducir las barreras de ingreso al mercado. De esta manera, diversificar la matriz energética altamente concentrada en las grandes generadoras de energía, lo que logró con mucho éxito. Los PMGD no podían acceder al mercado spot y vender su energía directamente, sino que estaban sometidos a que otros agentes, como las distribuidoras eléctricas, les compraran su energía, teniendo en ello escaso poder de negociación. El mecanismo de estabilización de precios les permitió proyectar sus ingresos futuros y la obtención de financiamiento que redundó en un aumento considerable de proyectos PMGD y PMG en el sistema eléctrico nacional.

El impacto directo de la aplicación de este mecanismo de estabilización de precios para los pequeños generadores, considerando los costos marginales y los precios de nudo de corto plazo respectivos, ha resultado para el periodo 2017-2018, para las generadoras que realizan retiros del sistema hacia los PMGD, una ganancia del orden de los 6, 2 millones de dólares.<sup>65</sup>

### **Causas de la derogación del DS 244**

No obstante, la opción que otorgó inicialmente la ley al propietario de un PMGD de acogerse a dos sistemas de comercialización de la energía, hasta el año 2015, ningún pequeño generador se acogió al precio estabilizado, es decir, que su energía fuera remunerada a un precio estable independiente de la hora a la cual era producida.

---

<sup>65</sup> CHILE. Generadoras de Chile. El mecanismo de estabilización de precios para PMG. Editorial, 30 noviembre de 2018 [en línea], [Fecha de consulta: 02 septiembre de 2020]. Disponible en: <http://generadoras.cl/prensa/el-mecanismo-de-estabilizacion-de-precios-para-pequenos-medios-de-generación>

Esto se debió a que, el precio spot o costo marginal de la energía<sup>66</sup>, excedió por amplio margen al PE. Sin embargo, a partir del año 2015, el precio spot cae fuertemente impulsado por la caída del precio internacional de los combustibles y la entrada de la generación eólica y solar al mercado eléctrico. De manera paralela, se produjo una baja en el precio de los paneles solares que permitió a los PMGD competir con las generadoras eléctricas tradicionales, y construir más centrales con menores costos de inversión y operación, por lo tanto, aumentó la capacidad instalada. Más adelante, el esquema tarifario que rige a los proyectos PMGD permitió que estos se cambiaran al sistema de valorización de su energía a precio estabilizado lo que permitió un mayor financiamiento y desarrollo de estos proyectos. Finalmente, se modifica el DS 244, permitiendo que las diferencias entre el precio spot y el PE al que se valoran las inyecciones de los PMGD debían ser cargadas a las generadoras que retiran energía para cumplir con los contratos de suministro de energía eléctrica a sus clientes libres. En otras palabras, como consecuencia de la entrada de las energías renovables y la baja de los costos marginales, se produce una gran diferencia entre el precio spot, que es soportado por las generadoras y el precio pactado en los contratos de suministro, que es finalmente soportado por el cliente.

### **DS N°101**

Publicado el 2 de julio de 2015.<sup>67</sup> Modifica el DS N° 244.

Debido al impacto que produce insertar la generación distribuida a las redes de distribución eléctrica, las adecuaciones que introdujo el DS N° 101 al DS N°244, tienen el objeto de:

- Simplificar el procedimiento de aprobación y conexión de los PMGD y disminuir los costos de transacción asociados a su conexión.
- Clasifica a los PMGD como de *Impacto Significativo o de Impacto No Significativo* según los excedentes de potencia (menores de 1,5 MW).

---

<sup>66</sup> Íbid. 49 p.

<sup>67</sup> DS N°101.CHILE. MODIFICA DECRETO SUPREMO N°244, DE 2005, DEL MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y RECONSTRUCCIÓN, QUE APRUEBA REGLAMENTO PARA MEDIOS DE GENERACIÓN NO CONVENCIONALES Y PEQUEÑOS MEDIOS DE GENERACIÓN ESTABLECIDOS EN LA LEY GENERAL DE SERVICIOS ELÉCTRICOS [en línea], [Fecha de consulta: 25 septiembre 2020]. Disponible en: [http://www.crell.cl/pmgd\\_docs/20191118-145001-MOD%20DS%20244.pdf](http://www.crell.cl/pmgd_docs/20191118-145001-MOD%20DS%20244.pdf)

- Define explícitamente que “el precio estabilizado corresponde al Precio Nudo de Corto Plazo”. Se calcula semestralmente por la Comisión Nacional de Energía (CNE).

### **Norma Técnica de Conexión y Operación de PMGD en Instalaciones de Media Tensión (NT)<sup>68</sup>.**

Resolución exenta número 437, de 2019. Aprueba modificaciones a la Norma Técnica de Conexión y Operación de PMGD en Instalaciones de Media Tensión.<sup>69</sup>

#### **3.2.2.2 Nuevo reglamento DS N°88/2019<sup>70</sup>**

Publicado en el DO el 8 de octubre del año 2020. Reglamento para Medios de Generación de Pequeña Escala. Modifica el DS N°244. Aplicable a PMGD y PMG.

En abril de 2019, el Ministerio de Energía y la CNE presentaron el proyecto que buscaba modificar el DS 244 en diversos aspectos, tales como introducir cambios que faciliten la ejecución de este tipo de proyectos mejorando el procedimiento de solicitud e implementación de estos, disminuir la especulación, mejorar los costos de tramitación, los procesos de conexión actualizando la norma técnica.

EL DS 88 incluye una modificación a la forma de valorización de las inyecciones de energía al sistema eléctrico, estableciendo una diferenciación mediante la incorporación de bloques horarios, es decir, no habrá un sólo precio estabilizado aplicable a todas las inyecciones de energía como ocurría con el DS 244.

---

<sup>68</sup> CHILE. Norma Técnica de Conexión y Operación de PMGD en Instalaciones de Media Tensión. Santiago, Chile, julio 2019 [en línea], [Fecha de consulta: 25 septiembre 2020]. Disponible en: <https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2019/07/NTCO-PMGD-Julio-2019.pdf>

<sup>69</sup> CHILE. DIARIO OFICIAL. Aprueba Modificaciones a la Norma Técnica de Conexión y Operación de PMGD. Santiago, Chile, 30 julio 2019. DO 42.416 [en línea], [Fecha de consulta: 25 septiembre 2020]. Disponible en: <https://www.diariooficial.interior.gob.cl/publicaciones/2019/07/30/42416/01/1628497.pdf>

<sup>70</sup> DS N° 88. CHILE Aprueba reglamento para medios de generación de pequeña escala. [en línea], [Fecha de consulta: 28 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1150437>

### **3.2.2.2.1 Sustitución del mecanismo de precio estabilizado**

Entre los años 2017 y 2019, el PE estuvo en promedio por encima del costo marginal, lo que implicó un leve costo para el sistema. La causa fue que el PE da cuenta del costo promedio de suministrar un consumo 24/7 con los contratos ya existentes, firmados principalmente antes del 2015 los que reflejaron la escasez en la oferta de generación de ese periodo. La caída del precio spot del mercado se debió al ingreso de las Energías Renovables y por la obligación de las termoeléctricas de operar al mínimo técnico-operacional, o bien por el uso de gas inflexible (que corresponde a gas natural para generación eléctrica que no se puede almacenar, y que por lo tanto, debe utilizarse para producir electricidad, o de lo contrario, se vierte al sistema reduciendo el espacio para que las energías renovables puedan inyectar su energía), dio como resultado que el PE implicara un leve costo para el sistema, equivalente al 0,06% de las ventas totales de electricidad (USA \$ 0, 05 por cada Megavatio por hora demandado en el sistema).

El temor de que este costo se incremente para los generadores (la contribución que algunos generadores deben soportar para solventar el PE) y que termine afectando a los consumidores con el aumento de precios de la energía, llevó al Ministerio de Energía a plantear modificaciones en el cálculo del PE que establecía el DS 244.

El DS 88 propone ajustar el mecanismo de cálculo a las variaciones del costo marginal o precio spot presente durante el día, mediante la incorporación de 6 bloques horarios (4 horas cada uno) de precios que se hagan cargo de dichas fluctuaciones. En otras palabras, en vez de usar un único valor para las 24 horas (Precio estabilizado), se reportarán valores por bloques de horas representativos de la dinámica del día (Diferenciación que considera seis bloques horarios de cuatro horas cada uno para calcular este precio estabilizado).

Cabe resaltar que el mecanismo de estabilización de precios para PMGD fue diseñado como una herramienta de estabilización de ingresos para estos proyectos y la búsqueda de un mercado competitivo. No obstante, entrega malas señales de mercado, donde no se incorpora el riesgo de comercialización o se le está entregando un incentivo a las principales inyecciones y salidas de altas cantidades de potencia en un corto tiempo

(rampas de energía) las cuales se van a seguir viendo afectadas por la incorporación de energía renovable variable (eólica y solar) en el futuro si no se toman las medidas pertinentes. Por lo tanto, era necesario un avance en orden a diferenciar el cálculo del precio estabilizado en bloques horarios, de forma que cada tecnología de generación reciba una remuneración más acorde con su perfil de suministro al sistema eléctrico.

### **DS 88 y su Norma Técnica de Conexión y Operación**

- Mejora los procedimientos de solicitud e implementación de los proyectos PMGD.
- Disminuye la especulación y facilita la ejecución de los proyectos al dar mayor certeza jurídica a los desarrolladores de esta industria → se requiere presentar mayores antecedentes en una etapa temprana del proyecto. Adicionalmente, junto con la Solicitud de Conexión a la Red (SCR), los interesados deberán acreditar el pago a la empresa distribuidora de un 20% del costo de estudios de conexión, independiente si los estudios son realizados por dicha empresa o por cuenta propia.
- Mejoras en los costos de la tramitación. Empuja y promueve que la tramitación se haga 100% electrónica y a través de una plataforma común, lo que permitirá que las empresas cumplan los tiempos de tramitación.
- Mejora el proceso de conexión para facilitar la entrada de proyectos y dar más competitividad y desarrollo a este mercado. Esto debería verse reflejado en mayores beneficios para las personas.
- Crea la necesidad de actualizar la Norma Técnica (NT) acorde al nuevo reglamento.
- Restricciones de operación y pérdidas
- Aspectos adicionales sobre requerimientos y procedimientos.
- Evitar el fraccionamiento de proyectos mayores en varios PMGD, con el único objeto de optar a un mecanismo de estabilización de precios → Si el proyecto se encuentra en situación de fraccionamiento (proyectos cercanos geográficamente o de un mismo propietario o personas relacionadas) o realización del mismo por etapas. La Comisión Nacional de Energía deberá hacer un análisis y en base a los antecedentes determinará si los proyectos se encuentran en situación de fraccionamiento o realización por etapas, en cuyo caso, podrá no declararlo en construcción.

- Se modifica la vigencia de los Informes de Criterio de Conexión (ICC). Será de 9 meses para proyectos PMGD de impacto no significativo, de 12 meses para proyectos PMGD que no califiquen como de impacto no significativo con capacidad inferior a 3 MW y de 18 meses para el resto de los proyectos PMGD. Los plazos se cuentan a partir de la comunicación de la manifestación de conformidad del interesado con el ICC y no es renovable.

**Inseguridad jurídica en la industria PMGD respecto de la nueva fórmula de cálculo de precios, principalmente son:**

- La antigua norma tiene un componente mucho más fuerte de precio promedio de mercado que permite tener un indicador mucho más preciso para la inversión y financiamiento bancario de estos proyectos.
- El Decreto Supremo N°88 amenaza el ingreso de más proyectos de este tipo afectando la inversión y la generación de empleos. Además, el cambio del sistema de precio estabilizado único a uno con bandas horarias no considera la forma de repartir el sobrecosto, positivo o negativo, para así evitar que ningún actor se vea perjudicado.
- Chile, se destaca por ser un país con reglas claras y que otorga certeza jurídica a los inversionistas. Los procesos regulatorios se presentan de manera abierta y participativa. Por lo tanto, la importancia de un marco regulatorio estable es primordial para el desarrollo de la industria PMGD.
- Los proyectos que se construyan después de la fecha de publicación del DS 88, obtendrán un precio por las bandas horarias, con esto disminuye la rentabilidad de los proyectos fotovoltaicos. Esto podría provocar un freno en el crecimiento de estos proyectos hasta que la Banca acepte el nuevo precio estabilizado y se abra al financiamiento de estos.

**3.2.2.2.2 Vigencia y normas transitorias del régimen aplicable**

El DS 88 contempla un régimen transitorio opcional, que permite a los PMGD continuar vendiendo su energía bajo un único precio estabilizado, es decir, sin bloques horarios por

un periodo máximo de 165 meses (13,75 años) tras 30 días de su publicación en el Diario Oficial (08-10-2020).

Este derecho es aplicable a aquellos proyectos PMGD que se encuentren dentro de alguno de las siguientes condiciones establecidos en la norma:

- a) Que se encuentren operando a la fecha de publicación del DS 88.
- b) Que hayan obtenido Informe de Criterios de Conexión (“ICC”) dentro de los 7 meses siguientes a la fecha de publicación del DS 88 y que hayan sido declarados en construcción dentro de los 18 meses siguientes a dicha fecha.
- c) Que cumplan con los siguientes requisitos copulativos:
  - Estudio de impacto ambiental, declaración de impacto ambiental o carta de pertinencia ingresada al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental dentro de los 7 meses siguientes a la fecha de publicación del DS 88. Sin perjuicio de ello, si la autoridad ambiental determinara dar por terminada la solicitud presentada por falta de información relevante o esencial y esta decisión no se puede subsanar, se entiende que no se ha cumplido con este requisito; y
  - Que se encuentren declarados en construcción dentro de los 18 meses siguientes a la fecha de publicación del DS 88.

### **3.3 Desarrollo de un proyecto PMGD**

#### **3.3.1 Consideraciones preliminares para desarrollar un proyecto PMGD**

Hay que hacer la evaluación del terreno en que se instalará el proyecto para evitar movimientos de tierra, deforestación, irregularidad del terreno, si hay cerros, montañas, sombra directa que dañarían los paneles, estudio de los títulos de propiedad del terreno y su validez legal. Una vez que se define el lugar físico, se debe levantar la información de temperatura y radiación solar (Existen programas solares). Determinar qué tipo de estructura se instalará, si con seguimiento solar en un eje o estructuras de inclinación fija. Los datos obtenidos con los programas solares, permitirán concluir las condiciones importantes y la factibilidad para instalar el proyecto PMGD.

### **3.3.2 Condiciones importantes que se deben evaluar**

- a) Las condiciones de temperatura ambiente, entre 15° y 20° promedio anual con temperaturas máximas bajo los 30° para favorecer el rendimiento de los paneles.
- b) Se debe tomar en cuenta la radiación directa y difusa horizontales que existe en el lugar durante todo el año. Es conveniente una radiación que sobrepase los 6Kwh/m<sup>2</sup> a lo menos la mitad del periodo. La radiación que se necesita equivale aproximadamente a 360 MW de energía incidente mensual, es decir, la radiación solar disponible sobre la superficie del generador.
- c) Se debe analizar el ángulo de inclinación positivo para maximizar el rendimiento. Este ángulo depende de la latitud del lugar.
- d) Analizar la cantidad de horas de radiación solar, es favorables entre las 8:00 a las 18:00 horas. La máxima radiación diaria debe encontrarse entre las 11:00 y las 15:00 horas.

Es necesario considerar factores como el impacto ambiental sobre la flora y fauna o sobre las comunidades y juntas de vecinos aledañas al proyecto, para no tener problemas con estas, se tienen que realizar algunas etapas, como las de relacionamiento comunitario previo al SEI, permisos ambientales y sectoriales, construcción, operación y cierre. Además, debe considerarse el terreno mismo en donde se desarrollará el proyecto. El contrato de arriendo del terreno firmado ante notario bajo escritura pública e inscrito en el CBR.

### **3.3.3 Antecedentes generales de la conexión de un proyecto PMGD**

Están establecidos en el DS 88 a partir del artículo 43°.

Al momento de presentarse una solicitud de conexión a la red de distribución eléctrica, la empresa concesionaria de distribución debe otorgar toda la información técnica de sus instalaciones, por otro lado, el interesado en conectarse a la red de distribución de media tensión mediante un PMGD, deberá proporcionar toda la información técnica que le sea solicitada por la empresa de distribución.

Las empresas distribuidoras deberán permitir la conexión a sus instalaciones de los PMGD, cuando estos se conecten a dichas instalaciones mediante líneas propias o de terceros. Sin perjuicio de lo anterior, se deberán realizar los estudios necesarios para realizar una conexión segura de los PMGD a las empresas distribuidoras. Los estudios, formularios y procedimientos técnicos son únicos para todas las distribuidoras y son de acceso público. Los estudios son de costo del interesado y los antecedentes deberán ser revisados por la empresa distribuidora.

Las empresas distribuidoras deberán entregar toda la información técnica de sus instalaciones para el adecuado diseño, evaluación de la conexión y operación de un PMGD, que les sea solicitada por empresas y particulares interesados para efectos del desarrollo del proyecto. Asimismo, las empresas distribuidoras deberán entregar la información referida a los estándares de diseño y construcción de sus instalaciones, necesarios para un adecuado diseño de la conexión y que deben ser utilizados para valorar las eventuales obras adicionales en la red. Del mismo modo, los interesados deberán entregar toda la información técnica que les sea solicitada por la respectiva empresa distribuidora."

Los procedimientos, metodologías y requisitos técnicos para la conexión y operación de los PMGD están establecidos en la Norma Técnica de Conexión (NTCO). Se destaca que la conexión de un PMGD en una red concesionaria de distribución adquirirá la Calidad de usuario del Sistema de Distribución y le serán aplicables los derechos y obligaciones en la normativa vigente. Es fundamental que el PMGD opere de manera adecuada en el sistema, para que los efectos sobre la red de media tensión del SD y sobre los clientes queden dentro de la normativa y que no supere la potencia aparente de inyección máxima entregada por el PMGD al SD.

Los interesados en conectar o en modificar las condiciones previamente establecidas para su conexión y/u operación de un PMGD, deberán comunicar su intención a la respectiva Empresa Distribuidora, con copia a la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, adjuntando el "formulario solicitud de información" que la Superintendencia destine al efecto, el cual deberá contener a lo menos: Identificación del interesado, nombre y dirección del proyecto y datos de conexión.

### 3.3.4 Intercambio de información

Entre la Empresa Distribuidora, el Coordinador y el interesado. Se hace a través de formularios que establece la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC). Los formularios tienen un orden dentro del proceso y corresponden a la documentación enviada por el interesado en conectar un PMGD y las respuestas de la distribuidora en que solicita información y estudios.

Formulario	Nombre de Formulario	Etapa
F1	SOLICITUD DE INFORMACIÓN	Información
F2	RESPUESTA A SOLICITUD DE INFORMACIÓN	Información
F3	SOLICITUD DE CONEXIÓN A LA RED	Solicitud de conexión
F3-A	ANEXO A- SOLICITUD DE CONEXIÓN A LA RED	Solicitud de conexión
F3-B	ANEXO B- SOLICITUD DE CONEXIÓN A LA RED	Solicitud de conexión
F4	ADMISIBILIDAD	Solicitud de conexión
F5	SOLICITUD RECTIFICACIÓN ADMISIBILIDAD	Solicitud de conexión
F6	RESPUESTA A SOLICITUD DE RECTIFICACIÓN ADMISIBILIDAD	Solicitud de conexión
F7	RESPUESTA A SCR	Estudios
F8	CONFORMIDAD DE RESPUESTA SCR	Estudios
F9	ENTREGA DE ESTUDIOS PRELIMINARES	Estudios
F10	REVISIÓN DE RESULTADOS PRELIMINARES	Estudios
F11	AJUSTES DE LOS RESULTADOS DE ESTUDIOS DE CONEXIÓN	Estudios
F12	OBSERVACIONES FINALES A LOS RESULTADOS DE ESTUDIOS	Estudios
F13	RESULTADOS FINALES ESTUDIOS ELÉCTRICOS	Estudios
F14	INFORME DE CRITERIOS DE CONEXIÓN	Estudios
F15	CONFORMIDAD DEL ICC	Estudios
F16	CONTROVERSIA SEC	Reclamos
F17	ACREDITACIÓN HITOS DE AVANCE DE PROYECTO	Conexión a la red
F18	VALIDACIÓN HITOS DE AVANCE DE PROYECTO	Conexión a la red
F19	NOTIFICACIÓN DE CONEXIÓN	Conexión a la red
F20	VALIDACIÓN DE LA NOTIFICACIÓN DE CONEXIÓN	Conexión a la red
F21	PROTOCOLO DE PUESTA EN SERVICIO	Conexión a la red
F22	DESCONEXIÓN, MODIFICACIÓN Y RETIRO	Conexión a la red

**Figura 10: Formularios señalados en el DS 88**

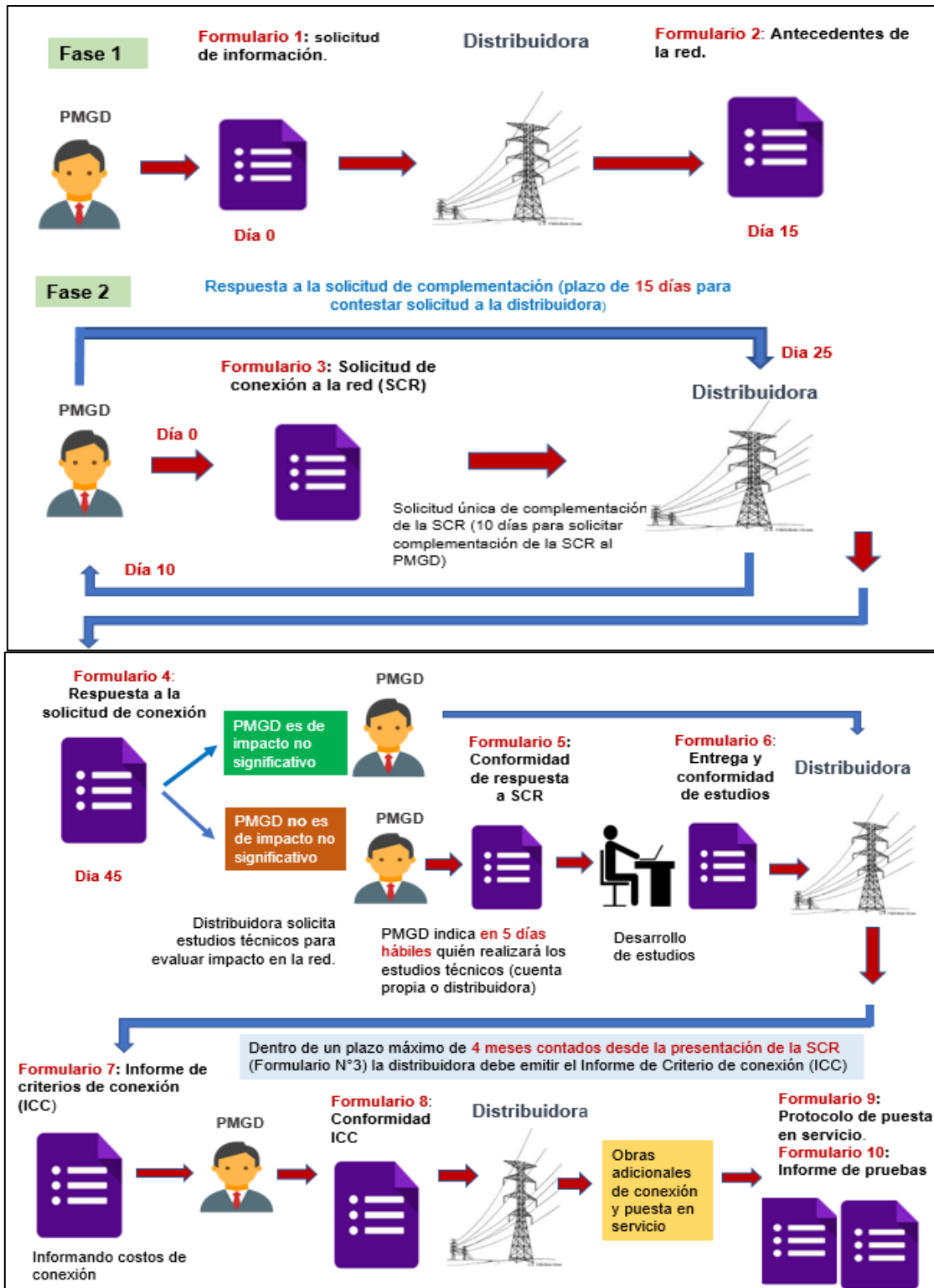
**Fuente:** Oficio Circular N°06580 Superintendente de Electricidad y Combustibles  
<https://www.energiaestrategica.com/wp-content/uploads/2020/11/ORD-6580.pdf>

Según información de la CGE<sup>71</sup>, los costos asociados al proceso de intercambio de información (valor que comienzan a regir el 5 de agosto de 2020) es de UF 709 neto (UF al mes de octubre 2020 aprox. \$27.600), en pesos equivale a \$ 19.568.400.

Los costos de adecuaciones de red se determinan una vez que se realizan los estudios técnicos y variaran según el impacto del PMGD en las redes de distribución.

---

<sup>71</sup> CGE. COMPAÑIA General de Electricidad. El mecanismo de estabilización de precios para PMGD [en línea], [Fecha de consulta: 27 septiembre 2020]. Disponible en: <https://www.cge.cl/productos-y-servicios/pmgd/>



**Figura 11: Proceso de intercambio de información.**

**Fuente:** DS N°88: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1150437>

### **3.3.5 Preparación del proyecto PMGD “Las Tres Marías” para evaluación en el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). (Ver anexo 3).**

### **3.3.6 Factibilidad Ambiental. Análisis sobre pertinencia de ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)**

El Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) tiene como función principal administrar el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

El SEIA es un instrumento de gestión ambiental de carácter preventivo que permite a la autoridad determinar antes de la ejecución de un proyecto si:

- a. Cumple con la legislación ambiental vigente
- b. Se hace cargo de los potenciales impactos ambientales significativos

El SEIA ha permitido que el país haya logrado un cambio sustancial en la forma de construir el futuro, al poder prevenir los impactos que pueda generar las inversiones públicas y privadas, o hacer que, cuando se generan impactos adversos significativos, exista una mitigación.

### **3.4 Tramitación judicial desarrollo proyectos ERNC. Tramitación concesiones mineras<sup>72</sup>**

En Chile, existe una legislación minera la cual da derechos a los dueños del subsuelo. Nuestro ordenamiento jurídico prevé una fórmula para la explotación de estos recursos mineros. La ley N°18.248. Código de Minería, en su artículo 2° define “*La concesión minera es un derecho real e inmueble; distinto e independiente del dominio del predio superficial, aunque tenga el mismo dueño; oponible al Estado y a cualquier persona; transferible y transmisible; susceptible de hipoteca y otros derechos reales y, en general, de todo acto o contrato; y que se rige por las mismas leyes civiles que los demás inmuebles.*”.

---

72 CHILE. SERNAGEOMIN. Guía y documentos Propiedad Minera. [en línea], [Fecha de consulta: 9 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.sernageomin.cl/guias-y-documentos-propiedad-minera/>

Son numerosos los beneficios para el concesionario, la primera de ellas es que el predio superficial debe soportar un gravamen en su favor, es decir, el titular de la concesión detenta una serie de derechos para el ejercicio y desarrollo de su actividad como constituir servidumbres mineras, facilitar la exploración y explotación de los predios.

Ahora bien, es muy posible que se produzcan conflictos si en un mismo lugar se pretende desarrollar un proyecto que tiene derechos sobre el subsuelo como la minería y otro proyecto no minero que detenta derechos sobre el suelo superficial. Lo señalado puede constituir un problema para el desarrollo energético al momento de ejecutar el proyecto aumentando los costos de inversión y la obtención de financiamiento del mismo. Si bien, la concesión minera no limita el desarrollo del predio superficial, si constituye un riesgo si se quiere desarrollar un proyecto de energía solar, ya que ***el desarrollador del proyecto PMGD necesitará hacer excavaciones para instalar los soportes de los paneles solares, aproximadamente a 1,5 metros, ingresando al dominio del concesionario minero.***

Es usual que estas concesiones mineras se soliciten en sectores donde se desarrollará el proyecto de energía solar PMGD (Se da mucho la especulación). Entonces, el motivo para solicitar la concesión minera es proteger el sector en que el proyecto se emplazará y evitar futuras indemnizaciones a concesionarios mineros que no tienen la intención de explotar el subsuelo (mineros de papel). Además, la concesión minera habilita a su titular a obtener servidumbres que afectan el predio superficial. Ser titular de la concesión minera que coexiste con el titular del dominio del predio superficial, refuerza y da seguridad para que el proyecto se desarrolle.

La norma señala que todo PMGD que se interconecte al sistema de distribución deberá previamente haber sido declarado en construcción por la Comisión. Para ello, los propietarios u operadores de PMGD deberán presentar a la Comisión una solicitud de declaración en construcción de la instalación respectiva. Para tales efectos, los titulares deberán acompañar una serie de antecedentes señalados en el artículo 46 ter del DS N°244. Entre los documentos solicitados está el título habilitante para usar el o los terrenos en los cuales se ubicarán o construirán las instalaciones del proyecto, sea en calidad de

propietario, usufructuario, arrendatario, concesionario o titular de servidumbres, o el contrato de promesa relativo a la tenencia, uso, goce o disposición del terreno que lo habilite para desarrollar el proyecto.

El arrendamiento de terrenos agrarios o baldíos para proyectos PMGD tiene diferentes beneficios para los propietarios de terrenos, tales como: seguridad financiera, utilización de los terrenos uso combinado de producción agraria y energética. Los arriendos tienen una duración de entre 25 a 30 años. Sin embargo, las instalaciones fotovoltaicas pueden ser fácilmente desconectadas y devolver el terreno a su uso eminentemente agrario al final del periodo de arrendamiento. Las instalaciones solares están diseñadas para operar entre 25 y 30 años, entonces serán desmanteladas.

Para evitar abortar un proyecto, es aconsejable elegir terrenos en que no haya pertenencias mineras ya inscritas- lo que impide muchas veces acceder a mejor conectividad y radiación solar. Una vez elegido el terreno, es recomendable constituir una concesión minera por las razones señaladas y así asegurar el levantamiento del proyecto sin tener que lidiar con el dueño del subsuelo que en muchas ocasiones obtienen más ganancias que los desarrolladores.

Las concesiones mineras se constituyen por resolución judicial. Es un procedimiento no contencioso (Voluntario). El procedimiento varía según se trate de una concesión de exploración o de explotación.

#### 1. Servicios involucrados

- Sernageomin
- Tesorería de la República
- Juzgado Local: Competente en relación del lugar en que este ubicado el punto medio señalado en el pedimento, o el punto de interés indicado en la manifestación.

## 2. Concesiones de exploración

Derecho sobre el subsuelo que permite realizar exploraciones mineras sobre este y resguarda que terceros se entrometan en el área a explorar al mismo tiempo que da la primera opción de transformarlo en concesión de explotación.

## 3. Concesión de explotación

Derecho sobre el subsuelo que permite realizar explotaciones mineras sobre este y resguarda que terceros se entrometan en el área a explotar.

## 4. Mensura

Tramite que se gestiona para obtener una concesión de explotación, el cual involucra topografía, planos.

### 3.4.1 Concesión exploración: Etapas

#### - **Ingreso solicitud al juzgado de letras**

Con jurisdicción sobre la comuna donde se ubique el punto medio de la zona de interés. (EN LO PRINCIPAL: Pedimento Minero OTROSI: Acredita Personería)→ certificado ingreso solicitud→pagar tasa (30 días desde fecha ingreso al juzgado)→ordena inscribir y publicar (1° CBR y 2° Diario oficial), 30 días desde la fecha de la resolución que lo ordena. Designación de perito.

#### - **Solicitud de Sentencia**

Dentro del plazo de 90 días, contados desde la resolución que ordena inscribir y publicar el pedimento. La obligación de amparo comienza al solicitarse la sentencia, época en que debe pagarse la 1° patente o patente proporcional (proporcional al tiempo que media entre la fecha de solicitud de la sentencia y el último día del mes de febrero siguiente).

- **A la solicitud de sentencia se acompaña**

Inscripción del pedimento en el CBR, publicación del pedimento, pago de tasa, pago de patente proporcional, planos.

Juez examinará la solicitud y los antecedentes acompañados y encontrando ambos conformes, ordena su remisión al Sernageomin, para que emita un informe.

- **Sernageomin**

Informa acerca de aspectos técnicos relacionados con la solicitud y el plano acompañado a ésta, en especial si se ajustan a la ley la forma, dimensiones y orientación de la cara superficial de la concesión solicitada y si queda comprendida dentro del terreno pedido. SNGM tiene 60 días para emitir el informe, el que puede ser favorable o rechazado.

▪ **Recibido el informe de SNGM**

Tribunal dicta Autos para Fallo, luego debe dictar Sentencia.

Una vez dictada la sentencia constitutiva que declara constituida la concesión minera de exploración, en el mismo orden se hará la siguiente tramitación: Solicitar al tribunal la siguiente documentación:

- Se solicita un extracto de la sentencia constitutiva de la concesión, que es un resumen de la sentencia: Rol, juzgado, fecha de sentencia, tipo de concesión, fecha de petición del pedimento, datos de la inscripción Conservador de Minas, nombre de la concesión y coordenadas UTM.
- Dos copias completas de la sentencia constitutiva: una para el Conservador de minas y otra para Sernageomin.
- Plano original de la concesión y una copia del mismo (la copia para el Conservador y el original para SNGM). SNGM pone un timbre.

## **Distribución de la documentación**

- El extracto de la sentencia constitutiva se publica en el Boletín oficial de minería, el 1º día hábil del mes, dentro del plazo de 120 días, contados desde la fecha en que se dictó la sentencia constitutiva.
- Una vez publicada la copia del extracto de la sentencia constitutiva o en trámite su publicación, se debe entregar al SNGM el plano original de la concesión minera de exploración y una copia de la sentencia constitutiva. SNGM entregará al interesado una constancia de la entrega de dichos documentos. Esta constancia es requerida por el Conservador de Minas al momento de la inscripción del plano y la sentencia constitutiva.
- 
- Habiéndose obtenido el Boletín oficial de Minería donde se publicó el extracto, se debe inscribir la sentencia constitutiva en el Registro de Descubrimientos del Conservador de Minas correspondiente, presentando los siguientes documentos:
  - Copia completa de la sentencia constitutiva
  - Copia del plano de la concesión minera de exploración
  - Publicación del extracto de la sentencia constitutiva
  - Constancia de SNGM

La tramitación para dejar inscrita la sentencia constitutiva, tiene un plazo de 120 días, contados desde la fecha en que se dictó.

La publicación del extracto de la sentencia, debe hacerse el primer día hábil del mes en ningún caso puede hacerse primero la inscripción de la sentencia constitutiva.

La concesión minera de exploración tiene una duración de 2 años. Antes de que expiren los 2 años, el concesionario puede solicitar prórroga por 2 años más, abandonando a lo menos la mitad de la superficie total.

### **3.5 Análisis Costo/Beneficio de los PMGD**

El sector energía, contribuye con un 78% de las emisiones totales del país, de este porcentaje, un 41,5 % proviene de del sector de la industria de la energía y generación eléctrica.

Es en este contexto que se fomenta el desarrollo de energías primarias compatibles con el medio ambiente y promover la penetración de estas en la matriz eléctrica.

En cuanto a las ERNC, la energía solar tiene un gran potencial de desarrollo en el país. Dentro de ellas, los PMGD presentan características que los hacen atractivos para su desarrollo, principalmente por su menor tamaño y poco impacto social y ambiental. Sin embargo, no existían estudios relativos a los costos y beneficios de la penetración de los PMGD en el sistema eléctrico nacional, ni tampoco cuál sería la capacidad optima de generación distribuida que maximiza los beneficios para el sistema.

Para tener un estimativo de éstos, es que la Asociación Chilena de Energías Renovables y Almacenamiento (ACERA), en el año 2019, encargó el estudio al Centro de Energía de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile<sup>73</sup> para que analizara estos aspectos.

El informe final del “Análisis Costo/Beneficios de los PMGD” arrojó algunos resultados que se resumen a continuación. Se tomo un escenario base sin PMGD, comparado con un escenario base con PMGD.

A partir de las simulaciones se estimaron los siguientes beneficios anuales para el año 2019

#### **3.5.1 Beneficios de los PMGD para el sistema eléctrico**

##### **3.5.1.1 Energía generada por tipo de tecnologías.**

Incorporar energía fotovoltaica al sistema eléctrico disminuye la generación a carbón en un 8,7%. Es un dato importante a considerar para iniciar la descarbonización de la matriz

---

<sup>73</sup> CHILE. Centro de Energía. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas Universidad de Chile. Informe final, junio 2019[en línea] [Fecha de consulta: 20 septiembre 2020]. Disponible en:<https://acera.cl/wp-content/uploads/2019/09/2019-Ana%CC%81lisis-CostoBeneficio-de-los-PMGD.pdf>

energética e ir incorporando más proyectos PMGD en la medida que se vayan retirando las centrales a carbón.

**Tabla 5: Análisis Costo Beneficios de los PMGD**

Costos de generación neta por tipo de tecnología (Energía base sin PMGD)				
Tecnología	Caso Base (GWh)	Caso sin PMGD (GWh)	Variación	Variación %
Térmica a carbón	27.267	29.641	2.374	<b>8,7</b>
Solar Fotovoltaica	6.563 (1.105) Entre paréntesis, generación estimada en PMGD/PMG	5.458	43	0,06

**Fuente:** Análisis Costo Beneficios de los PMGD: Página 35 <https://acera.cl/wp-content/uploads/2019/09/2019-Ana%CC%81lisis-CostoBeneficio-de-los-PMGD.pdf>

### 3.5.1.2 Disminución de emisiones de GEI

En Chile, hay 29 termoeléctricas a carbón que producen el 91% de las emisiones totales de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), lo que convierte al sector energía es el principal emisor de GEI del país representando el 78% de las emisiones totales (Equivalente a casi 88 kt CO<sub>2</sub>e), incrementándose en un 8,2% desde el año 2013 en adelante.

Dentro del sector energía, está la subcategoría de Industrias de la Energía, donde la Generación de electricidad depende de fuentes primarias de energía como el petróleo y el carbón de los que depende el 40% de las 29 termoeléctricas a carbón instaladas en 8 comunas del país.<sup>74</sup>

<sup>74</sup> CHILE Sustentable. Matriz energética y generación a carbón Chile [en línea], [Fecha de consulta 16 octubre 2020]. Disponible en: <http://www.chilesustentable.net/wp-content/uploads/2017/11/Cartilla-Termoelectricas-a-Carbon-Propuestas-Para-Acelerar-La-Transicion-Energetica-2017.pdf>

Uno de los lineamientos estratégicos de la Política Energética Nacional<sup>75</sup> que contribuye a la mitigación del cambio climático es promover la penetración de energías renovables en la matriz energética. El estudio reveló que inyectar energías renovables a la matriz, disminuiría las emisiones de GEI en 1,5 millones tCO<sub>2</sub>e<sup>76</sup>, las cuales valorizadas al precio social equivale a 49 millones de USA. El monto de reducción que arroja el estudio es poco significativo respecto a las emisiones totales del país. Sin embargo, es relevante este monto cuando se compara con otras medidas que el sector energía implementa, tales como, un sistema eléctrico flexible a la penetración de las ERNC y un sistema interconectado con las regiones.

**Tabla 6: Reducción de emisiones de GEI**

Emisiones de GEI	
Tecnología	Reducción emisiones CO2 (mm/toneladas)
Carbón	1,30
GNL (Gas natural convertido a estado líquido)	0,20
Diésel	0,03
Total	1,53

**Fuente:** Análisis Costo Beneficios de los PMGD. Página 14 <https://acera.cl/wp-content/uploads/2019/09/2019-Ana%CC%81lisis-CostoBeneficio-de-los-PMGD.pdf>

A partir del año 2019, comienza una progresiva disminución de emisiones de CO<sub>2</sub>eq, debido el retiro de todas las unidades restantes a carbón del sistema eléctrico nacional hasta el 2040.

En abril de 2020, la ministra del Medio Ambiente, Carolina Schmidt, a nombre del gobierno de Chile, hizo la entrega oficial de la actualización de la Contribución Nacional Determinada (NDC) a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

<sup>75</sup> CHILE. MINISTERIO de Energía. Planificación Energética a largo Plazo. Periodo 2018-2022 [en línea], [Fecha de consulta 16 octubre 2020]. Disponible en: [https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/20191209\\_actualizacion\\_pel\\_p - iaa\\_2019.pdf](https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/20191209_actualizacion_pel_p - iaa_2019.pdf)

<sup>76</sup> Toneladas de dióxido de carbono equivalente. Es decir, es la unidad de medición usada para indicar el potencial de calentamiento global de cada uno de los GEI, en comparación con el dióxido de carbono [en línea], [Fecha de consulta: 13octubre 2020]. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/CO2\\_equivalente](https://es.wikipedia.org/wiki/CO2_equivalente)

El documento estable metas y compromisos para que Chile avance hacia una económica baja en emisiones. Alcanzar la meta de Carbono Neutralidad significaría oportunidad de inversión de entre 27.300 y 48.600 millones de dólares al 2050.

### 3.5.1.3 Disminución del costo variable de operación.

- Los costos totales: Son la suma de los costos de inversión, más los costos de operación y mantenimiento, más los costos de los combustibles.
- Costos de inversión: Destinados a adquirir activos físicos antes del inicio de la operación, durante la operación para mantener la capacidad operativa de las instalaciones. También se deben considerar maquinas, equipos, montaje, construcción de la infraestructura, conexión a la red.
- Costos de operación y mantenimiento: Son la suma de los costos fijos más los costos variables:

**Costos Fijo:** Costos de mano de obra (en operación y mantenimiento).

**Costos variables:** Son los costos de combustibles más los costos no combustibles (lubricantes, repuestos, mano de obra). Hay que considerar el costo del combustible, que es alto.

Los beneficios de los PMGD alcanzaron los USA 138 millones de dólares (8,9%) en los costos variables de operación.

**Tabla 7: Costos variables de operación.**

Escenario	Costos de operación (USA\$)
Escenario Base	1.552.600.208
Escenario sin PMGD/PMG	1.691.009.404
Variación	138.409.196
Variación %	8,9

**Fuente:** Análisis Costo Beneficios de los PMGD. Página 12. Disponible en: <https://acera.cl/wp-content/uploads/2019/09/2019-Ana%CC%81lisis-CostoBeneficio-de-los-PMGD.pdf>

#### **3.5.1.4 Determinación de costos de inversión por fuente de generación (Ver anexo 4)**

#### **3.5.1.5 Reducción de costos marginales**

El mercado de las generadoras (spot), fue pensado como un mercado de contratos de largo plazo entre las empresas generadoras y grandes clientes libres, que debiera llevar a precios competitivos los que serían traspasados a clientes regulados. El mercado mayorista está en manos de unas pocas empresas propietarias del 90% de la capacidad instalada debido al sistema de licitaciones que rigió por más de tres décadas. Esto dificultó el ingreso de nuevos actores lo que impidió que se diversificará la oferta energética. Sin embargo, en las últimas décadas Chile enfrentó grandes problemas de abastecimiento eléctrico, debido a la disponibilidad de agua y a la dependencia de combustibles fósiles importados, situación que tiene sometido al país a los altos costos de estos y a una gran vulnerabilidad energética. En este contexto, difícil es garantizar un costo mínimo de la energía.

El sistema marginalista utilizado en Chile, fue concebido para que el mercado entregara el menor precio final de la electricidad, pero terminó siendo uno de los precios más caros del mundo. El sistema marginalista de tarificación fue concebido para mercados perfectos, pero en Chile se observa un mercado concentrado, ineficiente y altamente dependiente de fuentes fósiles importadas. La mantención de altos costos marginales tiene sus principales causas a la importación de combustibles y se refleja en el precio que pagan los consumidores. Esta situación favorece a las empresas, beneficiadas de los elevados costos marginales de generación, al operar el sistema en punta, máxima demanda, con unidades ineficientes y caras de operar debido a la utilización de combustibles fósiles.

En relación a la problemática expuesta, en el año 2008, aparece la Ley 20.257 y en el año 2013 la Ley 20.698 que obliga a las empresas eléctricas que tengan contratos de suministros, del total de la energía que estén obligadas a inyectar al sistema eléctrico, un porcentaje provenga de las ERNC. Esta normativa fue un elemento estratégico para el fomento y penetración de las ERNC las que llegaron a aportar competitividad al mercado debido a sus bajos costos de producción.

En conclusión, a nivel investigativo se determinó que el ingreso de proyectos solares al sistema eléctrico para el año 2019, disminuiría los costos marginales entre 0,2 US\$/MWh y 6,5 US\$/MWh, lo que permitiría un ahorro de los retiros de energía en 139 millones de dólares.

### **3.5.1.6 Aumento de inversión asociada al desarrollo de proyectos PMGD**

Equivalente a USA 1.485 millones<sup>77</sup>. Dato estimado a partir de los datos históricos y costos unitarios de costos de inversión de las distintas tecnologías extraídos del informe final de la política energética de Largo Plazo del Ministerio de Energía.

El Coordinador Eléctrico Nacional, en el Reporte de Sostenibilidad 2020, señala que hay un aumento en los proyectos PMGD, de 43 en el año 2018 a 78 en el año 2019.<sup>78</sup>

El Departamento de conexiones del Coordinador Eléctrico Nacional entrega el reporte PMGD, de septiembre 2020. A la fecha de este, existe un total de 1.202 MW de ERNC en operación. La capacidad instalada de PMGD es de 763 MW (63%).

Finalmente, la Comisión Nacional de Energía, informa que al 31 de agosto del año 2021 existen 100 proyectos PMGD fotovoltaicos en el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) en vías de construcción, con una capacidad instalada de 606,4 MW.<sup>79</sup> Estos proyectos deberían entrar en funcionamiento durante lo que resta del año y el 2022. Estos emprendimientos comercializaran su energía acogidos al régimen transitorio que establece el DS 88.

---

<sup>77</sup> CHILE. Centro de Energía. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas Universidad de Chile. Informe final, junio 2019. Op. cit. 15 p.

<sup>78</sup> ELECTRICIDAD. La revista energética de Chile. Proyectos fotovoltaicos crecieron 52% el año pasado. Publicado el 2 junio de 2020. Santiago, Chile [en línea]. [fecha de consulta: 14 octubre 2020]. Disponible en: <https://www.revistaei.cl/2020/06/02/proyectos-fotovoltaicos-pmgd-crecieron-52-durante-el-ano-pasado/>. Véase también: <https://www.pv-magazine-latam.com/2020/07/17/chile-supera-los-3-020-mw-solares-instalados/>

<sup>79</sup> CHILE. Comisión nacional de energía. Declaración en construcción [en línea]. [fecha de consulta: 24 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.cne.cl/tarificacion/electrica/>



**Figura 12: Proyectos en construcción por tecnología febrero 2021**

**Fuente:** Asociación de Generadoras de Chile

En <http://generadoras.cl/media/page-files/1600/Boleti%CC%81n%20Generacio%CC%81n%20Marzo%202021.pdf>

### Otros beneficios

- Aumento de la competencia con la entrada permanente de nuevos actores, más empleos y mano de obra local. Aumento de empleos indirectos tales como, alojamiento, alimentación, arriendo de maquinarias, transporte de personas y materiales, etc.
- Proyectos conectados más cerca de los centros de consumo.

### 3.5.2 Costo de los PMGD para el sistema eléctrico

A partir de las simulaciones (Escenario Base y Escenario sin PMGD) se estimaron los siguientes costos.

### **3.5.2.1 Costos asociados a la operación del sistema debido a la introducción de los PMGD.**

El ingreso de la energía solar al sistema eléctrico ha provocado un incremento en la variabilidad de lo que es la generación y la demanda (Debido a que las ERNC, están condicionadas por condiciones climáticas difíciles de predecir). El mayor desafío para la generación de energía es que este siempre disponible; al mismo nivel de carga que suministra. Sin embargo, el sistema eléctrico es muy dinámico, por lo mismo cuenta con Servicios Complementarios (SSCC) que se encargan de que el sistema opere correctamente. Cuando esto no ocurre, se produce un desbalance que debe ser equilibrado por este servicio para así mantener la seguridad y control sobre la operación del sistema.

Debido a la presencia de PMGD, el sistema requiere reserva secundaria (MW) entre 4,7 MW y 72,1 MW dependiendo del bloque horario. Este incremento tiene un costo para el sistema de aprox. 13 millones de dólares. Está dividido por la energía total del sistema, da como resultado un aumento de 0,18 US\$/MWh.

### **3.5.2.2 Costos de mecanismo de precio estabilizado**

Esta modalidad de financiamiento ha permitido un incremento en el desarrollo de proyectos PMGD ya que permite que toda la energía producida por los proyectos adheridos a este régimen sea remunerada a dicho precio, independiente de la hora a la cual ha sido producida (DS 244). Sin embargo, la existencia de precio estabilizado puede significar un costo o un beneficio para el sistema eléctrico según la variabilidad que presente el costo marginal de la energía para cada época del año y nodos de inyección.

El 8 de octubre de 2020 se derogó el DS N° 244 siendo reemplazado por el DS N°88 que entre otras cosas propone ajustar el precio estabilizado. Sin embargo, el mecanismo de PE incentivó la inversión en los proyectos PMGD eliminando las variables de precios y reduciendo la incertidumbre en los ingresos y entrega un flujo de caja más estables y predecible en el tiempo, además permitió que los inversionistas accedieran a mejores tasas de financiamiento para sus proyectos. Esto motivó un incremento en este tipo de proyectos que empezaron a entrar en operaciones y a conectarse al SEN.

Entre enero de 2018 y diciembre de 2018, del total de energía generada por el SEN, sólo el 1,2% fue producido por PMGD acogidos a Precio Estabilizado. Por lo tanto, la remuneración a precio estabilizado de PMGD, tuvo un costo para el sistema, aunque insignificante para ese año.

Para el año 2019, el precio estabilizado podría tener un costo para el sistema de US\$ 9,5 millones de dólares. este mecanismo ha tenido un impacto de -1,3 millones de dólares. Se puede afirmar que la remuneración a precio estabilizado de PMGD ha tenido un costo para el sistema, sin embargo, es un costo insignificante.

## CONCLUSIÓN

Existe un principio del derecho medio ambiental que ha servido de guía en esta investigación, es el principio de desarrollo sostenible.

El informe Brundtland (ONU,1987), lo define como *“El desarrollo que satisface las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades”*.

De la definición se desprende, que la búsqueda de un progreso social y económico sólo será posible, sí la humanidad logra un equilibrio entre estos dos factores y el medioambiente. La sostenibilidad nos obliga a buscar los caminos para “sostener” el progreso de la generación actual sin agotar los recursos que permitirán que las generaciones futuras puedan atender sus propias necesidades y aspiraciones.

En la realidad, lograr que la sociedad actual tome conciencia y sea solidaria con las generaciones futuras no es tarea fácil. En este sentido, es relevante mencionar el resultado del sexto informe del Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre Cambio Climático (IPCC) emitido en agosto 2021, que alerta en primer lugar, sobre los cambios acelerados que se están observando en el sistema climático de la Tierra y, en segundo lugar, sobre el hecho, de que son causados por la actividad humana.

Desde hace varias décadas, el llamado de los expertos a la cooperación para mitigar los gases de efecto invernadero ha hecho eco en la comunidad internacional. Cabe mencionar, que Chile ha suscrito una serie de acuerdos y protocolos. De manera activa, está enfrentando el desafío del cambio climático como una política de Estado que, a su vez de ejemplo a otras naciones. Como parte interesada, el país trabaja de manera proactiva para alcanzar un desarrollo sostenible de su economía, involucrando todos los niveles de gobernanza nacional, el sector privado y la participación ciudadana. Es importante añadir que, al igual que el resto de las naciones, el desarrollo económico y social ha estado vinculado directamente al consumo energético y a una fuerte dependencia de combustibles fósiles. Encontrar un equilibrio entre economía y medioambiente no es fácil, requiere reducir los daños, aprender de los errores y cambiar la forma en que se hacen las cosas.

Con el anhelo de terminar con la expansión de termoeléctricas, con las zonas de sacrificio, bajar la importación de combustibles fósiles, satisfacer la creciente demanda nacional de energía y mitigar la huella de CO<sub>2</sub> del territorio nacional, es que las miradas se volcaron hacia las energías renovables no convencionales (ERNC). Sin embargo, para su fomento y desarrollo se requerían políticas públicas y legislación adecuada para el sector energía. Esta comienza con la dictación de Ley General de Servicios Eléctricos y seguidamente, con sus varias modificaciones que tuvieron por objeto introducir elementos aplicables a las ERNC.

Dentro del conjunto de alternativas de energías renovables que consideró Chile, la energía solar aparece como uno de los grandes candidatos. De este modo, el desierto de Atacama se hace nuevamente visible, ya no por la industria salitrera, sino como una gran fuente de energía solar “a la mano”, y disponible para todos.

Como consecuencia, el año 2006 es publicado el DS N°244, reglamento que permite la penetración de los Pequeños Medios de Generación Distribuida (PMGD) en la matriz de generación eléctrica. Con el propósito de fomentar e incentivar esta tecnología solar y su desarrollo, el legislador les entrega la opción de comercializar su energía a costo marginal o a precio estabilizado. El mecanismo de precio estabilizado, fue un éxito: entregó la certeza jurídica necesaria, que necesitaban los inversionistas para desarrollar los proyectos en el tiempo. Por consiguiente, los PMGD lograron un mayor financiamiento y crecimiento económico. No obstante, el aumento de proyectos y los beneficios para la industria, el reglamento fue derogado por el DS N°88 el año 2020. La evaluación que hicieron los PMGD no fue positiva. El simple anuncio del cambio de precio estabilizado único por uno de bandas horarias tuvo el efecto de paralizar las inversiones en estos proyectos. Las críticas tuvieron relación con el financiamiento bancario, la generación de empleos o la falta de confianza, falta de certeza jurídica al mercado. Por último, algunos señalaron, que no había razón económica real para modificar el antiguo DS 244.

De lo investigado, se ha podido verificar, que el reglamento, DS244, sí presentaba fallas, tales como: dificultad de ejecución de proyectos en menor tiempo, falta de información

para su desarrollo, fiscalización, especulación que provocaba atochamiento entre las empresas distribuidoras y el problema de los proyectos fraccionados. Las críticas se centraron básicamente en el esquema de precios del antiguo reglamento, que les reportaba grandes ingresos económicos a los PMGD. No se consideraron los problemas burocráticos ni la especulación que este producía en la tramitación. Concretizando, no se analizó, que a través de los años las circunstancias habían variado por distintas causas externas lo que, objetivamente ameritaba que el mecanismo de valorización de la energía fuera revisado y actualizado a las circunstancias actuales.

A esto agrega que, si bien la energía se comercializará en base a un nuevo régimen que ha causado ciertas incertidumbres, hay que considerar que el mecanismo de estabilización de precios para PMGD no fue diseñado como un subsidio y el nuevo sistema de ajuste del mismo permitirá que cada tecnología de generación reciba una remuneración más acorde con la energía que suministra al sistema eléctrico dando más transparencia al mercado. El espíritu de la ley tuvo el propósito de incentivar el desarrollo de la generación distribuida en el país. En este sentido el objetivo fue logrado exitosamente, el precio estabilizado permitió a los desarrolladores vender su energía a un “precio plano” restándose de la volatilidad de los precios del mercado lo que tuvo como efecto lograr un ingreso financiero estable para esta industria y una importante penetración de energía solar en las redes de media tensión de las empresas distribuidoras. Finalmente, se debe reconocer el gran esfuerzo que ha hecho Chile para avanzar desde un sistema eléctrico concentrado, caro, dependiente y contaminante a incursionar en pocos años en nuevas tecnologías para lograr una matriz energética descarbonizada.

Es posible concluir entonces que los PMGD aportan beneficios importantes en diversas materias, tales como, economía, sociedad, temas laborales y medioambientales. Además, hay que tener presente, que el DS 88 contempla un régimen transitorio que permite a los PMGD continuar vendiendo su energía por varios años bajo un único precio estabilizado, cumpliendo los requisitos que señala la ley. Es dable mencionar, que el nuevo reglamento se elaboró en conexión con otros mecanismos regulatorios, un ejemplo es la Ley de Distribución, que no se ha modernizado en cuatro décadas, y a la que se incorporará una

liberalización de la comercialización a nivel distribuido. Con esta modificación, los desarrolladores podrán comerciar directamente con los usuarios.

Finalmente, se destaca que el escenario futuro se ve favorable para los PMGD, el precio de los paneles fotovoltaicos ha disminuido los últimos años. Además, los desarrolladores de esta industria comienzan un proceso de adaptación que se refleja en el aumento de proyectos en construcción ingresados al SEN (Servicio Eléctrico Nacional) este último año<sup>80</sup>. Sin duda, y habiendo verificado sus grandes beneficios, es de esperar que los proyectos solares continúen ejecutándose, puesto que permitirán el cumplimiento de los compromisos internacionales en cuanto a mitigación de los GEI, un desarrollo sostenible para los chilenos, contar con 100% de ERNC al 2050, y lo más importante, asegurarán a las generaciones futuras, los recursos necesarios para su subsistencia

---

<sup>80</sup> CHILE. Comisión nacional de energía. Declaración en construcción [en línea]. [fecha de consulta: 24 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.cne.cl/tarificacion/electrica/>

## BIBLIOGRAFÍA

- ACERA. Asociación Chilena de Energías Renovables. Futuro de la Energía en Chile. Factores de Cambio y Tendencias. Santiago, Chile 2018. [Fecha de consulta: 24 septiembre 2020]. Disponible en: <https://acera.cl/wp-content/uploads/2019/08/2018-Futuro-de-la-Energi%CC%81a-en-Chile-1.pdf>
- ACERA. Concepto de Flexibilidad en el Sistema Eléctrico Nacional. Santiago, Chile, junio 2019. [Fecha de consulta: 24 septiembre 2020]. Disponible en: <https://acera.cl/wp-content/uploads/2019/09/2019-Concepto-de-Flexibilidad-en-el-SEN.pdf>
- BID. Banco Interamericano de Desarrollo. OIT, Organización Internacional del Trabajo. El empleo en un futuro de cero emisiones en América Latina y el Caribe. [Fecha de consulta: 24 septiembre 2020]. Disponible en: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/El-empleo-en-un-futuro-de-cero-emisiones-netas-en-America-Latina-y-el-Caribe.pdf>
- CAMBIO GLOBAL. Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra. [Fecha de consulta: 08 septiembre 2021]. Disponible en: [http://aeclim.org/wp-content/uploads/2016/01/Cambio\\_global.pdf](http://aeclim.org/wp-content/uploads/2016/01/Cambio_global.pdf)
- CARLINO, Hernán. PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente). El Acuerdo de París y sus Implicancias para América Latina y el Caribe. Panamá, 2015. [Fecha de consulta: 20 enero 2019]. Disponible en: [https://www.uncclearn.org/wp-content/uploads/library/acuerdo\\_de\\_paris\\_-\\_implicaciones\\_en\\_alc\\_-\\_estudio\\_1.pdf](https://www.uncclearn.org/wp-content/uploads/library/acuerdo_de_paris_-_implicaciones_en_alc_-_estudio_1.pdf)
- CEPAL. NACIONES UNIDAD. La Economía del Cambio Climático en Chile. Santiago, Chile, 2012. [Fecha de consulta: 25 enero 2020]. Disponible en: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/35372/1/S2012058\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/35372/1/S2012058_es.pdf)
- CLERC, Jacques, “et al”. Energías renovables en Chile. Hacia una inserción eficiente en la matriz eléctrica. Centro de Estudios Públicos. Santiago, Chile, 2017. [Fecha de consulta: 19 marzo 2020]. Disponible en: [https://www.cepchile.cl/cep/site/docs/20180124/20180124191509/libro\\_energia\\_cep.pdf](https://www.cepchile.cl/cep/site/docs/20180124/20180124191509/libro_energia_cep.pdf)

- COCHILCO, Comisión Chilena del Cobre. Consumo de agua en la Minería del Cobre al 2018. Santiago, junio 2018. [Fecha de consulta: 05 septiembre 2020]. Disponible en: <https://www.cochilco.cl/Listado%20Temtico/Consumo%20de%20agua%20en%20la%20Omineria%20del%20cobre%20al%202018%20-%20Version%20Final.pdf>
- CNE. COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA. Resolución exenta N°207. Aprueba Informe de Costos de Tecnologías de Generación. Santiago, Chile, marzo de 2019. [Fecha de consulta: 30 marzo 2020]. Disponible en: <https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2019/03/Res.-Ext.-N%C2%B0-207-Informe-costos-de-generaci%C3%B3n-2019.pdf>
- COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL. Proceso de Interconexión PMGD. Santiago, Chile, septiembre 2017. [Fecha de consulta: 07 mayo 2019]. Disponible en: [https://www.cigre.cl/wp-content/uploads/2017/09/victor\\_lopez\\_COORDINADOR.pdf](https://www.cigre.cl/wp-content/uploads/2017/09/victor_lopez_COORDINADOR.pdf)
- DECRETO SUPREMO N°88.APRUEBA REGLAMENTO PARA MEDIOS DE GENERACIÓN DE PEQUEÑA ESCALA. Santiago, Chile, 8 de octubre de 2020. [Fecha de consulta: 2 octubre 2020]. Disponible en: [https://energia.gob.cl/sites/default/files/dec\\_88\\_2019.pdf](https://energia.gob.cl/sites/default/files/dec_88_2019.pdf)
- División de Cambio Climático MMA, “et al”. Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (PANCC) 2017-2020. Santiago, Chile, 2017. [Fecha de consulta: 30 marzo 2020]. Disponible en: [https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/07/plan\\_nacional\\_climatico\\_2017\\_2.pdf](https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/07/plan_nacional_climatico_2017_2.pdf)
- INODÚ, Energía y Sustentabilidad. Estudio de Alternativas Tecnológicas al Retiro y/o Reconversión de las Unidades de Carbón en Chile. Santiago, noviembre 2018. [Fecha de consulta: 21 julio 2020]. Disponible en: [https://energia.gob.cl/sites/default/files/11\\_2018\\_inodu\\_alternativas\\_tecnologicas.pdf](https://energia.gob.cl/sites/default/files/11_2018_inodu_alternativas_tecnologicas.pdf)
- GOBIERNO DE ESPAÑA. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Los Principales Resultados de la Cumbre del Clima de Bonn. Alemania, 2017. [Fecha de consulta: 25 enero 2020]. Disponible en: [https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/resultados\\_cop23\\_tcm30-434624.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/resultados_cop23_tcm30-434624.pdf)
- IPCC. CAMBIO CLIMÁTICO. Las evaluaciones del IPCC de 1990 y 1992. [Fecha de consulta: 25 enero 2020]. Disponible en:

[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/ipcc\\_90\\_92\\_assessments\\_far\\_full\\_report\\_sp.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/ipcc_90_92_assessments_far_full_report_sp.pdf)

- Ley Marco de Cambio Climático. Anteproyecto MMA. Fecha de consulta: 30 marzo 2020]. Disponible en: <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/07/Presentacion-Ley-Marco-CC.pdf>
- LUCAS GARIN, Andrea. Cambio Climático en Chile. Santiago, Chile: Ediciones Universidad Fines Terrae, 2017.
- MENA, Marcelo, “et al”. MMA. La Vía Medioambiental. Desafíos y Proyecciones para un Chile futuro. Santiago, Chile, 2018. [Fecha de consulta: 30 marzo 2020]. Disponible en: <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/03/MMA11mar.pdf>
- MESA ERNC. MINISTERIO DE ENERGIA. Una Mirada participativa del Rol y los Impactos de las Energías Renovables en la Matriz Eléctrica Futura. Santiago, Chile, diciembre 2015. [Fecha de consulta: 30 marzo 2020]. Disponible en: <https://acera.cl/wp-content/uploads/2019/08/2015-Mesa-ERNC.pdf>
- MINISTERIO DE ENERGÍA. División Energías Renovables. Generación distribuida en Chile. [Fecha de consulta: 29 enero 2020]. Disponible en: [https://energia.gob.cl/sites/default/files/generacion\\_distribuida\\_en\\_chile.pdf](https://energia.gob.cl/sites/default/files/generacion_distribuida_en_chile.pdf)
- MINISTERIO DE ENERGÍA. Las Energías Renovables No Convencionales en el Mercado Eléctrico Chileno. Santiago, Chile, Edición 2018. [Fecha de consulta: 23 julio 2020]. Disponible en: [https://4echile-datastore.s3.eu-central-1.amazonaws.com/wp-content/uploads/2020/08/04230708/Libro\\_ERNC\\_Chile\\_esp.pdf](https://4echile-datastore.s3.eu-central-1.amazonaws.com/wp-content/uploads/2020/08/04230708/Libro_ERNC_Chile_esp.pdf)
- NTCO. Norma Técnica de Conexión y Operación de PMGD en Instalaciones de Media Tensión. [Fecha de consulta: 24 septiembre 2020]. Disponible en: <https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2019/07/NTCO-PMGD-Julio-2019.pdf>
- OSSES, Mauricio, “et al”. EL SOL AL SERVICIO DE LA HUMANIDAD. Historia de la energía solar en Chile. Santiago, Chile: Editores: Universidad Técnica Santa María, 2019.

- RAINIERI, Ricardo. Transición Energética en Chile: Una Verdad Incómoda. Centro Latinoamericano de Políticas Económicas y Sociales. Documento de Trabajo N°39. [Fecha de consulta: 20 enero 2019]. Disponible en: <https://clapesuc.cl/assets/uploads/2018/01/05-01-18-doc-trab-39-r-raineri-transicin-energica-en-chile-una-verdad-incmoda-dec-9-2017.pdf>

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: INSTITUCIONALIDAD DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN CHILE.....	17
FIGURA 2: INSTITUCIONALIDAD PARA LA ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES DEL PANCC-II. ....	18
FIGURA 3: CAPACIDAD DE GENERACIÓN ELÉCTRICA SIC.....	39
FIGURA 4: CAPACIDAD DE GENERACIÓN ELÉCTRICA SING.....	39
FIGURA 5: PRINCIPALES ACTORES DEL SECTOR ELÉCTRICO. ....	47
FIGURA 6: CARACTERÍSTICAS DEL MERCADO DE LOS CONTRATOS.....	50
FIGURA 7: GENERACIÓN RENOVABLE CEN 2020 .....	58
FIGURA 8: EVOLUCIÓN HISTÓRICA CAPACIDAD INSTALADA DE ERNC AGOSTO 2021.....	67
FIGURA 9: GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD EN UN PANEL SOLAR.....	72
FIGURA 10: FORMULARIOS SEÑALADOS EN EL DS 88 .....	89
FIGURA 11: PROCESO DE INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN. ....	91
FIGURA 12: PROYECTOS EN CONSTRUCCIÓN POR TECNOLOGÍA FEBRERO 2021 .....	104
FIGURA 13: HISTÓRICO DE CAPACIDAD INSTALADA POR TECNOLOGÍA.....	126
FIGURA 14: CAPACIDAD Y GENERACIÓN DE ENERGÍA 2020 SEN .....	127

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: OBLIGACIÓN QUE ESTABLECE LA LEY N°20.257 PARA LAS GENERADORAS ELÉCTRICAS.	60
TABLA 2: OBLIGACIÓN QUE ESTABLECE LA LEY N°20.698 PARA LAS GENERADORAS ELÉCTRICAS.	62
TABLA 3: GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA SEN JULIO 2020	66
TABLA 4: CAPACIDAD INSTALADA ERNC	67
TABLA 5: ANÁLISIS COSTO BENEFICIOS DE LOS PMGD	99
TABLA 6: REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GEI	100
TABLA 7: COSTOS VARIABLES DE OPERACIÓN.	101

## ANEXOS

### ANEXO 1: Conferencia de las Partes. Cumbres celebradas.

**Fuente:**

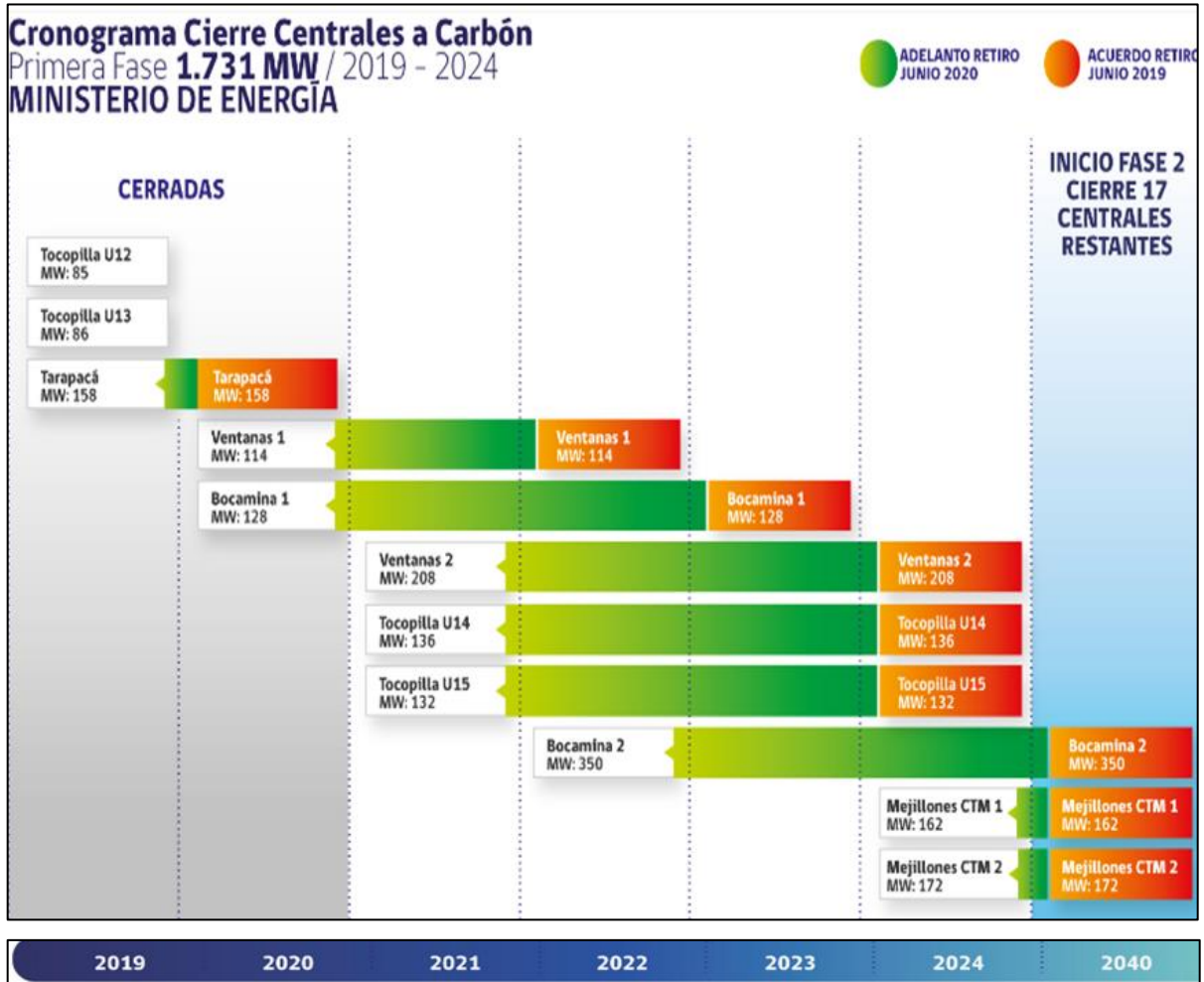
[https://es.wikipedia.org/wiki/Convenci%C3%B3n\\_Marco\\_de\\_las\\_Naciones\\_Unidas\\_sobre\\_el\\_Cambio\\_Clim%C3%A1tico#Conferencias\\_de\\_las\\_partes](https://es.wikipedia.org/wiki/Convenci%C3%B3n_Marco_de_las_Naciones_Unidas_sobre_el_Cambio_Clim%C3%A1tico#Conferencias_de_las_partes)

Conferencia	Sede	Año	Conferencia
COP 1	Berlín	1995	Implementación de la Convención de Cambio Climático COP.
			Se produce el Mandato de Berlín.
COP 2	Ginebra	1996	Se renuevan intereses para negociaciones en Kioto.
COP 3	Kioto	1997	Se desarrolla el Protocolo de Kioto en el cual se establecen parámetros para las emisiones.
COP 4	Buenos Aires	1998	Desarrollo de programa de trabajo.
COP 5	Bonn	1999	No hay una declaración de la COP.
COP 6	La Haya	2000	Acuerdo de Bonn. EEUU indica que no ratificará el protocolo.
COP 7	Marrakech	2001	Se establecen los acuerdos de Marrakech.
			Los gobiernos expresan estar listos para ratificar finalmente el Protocolo de Kioto.
COP 8	Nueva Delhi	2002	En los países en desarrollo se prioriza el desarrollo y erradicación de la pobreza como elementos clave.
COP 9	Milán	2003	Sin declaración.
COP 10	Buenos Aires	2004	Desarrollo de un programa de trabajo y seminarios relacionados con expertos gubernamentales.
COP 11	Montreal	2005	Se da un diálogo en materia de cooperación a largo plazo para el abordaje de la temática.
COP 12	Nairobi	2006	Programa de trabajo sobre efectos, vulnerabilidad y adaptación ante el cambio climático.
COP 13	Bali	2007	Adopción de la Hoja de Ruta de Bali, basada en cuatro “pilares”: Mitigación, adaptación, tecnologías y financiamiento.
			Inicio del proceso para aprobar un segundo periodo de cumplimiento del Protocolo de Kioto.
COP 14	Poznan	2008	La crisis económica mundial dificulta el compromiso por parte de países desarrollados.
			La mayoría de objetivos de la Hoja de Ruta de Bali se posponen a la COP15.
COP 15	Copenhague	2009	No se logra la firma de un acuerdo vinculante post- 2012.
			Se acuerda la creación del Fondo Verde del Clima a fin de centralizar y coordinar los recursos financieros disponibles.
			Se aprueba que el límite máximo para el incremento de la temperatura media global sea de 2°C.

<b>COP 16</b>	Cancún	2010	Se ratifica el compromiso de movilizar financiamiento adicional y tecnología. Se pretende establecer instituciones y sistemas eficaces que garanticen el cumplimiento de estos objetivos.
<b>COP 17</b>	Durban	2011	Se crea el Grupo de Trabajo Ad Hoc de la Plataforma de Durban (ADP por sus siglas en inglés), actualmente uno de los espacios de negociación más importantes. Se determina iniciar un segundo periodo de cumplimiento para el Protocolo de Kioto en el 2013, y se decide contar con un nuevo Acuerdo Global al 2015.
<b>COP 18</b>	Qatar	2012	Se confirma la falta de acuerdo para una solución más decisiva. Se extiende el Protocolo de Kioto hasta 2020, comprometiendo solo a la Unión Europea, Australia y un grupo de otros países en desarrollo.
<b>COP 19</b>	Varsovia	2013	Se define que en marzo del 2015 se tendrá listo un borrador de acuerdo para los compromisos de reducción, a ser firmado en diciembre, en la COP21 en París.
<b>COP 20</b>	Lima	2014	Aumento de contribuciones al Fondo Verde para el Clima. Se logra el desarrollo de bases para el borrador de París para un nuevo acuerdo climático universal.
<b>COP 21</b>	Paris	2015	Completar el desarrollo de un documento vinculante “pos-Kioto” por medio del cual las partes se comprometan a reducir sus emisiones de carbono.
<b>COP 22</b>	Marrakech	2016	Mantener el impulso de la lucha contra el cambio climático considerando la puesta en marcha del Acuerdo de París.
<b>COP 23</b>	Bonn	2017	*Los líderes mundiales siguen apoyando el A. de Paris. *Se define la estructura de trabajo del proceso de diagnóstico de la acción climática global conocido como Dialogo Facilitador o "Dialogo de Talanoa". *Se avanza en los detalles técnicos de la implementación del A. de Paris. *Se producen avances tanto en el reconocimiento del papel de la sociedad civil para cumplir objetivos como en los acuerdos políticos alcanzados.
<b>COP 24</b>	Katowice, Polonia	2018	Entre los logros más destacados se encuentran: *El acuerdo para el establecimiento de una parte del Libro de Reglas, el marco técnico para poner en marcha el A. de Paris. *El acuerdo sobre las normas para realizar el diagnostico global del 2023. *El lanzamiento del proceso para la aprobación de un nuevo objetivo de financiación climática global en 2025. *La aprobación de medidas para mejorar la información y las actuaciones de adaptación al cambio climático. *La creación de un Comité de Cumplimiento del A. de Paris, y la aprobación de 3 importantes declaraciones sobre transición justa, movilidad eléctrica y bosques.
<b>COP 25</b>	Chile-Madrid	2019	* Solo 84 países se comprometen a mostrar programas estrictos para el recorte de emisiones 2020. * Los grandes responsables como EEUU, China, Rusia e India, no dieron señales de compromiso. * No se llegó a acuerdo para el mercado del Carbono. * No se llegó a un conceso referido a estos mercados, cuyos mecanismos permiten a los países y a empresas compensar los gases de efecto invernadero que expulsan. (Art. 6 A. de Paris)
<b>COP 26</b>	Glasgow, Escocia	2021	Se trabaja en la hoja de ruta ambiciosa para la acción climática global hasta nov. 2021 para combatir la crisis del clima, como han alertado las organizaciones ecologistas.

## ANEXO 2: Cronograma de la 1° etapa de cierre centrales a carbón.

Fuente: <https://energia.gob.cl/mini-sitio/estrategia-de-transicion-justa-en-energia>



### **ANEXO 3: Preparación del proyecto PMGD “Las Tres Marías” para evaluación en el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA).**

**Fuente:** SEA. Servicio de Evaluación Ambiental. <https://sea.gob.cl/evaluacion-de-impacto-ambiental/instructivos-y-guias-para-la-presentacion-de-proyectos-al-seia>

Desarrollo del proyecto PMGD “Las Tres Marías” ubicado en la comuna de Curacaví, provincia de Melipilla, Región Metropolitana.

#### **1. Gestiones preliminares**

Todo PMGD que se interconecte al sistema de distribución deberá previamente haber sido declarado en construcción por la Comisión. Los PMGD deberán presentar a la Comisión una solicitud de declaración en construcción de la instalación respectiva.

Entre los antecedentes que deben acompañar los titulares de un PMGD está la acreditación de persona jurídica, vigencia y representante legal; nombre del proyecto, informe favorable para la construcción, órdenes de compra de equipo eléctrico, etc., y la *Resolución de Calificación Ambiental* favorable que emite la autoridad competente para proyectos que puedan causar impacto ambiental al cual me referiré en los párrafos siguientes.

La Comisión podrá revocar la declaración en construcción de una instalación cuando alguna de las autorizaciones, permisos, títulos, y demás antecedentes sean revocados, caducados o dejen de tener vigencia, según corresponda.

Una vez confirmada la potencia de instalación del proyecto se procede a la determinación del nivel de impacto del PMGD para su evaluación.

#### **Estudio ambiental**

Se categorizan dependiendo de su potencia y si existen impactos significativos:

- Menores a 3 MW, se ingresa como “*Pertinencia Ambiental*” (PA).
- Mayores a 3 MW, No teniendo impacto significativo se ingresa como “*Declaración de Impacto Ambiental*” (DIA).

- Mayores a 3MW, teniendo impacto significativo sobre algún componente ambiental se ingresa como “*Estudio de Impacto Ambiental*” (EIA).

Se debe hacer la consulta de **Pertinencia Ambiental (PA)** o **Declaración de Impacto Ambiental (DIA)** del proyecto según lo indicado por el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), con relación al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

Se solicita el pronunciamiento sobre el proyecto, para ello se debe señalar nombre del proyecto, ubicación geográfica en que se instalaran los módulos solares fotovoltaicos, el punto de empalme a una línea eléctrica existente (antecedentes del proyecto). La consulta de la pertinencia al SEA tiene por objeto que confirme que el proyecto no causará impactos ambientales según la normativa ambiental vigente establecida<sup>81</sup> y especificadas en el artículo 3 del Reglamento del SEIA<sup>82</sup>.

El proyecto “Las Tres Marías”, por sus características no deberá someterse al SEIA. Su generación de energía es de 2,96 MW, no siendo mayor a 3 MW (Ley N°19.300 artículo 10, letra c). El proyecto no contempla la construcción de líneas de transmisión eléctrica y subestaciones de alta tensión, ni se encuentra inserto en una zona colocada bajo protección oficial, razones por las cuales no deberá someterse al SEIA.

## **1. Antecedentes del proponente quien realiza la consulta**

- a. Identificación del Titular
- b. Identificación del Representante Legal

## **2. Descripción del proyecto o actividad que se somete a consideración ambiental.**

Corresponde a un proyecto de generación de energía eléctrica a través de ERNC, que generará energía limpia aprovechando la captación de energía solar a través de una central

---

<sup>81</sup>Ley N°19.300. Op. Cit.

<sup>82</sup> Artículo 3. Tipos de proyectos o actividades. DS N°40/12. Aprueba el reglamento del SEIA [en línea], [fecha de consulta: 19 septiembre 2020]. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1053563>

de 2,96 MW, empleando tecnología solar fotovoltaica, evacuando su energía al Sistema de Distribución eléctrica local.

El proyecto no contempla la construcción de líneas de transmisión eléctricas de alta tensión ya que se conectará mediante empalme a un poste de una línea de distribución eléctrica local. Para la conexión, se considera la instalación de 1 poste eléctrico (tramo 50 metros).

- i) **Descripción de la Fase de construcción del Proyecto:** Tiempo aproximado de 4 meses de trabajo. Se utilizarán como máximo 60 trabajadores. Las actividades contemplan: Instalación de faenas, preparación del terreno, obras civiles, caminos internos, montaje de módulos, montaje eléctrico, montaje de líneas de distribución, manejo de residuos, plataformas de montaje de estructuras, obras temporales, líneas internas de media tensión, etc.
- ii) **Descripción de la Fase de operación del proyecto:** El funcionamiento del proyecto será de aprox. 9 horas diarias en invierno y 14 horas en verano, fluctuando en esos límites en primavera y otoño. El proyecto funcionará de forma automatizada, por lo cual no habrá trabajadores en el proyecto. Se considera un periodo de 25 años para la fase de operación, no obstante, su vida útil, se puede extender indefinidamente realizando los remplazos y mantenciones a lo largo de su operación. El proyecto no requiere la utilización de maquinaria, ni sustancias peligrosas.
- iii) **Descripción de la Fase de Cierre del Proyecto:** La duración de un parque fotovoltaico solar es de unos 30 años y su desmantelamiento no es dificultoso. El proceso consta del retiro de las instalaciones, plan de restauración del medio.

### **3. Ubicación, superficie del proyecto, contrato de arrendamiento**

**Descripción del proyecto dentro del cual está emplazado:** Dominio, ubicación, superficie, deslindes. Si el terreno en que se instalará el proyecto es arrendado, es importante la forma de adquisición de ellos por parte del arrendador.

**Inscripción CBR,** Rol de avalúo, identificación del arrendatario (destino del bien arrendado: Explotación del bien arrendado en el caso de Las Tres Marías).

**Condiciones del arriendo:** obtención de las autorizaciones medioambientales. Además, autorizaciones, costos de construcción y operación, uso y vías de acceso, duración del contrato de arriendo (Defensa judicial, cesión contrato de arriendo, cesión de derechos del arrendador, termino anticipado, forma de notificación, otros).



Fuente imagen: país circular.cl

## ANEXO 4: Determinación de costos de inversión por fuente de generación.

**Fuente:** CNE. Informe de Costos de Tecnologías de Generación: <https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2020/03/ICTG-Marzo-2020.pdf>

Tecnología Térmica a carbón		
1) Descripción tecnología a carbón	<p>Poseen calderas para accionar una turbina a vapor acoplada a un generador eléctrico. Las calderas utilizan carbón bituminoso como combustible principal. Adicionalmente, utilizan diesel para sus procesos de partida y emergencia.</p> <p>El desarrollo de estas centrales en base a carbón depende de la instalación de infraestructura portuaria para la recepción del carbón y de captación de agua de mar para refrigeración (cuando no hay agua dulce superficial o subterránea disponible).</p>	La utilización del agua para efectos de refrigeración o de alimentación de la caldera en las centrales térmicas a carbón implica además, considerar la inversión en una planta desaladora de agua de mar, una planta demineralizada de agua y un sistema de tratamiento de aguas.
Tipo de Centrales	Centrales a Carbón pulverizado (Chile) y centrales de lecho fluidizado. Ambas tecnologías pueden llegar a niveles contaminantes similares de Nox y SO2.	La determinación de los costos de inversión se realiza sobre la base de carbón pulverizado, dominante en el mercado eléctrico nacional.
Costo de Inversión	Debe considerar las instalaciones para el suministro de carbón, esto es, un puerto que incluya un muelle y un sistema de manejo de carbón (pilas en canchas o patios de acopio, y un sistema de transporte o suministro de carbón a la caldera). Se debe considerar además depósitos o canchas para la disposición final de las cenizas, escoria y los subproductos sólidos de la combustión y desulfuración.	Costos de equipamiento principal: Caldera, turbina a vapor y generador que varían de precio según variación del mercado. Costos de los insumos principales: Acero, cobre, etc. Otros costos: Sistema contra incendios, equipos para recibir y almacenar el diesel, sistemas de ventilación y refrigeración por aire.
Costos de inversión comunes a las distintas tecnologías. Obras civiles y montaje	<p>Se deben considerar costos por concepto de obras civiles y montajes.</p> <p>Trabajos previos: Movimientos de tierra, preparación del sitio, rellenos y excavaciones.</p> <p>Instalación de faena</p> <p>Camino, urbanización y cierres</p> <p>Fundaciones</p> <p>Otros edificios: Administración, sala eléctrica, sala de control</p> <p>Casa o caverna de máquinas o edificio de turbina-generador (Excepción fotovoltaica)</p> <p>Edificio de caldera y auxiliares</p> <p>Estanque de almacenamiento de combustibles (tecnologías que usan diesel para partida o emergencia)</p> <p>Montaje equipamiento hidromecánico (centrales hidroeléctricas)</p> <p>Obras civiles y otros montajes.</p>	
Equipamiento eléctrico	<p>Generador eléctrico y transformadores. Equipo complementario como los sistemas de instrumentación, medición, protección, puesta a tierra, comunicación, otros.</p> <p>En las centrales FV el generador eléctrico es reemplazado en su función por los paneles fotovoltaicos. En estas centrales, cobra relevancia los sistemas de corriente continua, formados por bancos de baterías, cargadores e inversores.</p>	Generador eléctrico, transformadores, sistema de corriente continua (baterías, cargadores e inversores), sistema generador de emergencia diesel, sistema de iluminación y alumbrado, sistemas de medición, instrumentación, control, automatización y comunicaciones, Sistemas de protecciones y puesta a tierra. Subestación de servicios auxiliares, otros equipos eléctricos, montaje de equipos eléctricos y montaje de equipamiento de medición, instrumentación, control, automatización y comunicaciones.
Interconexión eléctrica	El costo de las interconexiones entre el equipamiento de generación de la central y la subestación donde esta se conecta al sistema interconectado, es muy variable debido a la distancia entre ambos puntos, además de consideraciones territoriales y geográficas, ambientales, de tipo de uso, valor del suelo, presencia de comunidades, entre otras.	El costo de la línea de transmisión, para cualquier proyecto de generación eléctrica, se estima en base a la distancia entre el punto de conexión y la ubicación factible de conexión, el nivel de tensión, la capacidad y el costo de la servidumbre. Al costo de la línea de transmisión se deben incorporar los costos de la subestación de salida de la central, el paño de conexión de la subestación del sistema interconectado y los costos de servidumbre.
Gastos de gestión del propietario	Servicios de ingeniería y estudios, servicios de administración del proyecto, gestión e ingeniería de Estudio e Impacto Ambiental (EIA), derechos de internación (gastos aduaneros), seguros generales, terrenos, permisos y concesiones, compensaciones a la comunidad, gastos de puesta en marcha (periodo de prueba), imprevistos, otros gastos.	
Antecedentes de proyectos en estudio y construcción (Generales, no se tomaron proyectos en particular por ser confidenciales)	<p>Distribución de la inversión total de proyectos en construcción y estudio por tecnología de generación:</p> <p>Térmica diesel: 1,8%</p> <p>Distribución de la capacidad instalada total de proyectos en construcción y estudio por tecnología de generación:</p> <p>Térmica diesel: 0,6%</p>	
2) Costos variables de operación	<p>Costos variables combustibles y no combustibles: Tienen relación directa con la producción de energía. En el caso de las centrales térmicas convencionales (carbón, gas natural y diesel) el costo variable combustible está directamente asociado al costo del insumo principal utilizado para la producción de energía.</p> <p>Consumos específico: Centrales térmicas 0,385 (ton/MWh)</p> <p>Costo variable no combustibles:</p> <p>Térmica a carbón: 2,0 dólares /MWh).</p>	
Costos fijos de operación y mantenimiento	Corresponden a los costos para mantener en operación una unidad generadora, son independientes del nivel de generación de energía de la misma. Estos costos consideran entre otros: sueldos, contratos de mantenimiento, etc.	Energía térmica a carbón: 1% Costo fijo (% valor de inversión)
Plazo de Construcción, montaje y puesta en servicio	Térmica a carbón: 4 años tiempo de construcción.	

Tipo de tecnología: Solar Fotovoltaica			
Descripción de la tecnología	Se basa en celdas que convierten energía solar luminica en energía eléctrica en forma de corriente continua mediante el efecto fotoeléctrico. Las celdas se agrupan en paneles o módulos fotovoltaicos, formados del cristal de la celda. Los paneles se instalan en dirección al sol. Así, se distinguen paneles instalados en un ángulo fijo con respecto a la superficie del suelo, y paneles con sistema de seguimiento.	Las celdas o módulos FV se dividen en distintas categorías de acuerdo al material constituyente: Silicio mono -cristalino, silicio poli-cristalino. La eficiencia de conversión fotoeléctrica en la tecnología fotovoltaica varía según la tecnología, se encuentra generalmente entre el 6% y el 25%.	
Tipo de Centrales	Existen en Chile, otras 3 formas de generación distribuida: 1) Conexiones en el marco de la ley de Net Billing, se limita a proyectos de hasta 11kW. 2) Proyectos de autoabastecimiento de energía eléctrica, no excedentes a la red de distribución. 3) PMGD: Se identifican 2 tipos:	1)PMGD que se desarrollan para comercializar su energía, conectados a una red de distribución. 2)PMGD que se desarrollan para el autoconsumo. Producen energía en las dependencias de un consumidor final y que inyectan excedentes de energía solo cuando el nivel de consumo es inferior a la generación del proyecto (por ejemplo los fines de semana). Estos últimos no buscan comercializar energía en el mercado eléctrico, pero deben acogerse al modelo PMGD si su tamaño es superior a 100 kW".	Generador conectado a la red: Entrega corriente continua a esta. Se genera con solo recibir la radiación solar. Esto provoca que la tensión y la potencia entregada varíen según la disponibilidad del recurso: Día o noche.
Costo de Inversión	i) Formularios, estudios y costos asociados a ellos, generación estimada del PMGD ii) Módulos o paneles fotovoltaicos que se combinan con inversores de potencia, transformadores y sistemas de montaje. iii) Dentro del equipamiento eléctrico: Transformadores, sistema de protecciones y puesta a tierra, equipos de medición, instrumentos, control, automatización, comunicaciones y servicios auxiliares.	iv)Otros costos: sistemas contra incendio, las estaciones meteorológicas y los sistemas de eléctricos en corriente continua (baterías, cargadores, etc.) Costos de conexión y emisión ICC. v) Determinar el impacto en la red de distribución que tendrá el PMGD: Impacto No Significativo, Impacto Significativo.	La principal variable que afecta los costos de inversión en la actualidad, son los costos de los paneles fotovoltaicos, asociado principalmente al silicio y al costo de inversores.
Costos de inversión comunes a las distintas tecnologías	Trabajos previos: Movimientos de tierra, preparación del terreno, caminos, urbanización y cierres, las fundaciones y obras de instalación de paneles y sus sistemas de soporte y seguimiento Otros: Sala eléctrica, sala de control.		
Costos generación eléctrica	Generador eléctrico y transformadores. Equipo complementario como los sistemas de instrumentación, medición, protección, puesta en tierra, comunicación, otros. <b>En las centrales FV el generador eléctrico es reemplazado en su función por los paneles fotovoltaicos.</b> En estas centrales, cobra relevancia los sistemas de corriente continua, formados por bancos de baterías, cargadores e inversores.	Generador eléctrico, transformadores, sistema de corriente continua( baterías, cargadores e inversores), sistema generador de emergencia diesel, sistema de iluminación y alumbrado, sistemas de medición, instrumentación, control, automatización y comunicaciones, Sistemas de protecciones y puesta a tierra. Subestación de servicios auxiliares, otros equipos eléctricos, montaje de equipos eléctricos y montaje de equipamiento de medición, instrumentación, control, automatización y comunicaciones.	
Costos línea de transmisión	El costo de la línea de transmisión, para cualquier proyecto de generación eléctrica, se estima en base a la distancia entre el punto de conexión y la ubicación factible de conexión, el nivel de tensión, la capacidad y el costo de la servidumbre. Al costo de la línea de transmisión se deben incorporar los costos de la subestación de salida de la central, el paño de conexión de la subestación del sistema interconectado y los costos de servidumbre.	1° Se debe seguir un proceso de intercambio de información entre el desarrollador del proyecto PMGD y la empresa distribuidora de energía eléctrica. Se hace a través de formularios. 2° Obra eléctrica gruesa: Evaluar el terreno donde se instalará el proyecto. Líneas de media tensión a conectarse. Evaluar radiación solar, temperatura. 3° Diseño general de la planta FV; Determinar que inversores se utilizarán, tipo de conexión que permita el buen rendimiento y funcionamiento del proyecto.	
Otros	Servicios de ingeniería y estudios, servicios de administración del proyecto, gestión e ingeniería de Estudio e Impacto Ambiental (EIA), derechos de internación(gastos aduaneros), seguros generales, terrenos, permisos y concesiones, compensaciones a la comunidad, gastos de puesta en marcha (periodo de prueba), imprevistos, mantenimiento de instalaciones, otros.	Gastos asociados a procesos de arriendo de terrenos para el proyecto PMGD. Costos para pertinencia minera en tribunales, procedimiento no contencioso.	
	i) Distribución de la inversión total de proyectos en construcción y estudio por tecnología de generación Solar fotovoltaica: 43%	ii) Distribución de la capacidad instalada total de proyectos en construcción y estudio por tecnología de generación Solar fotovoltaica: 26%	
Costos combustibles	Combustibles: Energía FV: No hay costo		
Costos variables	Corresponden a los costos para mantener en operación una unidad generadora, son independientes del nivel de generación de energía de la misma. Estos costos consisten entre otros: sueldos, contratos de mantenimiento, etc.	Solar fotovoltaica: 1% - 2% (% valor de inversión)	
Tiempo para construir el proyecto FV	PMGD: 1 año tiempo de construcción. Sin embargo existen proyectos que se construyen en pocos meses.		

<b>Año</b>	<b>Carbón</b>	<b>Solar</b>	<b>TOTAL</b>	<b>Sistema Eléctrico</b>
<b>2000</b>	2.143,0	-	<b>2.143,0</b>	SIN y SING
<b>2001</b>	2.043,1	-	<b>2.043,1</b>	SIN y SING
<b>2002</b>	2.043,1	-	<b>2.043,1</b>	SIN y SING
<b>2003</b>	2.043,1	-	<b>2.043,1</b>	SIN y SING
<b>2004</b>	2.043,3	-	<b>2.043,3</b>	SIN y SING
<b>2005</b>	2.043,3	-	<b>2.043,3</b>	SIN y SING
<b>2006</b>	2.043,3	-	<b>2.043,3</b>	SIN y SING
<b>2007</b>	2.123,3	-	<b>2.123,3</b>	SIN y SING
<b>2008</b>	2.131,4	-	<b>2.131,4</b>	SIN y SING
<b>2009</b>	2.287,6	-	<b>2.287,6</b>	SIN y SING
<b>2010</b>	2.695,5	-	<b>2.695,5</b>	SIN y SING
<b>2011</b>	3.524,7	-	<b>3.524,7</b>	SIN y SING
<b>2012</b>	4.222,0	1,4	<b>4.223,3</b>	SIN y SING
<b>2013</b>	4.516,7	8,5	<b>4.525,2</b>	SIN y SING
<b>2014</b>	4.516,7	222,1	<b>4.738,8</b>	SIN y SING
<b>2015</b>	4.692,1	548,0	<b>5.240,1</b>	SIN y SING
<b>2016</b>	5.147,4	1.595,4	<b>6.742,8</b>	SIN y SING
<b>2017</b>	5.164,6	2.265,8	<b>7.430,4</b>	SEN
<b>2018</b>	5.544,6	2.432,5	<b>7.977,1</b>	SEN
<b>2019</b>	5.192,4	2.798,7	<b>7.991,1</b>	SEN

**Figura 13: Histórico de capacidad instalada por tecnología**

**Fuente:** <https://www.coordinador.cl/reportes-y-estadisticas/#Plataformas-de-Uso-Frecuente>

### Figura 14: Capacidad y Generación de Energía 2020 SEN

Fuente: <https://www.coordinador.cl/reportes-y-estadisticas/#Estadisticas>

La capacidad instalada de la tecnología solar va en aumento, mientras que la a carbón se mantiene. En cuanto a la generación, la solar aumenta, mientras que la a carbón comienza a disminuir.

Capacidad Instalada [MW]				
Año		Carbón	Solar	Total
2020	ene	5.192,40	2.831,40	<b>8.023,80</b>
	feb	5.192,40	2.857,20	<b>8.049,60</b>
	mar	5.192,40	3.010,90	<b>8.203,30</b>
	abr	5.192,40	3.039,50	<b>8.231,90</b>
	may	5.192,40	3.045,20	<b>8.237,60</b>
	jun	5.192,40	3.077,20	<b>8.269,60</b>
	jul	5.192,40	3.173,40	<b>8.365,80</b>
	ago	5.192,40	3.237,80	<b>8.430,20</b>
Generación [GWh]				
Año		Carbón	Solar	Total
2020	ene	2.207,10	677,5	<b>2.884,60</b>
	feb	2.256,40	633,1	<b>2.889,50</b>
	mar	2.585,30	626,6	<b>3.211,90</b>
	abr	2.480,30	533,5	<b>3.013,90</b>
	may	2.642,60	462,7	<b>3.105,30</b>
	jun	2.531,90	375,2	<b>2.907,10</b>
	jul	2.192,00	472,1	<b>2.664,10</b>
	ago	2.000,70	569,5	<b>2.570,20</b>