



**UNIVERSIDAD DE CHILE**

**FACULTA DE CIENCIAS FORESTALES Y CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA**

**MAGÍSTER EN GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN AMBIENTAL**

**PROGRAMA INTERFACULTADES**

# **INDICADORES DE GESTIÓN PARA ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES EN CHILE**

**Tesis para optar al Grado de Magíster en  
Gestión y Planificación Ambiental**

**RODRIGO PATRICIO HERRERA JENO**

**Directora de Tesis**

**Ph.D., M.Sc., Ing. For., Sra. Carmen Luz de la Maza A.**

**Co-Director de Tesis**

**Doctor en Derecho, Sr. Eduardo Astorga**

**Santiago, Chile.**

**2011**



**UNIVERSIDAD DE CHILE**

**FACULTA DE CIENCIAS FORESTALES Y CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA**

**MAGÍSTER EN GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN AMBIENTAL**

**PROGRAMA INTERFACULTADES**

## **INDICADORES DE GESTIÓN PARA ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES EN CHILE**

**RODRIGO PATRICIO HERRERA JENO**

Directora de Tesis:

Sra. Carmen Luz de la Maza

\_\_\_\_\_

Co-Director de Tesis:

Sr. Eduardo Astorga

\_\_\_\_\_

### **COMISIÓN DE EVALUACIÓN**

Presidente:

Sr. Hugo Romero

\_\_\_\_\_

Profesor informante (1)

Sr. Guillermo Espinoza

\_\_\_\_\_

Profesor informante (2)

Sr. Javier González

\_\_\_\_\_

Santiago, Chile

2011

***“Gracias Sol por existir, tú que me das la energía para vivir.  
Gracias Viento por existir, tú que me das el aire para vivir.  
Gracias Agua por existir, tú que me das la frescura para vivir”.***

**Dedicada a mi hija Natalia Antonia y a mi esposa Soledad.**

## **AGRADECIMIENTOS**

Mis más sinceros agradecimientos a mi Directora de Tesis, Sra Carmen Luz de la Maza, y a mi Codirector de Tesis, Sr. Eduardo Astorga, por su apoyo, motivación constante, entrega de conocimientos y experiencia.

Mi más sinceros agradecimientos a todos los entrevistados que participaron en este estudio por su tiempo desinteresado y sus valorables conocimientos. Sin duda, fueron una plataforma importante en mi naciente aprendizaje sobre ERNC.

Mis más sinceros agradecimientos a Carmen Silva, Psicóloga social - comunitaria, investigadora y docente de la Universidad Católica y Universidad Alberto Hurtado, por su entusiasta y desinteresado apoyo para procesar y analizar las entrevistas.

Mis más sinceros agradecimientos a Miguel Márquez, Director Ejecutivo de SEI Ltda, por su revisión de aspectos técnicos y conceptos que ayudaron a mejorar la calidad técnica de la tesis.

Mis más sinceros agradecimientos a Wilfredo Jara, Académico de la Universidad Federico Santa María, por la orientación a la búsqueda de información sobre el Proyecto Eólico Canela II y comentarios sobre la aplicación de los indicadores de gestión de este estudio a dicho proyecto.

Mis más sinceros agradecimientos a Ramón Granada, Ingeniero Forestal y profesional del Ministerio de Energía; y a José Luis Barías, Ingeniero Ambiental de la Consultora Cambio Climático y Desarrollo Consultores, por sus sugerencias sobre el grupo de expertos a quienes se les aplico las entrevistas.

Mis más sinceros agradecimientos a mis amigos, compañeros de Universidad e Ingenieros Forestales, Diego Flores y Alex Sánchez, quienes estuvieron siempre preocupados por el desarrollo de esta tesis.

## RESUMEN

La presente investigación descriptiva tiene por objetivo proponer indicadores de gestión para energías renovables no convencionales (ERNC) en Chile. El problema de investigación consiste en la falta de indicadores para aumentar la participación sustentable de las ERNC en la matriz energética y eléctrica. Lo anterior, en el contexto que no existe una política explícita sobre ERNC, que la legislación vigente es débil e incipiente, y que existen fuertes barreras de entrada a tecnologías provenientes de ERNC dentro de un escenario de vulnerabilidad energética debido principalmente a la fuerte dependencia de combustibles fósiles importados.

Se realizaron entrevistas a 29 representantes del sector privado, público, académico y ONGs; con preguntas cerradas y abiertas considerando tres ejes temáticos sobre ERNC: 1. Políticas públicas, 2. Instrumentos normativos y financieros, e 3. Indicadores de Gestión. Independiente a que el objetivo final era obtener indicadores de gestión (Eje 3), los ejes 1 y 2 fueron vitales para entender desde la diversidad de conocimientos y opiniones desde los entrevistados la actual situación del país sobre la existencia de políticas sobre ERNC e instrumentos normativos y financieros.

Después de procesar las entrevistas se obtuvieron 26 indicadores de gestión, los cuales a su vez, fueron aplicados a un caso de estudio: Proyecto Eólico Canela II. Este trabajo pretende contribuir a una discusión inicial más amplia sobre indicadores y se sugiere utilizarlos como elementos de gestión y planificación para quienes consideren que está en la línea de los objetivos

planteados para cualquier proyecto o materia que considere potenciar a las ERNC.

Se concluye además, en esta tesis, que Chile necesita urgente una política explícita y participativa que impulse y fomente las ERNC. Lo anterior para fortalecer los actuales lineamientos de políticas, y como parte de un conjunto de medidas para enfrentar los adversos problemas generados por el aumento de los gases de efecto invernadero, como también, la competencia desigual con los bajos costos que generan las energías provenientes de fuentes convencionales. En Chile, pese al amplio potencial en energía a través del viento, el sol, la geotermia, los océanos y el agua (minicentrales hidroeléctricas), las barreras de entrada se originan, entre otras causas, porque el actual sistema energético y eléctrico privilegia a las grandes generadoras eléctricas, con una legislación deficiente y falta de incentivos tributarios y financieros. Se recomienda incentivar fuertemente instrumentos como Feed in Tariff Pricing, Net Billing y revisar el actual sistema de cuotas establecido en la Ley N° 20.257. La eficiencia energética es una tremenda aliada de las ERNC, que puede desarrollarse en forma paralela, y que incluso podría ser considerada una energía renovable más dentro de la matriz eléctrica chilena.

**Palabras claves:** Indicador de Gestión, ERNC.

## SUMMARY

This descriptive study is to propose management indicators for non-conventional renewable energy (NCRE) in Chile. The research problem is the lack of indicators to increase the sustainable participation in the matrix electrical energy. This, in the context that there is not an explicit policy for NCRE, that the legislation is weak and incipient, and that there are a lot of barriers to develop NCRE's technologies with an energy vulnerability scenario mainly for the heavy dependence on fuel imported fossil.

Interviews were made to 29 representatives of the private sector, government, academia and NGOs, with closed and open questions considering three themes: 1. Public policy, 2. On regulatory and financial instruments, and 3. Management Indicators. Independent of main goal (them 3), the themes 1 and 2 were vital to understand from the diversity of knowledge and opinions from the representatives the current situation in the country about the existence of policies and instruments for regulations.

After of interviews' process, were obtained 26 performance indicators and those indicators were applied to a case study Canela II Wind Project. This indicators are to contribute to initial discussion on indicators, and could to use as elements of management and planning for anybody feel that is in line with the objectives for any project or issue to consider NCRE.

Others conclusions of this thesis, is that Chile needs urgent and explicit policy to encourage and promote the NCRE. Above to reinforce the existing policy guidelines, and as part of a package of measures to address the adverse problems caused by increased greenhouse gases, as well as the unequal competition with low-cost energy generated from conventional sources. In Chile,

despite the huge potential in energy through wind, solar, geothermal, ocean and water (small hydro), the entry barriers are because the current electric energy system privileges large power generators, with a weak legislation and lack of financial and tax incentives. This thesis recommend strongly encourage instruments as Feed in Tariff Pricing, Net Billing and review the current quota system established by Law N° 20,257. Energy efficiency is a tremendous ally of the NCRE, which can develop in parallel, and it could be considered as a renewable energy more inside of the Chilean energy matrix.

**Keywords: Indicator of Management, NCRE.**



## ÍNDICE

**Resumen**

**Summary**

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>13</b>
<b>2.</b>	<b>FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>15</b>
2.1.	Problema de investigación.....	15
2.2.	Hipotesis de trabajo.....	15
2.3.	Objetivos.....	16
<b>3.</b>	<b>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>17</b>
3.1.	Energías Renovables No Convencionales (ERNC): definiciones y conceptos.....	17
3.2.	Marco institucional y legal sobre ERNC a nivel internacional.....	20
3.3.	Marco institucional y legal sobre ERNC en Chile.....	22
3.3.1.	Breve descripción del sector eléctrico en Chile.....	22
3.3.2.	Marco institucional.....	26
3.3.3.	Marco legal.....	27
3.4.	Inserción de las ERNC en la matriz eléctrica mundial.....	31
3.5.	Inserción de las ERNC en la matriz eléctrica chilena.....	37
3.6.	Análisis de la demanda de energía en Chile.....	41

3.7.	Potencial, caracterización, ventajas y desventajas de las ERNC en Chile.....	44
3.7.1.	Minicentrales hidráulicas.....	45
3.7.2.	Eólica.....	46
3.7.3.	Solar.....	47
a.	Solar termoeléctrica.....	48
b.	Solar fotovoltaica.....	48
3.7.4.	Biomasa.....	49
3.7.5.	Oceánica.....	51
3.7.6.	Geotérmica.....	52
3.8.	Indicadores de gestión para ERNC.....	58
3.8.1.	Descripción general sobre indicadores de gestión.....	58
3.8.2.	Indicadores de gestión para ERNC.....	60
<b>4.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>63</b>
4.1.	Materiales.....	63
4.1.1.	Información requerida.....	63
4.1.2.	Definiciones utilizadas.....	64
4.2.	Métodos.....	65
4.2.1.	Procedimiento metodológico para lograr los objetivos.....	65
4.2.2.	Procesamiento y análisis de la información.....	67
a.	Preguntas cerradas.....	67
b.	Preguntas abiertas.....	68

<b>5. RESULTADOS.....</b>	<b>70</b>
5.1.    Análisis y discusión de los resultados.....	70
5.2.    Aplicación de los indicadores de gestión a un caso de estudio .....	116
5.2.1.  Antecedentes generales del Proyecto Eólico Canela II.....	116
5.2.2.  Aplicación de los indicadores de gestión al caso.....	118
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>125</b>
<b>7. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>129</b>
<b>8. ANEXOS.....</b>	<b>135</b>
ANEXO 1.  Instrumentos normativos y financieros para impulsar ERNC.....	135
ANEXO 2:  Lista de entrevistados.....	142
ANEXO 3:  Libro de Código Maestro obtenido a partir de la encuesta para procesamiento de preguntas cerradas en Software SPSS.....	143

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1:</b>	Capacidad instalada (MW) por fuentes en los cuatro sistemas eléctricos en Chile.....	24
<b>Cuadro 2:</b>	Clasificación de minicentrales hidráulicas según clasificación francesa y Organización Latinoamericana de Energía (OLADE).....	45
<b>Cuadro 3:</b>	Resultados respecto a la opinión de los entrevistados si en Chile existe una real voluntad política para impulsar las ERNC.....	71
<b>Cuadro 4:</b>	Respuesta de los entrevistados respecto a los objetivos principales que debería tener una política sobre ERNC.....	79
<b>Cuadro 5:</b>	Respuesta de los entrevistados respecto a si es suficiente la regulación actualmente vigente para promover ERNC en Chile.....	86
<b>Cuadro 6:</b>	Respuesta de los entrevistados respecto a que necesitaría Chile para impulsar adecuadamente las ERNC en Chile.....	91
<b>Cuadro 7:</b>	Respuesta de los entrevistados respecto a si la Ley N° 20.257 establece mecanismos directos para impulsar las ERNC.....	100
<b>Cuadro 8:</b>	Visualización de las ERNC en el corto, mediano y largo plazo.....	103
<b>Cuadro 9:</b>	Porcentaje de participación de las ERNC en la matriz energética eléctrica mundial.....	105
<b>Cuadro 10:</b>	Porcentaje de participación de las ERNC en la matriz energética eléctrica chilena.....	107
<b>Cuadro 11:</b>	Países considerados como más avanzados en el impulso a las ERNC.....	109
<b>Cuadro 12:</b>	Indicadores de gestión para ERNC bajo el enfoque PER.....	113
<b>Cuadro 13:</b>	Aplicación de los indicadores al Proyecto Eólico Canela II.....	118

## 1. INTRODUCCIÓN

La respuesta al calentamiento global bajo acuerdo de los países desarrollados y en vías de desarrollo es a través del cumplimiento de las normativas internacionales, reduciendo los gases efecto invernadero (GEI) y aplicando medidas de adaptación y mitigación. Una de las medidas consiste en aumentar la participación de las energías renovables no convencionales (ERNC) y el uso eficiente de la energía en función de la definición de políticas, programas, planes y proyectos (Menanteau et al., 2003), como también el fortalecimiento de la legislación en estos ámbitos.

Las energías renovables no convencionales (ERNC) son aquellas provenientes de fuentes primarias (recursos naturales disponibles) de energía que de forma periódica se renuevan a través de ciclos naturales por lo que pueden ser consideradas como inagotables (Domingo, 2000). Bajo esta definición, la energía del viento, el sol, el mar o la tierra son ERNC. Además, existe una amplia gama de procesos de aprovechamiento de la energía desde la biomasa que pueden ser catalogados como ERNC. De igual manera, el aprovechamiento de la energía hidráulica en pequeñas escalas también suele clasificarse en esta categoría (Comisión Nacional de Energía, 2008 a).

Actualmente, el 80% de la energía que se utiliza a nivel mundial proviene de combustibles fósiles (Jara, 2006; Jacobsson et al, 2006). En forma lenta los esfuerzos se focalizan en estudiar e impulsar las energías renovables no convencionales y aumentar la inversión en tecnología. Por ejemplo, en el Estado de California, el sol, viento y biomasa están jugando un rol cada vez mayor en la economía del Estado para mejorar la calidad de vida de las

personas prefiriendo dichas alternativas por sobre los combustibles fósiles (Herzog et al., 2001).

Las ERNC surgen como una respuesta social para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y otros contaminantes de acción directa. Actualmente, la penetración de las ERNC en Chile ha sido difícil por distintas razones de índole económicas, técnicas, institucionales, normativas y políticas; a diferencia de gobiernos de países desarrollados que han creado un marco político y normativo que ha generado fuertes incentivos específicos para su desarrollo y fomento (Jara, 2006). Por otra parte, no existen indicadores de gestión para ERNC que permitan generar información sobre su participación en la matriz energética o eléctrica

Chile posee un excelente potencial en ERNC. Estudios indican que las ERNC, son una solución única y real a la fuerte dependencia que nuestro país tiene sobre los combustibles fósiles, además de la vulnerabilidad propia de un sistema eléctrico centralizado y con fuertes rasgos oligopólicos. Bajo una mirada de corto plazo, los costos de generación de energía en base a combustibles fósiles e hidroelectricidad aún compiten por sobre la generación de energía en base a ERNC, razón utilizada para señalar el aún escaso desarrollo de proyectos sobre ERNC considerando el inmenso potencial existente. De hecho, su participación es cercana al 3,1% del total de la capacidad instalada de generación eléctrica que actualmente sobrepasa los 13.000 MW aproximadamente.

## **2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **2.1. Problema de investigación**

El problema de investigación consiste en la falta de indicadores de gestión para aumentar la participación sustentable de las ERNC en la matriz energética y eléctrica de Chile. Lo anterior, en el contexto que no existe una política explícita sobre ERNC y que la legislación vigente es débil e incipiente desde el punto de vista del fomento al desarrollo de las mismas.

### **2.2. Hipotesis de trabajo**

Existe conocimiento sobre indicadores de gestión en diversos actores del sector de las energías renovables no convencionales en Chile para fortalecer el desarrollo de políticas públicas, programas, planes y proyectos; herramientas de gestión; y la elaboración de instrumentos normativos y financieros.

## **2.3. Objetivos**

### **General**

**Proponer indicadores de gestión para energías renovables no convencionales en Chile.**

### **Específicos**

1. Identificar políticas públicas, instrumentos normativos y financieros, e indicadores de gestión sobre energías renovables no convencionales impulsadas por países desarrollados.
2. Generar indicadores de gestión para energías renovables no convencionales.
3. Aplicar los indicadores de gestión propuestos a un caso de estudio.



### 3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Energías Renovables No Convencionales (ERNC): definiciones y conceptos

Para entender el significado de las Energías Renovables No Convencionales (ERNC) es necesario conceptualizar cada uno de los conceptos. **Energía** posee variadas y distintas acepciones. La idea común de sus distintos significados consiste en el poder por el cual algo o alguien, actúa efectivamente para mover o transformar un objeto o un sujeto (FIMA, 2009). El Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española la define como la capacidad de los cuerpos para realizar un trabajo. En el contexto energético, es la habilidad de un elemento para generar directa o indirectamente electricidad.

La energía permanece latente en el cuerpo mientras no se manifiesta explícitamente en forma de trabajo. Su medida se lleva a cabo evaluando el trabajo que puede generar, o bien, determinando el trabajo que ha sido necesario realizar para llevar al cuerpo o sistema a su estado actual. La energía, por lo tanto, es una magnitud homogénea con el trabajo. Se mide en  $\text{gcm}^2\text{s}^{-2}$  (ergio) en el sistema cgs o bien en  $\text{kgm}^2\text{s}^{-2}$  (Joule=J) en el sistema internacional. Un Joule corresponde a  $10^7$  ergios (González, 2009).

**Renovable** distingue entre los recursos de reserva y aquellos de flujo de acuerdo a la percepción humana. De esta forma, los recursos de reserva, o no renovables, son aquellos cuya formación tomó millones de años (como el petróleo y otros minerales) y que no pueden ser regenerados o reemplazados en un período de tiempo que pueda ser experimentado por la humanidad. Los de flujo fluyen naturalmente y sólo pueden ser almacenados por períodos cortos

de tiempo (Peet, 1992). Si bien, actualmente no existe una definición de aceptación oficial general, el uso del concepto energía renovable se vincula en términos amplios, a toda fuente energética que se encuentre naturalmente disponible y que tenga la capacidad de regenerarse de la misma manera (FIMA, 2009). Otros autores la definen como *“la energía que se obtiene a partir de corrientes de energía continuas y recurrentes en el mundo natural”*, *“todo flujo energético que se restablece al mismo ritmo que se utiliza”*, o *“el uso de cualquier depósito de energía que se rellena a velocidad comparable a la que es extraída”* (González, 2009).

Las energías renovables suelen clasificarse en convencionales y no convencionales, según sea el grado de desarrollo de las tecnologías para su aprovechamiento y la penetración en los mercados energéticos que presenten. Dentro de las convencionales, la más difundida es la hidráulica a gran escala (Comisión Nacional de Energía, 2008 a). Como **energías renovables no convencionales (ERNC)** se definen aquellas fuentes primarias (recursos naturales disponibles y de cuyo manejo se pueda obtener electricidad y calor) de energía que de forma periódica se renuevan a través de ciclos naturales por lo que pueden ser consideradas como inagotables (Domingo, 2000). Se considera como ERNC la proveniente del viento, el sol, el mar o la tierra. Además, existe una amplia gama de procesos de aprovechamiento de la energía de la biomasa que pueden ser catalogados como ERNC. De igual manera, el aprovechamiento de la energía hidráulica en pequeñas escalas también suele clasificarse en esta categoría (Comisión Nacional de Energía, 2008 a).

A nivel mundial, los países desarrollados han abordado el abastecimiento energético como un tema prioritario para poder mantener sus actuales ritmos de crecimiento y proteger el medio ambiente, sirviéndoles además para dar

cumplimiento a las restricciones que les plantea el Protocolo de Kyoto respecto a reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Esto ha llevado a que se planeen metas de sustitución de su base energética convencional por ERNC (Ecodesarrollo, 2009), por los beneficios ambientales y socioeconómicos relacionados entre otros con una menor generación de impactos significativos en relación a las energías convencionales, contribución a los objetivos de seguridad de suministro y sostenibilidad ambiental de las políticas energéticas (Kancs y Wohlgemuth, 2008; Ecodesarrollo, 2009).

El desarrollo de las ERNC es estratégicamente importante porque: 1. Reducen las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y otros gases de efecto invernadero; 2. Aumenta la sostenibilidad mejorando la seguridad del suministro de energía y reduciendo la dependencia a fuentes importadas de energía (González, 2009); y 3. El aumento reciente de los precios de la energía hacen que las fuentes renovables ingresen al mercado en términos de competitividad siempre y cuando existan instrumentos regulatorios legales y de mercado para generar una economía de escala (Kancs y Wohlgemuth, 2008). Por otro lado, la magnitud de dicha contribución y la viabilidad económica de su implantación, depende de las particularidades en cada país de elementos tales como el potencial explotable de los recursos renovables, su localización geográfica y las características de los mercados energéticos en los cuales competirían (Comisión Nacional de Energía, 2008 a). En este contexto, las energías renovables crean cinco veces más puestos de trabajo que las convencionales; contribuyen decisivamente al equilibrio interterritorial porque suelen instalarse en zonas rurales; en los países donde se utilizan han permitido desarrollar tecnologías propias y utilizan recursos autóctonos, incentivando las economías locales (Ecodesarrollo, 2009).

### **3.2. Marco institucional y legal sobre ERNC a nivel internacional**

Más de 50 países poseen políticas explícitas y metas definidas para desarrollar ERNC. Las metas se refieren a: 1. Lograr y mantener la aceptación pública respecto de las fuentes de ERNC, mediante la difusión de su conocimiento, sus ventajas y su grado de avance, y 2. Abrir un nuevo mercado para este tipo de energía, que impulse nuevas actividades económicas, nuevas fuentes de trabajo y otorgue mayores oportunidades para aumentar el desarrollo humano (PNUD, 2007).

En general, las estrategias de incentivo y promoción se enmarcan en la sustitución de fuentes y formas de energía no sustentables por aquellas sustentables y renovables; la diversificación de la matriz energética y/o eléctrica; la disminución de la dependencia de fuentes de energía externa; estimular la investigación y desarrollo tecnológico; e impulsar efectos de aprendizaje respecto de los costos e inversión. Lo anterior para aumentar la seguridad de suministro y disminuir el riesgo económico producido por las alzas de precio en los combustibles fósiles (PNUD, 2007).

Como se verá más adelante, las principales barreras de entrada a la ERNC se refiere al marco regulatorio, institucionalidad y políticas públicas en relación a ellas. De ahí que, la experiencia realizada por países desarrollados es vital para impulsar dichas fuentes en Chile. En Europa se propone cubrir 20% de su demanda energética para el 2020 a partir de ERNC. Para lograr esto, es necesario aumentar la tecnología en energías renovables (Jacobson y Laubert, 2006). No obstante, no está claro cómo este objetivo será implementado por cada país a nivel individual, y cómo prorratarán sus respectivas acciones en términos del aumento de concentración de gases de efecto invernadero, producción de electricidad y los sectores del transporte (Burger et al., 2008).

Ejemplos como el de Nueva Zelanda son interesantes, por cuanto la promoción de políticas para incentivar el uso del sol para sistemas de calefacción, posee diferencias en el Norte y Sur del país. La temperatura y la radiación varían considerablemente a través de las diferentes regiones en Nueva Zelanda, por lo que podría ser más eficiente aplicar una política a nivel regional y no a nivel nacional. El principal problema de una política nacional basada en energías renovables como el sol es la falta de flexibilidad entre fuentes diferentes de energía renovable. Por lo tanto, una política nacional sólo puede ser aplicada o localmente o cuando existen fuentes renovables abundantes, como ha sido el caso en Israel y España (Roulleau y Lloyd, 2008).

A nivel Latinoamericano, cabe destacar la Iniciativa Latinoamericana de Políticas sobre Energía Sostenible, que nace del *“Foro Internacional de Políticas Públicas para Energías Renovables en Conexión con la Red Eléctrica”* realizado en México en febrero del año 2006, donde concluyó que los tipos de instrumentos seleccionados para promover las energías renovables y la eficiencia energética deben basarse en metas y objetivos específicos, en las condiciones de cada país y en la estructura del sector energético (Iniciativa latinoamericana de políticas sobre energía sostenible, 2006).

### **3.3. Marco institucional y legal sobre ERNC en Chile**

#### **3.3.1. Breve descripción del sector eléctrico en Chile**

Antes de describir el marco institucional y legal sobre ERNC en Chile, conviene realizar una breve caracterización del sector eléctrico. Para el año 2007, éste podría describirse de la siguiente manera (CNE, 2009):

- La **oferta de energía primaria** en Chile alcanzó los 301.381 GWh, cifra cubierta por los siguientes energéticos: petróleo crudo (41%), gas natural (16%), carbón (16%), hidroelectricidad (8%), y leña y otros recursos (19%).
- La **producción o generación total de electricidad** fue de 55.914 GWh, donde el 38% provino de plantas hidroeléctricas, 10% de gas natural, 26% de carbón, 22% de petróleo y un 3,1% de fuentes renovables no convencionales, principalmente mini centrales, biomasa y eólica.
- La **capacidad instalada por tecnología de generación** estuvo compuesta por un 37% de centrales hidroeléctricas, un 36% de plantas a gas, 17% de carbón, 7% de diesel y un 3% de energías renovables no convencionales.

- El **consumo de energía eléctrica** se concentra en los siguientes sectores: 37% el sector minero, 31% el sector industrial, 17% el sector residencial y un 14% el sector comercial y público.

El sistema eléctrico chileno corresponde al conjunto de instalaciones de centrales eléctricas generadoras, líneas de transporte, subestaciones eléctricas y líneas de distribución, interconectadas entre sí, que permite generar, transportar y distribuir energía eléctrica. En la industria eléctrica nacional participan 70 empresas (28 son generadoras, 5 transmisoras y 37 distribuidoras), con un alto nivel de concentración del mercado. Por ejemplo, para el año 2006, tres empresas y sus filiales poseían el 89% de la potencia instalada de servicio público del SIC: Endesa, Colbún y AES Gener con un 51%, 20% y 19%, respectivamente. En Chile, los sistemas eléctricos se clasifican según su tamaño; es decir, los mayores poseen una capacidad instalada de generación igual o superior a 200 MW, los medianos tienen una capacidad instalada superior entre 1,6 MW y 199 MW, y los pequeños una capacidad instalada igual o inferior 1,5 MW (CNE, 2009). El cuadro 1, resume la capacidad instalada (MW) por fuentes en los cuatro sistemas eléctricos en Chile al 2007.

**Cuadro 1: Capacidad instalada (MW) por fuentes en los cuatro sistemas eléctricos en Chile.**

Fuente	SIC	SING	Magallanes	Aysén	Total
Hidráulica > 20 MW	4.771	0	0	0	4.771
Combustibles fósiles	8.806	3.589	80	26	7.729
<b>Total Convencionales</b>	<b>8.806</b>	<b>3.589</b>	<b>80</b>	<b>26</b>	<b>12.500</b>
Hidráulica < 20 MW	104	13	0	20	136
Biomasa	191	0	0	0	191
Eólica	18	0	0	2	20
<b>Total No Convencionales</b>	<b>313</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>22</b>	<b>347</b>
<b>Total Nacional</b>	<b>9.118</b>	<b>3.602</b>	<b>80</b>	<b>48</b>	<b>12.847</b>

Fuente: [www.cne.cl](http://www.cne.cl) . Cifras al año 2007.

El mercado eléctrico en Chile está compuesto por actividades de generación, transmisión y distribución de electricidad, desarrolladas por empresas privadas (CNE, 2008 b). El **segmento de generación** está constituido por el conjunto de empresas eléctricas propietarias de centrales generadoras de electricidad. Se distinguen dos mercados: el “*spot*” y el de contratos. El mercado “*spot*” es entre generadores eléctricos y el de contratos se establece entre generadores y grandes consumidores finales industriales (mineros y comerciales) o empresas distribuidoras. El **segmento de transmisión** está constituido por el conjunto de empresas eléctricas propietarias de instalaciones destinadas al transporte de electricidad desde los generadores hasta los centros de consumo o distribución. Este segmento se caracteriza por poseer un mercado con claras economías de escala y características monopólicas. El transmisor tiene obligación de dar servicio a quien lo solicite, siendo responsabilidad de éste invertir en nuevas



instalaciones o en ampliaciones de las mismas. La tarificación por el uso de las líneas del sector transmisión es regulada. En el SIC, a fines del año 2007 operaban cerca de 14.500 km de líneas en el rango de los 33 a los 500 kV y participaban 20 empresas propietarias, destacándose Transelec y CGE Transmisión, con un 50% y 17% en la propiedad de las líneas instaladas, respectivamente. A la misma fecha, en el SING operaban cerca de 6.200 km de líneas entre los 66 y 345 kV y participaban 24 empresas propietarias, con 75% de esta propiedad perteneciente a Transelec Norte, Aes Gener, Codelco/Suez y Minera Escondida. El **segmento de distribución** está constituido por el conjunto de empresas eléctricas propietarias de instalaciones destinadas a distribuir la electricidad hasta los consumidores finales localizados en zonas geográficas delimitadas. Las empresas de distribución operan bajo un régimen de concesión de servicio público de distribución, con obligación de servicio y tarifas reguladas para el suministro a clientes “regulados”. En el SIC actualmente operan 28 empresas que abastecen a poco más de 4,6 millones de clientes. El año 2007, cerca del 70% de las ventas a clientes correspondieron a las de Chilectra y CGE, que abastecieron cerca del 60% de los clientes del sistema. En el SING operan actualmente 4 empresas que abastecen a 275 mil clientes aproximadamente. El grupo EMEL, conformado por 3 de las 4 empresas, tiene una participación cercana al 100% de las ventas anuales y de los clientes abastecidos. Finalmente, en Aysén y Magallanes operan únicamente Edelayesen y Edelmag, respectivamente, participando ambas simultáneamente en los segmentos de generación, transmisión y distribución, abasteciendo a cerca de 83 mil clientes (CNE b, 2008; CNE, 2009).

### **3.3.2. Marco institucional**

Después de los errores cometidos en el pasado cuando la dependencia del gas natural fue casi absoluta, la estrategia en Chile consiste en promover la integración de esquemas público-privados, es decir, unificar la gestión estatal con la gestión privada para estimular el interés del sector privado, sobre todo en las áreas de innovación tecnológica, transferencia de tecnología y generación de nuevos mercados. La creación de un Comité Público-Privado, al alero del Ministerio de Economía, responde a este objetivo por cuanto consiste en convencer a las empresas del sector privado sobre la importancia de no solamente considerar la generación, transporte y distribución de energía, sino también la creación de un mercado de servicios energéticos (Iniciativa latinoamericana de políticas sobre energía sostenible, 2006).

El Estado ejerce funciones de regulación, fiscalización y orientación de inversiones en generación y transmisión, esencialmente a través de la Comisión Nacional de Energía (CNE) y la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC). Otras instituciones que participan de la institucionalidad del sector eléctrico son el Ministerio de Medio Ambiente (MMA), el panel de expertos de la Ley General de Servicios Eléctricos y los Centros de Despacho Económico de Carga (CDEC) (CNE, 2008 b).

La reciente creación del Ministerio de Energía es parte de la estrategia política con el fin de reordenar el sector estableciendo una separación de funciones entre la elaboración de políticas, la regulación técnico-económica y la fiscalización, así como los mecanismos formales de coordinación con la política medio ambiental y articulación a nivel regional. En ese sentido, el Ministerio de Energía propone centralizar las funciones de elaboración, proposición y evaluación de política pública energética, separando este ámbito de las

funciones relacionadas con la ejecución de la política (implementación de planes, programas, regulación técnica y fiscalización) (CNE, 2008 b).

### **3.3.3. Marco legal**

En Chile, se considera relevante que las iniciativas legales y normativas tengan la necesidad de suministrar energía a miles de personas que no cuentan con este servicio (Iniciativa latinoamericana de políticas sobre energía sostenible, 2006).

Por la particular geografía de Chile (desierto, recursos hídricos, montañas, volcanes, costas y vientos) se destaca el gran potencial de ERNC. No obstante su desarrollo se ha visto frenado por algunas barreras tales como: 1. Inexistencia de estímulos a la inversión, 2. Incertidumbre de los mercados; y 3. Inexistencia de un marco legal y regulatorio específico para estas tecnologías.

Las ERNC en Chile no poseen una legislación que incorpore, ordene y regule la participación de estas fuentes en el sector energético nacional; y tampoco ha implementado un programa de políticas públicas para cumplir con el compromiso firmado ante la Cumbre Mundial de Desarrollo Sustentable celebrada en Johannesburgo en septiembre de 2002 y el acuerdo ratificado en la reunión regional de Ministros de Energía de América Latina y el Caribe en octubre del 2003, en función de tener al menos un 10% de energía renovable del porcentaje total energético de la región para el año 2010 (Aedo y Larraín, 2004).

Los principales obstáculos para la inserción de las ERNC en el mercado eléctrico han sido sus propias barreras de entrada. Durante el último gobierno de la concertación se consideró incorporar dos fuertes líneas de acción: 1. El perfeccionamiento del marco regulatorio del mercado eléctrico y 2. La implementación de instrumentos de apoyo directo a iniciativas de inversión en ERNC. La primera buscaba asegurar que las reglas en las que se desenvuelve el mercado eléctrico consideren las particularidades de las ERNC y que se establezcan condiciones para materializar una cartera de proyectos ERNC que permita acelerar el desarrollo del mercado, eliminando barreras comunes asociadas a la innovación. La segunda muy asociada al marco regulatorio que a juicio de muchos debe seguir perfeccionándose para estimular en forma real este tipo de tecnologías.

Chile debe avanzar en mejorar y profundizar un esquema de fomento integral que permita y facilite la creación y desarrollo de una masa crítica de actores y que permita el desarrollo de un mercado prácticamente inexistente. En Chile este panorama ha generado una serie de iniciativas estatales y modificaciones en el marco regulatorio para incentivar nuevas inversiones tanto en energías convencionales como renovables.

El sistema eléctrico en Chile fue privatizado con la Ley General de Servicios Eléctricos (LGSE) de 1982, estableciendo un modelo de operación a mínimo costo global y fomentando que las empresas de generación suscriban libremente contratos de abastecimiento con clientes libres de empresas distribuidoras (clientes regulados). En marzo de 2004, la LGSE se modificó bajo la Ley Nº 19.940, donde se introdujeron elementos aplicables a las Energías Renovables No Convencionales (ERNC), en el sentido de dar la posibilidad a pequeños medios de generación de participar en el mercado eléctrico, y la exención parcial o total del peaje de los sistemas de transmisión para ERNC de

pequeña escala. Es decir, se abrió el mercado “spot” con el fin de asegurar el derecho a conexión a las redes de distribución a pequeñas centrales, tamaño en el que normalmente se encuentran muchas ERNC. Con esto se aumentarían las opciones de comercialización de la energía y potencia de dichas centrales y, adicionalmente, se establece una exención de pago de peajes por el sistema de transmisión troncal para los medios de generación no convencionales con un tratamiento diferenciado para unidades menores a 9 MW. Al respecto, cabe mencionar que para aquellas unidades con potencia entre 9 y 20 MW, la exención de peajes se determina mediante un ajuste proporcional, siendo completa (100%) para 9 MW y nula para medios de generación con 20 MW o más (CNE, 2009).

El Presidente Piñera ha señalado que para el 2020 la participación de las ERNC debería ser de un 20%. Por su parte, la Presidenta Bachelet estableció una meta de un 15% de la nueva capacidad de generación en el período 2006-2010, a partir de ERNC. Lo anterior no ocurrió, pero se promulgó la Ley N° 20.257, que realizó modificaciones a la Ley General de Servicios Eléctricos (LGSE), y que obliga a las empresas incorporar el 5% de electricidad proveniente de ERNC. Dicha Ley se considera un paso importante en cuanto a considerar las ERNC, pero insuficiente para el desarrollo de este tipo de energías, ya que una vez asegurado dicho porcentaje, éste aumentará en 0,5% anual a partir del 2015, para llegar a un 10% el año 2024 (Maldonado y Pontt, 2008). Cabe agregar que la normativa establece que debe haber un catastro de los medios de generación renovables no convencionales válidos para acreditar el cumplimiento de la Ley N° 20.257, estableciendo las condiciones que debe cumplir el registro público único que deben llevar los centros de despacho económico de carga de los sistemas eléctricos del Norte Grande y Central, con todos los antecedentes que permitan verificar el cumplimiento de la Ley por parte de cada una de las empresas sujetas a la obligación. Además del catastro

de los medios de generación, se considera la producción de energía, los trasposos entre empresas de excedentes de cumplimiento de la obligación permitidos por la regulación y los cargos por incumplimiento que deben cancelar las empresas, si los hubiere. En la Ley N° 20.257, los medios de generación para ERNC pueden actuar siempre y cuando la fuente de energía primaria sea la energía de la biomasa, hidráulica (cuya potencia máxima sea inferior 20.000 kW), geotérmica, solar, eólica, de los mares y otros medios de generación determinados por la Comisión Nacional de Energía que utilicen energías renovables para la generación de electricidad, contribuyan a diversificar las fuentes de abastecimiento de energía en los sistemas eléctricos y causen un bajo impacto ambiental, según indique el reglamento.

Finalmente, el gobierno ha estudiado los instrumentos normativos de distintos países líderes en el impulso de las ERNC (ver Anexo 1), no obstante, a la fecha lo más parecido que Chile está aplicando es el Sistema de Cuotas de Generación (Quotas Mandating Capacity Generation, en inglés). El Sistema de Tarifas Mínimas (Feed in Tariff Pricing) no está siendo utilizado; y el Net Billing o Metering, recién está siendo estudiado en el Congreso Nacional, a través del proyecto de ley que regula el pago de las tarifas eléctricas de las generadoras residenciales que potenciará la instalación y el uso de energías renovables no convencionales a nivel domiciliario promoviendo la instalación de autogeneradoras residenciales a partir de energías limpias, permitiendo que dichas generadoras tengan fines de lucro y que los clientes que reinyecten energía al sistema y obtengan un remanente de su consumo a lo largo de un año, podrán seguir acumulando un saldo a favor sin que esto pase a ser patrimonio de las distribuidoras (Senado de la República de Chile, 2011). A nivel de instrumentos financieros, CORFO se encuentra en la línea de dar créditos para investigación de algunas tecnologías de ERNC.

### **3.4. Inserción de las ERNC en la matriz eléctrica mundial**

La producción mundial de energía eléctrica en el año 2008 se situó en 20.2 tera kilovatios horas (TKwh), representando el 48% del total de energía consumida para ese año y donde el 83% (16.8 TKwh) llegó al usuario final. El resto se perdió en su transmisión y distribución desde las plantas generación.

Los 10 primeros países en generación de electricidad son Estados Unidos con un 21%, China con 17%, Japón con 5,7%, Rusia con 5,1%, India con 4,1%, Alemania con 3.1%, Canadá con 3%, Francia con 2,8%, y Corea del Sur y Brasil con un porcentaje de 2,3%, respectivamente.

El crecimiento de la generación eléctrica desde el año 1990 es de 3.2% interanual, uno de los más altos dentro del sector energético. Respecto de las energías primarias utilizadas para su obtención en el 2008, el carbón sigue liderando su participación con el 41.8%, el gas natural con el 20.1%, fuentes hídricas con 16%, la nuclear con el 14.1%, el petróleo con el 4.7% y ERNCs con 3%.

Por otra parte, la generación por habitante a nivel mundial se situó en 3.1 Gigavatios horas por habitante (Gwh/Hab). El 48% de la población mundial (3157 millones de personas) está por debajo del promedio de generación por habitante al tener un índice de 2.12 Gwh/Hab. Cabe señalar que 1600 millones de personas no utilizan o consumen electricidad (Astudillo, 2011).

La combinación entre combustibles fósiles y energía nuclear contribuyen al 70% de la generación total. El carbón genera las más altas tasas de dióxido de carbono por kW hora, como también de otros contaminantes, y de continuar dominando el mercado por sus bajos costos y gran disponibilidad tiene un alto riesgo en contra de los principios de la sustentabilidad y el impulso de las ERNC (Evans et al., 2009). Estados Unidos está entre los emisores más grandes de dióxido de carbono en el mundo y juega un papel crítico en términos de suministro, transformación y consumo de energía. Actualmente, 39 de 54 estados han desarrollado inventarios de gases de efecto invernadero y 30 han desarrollado algún tipo de plan de acción para estos gases (Peterson y Rose, 2006).

Un estudio del Consejo Mundial de Energía (WEC) concluyó que sin un cambio en las actuales prácticas de consumo de energía, la demanda mundial al 2020 será entre un 50% a 80% más alta que los niveles de la última década del siglo XX. Por su parte, un informe del Departamento de Energía de los EEUU (DOE) indica que la demanda de energía aumentará de la actual capacidad de 363 millones de kilovatios a 750 millones de kilovatios al 2020 (Mustafa, 2007). Por su parte, la Agencia Internacional de la Energía en su informe World Energy Outlook 2008 (WEO 2008) señala que las modernas tecnologías de energías renovables aumentan aceleradamente, sobrepasando al gas a partir del 2010 como segunda fuente principal de electricidad, después del carbón. Bajo la hipótesis que los precios de combustibles fósiles sean elevados, se impulsan fuertes políticas de impulso a las ERNC y se reducen los costos de las tecnologías, la industria de las energías renovables podrán optar a subvenciones que permitirán su impulso. De hecho, se proyecta que el crecimiento en conjunto a nivel mundial de fuentes de energía provenientes del viento, solar, geotérmica y mareomotriz debiera ser de un 7,2% anual, donde la



mayor parte del aumento se genera en el sector eléctrico (Colegio de Ingenieros de Chile, 2010).

La seguridad energética, el crecimiento económico y la protección del medio ambiente son los ejes conductores de cualquier política energética. El crecimiento poblacional anual estimado en un 2% implicará una significativa demanda de energía. En conjunto, la calidad de vida y el aumento de la demanda, de economías de países industrializados, que contienen el 25% de la población mundial, consumen el 75% de suministro de energía del mundo (Mustafa, 2007).

En el caso de la Unión Europea (UE), el objetivo para el año 2010 fue lograr que el 12% de la energía primaria utilizada provenga de fuentes de ERNC y que el 22% de la electricidad producida sea a través de estas mismas fuentes, como también que el biocarburante utilizado en transporte sea equivalente al 5,8% del total consumido. Las principales energías en las que ha apostado la UE son la eólica, biomasa, hidráulica de bajo impacto ambiental y energía solar térmica-fotovoltaica (Ecodesarrollo, 2009).

A nivel Latinoamericano y el Caribe, durante la XIII Reunión del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe, celebrada en octubre de 2001, los participantes manifestaron la *“necesidad de diversificar los suministros de energía y de promover la eficiencia energética, evaluando el potencial de las fuentes tradicionales de energía e incrementando la participación de las fuentes renovables, con la expectativa de que las instituciones financieras brinden un mayor apoyo, acorde con las necesidades de cada país”*. A principios del año 2002 y dentro del proceso preparatorio para la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible, llevada a cabo en

Johannesburgo, se presentó la Iniciativa Brasileña de Energía (IBE) y se planteó la posibilidad de que los países se comprometieran a alcanzar la meta de 10% de las fuentes de energía renovable en el total de su mezcla de suministros para el año 2010. En mayo de 2002, durante una reunión celebrada en Sao Paulo, el Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe aprobó el documento sobre la Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible (ILAC), que incluye los objetivos propuestos por la Iniciativa Brasileña de Energía. Durante la Cumbre de Johannesburgo, a pesar del apoyo de la Unión Europea, algunos países industrializados y productores de petróleo obstaculizaron la aprobación mundial de la Iniciativa Brasileña de Energía. No obstante, la ILAC fue incorporada al Plan de Implementación de Johannesburgo con medidas para expandir el uso de energías renovables dentro de la mezcla de suministros de energía en la Región. Países como el Reino Unido y Alemania propusieron iniciativas que aportan dimensiones tan importantes como necesarias al tema. En el caso del Reino Unido, la iniciativa consiste en una propuesta para la Alianza de Energía Renovable y la Eficiencia Energética (REEEP, por su sigla en inglés). En el caso de Alemania, se realizó una propuesta para organizar la Conferencia Internacional sobre Energías Renovables en Bonn, en junio de 2004. En abril de 2003, la Comisión de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible adoptó, durante su XI Sesión, un programa para atender el tema de la energía para el desarrollo sostenible durante su segundo ciclo de trabajo 2006/2007, reforzando la importancia del debate e incluyendo estas materias en las esferas nacional, regional y mundial. Las iniciativas del Reino Unido y de Alemania fueron acogidas con beneplácito por la Región y el Gobierno de Brasil ofreció ser el anfitrión de las conferencias regionales preparatorias para ambas iniciativas. Fue así que la Reunión Regional de América Latina y el Caribe para la Iniciativa REEEP se celebró en Campos do Jordão, Sao Paulo, en agosto de 2002. En el contexto regional, durante la Reunión Latinoamericana y Caribeña REEEP, llevada a cabo en

Brasil en agosto de 2003, Brasil, Argentina, Chile y México presentaron sus experiencias en torno a las energías renovables, y también se comentaron las experiencias regionales de Centroamérica y el Caribe. Chile presentó iniciativas que favorecen una mayor participación de fuentes de energía renovable a través del otorgamiento de créditos de carbón y bonos para la descontaminación como una forma de promover la eficiencia energética de acuerdo con las metas de reducción de contaminación. México sugirió el aseguramiento de la transmisión y distribución de energía mediante sistemas de generación independientes, e informó que sólo aprovecha 10% de su potencial de energía eólica debido a su limitada infraestructura (PNUMA, 2003).

Las instancias a nivel mundial que tienen relación con las ERNC son:

- Declaración sobre el Medio Ambiente Humano adoptada por la Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Humano en Estocolmo en el año 1972.
- Convención sobre la Contaminación Atmosférica transfronteriza de Largo Alcance de 1979 y sus protocolos de 1988, 1991 y 1994.
- Convención de Viena para la Protección de la Capa de Ozono de 1985.
- Protocolo de Montreal de 1987.
- Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático (UNFCCC) de 1992.
- Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de 1992.
- Declaración del Milenio adoptada por la Asamblea General de las Naciones Unidas y el Programa III de Montevideo del 2000/2001, los cuales definían el desarrollo económico con base en la protección ambiental y la conservación de los recursos naturales como una tarea central para el siglo XXI.

- Declaración de Johannesburgo del 2002, que subrayó la importancia central de las energías renovables para el desarrollo sustentable y urgió a la comunidad internacional a perseguir iniciativas más profundas en el tema, así como la Declaración Parlamentaria en ocasión de la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sustentable.
- Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), el cual ha calculado que reducir la emisión de gases efecto invernadero en un 60% para el año 2050 es esencial para proteger al clima global.
- Conferencia Interparlamentaria sobre el Medio Ambiente Global, sostenida en Washington en Mayo de 1990, que subrayó la importancia clave de las energías renovables como una política estratégica para la protección del clima, los recursos naturales y el medio ambiente.
- Resolución sobre el Protocolo de Kioto adoptada por la CVII Conferencia Interparlamentaria (IPU) en Marrakech del 22 de marzo del 2002, la cual llamó a los Estados a impulsar el uso de las energías renovables e incrementar la eficiencia de energía, entre otros, en el sector transporte.
- Plataforma de Brasilia aprobada en la Conferencia Regional sobre energías Renovables el 30 de octubre de 2003.

### **3.5. Inserción de las ERNC en la matriz eléctrica chilena**

No hay una discusión acabada sobre el potencial e inserción de las ERNC en la matriz eléctrica de Chile. Para encausar la respuesta se requiere primero entender las características básicas de esta matriz, y segundo el contexto político, económico y legal en que se desarrolla la discusión, como se señala en el punto 3.3.3. La matriz actual de producción de energía eléctrica es consecuencia del marco jurídico regulatorio que estableció la Ley General de Servicios Eléctricos a través del DFL 1 de 1981, que privilegió instrumentos tarifarios de un mercado nacional e internacional muy diferente al actual. Las Leyes Cortas I y II no alcanzaron a suplir estas carencias. En este marco, la forma de calcular los costos de producción y sus consiguientes tarifas quedó condicionada a la oferta existente y se puede afirmar que no abarca todos los factores y necesidades que hoy están presentes en el contexto nacional e internacional. Veinte y siete años después se puede constatar que las tarifas eléctricas no consideran factores de riesgo vinculados a la independencia y la seguridad energética, ni tampoco una serie de costos ocultos o externalidades negativas tales como los costos ambientales de la contaminación atmosférica de las centrales termoeléctricas, de la pérdida patrimonial causada por la modificación definitiva del entorno donde se instalan centrales hidroeléctricas, del desplazamiento o impedimento del desarrollo de otras actividades económicas al inundar el suelo o al copar la capacidad del aire para acoger nuevas actividades en la cuenca respectiva. Del mismo modo, al privilegiar los instrumentos de mercado de corto plazo en un contexto diferente, el DFL 1 genera inseguridad en términos del abastecimiento energético al privilegiar el gas, el carbón y la energía hidráulica para la generación de energía eléctrica y los combustibles de origen fósil para el transporte, calefacción y otros (Durán, 2006).

En resumen, este escenario de presión sobre la demanda, junto a la debilidad y vulnerabilidad de la oferta (insuficiente e insegura); la excesiva dependencia de los combustibles importados; la concentración de generación en hidroelectricidad y gas natural; la crisis del gas natural; y los sostenidamente altos precios internacionales de los combustibles, ha puesto al sistema eléctrico chileno en una delicada situación. Más aún este escenario ha hecho aumentar los costos de la economía e incidido en un menor crecimiento (Durán, 2006).

Si bien es cierto, la presente tesis se enmarca en un análisis de las ERNC en el contexto de la matriz eléctrica, conviene detenerse un momento en una breve descripción de la situación energética de Chile con el fin de entender por qué las ERNC poseen fuertes barreras de entrada. El sector energético de Chile es consecuencia de una opción de política sectorial casi exclusivamente centrada en criterios de mercado oligopólicos y concentrados, con un gran protagonismo del sector privado (principalmente transnacional), un débil rol del Estado, falta de políticas que incluyan no sólo la oferta de energía sino también la demanda, falta de normativas e institucionalidad, escasa participación de la ciudadanía, desprotección de los consumidores y nula orientación política para investigación y desarrollo. Como consecuencia de lo anterior, se explican las principales falencias en términos de política energética y de sustentabilidad:

1. **Excesiva dependencia de combustibles externos:** tradicionalmente a partir del petróleo y gas natural que significa problemas de costos, seguridad y continuidad en el suministro. Por su parte, la hidroelectricidad aporta a la matriz de consumo energético nacional con un 19% y la leña (junto a otras fuentes) representan un 15%. El consumo de energía secundaria presenta una situación muy similar, con una dependencia en 73% de combustibles fósiles. Esta dependencia, en el contexto de la más reciente crisis de abastecimiento de gas natural y el incremento en el precio

del petróleo a nivel internacional, indica la necesidad de una reestructuración de la matriz energética nacional, sobre la base de mayor independencia y diversificación de fuentes y proveedores (CNE, 2008 a).

2. **Límites ambientales y contaminación local:** Para Chile, insistir en la expansión del uso de combustibles fósiles (carbón, petróleo e incluso gas natural) enfrenta severos límites ambientales. El país tiene problemas de saturación de cuencas por contaminantes atmosféricos, especialmente en la zona central (regiones V, Metropolitana y VI), donde ya existen planes de descontaminación debido a la recurrencia de situaciones de emergencia ambiental. En estas zonas, la instalación de nuevas plantas a gas natural es inviable, pues superarían las normas establecidas para emisiones de combustibles fósiles y aumentaría el daño a la salud de las personas y al ambiente. Aunque a fines de 1990 el ingreso de gas natural mejoró transitoriamente la situación en lo que se refiere a algunos contaminantes (azufre y material particulado), ya no es posible instalar nuevas plantas sin transgredir los límites ambientales. Más aún, la propuesta de utilizar petróleo y carbón en las plantas de ciclo combinado para enfrentar la reciente crisis de abastecimiento de gas es totalmente inviable, pues significaría sobrepasar con creces las normas ambientales y generar aún más, gravísimos impactos para el ambiente y para la salud de la población, especialmente en la ciudad de Santiago.
  
3. **Inequidad en el abastecimiento y en el pago por servicios energéticos:** Si bien Chile tiene un alto índice de electrificación urbana y rural en relación a otros países de la región, el pago de los sectores más pobres por los servicios energéticos es altísimo en proporción a sus ingresos, lo que conlleva dificultades de acceso a la energía por baja capacidad adquisitiva. A esta situación se suma el hecho que los proyectos de energización de

sectores rurales han estado restringidos a la electrificación domiciliar básica, lo que significa una limitación para agregar valor a la producción agrícola o desarrollar una industrialización liviana, para mantener la población en las zonas rurales.

4. **Vulnerabilidad energética:** como una consecuencia de todo lo anterior, especialmente en el sector eléctrico, la vulnerabilidad se produce por concentración de la generación en las fuentes de energía hidroeléctrica y en el gas natural. Esta vulnerabilidad ya se expresó durante la década de 1980 y 1990, cuando las variaciones climáticas (sequías) generaron un fuerte déficit en la cota de llenado de los embalses para generación de electricidad. A mediados de 1990, la opción de diversificación para enfrentar esta crisis fue el gas natural. Posteriormente, bajo estrechos criterios de mercado, se centro todo el desarrollo eléctrico en este combustible, debido a su bajo precio. La dependencia respecto del gas natural - que duplica el aporte de las fuentes hídricas - puso en jaque al sector eléctrico, debido a una crisis de abastecimiento del combustible proveniente de Argentina. Por ello, resultan poco factibles las proyecciones del gobierno para el sector eléctrico hasta el año 2015, ya que suponen la construcción de nuevas centrales a gas sin tener seguridad en el suministro de este energético.



### **3.6. Análisis de la demanda de energía en Chile**

Como se señaló anteriormente, a partir de 1998, Chile ha experimentado una clara situación de vulnerabilidad del sistema eléctrico al analizar la relación entre la potencia firme y la demanda máxima con una disminución de la potencia de reserva en el SIC y con una disminución de la capacidad de entregar energía en ambos sistemas por falta de gas natural o sequías (Colegio de Ingenieros de Chile, 2010).

No obstante lo anterior, uno de los puntos esenciales dentro de la discusión energética o eléctrica es si Chile debe aumentar su consumo energético en la medida que aumenta el ingreso per cápita o la curva de crecimiento del país. Según datos de Comisión Nacional de Energía (CNE), se proyecta una tasa de crecimiento del consumo de energía del Sistema Interconectado Central (SIC) para el periodo 2008-2020 de entre 1.4% y 9.1% anual. Esto implicaría aumentar la capacidad del orden de 500 MW/año, lo que proyectado a los próximos 20 años la demanda energética del SIC pasará de los 6.000 MW actuales a cerca de 18.000 MW (CNE, 2008 a).

Hay quienes sostienen que alcanzar el desarrollo y superar la pobreza es directamente proporcional al crecimiento en el consumo energético. Diversos documentos de gobierno y empresas sostienen que Chile debe duplicar su energía, y por lo tanto, la tendencia es que la curva de consumo de energía crezca en forma acoplada con la curva del PIB nacional. En países como Alemania, Canadá, Dinamarca, Inglaterra, Japón y Estados Unidos, el aumento del PIB no está asociado a un aumento apreciable del consumo eléctrico. Es más, el consumo eléctrico per cápita se ha mantenido relativamente estático mientras el PIB va en aumento. Para el estado de California, el crecimiento de

la demanda de electricidad ha disminuido de 7% a 2%, con una economía que crece entre 3% y 4%, y donde el 75% de la actual demanda de electricidad se cubre con medidas de eficiencia energética y el 25% restante proviene del gas natural, la cogeneración y las energías renovables eólica, solar-térmica, geotérmica y biomasa. En el caso de España, las curvas tienden a ser acopladas pero es porque ha aumentado el consumo desde ERNC, situación contraria a Chile que depende fuertemente de combustibles fósiles importados (Astudillo, 2011).

Cabe señalar también lo que sucede con el PIB por unidad de energía - medida de la eficiencia con la que el consumo energético se traduce en crecimiento económico – donde se hace énfasis en la relación directa entre el ingreso per cápita y el consumo energético. Analizando este índice, es posible afirmar que Chile ha sido el menos eficiente en traducir el consumo energético en un mayor PIB, pese a ser el país que más ha aumentado proporcionalmente su consumo eléctrico per cápita, en comparación a los países antes mencionados; y a su vez, ha triplicado sus emisiones de CO<sub>2</sub> respecto a 1990 con una de las peores distribuciones del ingreso.

Por lo tanto, con los más de 13.000 MW de potencia instalada, si Chile duplicara su energía, se proyecta un aumento anual del consumo eléctrico entre el 6% y 7%. Según el informe Panorama Energético Mundial de la *International Energy Agency* (IEA), año 2010, se ha calculado que el aumento del consumo eléctrico promedio anual en el mundo será de 2,2% entre el 2008 y 2035 (tres veces menor que el proyectado por Chile); y de los cuales, los países de la OCDE (incluido el nuestro) serán responsables sólo del 10% de este aumento. El informe señala también que para satisfacer esta demanda y reponer equipos obsoletos se requerirá generar 5.900 gigavatios más entre 2009-2035, un 25%

más de la capacidad actual instalada. De acuerdo con las proyecciones, las mayores posibilidades para aumentar el uso de energías renovables en términos absolutos están en el sector de la electricidad. Se espera que la generación de estas energías se triplique pasando de un 19% a más de la mitad de las fuentes, igualando casi al carbón. Para ello se requiere el apoyo de los gobiernos, pues se estima es necesario invertir US\$ 205.000 millones (0,17% del PIB mundial) hasta el 2035 para impulsar las energías renovables. Por su parte, el informe estima que el uso de combustibles fósiles disminuirá desde un 68% a un 55% conforme se expanden las fuentes nucleares y renovables. Por su parte, el carbón pasaría de un 41% a un 32% de las fuentes para generar electricidad.

Cabe señalar que los países de la OCDE han ido frenando su consumo eléctrico, principalmente, debido a los altos costos de generar electricidad. En el caso de Chile, para los últimos 10 años, el consumo eléctrico de Chile ha aumentado, en promedio un 6% anual, aunque gran parte de este aumento se explica por el crecimiento a inicios de la década, habiéndose calculado esta cifra en sólo un 4,5% entre los años 2003 y 2007 (Astudillo, 2011).

Respecto al precio de la electricidad, según cifras oficiales de la Comisión Nacional de Energía, si éste aumenta se estima que la demanda puede bajar hasta un 3,5 %. De hecho, hasta el año 2006 se situaba por debajo de la curva del crecimiento del país. Para países desarrollados la demanda energética y eléctrica debe estar por debajo del crecimiento económico, considerando que existen potentes políticas de eficiencia energética. Por otra parte, en Chile históricamente la demanda eléctrica era atendida por sólo dos tipos de productores eléctricos, los hidráulicos y los térmicos a combustibles, siendo la proporción 50% y 50% en un año normal, llegando hasta más de 65% térmico

en un año seco (1999). Esto significa que la oferta eléctrica chilena está amarrada fuertemente al clima, pero se ha mantenido con un aporte hidráulico entre 37% y 52% los últimos años. Por otra parte, al día de hoy la potencia eléctrica (capacidad de producir) instalada de todo tipo supera la demanda (capacidad de consumir) por un poco más del doble, por lo tanto, el sistema instalado no está todo conectado, existiendo un rango importante de regulación de la entrada y salida de los productores eléctricos a través del Centro Económico de Despacho de Carga (CEDEC).

### **3.7. Potencial, caracterización, ventajas y desventajas de las ERNC en Chile**

Se estima que en Chile existe un potencial geotérmico entre 3 y 8 mil MW. Las pequeñas centrales hidráulicas y también la hidráulica de pasada posee un potencia de 5 mil MW entre la cuarta y décima regiones. Empresas forestales han estimado el potencial en biomasa en 300 MW, y del viento no hay una cuantificación exacta por el dinamismo de este tipo de energía (Sohr, 2007). Maldonado y Pontt (2008) indican que el potencial técnicamente factible e instalable al Sistema Interconectado Central –SIC- de la Energía Solar y Fotovoltaica alcanzaría los 1,551 MW, es decir, el 14,4% del potencial total (Maldonado y Pontt, 2008). Desde el punto de vista económico, la rentabilidad de la energía pasa por desarrollar políticas que incentiven al sector privado a invertir en tecnologías que estimulen opciones renovables limpias y ecológicas (Herzog et al., 2001).

A continuación, una descripción de los tipos de energías renovables no convencionales:

3.7.1. **Minicentrales hidroeléctricas:** Corresponde a pequeñas centrales hidroeléctricas que producen menos de 20 MW (Jara, 2006). La clasificación Francesa, según su tamaño, y que se ha extendido a Europa; y la clasificación elaborada por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) se muestra en el cuadro 2 (Colegio de Ingenieros de Chile, 2010).

**Cuadro 2: Minicentrales hidráulicas según clasificación francesa y Organización Latinoamericana de Energía (OLADE).**

Tipo de central	Clasificación Francesa	Clasificación OLADE
Microcentrales	Menor a 100 kW	Menor a 50 kW
Minicentrales	Entre 100 y 1.000 kW	Entre 50 y 500 kw
Pequeñas centrales	Entre 1.000 y 10.000 kW	Entre 500 y 5.000 kW

El potencial de México, Centro y Sudamérica basado en hidroelectricidad se calcula en alrededor de 687 GW (De la Torre, Fajnzylber y Nash; 2009). Su desarrollo en Chile se inició en 1897 con la minicentral hidráulica Chivilingo, que con una potencia de 430 kW abasteció por más de 70 años el consumo eléctrico de carbón de Lota. Desde el punto de vista de incorporación al Mercado Eléctrico, al igual que las otras ERNC, por ley tienen el derecho a vender el total de su producción y, además, al precio correspondiente al costo marginal de la energía y de la potencia del sistema eléctrico. También están exentas del pago de peajes en el sistema de transmisión troncal hasta una inyección de potencia de 9.000 kW y un descuento proporcional por el tramo entre 9.000 kW y 20.000 kW, mientras la capacidad conjunta de las ERNC no supere el 5% de la

capacidad instalada total del sistema eléctrico y si lo supera, comienzan a pagar una proporción del peaje troncal. Si bien es cierto, la Ley N° 20.257 al año 2024, obliga a acreditar que un 10% de su energía debe estar generada por medios de generación renovable no convencional propios o arrendados, el problema de éste y otros incentivos, es que debido a que éstas tecnologías, en general, se instalan en zonas cordilleranas alejadas del sistema troncal, entonces deben construir sus propias líneas de transmisión; es decir, por un tema de distancia sus costos aumentan. También deben pagar peajes por el uso de otras líneas de subtransmisión o de distribución existentes, limitando su capacidad competitiva. Por último se aprecia una asimetría de información y poder de negociación en la concreción de sus contratos frente a empresas eléctricas grandes ya establecidas (Colegio de Ingenieros de Chile, 2010).

3.7.2. **Eólica:** La energía del viento tiene un gran potencial en Chile. Las inversiones y proyectos cosntruidos de generación eólica a diciembre del 2009 ascienden a 174 MW de capacidad instalada, un 8,9% de la capacidad total eólica. Cabe señalar que proyectos por 1.099 MW se encuentran con permiso ambiental aprobado y 674 MW corresponden a proyectos con permiso ambiental en Calificación (Colegio de Ingenieros de Chile, 2010). Esta es una de las energías que ha logrado mayor desarrollo en el mundo. Dinamarca y España satisface el 20% de su consumo eléctrico con energía eólica y Alemania un 8%. De hecho, la generación de electricidad con energía eólica en 2010 alcanzó en España los 42.976 gigawatios/hora (GWh), lo que supone que, por primera vez en su historia, superó a Alemania (36.500 GWh) como el primer productor europeo de energía eólica. A fines del 2008, la capacidad eólica instalada total a nivel mundial fue de 121 GW, con turbinas instaladas en más de 60 países y donde Europa concentra el

54% de las instalaciones. Para el mismo período la generación eólica alcanzó una penetración de mercado de 1,3% (Colegio de Ingenieros de Chile, 2010). A nivel de Latinoamérica, los mejores recursos eólicos se encuentran en México, América Central y el Caribe, el norte de Colombia y en la Patagonia (tanto Argentina como Chile) (De la Torre et al., 2009). El país que más registra generación es Brasil con 48 MW; seguido de Argentina con 26 MW y Colombia con 20 MW.

Según el portal minero, más de US\$ 2500 millones de dólares en proyectos de energía eólica inyectarían al Sistema Interconectado del Norte Grande (SING) y Sistema Interconectado Central (SIC) más de 1.700 Megawatt (MW) de potencia a la red eléctrica chilena, utilizando como materia prima los vientos (energía cinética), sin generación de contaminantes. Estos parques eólicos se concentrarían principalmente en la región de Coquimbo con 9 proyectos, le sigue Antofagasta con 3, Valparaíso con 2 y algunas regiones del centro y sur del país tienen en carpeta a lo menos un proyecto. En cuanto a generación, los proyectos de la cuarta región inyectarían al SIC cerca de 1100 MW al momento de entrar en funcionamiento (<http://www.portalminero.com/>, 2009).

- 3.7.3. **Solar:** El norte del país es un centro excepcional de radiación solar que proporciona un potencial energético importante. Su costo de inversión es alto, y actualmente se usa en pequeña escala para electrificar localidades aisladas, en telecomunicaciones, alumbrado público y retransmisión de televisión. En toda la costa pacífica de Sudamérica, en el noreste de Brasil, y en grandes partes de México, de América Central y del Caribe existen niveles altos de radiación solar, más de 5 kWh/m<sup>2</sup>, considerados altos para los estándares internacionales (De la Torre et al., 2009).

Las tecnologías relacionadas con la energía solar son:

- a. **Solar termoeléctrica:** La producción de energía eléctrica se realiza mediante la conversión de la energía solar en calor de alta temperatura el cual se obtiene mediante la concentración de los rayos solares sobre un fluido, usando espejos y lentes. Este calor es transferido a una turbina o motor para la generación eléctrica. Es un tipo de tecnologías que ofrece soluciones a problemas de calefacción, iluminación, refrigeración y contaminación atmosférica y acústica (González, 2009). Según el informe Concentrating Solar Power Projects, las plantas en operación en el mundo, considerando todas las tecnologías, suman 656 MW, de las cuales un 94% corresponden a tecnologías de colectores cilindroparabólicos, ubicados en España y EEUU. Según estudios de Atmospheric Science Data Center (ASDC) de la NASA, Calama, Pozo Almonte y San Pedro de Atacama tienen una radiación directa normal igual o superior a localidades de España y EEUU, países que están tomando un liderazgo en estos temas. En San Pedro la cifra es de 9 kWh/m<sup>2</sup>/día, es decir, un 24% más que la estimada en D.Mojave en EEUU (Colegio de Ingenieros de Chile, 2010).
  
- b. **Solar fotovoltaica:** Tecnología que se inicia en 1954, cuando se descubrió que los semiconductores de silicio dopado con ciertas impurezas (también denominados semiconductores extrínsecos) eran muy sensibles a la luz. No obstante, es en el año 2008, cuando el Instituto de Sistemas Solares Fotovoltaicos de Concentración (ISFOC) logra en España instalar una planta fotovoltaica conectando a la red 3MW de potencia. Actualmente, el desarrollo de placas solares posee una eficiencia mayores a 30%. Por el momento, es



una tecnología con altos costos de inversión, porque la ganancia neta de energía requiere hasta 10 años para recuperar el costo inicial y recuperar ganancias. Actualmente, la producción mundial de células fotovoltaicas se concentra en Japón, Europa y EEUU, con un 48%, 27% y 11%, respectivamente (Colegio de Ingenieros de Chile, 2010). Cabe mencionar, dos iniciativas en Chile durante el 2010: 1. El proyecto denominado “La Ruta Solar”, que pretende generar vehículos movidos por energía humana y energía de celdas fotovoltaicas (ver [www.larutasolar.com](http://www.larutasolar.com)) y 2. El proyecto en San Pedro de Atacama de 500 kW para alimentar pequeños poblados en el desierto soleado.

3.7.4. **Biomasa:** Es la energía proveniente de la materia orgánica vegetal o animal. Se consideran fuentes de biomasa los desechos orgánicos, residuos agrícolas y de la silvicultura, como también las cosechas destinadas a la producción de calor, combustibles y electricidad. La producción y uso de la biomasa se relaciona directamente con el recurso forestal en el contexto que su utilización es principalmente para calefacción y cocina, donde el producto es la leña. Chile cuenta con alrededor de 2,1 millones de hectáreas de plantaciones entre la V y la XI Región, equivalente a una oferta de biomasa de 10 a 15 millones de metros cúbicos anuales (equivalente a entre 6 y 10 millones de toneladas). El potencial de residuos desde plantaciones es de 3 a 4 millones de toneladas, entre la V y X regiones. Tales cifras y volúmenes dan cuenta entre el 17 y 20 % de la energía primaria chilena y alrededor del 59% del consumo energético a nivel residencial (Comisión Nacional de Energía, 2008 c). Informes del Programa de Estudios e Investigaciones de Energía de la Universidad de Chile, indican que el potencial en el aprovechamiento de desechos de plantaciones forestales

no es inferior a los 300 MW (PRIEN, 2008). Por su parte, un estudio del Centro de Energías Renovables del año 2008 sostiene que, a nivel nacional, el potencial de generación a partir de biomasa residual proveniente del manejo de bosques plantados puede estimarse en un nivel de entre los 310 y 470 MW de potencia eléctrica instalable (considerando fracciones mínima y máxima de utilización de 50% y 75% respectivamente). Indicaba además que los efectos de economías de escala hacen presumir que plantas de generación eléctrica a partir de biomasa forestal pueden resultar interesantes, desde el punto de vista económico privado, para una potencia cercana a los 10 MW o superiores. A nivel mundial contribuye con el 14% al consumo de energía del conjunto de la población. Por otro lado, si se considera una planta térmica de 10 MW que utiliza 38,000 toneladas de carbón, ésta emite 112,000 toneladas de CO<sub>2</sub> y unas 1,520 toneladas de SO<sub>2</sub>. Si utiliza biomasa como combustible, quemaría 76,000 al año de biomasa con la misma generación de CO<sub>2</sub> (González, 2009). Aunque el dióxido de carbono es emitido cuando la biomasa es quemada, una cantidad igual de gases es absorbida desde la atmósfera durante las fases de crecimiento de los árboles y cultivos que sirven como combustibles de biomasa. Su combustión prácticamente no genera sulfuros y metales tóxicos. Algunas fuentes de biomasa, tales como la madera, generan menos nitrógeno que el carbón, reduciendo las emisiones de óxido de nitrógeno. Además, a través de la quema de materiales en desuso como desechos de construcción libres de pinturas y químicos, cortezas y recortes de árboles, es posible reducir los volúmenes de desechos enviados a los vertederos (FIMA, 2009). La descomposición de la biomasa produce una serie de gases, los que pueden ser aprovechados como combustible, comúnmente llamado biogás. Mediante otro tipo de procesos físico químicos, la biomasa también puede ser convertida en

combustibles líquidos, los que se conocen genéricamente como biocombustibles. Éstos, a nivel de Latinoamérica y el Caribe contabilizan cerca del 6% de la energía consumida en el sector transporte, dominados por la producción y consumo de etanol en Brasil (De la Torre et al., 2009).

- 3.7.5. **Oceánica:** El mar presenta grandes masas de agua en movimiento, las que contienen una inmensa cantidad de energía. La interacción de los campos gravitacionales de la luna y el sol sobre la tierra dan origen a las mareas, cuyo aprovechamiento se conoce como energía mareomotriz. La interacción del viento sobre la superficie del mar genera las olas, de frecuencia y magnitud variable, las que son aprovechadas en forma de energía undimotriz. Por último, las diferencias de temperatura y salinidad dan origen a las corrientes marinas, cuyo movimiento también puede ser aprovechado para generar energía (Centro de Energías Renovables, 2011).

La energía de las mareas se encuentra a lo largo de toda la costa chilena. Se estima que sería una muy buena opción en el sur del país donde las energías convencionales son demasiado caras por lejanía y por falta de conexión eléctrica a la red. Esta tecnología no es nueva aún cuando se conoce muy poco. Un ejemplo a citar es la central de la Rance en Francia, que opera desde 1967, donde las mareas alcanzan amplitudes de 12 metros, y la central tiene una represa de 700 metros y 24 turbinas de bulbo de 10 MW cada una, con un área de embalse de 22 km<sup>2</sup> (Colegio de Ingenieros de Chile, 2010).

3.7.6. **Geotérmica:** La Energía Geotérmica es la energía calórica cuyo origen se encuentra en el núcleo fundido del globo terráqueo (2.400 –2.800 °C) y que se manifiesta en superficie a través de erupciones volcánicas y fuentes termales. Ésta puede ser aprovechada en diferentes usos, de acuerdo a la masa calórica del fluido que la transporta a la superficie. Su potencia está determinada, principalmente, por su temperatura y caudal (Jara, 2006). La Ley Nº 19.657 del año 2000, la define como “*aquella que se obtenga del calor natural de la tierra, que puede ser extraída del vapor, agua, gases, excluidos los hidrocarburos, o a través de fluidos inyectados artificialmente para este fin*”. La historia de la energía geotérmica comienza en Italia cuando el Conde de Larderelo genera electricidad comercialmente en 1913. Nueva Zelanda, EEUU y México se unieron al desarrollo de la geotermia; y la primera planta conocida como Puchuldiza, que duró muy poco tiempo en Sudamérica se instaló en el Norte de Chile. La capacidad instalada de la geotermia a nivel mundial supera los 10.000 MW, y países como EEUU proyecta producir en su territorio más de 100.000 MW (Colegio de Ingenieros de Chile, 2010). Considerando que Chile posee el 10% de los volcanes a nivel mundial, se estima que el potencial aprovechable sería de hasta 3.350 MW en recursos geotérmicos por su condición de país volcánico. Su gran inconveniente es el costo inicial que representa abrir un yacimiento (De la Torre et al., 2009). No obstante, otros estudios como el de Lahsen (1985) o el de Stefanson (2005) hablan de un potencial de 16.000 MW (para 50 años) y 25.000 MW, respectivamente (Colegio de Ingenieros de Chile, 2010). A enero del 2008, existían 19 concesiones vigentes para desarrollar energía geotérmica cuya superficie total implica 450.800 hectáreas.

A continuación se presentan las ventajas, desventajas y barreras de las ERNC descritas anteriormente:

ERNC	Ventajas	Desventajas	Barreras
<b>Minicentrales hidroeléctricas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Explotan un recurso renovable como el agua.</li> <li>✓ Escaso impacto ambiental.</li> <li>✓ Sencillas de operar y mantener.               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Costos de mantención y operación reducidos.</li> <li>✓ Larga vida útil.</li> </ul> </li> <li>✓ No produce gases de efecto invernadero ni emisiones tóxicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Alta inversión por unidad de potencia instalada (en comparación con megacentrales).</li> <li>✓ Costos de diseño de ingeniería tienen una incidencia proporcionalmente mayor, debido a que el costo de diseñar una central varía poco con su tamaño.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Incertidumbre del potencial hidroeléctrico.</li> <li>✓ Obtención de concesiones eléctricas como también de servidumbres de paso.</li> <li>✓ Exeptuando los incentivos establecidos en el decreto 244 y en la Ley N° 20.257, quedan sujetos a las mismas condiciones de proyectos a gran escala.</li> <li>✓ Inexistencia de líneas de transmisión y lejanía de las centrales con implicancias en la rentabilidad del proyecto.</li> <li>✓ Asimetría de información comercial que impide que las minicentrales negocien sus contratos de venta en forma equilibrada.</li> </ul>

ERNC	Ventajas	Desventajas	Barreras
<b>Viento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Libre de emisiones de gases de efecto invernadero y utiliza muy poca cantidad de agua. Por cada MW producido, respecto de una central a carbón, se mitigan 0,9 toneladas de CO<sub>2</sub> y 0,045 toneladas de SO<sub>2</sub>.</li> <li>✓ No necesita de requerimientos geográficos tan específicos como los necesarios para construir presas, diques o plantas costeras para el aprovechamiento de la energía del oleaje.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Impactos medioambientales (en función del número y tamaño de unidades instaladas):               <ul style="list-style-type: none"> <li>afectación de flora y fauna,</li> <li>impacto visual, ruido y efecto sombra.</li> </ul> </li> <li>✓ Variabilidad del viento dependiendo de la zona, que implica que esta tecnología deba ser complementada con algún sistema de almacenamiento energético.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La variabilidad estacional y horaria de su generación dificulta la venta de energía en forma independiente.</li> <li>✓ Inexistencia de instrumentos financieros.               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tramitación de permisos sectoriales lento por el tiempo involucrado en estudios y búsqueda de financiamiento.</li> </ul> </li> <li>✓ Conexión a los sistemas de transmisión, porque en las zonas con alto potencial de desarrollo eólico se requieren de expansiones de los sistemas de transmisión.</li> <li>✓ Limitaciones de información sobre potencial eólico.</li> </ul>

ERNC	Ventajas	Desventajas	Barreras
<b>Solar Fotovoltaica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Desierto con alto volumen de radiación solar.</li> <li>✓ Condición país destacable en comparación con otros países de la región.</li> <li>✓ Ofrecen soluciones al suministro de energía eléctrica en viviendas y núcleos de población alejados a la red eléctrica general.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Sólo si se utiliza <math>\text{Se}_2\text{CuIn}</math> y <math>\text{CdTe}</math> en la fabricación de las células se puede producir contaminación con <math>\text{Cd}</math> y <math>\text{Se}</math> si se produce un incendio de los paneles.</li> <li>✓ Puede haber peligro de descarga eléctrica si los nódulos llegan a producir más de 50 voltios en corriente continua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Falta generación de incentivos.</li> </ul>
<b>Solar Termoelectrica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Zona norte con excelentes niveles de radiación solar normal directa.</li> <li>✓ Tecnología bajo colectores cilindro parabólicos esta madurando comercialmente, por lo que se considera de bajo riesgo tecnológico y comercial para efectos de financiamiento bancario.</li> <li>✓ Atractivo negocio para empresas mineras.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Falta generación de incentivos.</li> </ul>

ERNC	Ventajas	Desventajas	Barreras
<b>Biomasa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Produce menor impacto ambiental comparándolo con el uso de combustibles fósiles, ya que la biomasa contiene menores contenidos de azufre y metales.</li> <li>✓ El CO<sub>2</sub> proveniente del uso de la biomasa se fija en forma natural en el proceso de renovación mediante manejo y ordenamiento de los recursos asociados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cuando es combustionada directamente o utilizada en gasificación, las fuentes de biomasa liberan otras emisiones al aire y la atmósfera, dependiendo de la elección de materiales y tecnologías para el control de la polución que se utilicen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Falta generación de incentivos.</li> <li>✓ En el caso del uso de la madera como biomasa existe un alto costo de producción, por la distribución de la biomasa forestal y las distancias de transporte.</li> </ul>
<b>Geotérmica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Es sustentable en la medida que no se explote el yacimiento. Osea, el agua caliente extraída no debe realizarse en forma rápida, para que el agua de recarga aumente su energía térmica acumulada al irse calentando con el calor de la roca que es prácticamente, el que se condisera infinito.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Riesgo al invertir en los primeros pozos exploratorios y no encontrar los flúidos calientes esperados y necesarios para su producción.</li> <li>✓ Si la planta geotérmica se encuentra próxima a volcanes activos, se pueden producir explosiones y deslizamientos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mitigación del riesgo de la exploración profunda mediante subsidios al uso de energías geotérmicas. El costo de las perforaciones en promedio son de US\$ 5 millones por pozo en un rango de 1.000 a 2.500 metros de profundidad.</li> </ul>



ERNC	Ventajas	Desventajas	Barreras
<b>Geotérmica (continuación)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ No depende del clima ni de la insolación, por lo tanto, es una fuente permanente de energía.</li> <li>✓ Genera pocos gases de efecto invernadero, ya que el vapor del subsuelo contiene una cantidad muy pequeña de CO<sub>2</sub>.</li> <li>✓ Ocupa poco espacio y no producen desechos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Al extraer agua desde el subsuelo se puede ocasionar la compactación de formaciones rocosas en el lugar, pudiendo derivar en hundimiento de terrenos y depósitos. Algunos sistemas de explotación pueden afectar los ecosistemas acuáticos si extraen agua temperada y la descargan en otro de cuerpo de agua con</li> </ul>	
<b>Oceánica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Sustentable. No genera gases de efecto invernadero.</li> <li>✓ Es totalmente predecible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Costosa.</li> <li>✓ La subida y la bajada de las mareas, para el caso de la mareomotriz, con siempre coincide con los picos de demanda pudiendo no hacer un uso adecuado de la electricidad producida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Falta de estudios.</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración propia en base a las siguientes fuentes bibliográficas: Colegio de Ingenieros de Chile, 2010; González, 2009; FIMA, 2009; Comisión Nacional de Energía, 2008 c; Centro de Energías Renovables, 2011.

### **3.8. Indicadores de gestión para ERNC**

#### **3.8.1. Descripción general sobre indicadores de gestión**

Los indicadores de gestión surgen como herramientas necesarias para el análisis y seguimiento de políticas y estrategias de desarrollo. Sin embargo, éstas se elaboran y aplican a diferentes niveles de la sociedad y sus efectos y consecuencias se observan a diferentes escalas. Es por esto que los indicadores deben seleccionarse según las características y las necesidades de los usuarios (Winograd, 1995).

Los indicadores se elaboran para simplificar, cuantificar, analizar y comunicar información a los diferentes niveles de la sociedad sobre fenómenos complejos (Adriaanse, 1993). Esto con el propósito de reducir el nivel de incertidumbre en la elaboración de estrategias y acciones referentes al desarrollo y al medio ambiente y, para permitir una mejor definición de las prioridades y urgencias (Winograd, 1995). En otras palabras, y aplicándolo a la presente tesis, se puede concluir por ejemplo, que existen datos científicos sobre el potencial de ERNC en países que han impulsado este tipo de energías, sin embargo, esta información científica no siempre es útil para el desarrollo de una política pública, resultando necesario traducir las observaciones científicas y la abundante información en un número reducido de parámetros capaces de ofrecer información útil, a nivel político, sobre el problema en cuanto a sus causas, su situación y sus tendencias. Estos parámetros se conocen como indicadores de gestión (Mantenga, 2000).

La Organización de Desarrollo y Cooperación Económicos (OCDE) define indicador como un parámetro o valor resultante de un conjunto de parámetros, que ofrece información sobre un fenómeno, con un significado más amplio que el directamente asociado a la configuración del parámetro. El significado añadido que conlleva un indicador precisa de una definición clara de su función. De ahí que existan diversidad de tipos de **indicadores**, algunos de los cuales pueden agruparse en:

1. **Indicadores de evaluación ambiental:** Reflejan el estado del medio ambiente en relación a una preocupación ambiental, la presión que este soporta y la respuesta social. Estos indicadores suelen organizarse en un marco temático, entendido como preocupación ambiental (cambio climático, eutrofización, pérdida de biodiversidad, etc.) o por grandes sistemas ecológicos (agua, atmósfera, suelo, etc.).
2. **Indicadores de integración sectorial:** Informan sobre la interrelación entre los efectos ambientales sectoriales (agricultura, turismo, transporte, etc.) y las condiciones ambientales.
3. **Indicadores de integración económica:** Informan sobre el costo ambiental asociado a la actividad económica.

Cabe señalar que los indicadores ambientales deben estar avalados por ciertos requisitos, entre los que cabe destacar (OCDE, 1993):

- Validez científica.
- Representatividad en el marco de la preocupación ambiental.
- Fácil interpretación.
- Respuesta a cambios.
- Comparabilidad en el marco regional, nacional y otros.

Estos condicionantes marcan las propias limitaciones a las que se enfrentan los indicadores ambientales, siendo una de ellas la calidad de las estadísticas. Por otra parte, en el marco de desarrollo de una determinada política ambiental el uso de indicadores requiere de una permanente revisión, donde sea posible integrar los cambios en las metas políticas, los avances en el conocimiento de las preocupaciones ambientales y los resultados de los debates técnico científicos sobre la estructura de los indicadores.

### **3.8.2. Indicadores de gestión para ERNC**

Algunos estudios señalan el uso de indicadores para evaluar el impacto de un determinado producto y servicio. Lo anterior, y en el marco del uso de una herramienta internacionalmente aceptada como lo es el Análisis del Ciclo de Vida (ACV), se realizó un estudio para generar indicadores de sostenibilidad para determinadas tecnologías basadas en ERNC (fotovoltaica, viento, hídrica y geotérmica), evitando eso sí considerar impactos sociales (Evans et al., 2009). Cabe señalar que estudios previos discuten sólo un pequeño número de

indicadores y variación limitada de tecnologías de generación de energía para ganar una comprensión total de la sustentabilidad de todas las tecnologías modernas de generación de electricidad. Hay un rango de otros significativos indicadores que deben ser considerados al momento de evaluar la sostenibilidad de tecnologías de generación de energías. Por otro lado, hay que considerar que no sólo el ambiente bio-físico es impactado por la generación de electricidad, el ambiente humano, social y económico es también significativamente impactado por el método de producción escogido. Los principales indicadores de sustentabilidad usados fueron:

- El precio de la unidad de generación eléctrica.
- Las emisiones de gases de efecto invernadero.
- La disponibilidad y limitaciones de cada tecnología.
- El factor de incremento de transformación de energía. Éste es útil para establecer métodos de comparación, ya que procesos eficientes tendrán normalmente requisitos más bajos de procesos, capital y costos de operación, mientras que procesos menos eficientes pueden tener piezas más significativas para el adelantamiento y la innovación tecnológica.
- Requisitos de uso de tierra son importantes, pues a menudo tecnologías renovables compiten con sectores agrícolas o para cambiar biodiversidad.
- El consumo del agua. En climas áridos no es sustentable tener altos consumos de agua y tasas de evaporación para apoyar el proceso de generación de energía cuando la escasez de agua es un problema.
- Los impactos sociales, sirven para identificar correctamente los riesgos y consecuencias humanas, que permitirán una mejor aceptación y entendimiento de algunas tecnologías que a menudo están sujetas a objeciones públicas.

Los resultados del estudio indican que a nivel de limitaciones, la energía hídrica fue clasificada como la menos limitada debido a su capacidad de otorgar un poder de carga base, flexibilidad de operación y un gran número de lugares a nivel mundial. El viento fue considerado el segundo mejor por las mismas razones. La geotérmica es un poco más limitada a nivel mundial, con menos lugares convenientes de ser ubicadas; y la solar es considerada la más limitada, debido a que la energía producida por la exposición de horas de luz aún no alcanza a abastecer totalmente la energía requerida durante la noche y en días nublados. Al considerar los impactos sociales, el viento fue jerarquizado como la energía de menor impacto social. La Solar fue segunda. La geotérmica en tercer lugar y la hídrica como la de mayor impacto, debido a las muchas personas y animales que deben desplazarse al momento de las inundaciones. A nivel general, el viento es la más sostenible seguido de la hídrica, fotovoltaica y en último lugar la geotérmica.

Finalmente, para cualquier inversión en este tipo de tecnologías, es necesario entender la huella ambiental de los escenarios de crecimiento energéticos proyectados, focalizándose sobre prácticas de generación de energía sustentables. La huella ambiental contiene el ciclo vital total de la cadena de energía, desde el sector minero hasta de servicios que generan emisiones directas e indirectas, disposición de desechos y reciclaje. En la evaluación de cada estado de la cadena, los principales indicadores deben ser identificados para realizar una cuantificación de los impactos. Los indicadores estarán basados sobre impactos ambientales y sociales, emisiones de gases invernadero, agotamiento de recursos, disponibilidad de fuentes renovables de energía y el valor que estos suman a la economía.

## **4. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1. Materiales**

#### **4.1.1. Información requerida**

La información ha sido obtenida principalmente de la revisión de material bibliográfico y consulta a actores relacionados con el ámbito energético y de las Energías Renovables No Convencionales.

Los documentos consultados se relacionaron con:

- Políticas públicas, legislación e instrumentos vigentes en Chile y a nivel internacional sobre ERNC.
- Información sobre la estructura institucional vigente en Chile para enfrentar las ERNC.
- Estudios científicos provenientes principalmente del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) y de la Agencia Internacional de Energía (AIE).
- Información sobre estrategias, políticas, programas o planes de adaptación y mitigación en Chile y en países desarrollados sobre ERNC.
- Información sobre indicadores de gestión y desarrollo sustentable.

#### 4.1.2. Definiciones utilizados

Se utilizaron las siguientes definiciones en el contexto de la presente tesis:

- **Indicador de Gestión:** Parámetros que ayudan a los investigadores a simplificar, cuantificar, analizar y comunicar información a los diferentes niveles de la sociedad sobre fenómenos complejos (Adriaanse, 1993).
- **Política Pública Ambiental:** Es el componente de la gestión ambiental que responde a la pregunta de qué hacer, formula opciones de decisiones y cursos de acción, su adecuado diseño mejora la gobernabilidad y facilita la transformación deliberada de una realidad (Astorga, 2007).
- **ERNC:** Son aquellas fuentes primarias (recursos naturales disponibles) de energía que de forma periódica se renuevan a través de ciclos naturales por lo que pueden ser consideradas como inagotables (Domingo, 2000; Centro de Energías Renovables, 2011).
- **Desarrollo sustentable:** Se escogió la definición establecida en el informe de la Comisión Brundtland (1987): *“proceso de cambio en el que la explotación de los recursos, la dirección de las inversiones, la orientación del cambio tecnológico e institucional, están todos en armonía, aumentando el potencial actual y futuro para atender las necesidades y las aspiraciones humanas; todo esto significa que el desarrollo del ser humano debe hacerse de manera compatible con los procesos ecológicos que sustentan el funcionamiento de la biósfera”*.



## **4.2. Métodos**

### **4.2.1. Procedimiento metodológico para lograr los objetivos**

El objetivo de la presente tesis es elaborar indicadores de gestión para el desarrollo de ERNC. Aún cuando el desarrollo de éstas es incipiente, hay países que han avanzado fuertemente en su impulso. De la información disponible se desprende que los indicadores, como también políticas públicas y legislaciones basadas en ERNC, difieren de un país a otro dependiendo principalmente del territorio, costos y precio, potencial, voluntad política, matriz energética y eléctrica existente, desarrollo tecnológico, formación de profesionales e inversión, entre otros.

Para obtener los indicadores se procedió a revisar información (ver punto 4.1.1.), que fue utilizada para elaborar una encuesta que fue aplicada mediante entrevistas presenciales a veinte y nueve actores relevantes relacionados con ERNC en Chile del sector gubernamental, privado, académico y ONGs (Ver Anexo 2 que lista los nombres de los entrevistados). Los entrevistados tienen sólidos conocimientos sobre cambio climático, energía, eficiencia energética e institucionalidad ambiental. Las 29 personas entrevistadas corresponden a una muestra no probabilística o dirigida, definida como un subgrupo de la población respecto a personas que son parte del proceso de toma de decisiones de una persona o grupo de personas respecto a las ERNC (Hernández et al., 2003). Para efectos de la presente investigación las personas entrevistadas corresponde a la Unidad de Análisis. Por su parte, las entrevistas se realizaron entre agosto del 2009 y febrero del 2010.

El cuestionario tenía preguntas abiertas y cerradas, y se construyó utilizando la metodología descrita en Hernández et al (2003). Cabe señalar que la presente investigación corresponde a un estudio del tipo descriptivo. Según Hernández et al (2003) con este tipo de estudios se busca especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis, midiendo o evaluando diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar. Los estudios descriptivos miden de manera más bien independiente los conceptos o variables a los que se refieren y pueden integrar las mediciones de cada una de dichas variables para decir cómo es y cómo se manifiesta el fenómeno de interés.

El cuestionario confeccionado estuvo centrado en tres ejes (Eje 1: Sobre políticas públicas; Eje 2: Sobre el potencial e instrumentos normativos y financieros sobre ERNC; y Eje 3: Sobre indicadores de gestión para ERNC) con la finalidad de dar dinámica a la entrevista y relacionar en forma armónica aspectos de políticas públicas, normativas, e indicadores de gestión sobre ERNC. Independiente a que el objetivo final era obtener indicadores de gestión (Eje 3) se determinó profundizar en el Eje 1 y Eje 2 para entender desde la heterogeneidad de los entrevistados la actual situación del país sobre la existencia de políticas sobre ERNC e instrumentos normativos y financieros. Dichos resultados, permitieron obtener información sobre:

- Las voluntades, motivaciones y objetivos para establecer una política específica sobre ERNC.
- Conocer los principales sistemas de incentivo y apoyo al desarrollo de medios de generación de energía eléctrica (instrumentos normativos y financieros) con ERNC.

- Investigar el grado de avance que se ha tenido en los distintos países en cuanto a las metas buscadas y a los sistemas de incentivos escogidos.
- Conocer la percepción real desde los entrevistados sobre el desarrollo real de las ERNC en Chile.

#### **4.2.2. Procesamiento y análisis de la información**

Las respuestas de los entrevistados fueron procesadas, analizadas y sistematizadas en función de si el tipo de pregunta era cerrada o abierta. Se optó por no mencionar el nombre de ninguno de los entrevistados en el desarrollo de las respuestas, para no generar ningún conflicto de interés entre su pensamiento y conocimiento y su rol como representantes de las instituciones a que pertenecen. A continuación, se explica la forma como fueron procesadas, analizadas y sistematizadas las preguntas:

##### **a. Preguntas cerradas**

Las preguntas cerradas fueron procesadas mediante el Software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS 15.0), programa estadístico informático utilizado en las ciencias sociales y empresas de investigación de mercado que permite trabajar con bases de datos de gran tamaño y que permite la recodificación de las variables y registros según las necesidades del usuario.

Antes de utilizar el software, se elaboró un Libro de Código Maestro, cuyo objetivo era identificar las variables, los códigos y las alternativas de respuestas para cada una de las preguntas (ver Anexo 3). Esta información se digitó en el software y a través del comando “Análisis / Estadístico Descriptivo / Frecuencias” se obtuvieron los resultados de la participación porcentual de cada respuesta. Finalmente se realizó un análisis de los resultados.

#### **b. Preguntas abiertas**

Se realizó un análisis de contenido para analizar la comunicación de una manera objetiva y sistemática y cuantitativa; y para realizar inferencias válidas y confiables de datos con respecto a su contexto. A través de la codificación se obtuvieron características relevantes del contenido de un mensaje para transformarlas en unidades que permitan su descripción y análisis preciso.

Para esta investigación se definieron unidades de análisis a través de la palabra y el ítem (o párrafo). Posteriormente se realizó una categorización de la información según metodología planteada por Hernández et al (2003):

1. Darle orden a los datos.
2. Organizar las unidades, categorías, temas y patrones.
3. Comprender en profundidad el contexto que rodea a los datos.
4. Describir la experiencias de las personas estudiadas bajo su óptica, en su lenguaje y con sus expresiones.
5. Interpretar y evaluar unidades, categorías, temas y patrones, Explicar contextos, situaciones, hechos y fenómenos.

6. Generar preguntas de investigación e hipótesis.
7. Reconstruir historias.
8. Relacionar los resultados del análisis con la teoría fundamentada o construir teorías.

Finalmente, los indicadores de gestión obtenidos fueron analizados y clasificados bajo el enfoque PER (Presión, Estado y Respuesta). Esta herramienta, desarrollada por la OCDE, conduce hacia el monitoreo sobre la sostenibilidad o insostenibilidad de procesos de desarrollo y la posibilidad de aplicación a diferentes niveles, escalas y actividades humanas. Es utilizado a nivel macro como formato para estructurar indicadores. Implica elaborar de manera general una progresión causal de las acciones humanas que ocasionan **presión** sobre los recursos naturales, y que a su vez conllevan a un cambio en el **estado** del medio ambiente, al cual la sociedad **responde** con medidas o acciones, para reducir o prevenir impactos ambientales significativos. Dadas las características y naturaleza de los problemas de desarrollo y medio ambiente en sus diferentes escalas, las relaciones causa-efecto de los problemas ambientales y/o de desarrollo no son fáciles de establecer. Así, el medio ambiente tiene la capacidad de absorber presiones causadas por las actividades humanas, y aunque los datos y estadísticas pueden mostrar la presencia de la presión, a veces no se tiene la certeza que algún cambio de importancia en el estado del medio ambiente ocurre como resultado de dicha presión. Además, un cambio en el estado no significa necesariamente que esto sea un problema, aún más si la presión ocasiona un cambio del estado pero no conocemos la(s) causa(s) es muy difícil decidir o diseñar una respuesta o acción de manejo correcta.

## **5. RESULTADOS**

### **5.1. Análisis y discusión de los resultados**

El análisis y discusión de los resultados de las 18 preguntas que abarcó el cuestionario, para cada uno de los 29 entrevistados, se presentan a continuación:

#### **PAUTA DE ENTREVISTAS A EXPERTOS RELACIONADOS CON ERNC**

##### **EJE 1: SOBRE POLÍTICAS PÚBLICAS**

##### **1. ¿Cree usted que en Chile existe una real voluntad política para impulsar las ERNC?**

Los entrevistados debían responder Sí o No a esta pregunta. En ambos casos, se pidió a los entrevistados justificar su elección. Los resultados a esta pregunta se presentan en el cuadro 3.

El 58,6% de los entrevistados contestó que en Chile sí existe una real voluntad política para impulsar ERNC y el 20,7% contestó que no. El 17,2% no definió una respuesta en función de las dos alternativas: el 6,9% señaló que la voluntad política era “más o menos” y un 10,3% señaló que no era una respuesta tajante por una u otra opción, sino más bien, ambas. Un 3,4% no contestó la pregunta argumentando que no sabía.

**Cuadro 3:** Resultados respecto a la opinión de los entrevistados si en Chile existe una real voluntad política para impulsar las ERNC.

<b>Tipo de respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje válido</b>
Sí	17	58,6
No	6	20,7
Más o menos	2	6,9
Ambas	3	10,3
No sabe	1	3,4
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>100,0</b>

Los entrevistados que escogieron la alternativa Sí explicaron que en general la voluntad política para impulsar ERNC en Chile queda de manifiesto porque:

- Existe un lineamiento general del política energética y una política de biocombustibles.
- Existe una institucionalidad ligada al Ministerio de Energía y el Centro Nacional de Energías Renovables, instituciones creadas recientemente; como también proyectos impulsados por CORFO (Proyecto Innova) y el Programa País de Eficiencia Energética.
- Existe una normativa legal vigente, donde fueron nombradas principalmente la Ley N°20.257 sobre ERNC, la Ley N°19.940 (Ley corta I), la Ley N°20.018 (Ley corta II), la Ley N° 20.365 sobre colectores solares térmicos, e instrumentos de fomento a la inversión a través de CORFO.
- Existe una mayor conciencia colectiva ciudadana en términos de las bondades de las ERNC en comparación con los impactos negativos de utilizar combustibles fósiles.
- Existe una mayor difusión de las ERNC.

Por otro lado, los entrevistados que escogieron la opción No, argumentaron que:

- No es posible señalar que existe una real voluntad política cuando existe una economía de libre mercado donde el sector eléctrico está absolutamente monopolizado a nivel de empresas generadoras.
- Falta una real política de estímulos tributarios y financieros a las ERNC basada en el potencial de cada una de las tecnologías.
- Existe una legislación insuficiente, ya que la Ley N° 20.257 sobre ERNC tiene efecto nulo en el sentido que no facilita la entrada al sistema de pequeños medios de generación. Por otro lado, esta ley sólo se limita al 5% para el 2010 y a un 10% para el 2024 existiendo un enorme potencial de ERNC. Además, se argumenta que en términos generales al estar el sistema eléctrico controlado por las empresas generadoras aquellos inversionistas o empresas medianas quedan absolutamente desprotegidos; las multas establecidas en la ley son muy pequeñas y para algunos entrevistados poseen nulo efecto; y no existen subsidios fuertes y directos como en Europa y USA.
- Aún existe una falta de conciencia colectiva para impulsar adecuadamente estas fuentes.



**2. ¿Cree usted que las ERNC deben enmarcarse dentro de una Política Pública Específica? (Marque con una “X”).**

Los entrevistados debían responder Sí o No a esta pregunta. Sólo para quienes respondían negativamente se les solicitó justificar su elección. Veinte y ocho entrevistados consideran que las ERNC deben tener una Política Pública Específica, representando el 96,6% del total de entrevistas.

Algunas recomendaciones para establecer esta Política Pública Específica son las siguientes:

- Debe estar inserta en una política energética global.
- No debe regirse sólo por el mercado.
- Hay que extender la visión a una mayor participación de actores. Aunque ésto suena obvio, existe la percepción que las políticas son influenciadas fuertemente por el sector privado generando visiones de corto plazo. El tema energético y las ERNC deben considerar visiones, principios, objetivos y metas de largo plazo.
- Es necesario subsidiar tanto a los oferentes como a los demandantes que utilicen ERNC.
- Es necesario desde ahora potenciar el gran déficit que existe en Chile en recursos humanos técnicos y profesionales sobre ERNC.
- Las ERNC compiten en forma desigual con los bajos costos de inversión que significa utilizar energías convencionales. En el mismo sentido, es necesario agregar todos los atributos negativos a la actual generación de electricidad, puesto que los gases de efecto invernadero deben internalizarse para competir de igual a igual con las ERNC.

- Debe incorporarse la innovación tecnológica como un elemento central de la política.
- Aumentar la información y el conocimiento del tema.
- Debe incentivar un sistema de generación distribuida, descentralizado y con grados de autonomía a nivel nacional, regional y comunal.
- Es necesario cumplir con los tratados internacionales sobre cambio climático.

Sólo una persona, que corresponde al 3,4%, respondió condicionadamente. Es decir, marcó la alternativa SÍ y NO porque considera que no se debe inducir al Estado a una obligación de usar ERNC, considerando incluso que las ERNC no son la solución técnica económica para paliar la creciente demanda energética del país y cumplir con los tratados internacionales.

**3. ¿Cuáles serían los principios centrales de una política sobre ERNC?  
(Mencione al menos 5)**

Se obtuvo una lista de 19 principios centrales para establecer una política:

1. Que sea una política pública de largo plazo, con visión de país y cuyo concepto o eje principal sea la sustentabilidad. Se considera que las ERNC deben ser parte de una política energética asociada a una visión de desarrollo que incluya uso eficiente, menor consumo de energía y que propenda a una mejor calidad de vida y ambiental de los chilenos.
2. Dentro del concepto de sustentabilidad, en el ámbito económico, se plantea no introducir elementos a nivel de incentivos que signifique que el uso de ERNC sea un costo adquirido por el consumidor final de la energía.
3. Considerar las externalidades negativas en cuanto a los costos ambientales y sociales que producen las energías convencionales, en especial aquellas más contaminantes. Estos costos se asocian a los costos generados por el suministro, seguridad energética y uso de los recursos locales.
4. Considerar las externalidades positivas y negativas de las ERNC.
5. Respetar los tratados internacionales y aquellos tratados de libre comercio celebrados por Chile.
6. Buscar la diversidad de la matriz energética de forma segura, confiable y sustentable y que garantice la seguridad energética a través de la disminución de las importaciones de combustibles para la generación de energía asegurando la inversión extranjera.

7. Incluir el desarrollo tecnológico y la innovación como elementos centrales de la política, donde la tendencia debiera ser utilizar tecnologías de menor impacto.
8. Que posea una estrategia de desarrollo de las ERNC en paralelo con la aplicación de la eficiencia energética.
9. Usar un enfoque de uso del territorio en el impulso de las ERNC; es decir, utilizar las ERNC con la premisa de disminuir los costos de transmisión y los costos ambientales asociados. De ahí que, se solicita se impulse el concepto de “regiones energéticas” con un sistema interconectado descentralizado y que sea independientemente funcional entre las distintas regiones de Chile. En otros términos, Chile debe apostar a sistemas de generación distribuidas a través del uso de proyectos de menor escala y con beneficio local.
10. Que incentive y fomente la inversión desde el Estado con adecuados incentivos en cuanto a franquicias tributarias directas a los inversionistas, fomento de plantas demostrativas, impulso al estudio de tecnologías de menor riesgo o en etapas competitivas, y mayor incentivo a los consumidores.
11. Sincerar los costos entre usar ERNC y energías convencionales, ya que actualmente los costos de las energías convencionales son absorbidas por los consumidores, y por lo tanto, es necesario que los precios de las distintas alternativas sean diferenciados.
12. Contribuir a la generación de “empleos verdes”.
13. Apoyar la generación de información y difusión sobre el recurso.
14. Propiciar una mayor competencia perfecta desde el punto de vista del mercado de las energías y participación de las ERNC en la matriz

eléctrica. En la práctica esto significa usar racional y óptimamente distintas fuentes y recursos; y reduciendo las barreras de entrada de las ERNC para aumentar la competencia entre estas y las fuentes de energía tradicionales usando el potencial técnico y económicamente competitivo. Además, es necesario una mayor participación de las ERNC en el ámbito doméstico (edificios, departamentos, viviendas, locales comerciales edificios públicos, y zonas aisladas); y utilizar adecuadamente los niveles de información, bienes públicos y defensa, entre otros.

15. Apuntar a la diversificación de la matriz energética, tanto en el ámbito de las generadoras como de las fuentes.
16. En el ámbito del Medio ambiente, es necesario considerar los impactos globales de las fuentes convencionales para propender a la protección y resguardo del medio ambiente.
17. Fortalecer la institucionalidad en el ámbito energético y ambiental, dando reales atribuciones a Ministerio de Energía y Ministerio del Medio Ambiente; e impulsando instituciones o servicios de generación de información, políticas, tecnología e innovación. Algunos de los entrevistados sostienen que es necesario impulsar un Centro de Recursos Naturales.
18. Apostar a una integración regional: Chile tiene una demanda de energía que no se condice con el aporte que pueden generar las ERNC desde el punto de vista de su potencial.
19. Apoyar la capacitación y la difusión a nivel de usuarios a nivel nacional, con foco en poblaciones y comunidades que actualmente desconocen las bondades de las ERNC.

- 4. La política debería tener como objetivo(s) principal(es):**
- a) Incentivar el mercado de las ERNC**
  - b) Diversificar la matriz energética**
  - c) Mejorar la calidad de vida de los chilenos**
  - d) Mejorar la calidad del medio ambiente**
  - e) Rescatar el potencial de energías renovables no convencionales**
  - f) Cumplir con la institucionalidad y regulación vigente**
  - g) Todas las anteriores**
  - h) Algunas de las letras entre la a) y la f): \_\_\_\_\_ (señale cuáles letras).**

Las respuestas de los entrevistados se resume en el cuadro 4. Interpretando el cuadro se desprende que los objetivos de diversificar la Matriz (b), mejorar la calidad de vida de los chilenos (c) y mejorar la calidad del medio ambiente (d) superaron el 80% de las preferencias. Los objetivos relacionados con incentivar el mercado de las ERNC (a) y rescatar el potencial de ERNC (e) obtuvieron un porcentaje similar (65,5% y 62,1%, respectivamente). El objetivo de cumplir con la institucionalidad y regulación vigente (f) obtuvo un 51,7% de las preferencias. Por su parte, un 41,4% de los entrevistados cree que todos los objetivos planteados como alternativas (g) son centrales en el establecimiento de un política sobre ERNC.

**Cuadro 4:** Respuesta de los entrevistados respecto a los objetivos principales que debería tener una política sobre ERNC.

Objetivos principales de una política	Número de entrevistados que eligieron la alternativa	% de entrevistados que eligieron la alternativa	Número de entrevistados que no eligieron la alternativa	% de entrevistados que no eligieron la alternativa
Incentivar el mercado de las ERNC	19	65,5	9	31,0
Diversificar la matriz energética	25	86,2	3	10,3
Mejorar la calidad de vida de los chilenos	23	79,3	5	17,2
Mejorar la calidad del medio ambiente	26	89,7	2	6,9
Rescatar el potencial de energías renovables no convencionales	18	62,1	10	34,5
Cumplir con la institucionalidad y regulación vigente	15	51,7	13	44,8
Todas las anteriores	12	41,4	16	55,2

**Nota:** Un entrevistado no contestó la pregunta. Ésto determina que la suma entre el porcentaje de los entrevistados que eligieron la alternativa y el porcentaje de los entrevistados que no la eligieron sea de un 96,6%.

## **EJE 2:        SOBRE EL POTENCIAL E INSTRUMENTOS NORMATIVOS Y FINANCIEROS PARA ERNC**

### **5.    ¿Cuáles son las principales barreras para impulsar las ERNC?**

Se sistematizaron y clasificaron las respuestas de los entrevistados en función de los siguientes ámbitos:

#### **a) Barreras técnicas:**

- No existen mecanismos normativos que internalicen las externalidades negativas generadas por las fuentes convencionales. Lo anterior se refiere principalmente a los impactos ambientales y sociales que generan los gases de efecto invernadero.
- No existe un desarrollo de profesionales capacitados en Chile que permita generar información adecuada sobre las distintas fuentes de ERNC a nivel de mediciones, mantención, construcción, cálculo y desarrollo tecnológico, principalmente a nivel eólico, geotérmico y solar. Esto conlleva a la insuficiente capacidad para diseñar y desarrollar proyectos. Por otro lado, existen dificultades con el suministro de equipos para la generación a gran escala de proyectos de ERNC.
- Inexistencia de certificaciones para cada una de las tecnologías.



## **b) Barreras económicas:**

### **b.1) A nivel de costos:**

- No existe diferenciación de las tarifas o precios de las energías en la matriz eléctrica, considerando las externalidades de las energías convencionales.
- El costo asociado a las líneas de transmisión eléctricas que los inversionistas no están dispuestos a asumir en el caso de emprendimientos de proyectos de ERNC.
- Costos de inversión elevados asociados a la instalación y generación de ERNC, lo que se traduce en una falta de confianza en los inversionistas para desarrollar las diferentes tecnologías de ERNC (riesgo financiero de de proyectos muy alto).

### **b.2) A nivel de Inversión:**

- Inexistencia de un sector financiero que otorgue créditos blandos al impulso de las ERNC. Hasta el momento CORFO ha cumplido esa función pero muy incipientemente.
- Falta de acceso a financiamiento de proyectos debido a que existe una alta percepción de riesgo financiero. Actualmente los proyectos de ERNC no son competitivos con los de energías convencionales. No se disponen de sistemas de financiamientos formales (bancos) para los proyectos con ERNC.

### **b.3) A nivel de Mercado:**

- Inexistencia de un mercado desarrollado para las ERNC.
- Favorecimiento del mercado energético eléctrico a fuentes convencionales, lo que produce falta de competencia entre éstas y las ERNC.
- Falta una política de precios para las ERNC. No existen precios de equilibrio que puedan diferenciar entre energías convencionales y no convencionales. Inexistencia de reglas claras en cuanto a precios, costos y normas técnicas.
- Las cláusulas de ventas impuestas por las grandes generadoras hacen que estas últimas controlen el mercado energético eléctrico. El mercado está concentrado en megageneradoras de gran escala de tipo convencional, por lo que a posibles inversionistas medianos y pequeños se les exige cumplir con las mismas exigencias que para inversionistas grandes. Lo anterior se puede visualizar en los contratos de suministro en términos de garantizar tajantemente la oferta de energía, lo que en el caso de tecnologías como el viento y el sol, obliga a que la oferta faltante comprometida sea suplida con terceros, involucrando costos adicionales que no son fáciles de predecir, aumentando el riesgo para los inversionistas e impactando negativamente la rentabilidad de un proyecto.

### **c) Barreras Normativas:**

- Porcentaje de participación de las ERNC debiera ser más alto que el que esta establecido en la Ley N°20.257 (10% de ERNC al 2024).

- La Ley N° 20.257 es un marco legal insuficiente porque entrega a las generadoras convencionales la tarea de promover las ERNC. Para los inversionistas es difícil impulsar las ERNC porque existe la incertidumbre sobre quién paga el sobreprecio.
- La legislación favorece el desarrollo de tecnologías como las mini centrales hidroeléctricas en mayor medida que el resto de las tecnologías de ERNC.
- No existe regulación que permita el desarrollo de la microgeneración.
- Hay pocos estímulos económicos y financieros para invertir en proyectos de ERNC, a diferencia de lo que pasa en países desarrollados o que llevan una ventaja comparativa con ERNC.
- Faltan políticas y normativas claras respecto del funcionamiento de las ERNC y modificación de normativas que actualmente impiden un desarrollo normal de las ERNC. Por ejemplo, no se entiende que una industria que quiera generar su propia energía eólica no pueda entregar sus excedentes a otra industria. Actualmente, y de acuerdo a la legislación vigente, esta industria debe entregar su energía al sistema interconectado o debe transformarse en una generadora de energía entrando a competir con las grandes generadoras.
- Falta legislar sobre servicios asociados y conexos (mantención y reparación de equipos) y pagos de potencia asociados a las ERNC.

**d) Barreras Institucionales:**

- Retraso en la tramitación de permisos sectoriales y – en algunas ocasiones – exigencias exageradas. Lo anterior, debido a que no existe experiencia desde el punto de vista del manejo ambiental de estas

tecnologías que son nuevas en el país, lo que repercute en una demora en la toma de decisiones.

**e) Barreras de Información:**

- Falta información sobre recursos naturales y su manejo: Es necesario aumentar la información de recursos naturales en fuentes de ERNC como la geotermia y eólica, ya que por el momento, mucha de la información es a nivel de especulaciones. En el caso, por ejemplo, de las pequeñas centrales hidroeléctricas hay que levantar información sobre derechos de agua consuntivos y en el caso de los proyectos eólicos es necesario contar con adecuados mecanismos de almacenamiento. Aún es un problema la falta de información sobre la generación de energía solar y viento, por la poca regularidad en el suministro eléctrico que estas pudieran provocar.

**f) Barreras Tecnológicas:**

- El escaso desarrollo tecnológico a nivel de país provoca que exista una alta dependencia de tecnología importada.

**g) Barreras del actual Sistema Eléctrico:**

- Es necesario desmonopolizar el sistema eléctrico. El actual sistema eléctrico se visualiza como una barrera importante al desarrollo de las ERNC, por cuanto romper con las barreras de entrada a las ERNC pasa por un cambio del sistema energético y eléctrico. Incluso algunos entrevistados visualizan este cambio como parte fundamental de un

cambio de modelo económico del país e incluso de la actual Constitución de la República de Chile.

- Flexibilizar la entrada de las ERNC a nivel de la transmisión y subtransmisión. Existe una alta complejidad técnica y administrativa para la conexión de nuevos proyectos a la red de transmisión y distribución. Por otro lado, existen barreras con la inyección de la energía eléctrica a la redes de distribución por las inversiones requeridas.

#### **h) Barreras Sociales:**

- Faltan campañas de información ciudadana para educar sobre los beneficios de desarrollar ERNC junto a comunidades aledañas incorporando a otros sectores de la economía bajo conceptos de desarrollo sustentable y gestión ambiental estratégica.
- Desconocimiento del desarrollo de proyectos en ERNC, lo cual implica desconfianza o bien demasiadas expectativas de los propietarios de los terrenos posibles de desarrollar ERNC (eólico, minihidráulico y otros). A nivel país, la sociedad espera que las ERNC solucionen el problema energético, pero hay que ser muy claro en señalar, que si bien las ERNC son un buen complemento a la matriz energética o eléctrica nacional, aún se ve con desconfianza que sean parte importante de la solución integral al problema energético que enfrenta Chile, lo que hace que la proyección de fuentes convencionales se proyecte en por lo menos dos décadas más.

**6. ¿Es suficiente la regulación actualmente vigente para promover ERNC en Chile? (Marque con una “X”).**

Los entrevistados debían responder Sí o No a esta pregunta. Sólo para quienes respondían negativamente se les solicitó justificar su elección. Los resultados de esta pregunta se muestran en el cuadro 5.

**Cuadro 5:** Respuesta de los entrevistados respecto a si es suficiente la regulación actualmente vigente para promover ERNC en Chile.

<b>Tipo de respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje válido</b>
Sí	5	17,2
No	23	79,3
No contesta	1	3,4
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>100,0</b>

El 79,3% de los entrevistados considera que la regulación vigente sobre ERNC es insuficiente. Este resultado se explica porque los entrevistados consideran necesario que la regulación sobre ERNC:

- Aumente los incentivos a nivel de inversión en ERNC, ya que actualmente, las inversiones queden supeditadas más al “negocio” eléctrico que al desarrollo energético del país.
- Incentive estudios sobre el potencial geotérmico y mareomotriz.
- Exiga un real pago de multas a las generadoras que no cumplan con la ley, y no traspasar los costos a los consumidores.

- Que no discrimine por tecnologías convencionales y no convencionales.
- Incentive el desarrollo tecnológico.
- Corrija la falta información sobre las diferentes tecnologías.
- Regular los problemas que se presentan con la conexión a la red de proyectos de ERNC en localidades luján.
- Que sincere los costos y precios de las tecnologías versus las energías convencionales.
- Aumente la innovación tecnológica en ERNC.
- Establecer metas diferenciadas por cada una de las tecnologías.

Por su parte, el 17,2% de los entrevistados considera que es suficiente la actual legislación vigente ya que:

- La regulación será suficiente dependiendo de las metas y objetivos definidos en una política.
- Antes no había nada, y ahora con la Ley N° 20.257 existe una obligación.

Sólo una sola persona no contestó esta pregunta, lo que en términos porcentuales significa un 3,4%.

**7. ¿Qué aspectos debería abarcar una regulación sobre ERNC?:**

- a) Promover el bien nacional.**
- b) Mejorar la asignación de los recursos.**
- c) Mejorar el medio ambiente**
- d) Corregir fallas de mercado cuando no se presentan condiciones de competencia perfecta.**
- e) Otra(s). Indique cuáles.**

Los entrevistados debían elegir una o más alternativas entre la a) y d). En caso que los entrevistados no consideraran adecuadas estas alternativas, podían indicar otras mediante la alternativa e).

En primer lugar, y con un 75,9%, los entrevistados consideran que una regulación sobre ERNC debería tomar como aspecto corregir fallas de mercado cuando no se presentan condiciones de competencia perfecta (alternativa d). Anteriormente, ya se ha señalado que el Mercado es una barrera en sí, indicando como principales argumentos que el actual mercado eléctrico no acoge las ERNC, porque se considera que las diferentes tecnologías en ERNC son más caras y porque el mercado está altamente monopolizado por grandes generados, principalmente de energías convencionales. De ahí la necesidad urgente de diversificar los actores en la matriz eléctrica.

En segundo lugar, con un 48,3%, se considera importante mejorar el medio ambiente (alternativa c) considerando que las ERNC son energías limpias; y en tercer lugar, y con igual porcentaje (41,4%) se considera que es necesario promover el bien nacional (alternativa a) y mejorar la asignación de los



recursos (alternativa b). Cabe señalar, que promover el bien nacional tiene mucha relación con el concepto de equidad social y con promover el uso de recursos nacionales, así como el desarrollo local de empresas generadoras, proveedoras de tecnología y proveedoras de servicios de soporte. Para la alternativa mejorar la asignación de los recursos, se considera necesario contemplar resguardos y criterios de uso de los recursos naturales para que exista una correcta asignación de recursos financieros desde el Estado.

Un 10,3% de los entrevistados, consideró que las opciones entre las alternativas a) y d) no eran aspectos fundamentales en una regulación sobre ERNC; considerando como otros (alternativa e) los siguientes aspectos:

- Transparentar los costos reales que tienen para el país las ERNC. Aquí es importante considerar la siguiente pregunta: ¿Cuánto cuesta contaminar o manejar los desechos provocados por la industria v/s los beneficios de las ERNC?. Esta respuesta tiene mucha relación con incorporar las externalidades negativas y positivas en el costo y precio de la energía.
- Tener una matriz energética sustentable y que dé seguridad de abastecimiento e independencia energética.
- Tener un desarrollo social equilibrado.
- Diversificar la matriz a través de instrumentos como subsidios directos o certificados.
- Asegurar el ingreso al mercado de pequeños proyectos de generación y fomentar el desarrollo de una red inteligente de energía con generación distribuida.
- Cumplir con los objetivos de una política sobre ERNC inserta en una política global de energía.

- Establecer mecanismos o metas diferenciadas por tecnología, instrumentos para el estudio y desarrollo de tecnologías más incipientes y con alto potencial en el país.

**8. ¿Qué necesitaría Chile para impulsar adecuadamente las ERNC?**

- a) Un mapa del potencial de ERNC en Chile.
- b) Un plan de ordenamiento territorial para las ERNC en Chile.
- c) Una política específica para impulsar ERNC.
- d) Un marco regulatorio y una institucionalidad.
- e) Políticas de investigación, tecnología e innovación sobre su potencial para su aprovechamiento.
- f) Un estudio de mercado para las ERNC en Chile.
- g) Una agencia orientada a promover el desarrollo de las ERNC.
- h) Todas las anteriores.

Los entrevistados debían escoger una de las alternativas entre la a) y h), dando la opción de que ellos seleccionaran más de una alternativa. De esta forma se pretendía no limitar las respuestas de los entrevistados en función de una sola alternativa.

En el cuadro 6, se muestra un “*ranking*” de las alternativas escogidas con el objetivo de ordenar en listado decreciente el porcentaje de preferencia que cada uno de los entrevistados realizó respecto a cuales son los temas que necesitaría Chile mejorar para impulsar adecuadamente las ERNC.

Con un 89,7% de las preferencias de los entrevistados, se concluye que es necesario avanzar fuertemente en generar información respecto a las tecnologías que hoy en día se muestran como las más factibles de desarrollar en Chile a nivel de ERNC. Para ésto es necesario una política de investigación, tecnología e innovación sobre el potencial del recurso y de cada una de las tecnologías.

**Cuadro 6:** Respuesta de los entrevistados respecto a que necesitaría Chile para impulsar adecuadamente las ERNC en Chile.

<b>Ranking</b>	<b>Alternativa</b>	<b>Porcentaje escogido por los entrevistados</b>
1ero	Políticas de investigación, desarrollo e innovación sobre su potencial para su aprovechamiento.	89,7%
2ndo	Un marco regulatorio y una institucionalidad.	79,3%
2ndo	Un mapa del potencial de ERNC en Chile	79,3%
3ro	Una política específica para impulsar ERNC.	72,4%
4to	Un plan de ordenamiento territorial para las ERNC en Chile	69,0%
5to	Un estudio de mercado para las ERNC en Chile.	65,5%
5to	Una agencia orientada a promover el desarrollo de las ERNC.	65,5%
6to	Todas las anteriores.	34,5%

Claramente, en segundo lugar en el “*ranking*”, un marco regulatorio y una adecuada institucionalidad sobre ERNC ayudará a fortalecer su impulso. Para generar efectos en las actuales y futuras legislaciones, y a nivel de institucionalidad, es necesario contar con la mayor información posible. De ahí que, los entrevistados valoran con un alto porcentaje contar con un mapa del potencial. Estudios específicos sobre potencialidades de recursos energéticos locales en biomasa, mareomotriz, geotermia, solar y viento, se visualizan como absolutamente necesarias.

Un poco más abajo en porcentaje, los entrevistados plantean la necesidad de contar con una política específica. Este resultado está por debajo del 96,6% señalado en la pregunta 2; no obstante, hay que considerar que en esta pregunta para muchos de los entrevistados era un tanto lógica en el sentido que es una necesidad contar con una política para impulsar ERNC, la cual debe estar en sintonía con la Política Energética del País y una Política de Recursos Naturales (actualmente inexistente en Chile); pero que depende de una voluntad política que hoy no se ve reflejada con fuerza en hechos concretos. En cuarto lugar se plantea como necesidad realizar un plan de ordenamiento territorial para las ERNC en Chile, y con igual porcentaje un estudio de mercado que debiera siempre estar en manos de privados y una agencia orientada a promover su desarrollo, que actualmente esta presente en Chile.

Un 34,6% de los entrevistados considera que todas las alternativas deben ser consideradas para impulsar ERNC. El concepto de sustentabilidad estuvo muy presente en cada uno de los entrevistados involucrados en este porcentaje. El autor de esta tesis, considera pertinente, compartir una

definición elaborada por uno de los entrevistados que reúne muy bien los elementos que debería tener esta política: *“Una política de sustentabilidad es un acuerdo social y político que pretende la conciliación de objetivos (ninguno es mas importante que otro) sobre la conservación de la naturaleza y el medio ambiente, la distribución de la riqueza en los distintos actores sociales y el equilibrio del desarrollo económico”*.

## **9. ¿Cuáles son las debilidades del sistema eléctrico para acoger las ERNC?**

El 89,7%, es decir, 26 de los 29 entrevistados contestaron esta pregunta señalando las debilidades del actual sistema eléctrico para acoger las ERNC. El 6,9% declaró no saber, y por lo tanto, no contestaron; y sólo un entrevistado (3,4%) señaló que el sistema eléctrico no debería presentar debilidades pues en su esencia su objetivo *“es generar energía segura y entregar energía barata a los consumidores”*.

Sistematizando las respuestas de los entrevistados que sí indicaron debilidades del sistema eléctrico para acoger las ERNC, a continuación se presentan las razones:

- No considera las externalidades negativas de las energías convencionales y tampoco los impactos positivos sociales y ambientales que pueden generar las ERNC. En general sólo considera los costos privados.

- Se necesita elaborar normas a nivel de reglamentos que incorporen el ámbito financiero. Es necesario profundizar y aplicar instrumentos normativos, como por ejemplo el Net Metering, que sería muy beneficioso para los consumidores.
- Es necesario desconcentrar el sector eléctrico en función de la demanda y la oferta “*distribuida*” de la energía.
- Mayor participación de otros generadores. Las ERNC se tratan igual que los combustibles fósiles cuando se analizan las barreras financieras, administrativas y técnicas, desincentivando el ingreso de pequeños proyectos de generación al sistema.
- A nivel de precios, las ERNC son marginalistas, ya que por el precio, el sistema acude al combustible más barato de turno.
- Inexistencia de un sistema de comercialización que incluya fuertemente a las ERNC.
- Existencia de barreras en las líneas de conexión: transmisión, subtransmisión y distribución:
  - ✓ La existencia de problemas con la subtransmisión encarece los proyectos de ERNC y los hace pocos factibles.
  - ✓ Existen zonas con potencial evidente pero que no pueden conectarse al sistema. Por ejemplo, en la IV Región, es probable que los parques eólicos generen una suficiente cantidad de energía pero las líneas de transmisión no alcanzan a recibirla, porque la ley obliga al Centro de Despacho de Carga (CEDEC) a incorporar primero las centrales de menor costo como sucede con las plantas termoeléctricas. El CEDEC es quién de acuerdo a la demanda de energía define que energía colocar o no al sistema.

Por lo tanto, si la energía eólica genera un porcentaje considerable de energía, el CEDEC debe acogerla y buscar su conexión. De ahí que es necesario normar el CEDEC ya que van entregando la energía a menor costo. Por ejemplo, el criterio debería ser que la primera fuente de energía que entre al sistema sea la la fuente que debería entregar la energía. Ésto ayudaría a las renovables, independiente de su costo, a insertarse mayormente en el sistema, situación que no ocurre actualmente.

- Falta de criterios de seguridad energética para el suministro.
- El sistema es muy lineal y pequeño, por lo tanto, las posibles fluctuaciones de energía eólica y solar no alcanzan a cubrirse.
- Falta incluir criterios de beneficio social y sustentabilidad.
- Sería muy útil que el Sistema Interconectado del Norte Grande (SING) y el Sistema Interconectado Central (SIC) se unan ya que su actual estructura lineal dificulta la entrada de instalaciones de ERNC. El sistema de operación de las centrales generadoras tiende a favorecer a aquellas empresas que cuentan con suficiente diversificación de fuentes energéticas que respalden la intermitencia y bajos factores de carga de las centrales de ERNC.

## 10. ¿Cómo pueden las ERNC ayudar efectivamente a mejorar las condiciones de seguridad energética de Chile?

Se sistematizaron las respuestas de los entrevistados. A continuación, se listan las razones acerca de cómo y por qué las ERNC pueden ayudar efectivamente a mejorar las condiciones de seguridad energética en Chile:

- Las ERNC son independientes de factores externos y del precio de “*comodities*” internacionales como el petróleo. De alguna otra forma, las ERNC podrían dar estabilidad al precio de los combustibles en las tarifas pagadas por los consumidores.
- Las ERNC poseen ciclos de generación de energía diferentes a las energías convencionales.
- Las ERNC están dentro del territorio y por lo tanto utilizan recursos locales, lo cual otorga mayor independiencia.
- Las ERNC otorgan mayor diversificación de las fuentes en la matriz, ya que se genera una menor dependencia de combustibles fósiles y otorga un efecto de desatomización en una mayor cantidad de unidades que generen confianza en el sistema eléctrico; es decir, dan mayor seguridad en el abastecimiento con fuentes domésticas.
- Las ERNC dan mayor seguridad en el servicio y en la operación.
- Desarrollando con profundidad e independiencia las tecnologías en ERNC.
- Con un sistema de generación distribuida lo que implica una matriz más segura, menos vulnerable a posibles atentados o interferencias y con mejores condiciones para combatir el cambio climático.



- Las ERNC generan menor impacto al medio ambiente.
- Regulando el mercado de las ERNC.
- Las ERNC otorgan seguridad desde el punto de vista geopolítico.
- Estando cerca de centros de consumo, ya que:
  - ✓ Es económicamente viable.
  - ✓ Ubicándose en lugares donde hay menos disponibilidad de otras fuentes energéticas y fortaleciendo la generación de energía en subsistemas de transmisión (por ejemplo Isla de Chiloé u otras zonas similares).
  - ✓ Suministrando energía a zonas aisladas o centros de consumo que puedan mantener sistemas propios de suministro (por ejemplo, programa de electrificación rural, centros comerciales, industria, etc.)
  - ✓ Siendo dispersas y con pequeños proyectos inyectados a la red.

**11. ¿Qué instrumentos normativos y financieros se están planificando en el corto, mediano y largo plazo en materia de ERNC?**

A cada uno de los entrevistados se les mencionó los principales instrumentos normativos y financieros existentes a nivel mundial (ver Anexo 1). Las respuestas fueron heterogéneas. Cuatro de los entrevistados (13,8%) señalaron no conocer si se están desarrollando instrumentos en materia de ERNC y dos entrevistados (6,9%) declararon tajantemente que el país no ha avanzado nada en esta materia. Seis entrevistados (20,1%) indicaron conocer sólo el efecto que podría tener la Ley Nº 20.257 en el impulso a las ERNC.

Por otro lado, nueve entrevistados (31%) destacaron la labor de CORFO en el sentido que a través de “*subsídios directos*” se han hecho avances en materia de incentivo a la instalación de colectores solares para calentar agua en viviendas nuevas; y establecimiento de créditos para estudios de preinversión, principalmente en materia de proyectos geotérmicos y biocombustibles.

Tres entrevistados (10,3%) señalaron que el gobierno de la Presidenta Bachelet comenzó con el estudio de diferentes instrumentos normativos y financieros, pero existe incertidumbre, en el caso de los normativos, respecto a cuál es el más apropiado para incentivar el uso de ERNC. Hay que considerar que muchos países que han impulsado ERNC bajo instrumentos normativos escapan a su aplicación en Chile básicamente por los distintos niveles de ingreso per-cápita que existe entre éstos y nuestro país.

En función de ciertos comentarios de los entrevistados, cabe señalar algunos puntos de interés:

- Aún es incipiente el estudio y aplicación de instrumentos normativos y financieros.
- Es necesario capacitar a profesionales relacionados con las energías renovables mediante cursos o pasantías en materia de instrumentos normativos y financieros.
- Existe un inicio de discusión sobre el instrumento normativo Net Metering que en términos simples transformaría a los consumidores en pequeñas generadoras de energía. Esto puede generar un extenso debate con empresas distribuidoras porque se presume que éstas no estarían dispuestas a pagar al consumidor el diferencial de excedente que estas generarían.
- El instrumento financiero Feed in Tariff Pricing System (FIT) es una plataforma que ayudaría a introducir con fuerza ERNC como se ha hecho en Europa; no obstante, existe desconfianza en impulsarlo porque este instrumento no es adecuado para el sistema económico neoliberal que desarrolla Chile. En este sentido, algunos entrevistados recomiendan analizar los subsidios fuera de la lógica tradicional que señala que el “mercado todo lo regula”.
- Es necesario subsidiar el desarrollo de líneas de la transmisión desde ERNC para conectarse al sistema.
- Existen problemas con el proceso de fijación de precios para las distintas tecnologías con fuentes de ERNC, lo que ha hecho difícil definir un determinado instrumento normativo.

**12. ¿Cree usted que la Ley N° 20.257 (que introduce modificaciones a la Ley General de Servicios Eléctricos) establece mecanismos directos para impulsar las ERNC?**

Los entrevistados debían responder Sí o No a esta pregunta. Para ambos casos se les solicitó justificar su elección. Los resultados de esta pregunta se muestran en el cuadro 7.

**Cuadro 7:** Respuesta de los entrevistados respecto a si la Ley N° 20.257 establece mecanismos directos para impulsar las ERNC.

<b>Tipo de respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje válido</b>
Sí	15	51,7
No	7	24,1
Más o menos	1	3,4
Desconoce / No sabe	6	20,7
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>100,0</b>

Un 51% de los entrevistados sostiene que la Ley N° 20.257 sí establece mecanismos directos para impulsar las ERNC. El hecho que la ley establezca una cuota de 5% de ERNC para el 2010 y de 10% para el 2024 es un primer esfuerzo para impulsar el desarrollo de las ERNC, donde el punto crítico es vencer la inercia que significa innovar y promover cambios profundos en un mercado altamente consolidado. No obstante, si bien la ley establece obligatoriedad no incursiona en mecanismos de subsidio, intensivos o tributarios, por lo que fija una cuota con las mismas reglas del mercado. Hay

que señalar que con esta cuota se respalda parte importante de los contratos de venta de energía con ERNC. También, para algunos entrevistados es una “*ley tímida*”, ya que si bien es cierto genera un mercado especial para las ERNC, dicho mercado es extremadamente complejo de implementar.

El 24,1% de los entrevistados señaló que no establece mecanismos directos argumentando que entre los principales motivos lo explica el poco porcentaje de contribución que podrían alcanzar las ERNC al 2024 y porque no reconoce las barreras existentes para impulsar las ERNC.

Por último, un 20,7% de los entrevistados desconoce si la ley establece mecanismos directos para impulsar las ERNC básicamente porque desconoce el texto legal.

13. Marque con una “X”, utilizando el concepto de “prioridad” como criterio, cuál de las siguientes ERNC visualiza en el corto, mediano y largo plazo.

	ERNC	Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo plazo
1	Eólica			
2	Solar térmica			
3	Solar Fotovoltaica			
4	Mareomotriz			
5	Bioamasa			
6	Geotérmica			
7	Hidráulica a pequeña escala (< a 20 MW)			

A cada uno de los entrevistados se les pidió colocar una “X” con el objetivo de priorizar el desarrollo en el corto, mediano y largo plazo de cada una de las ERNC consideradas en este estudio. En el cuadro 8 se presentan los resultados de los entrevistados.

En el corto plazo, período considerado dentro de los próximos 5 años, se visualiza a la energía hidráulica a pequeña escala como la opción con mayor posibilidad de ser desarrollada con un 93,1%. Le sigue la energía proveniente del viento y aquella proveniente de la biomasa con un 86,2% y 75,9%, respectivamente. Con similar porcentaje se posiciona la energía solar térmica con un 37,9% y la solar fotovoltaica con un 34,5%. Con un porcentaje menor se posiciona la energía geotérmica (24,1%) y la energía mareomotriz con un escaso 3,4%.

**Cuadro 8:** Visualización de las ERNC en el corto, mediano y largo plazo.

	<b>ERNC</b>	<b>Corto Plazo</b>	<b>Mediano Plazo</b>	<b>Largo plazo</b>
<b>1</b>	<b>Eólica</b>	86,2%	17,2%	0%
<b>2</b>	<b>Solar térmica</b>	37,9%	48,3%	20,7%
<b>3</b>	<b>Solar Fotovoltaica</b>	34,5%	37,9%	37,9%
<b>4</b>	<b>Mareomotriz</b>	3,4%	17,2%	79,3%
<b>5</b>	<b>Bioamasa</b>	75,9%	27,6%	6,9%
<b>6</b>	<b>Geotérmica</b>	24,1%	55,2%	24,1%
<b>7</b>	<b>Hidráulica a pequeña escala (&lt; a 20 MW)</b>	93,1%	6,9%	0%

En el mediano plazo, período considerado entre 5 y 10 años, se visualiza la energía geotérmica en el primer lugar de las marcaciones con un 55,2%. Le sigue la energía solar térmica con un 48,3% y la energía solar fotovoltaica con un 37,9%. La biomasa disminuye bastante respecto al período de corto plazo con un 27,9%; y con igual porcentaje se posiciona la energía eólica y mareomotriz con un 17,2%. Finalmente la energía hidráulica obtiene un 6,9%.

En el largo plazo, período considerado mayor a 10 años, el desarrollo de la energía mareomotriz se visualiza con un 79,3%, y a una gran distancia la energía solar fotovoltaica con un 37,9%. Con porcentaje similar se posiciona la energía geotérmica y la solar térmica, con un 24,1% y un 20,7%, respectivamente. Tanto la energía eólica y la hidráulica obtuvieron cero porcentaje, ya que se considera que estas energías en el largo plazo deberían estar absolutamente consolidadas.

**14. ¿Cuál debería ser el porcentaje de participación de las ERNC a nivel de la matriz eléctrica mundial?**

A los entrevistados se les solicitó su opinión sobre cuál debería ser el porcentaje de participación de las ERNC en la matriz energética o eléctrica mundial, en el presente y en el futuro. Si bien es cierto, es difícil proyectar un porcentaje cuando existen diversos factores que podrían incidir en la participación de las diversas fuentes convencionales y no convencionales en la matriz, los entrevistados en una alta mayoría expresaron su opinión en función de su expertise sobre el desarrollo de las ERNC, sus barreras de entrada, el cumplimiento de tratados internacionales, las voluntades expresadas por algunos países promotores de ERNC, informes científicos y las perspectivas de desarrollo de los combustibles fósiles.

En el cuadro 9 se escribieron las respuestas de los entrevistados. De los 29 entrevistados; uno (3,4%) indicó desconocer qué porcentaje debería ser el más apropiado y dos (6,9%) no contestaron la pregunta. De los 26 entrevistados que contestaron y que representan un 89,7% del total, doce personas (41,4%) señalaron que para el 2010 la participación de las ERNC debería haberse consolidado entre un 5% y 30%. No obstante, un 83% de las doce personas consideran que el rango debería estar entre un 10 y 20%. Lo importante de esta cifra es que los expertos consideran que el porcentaje de participación de las ERNC en la matriz eléctrica mundial debería ser hoy lo que la Unión Europea plantea para el 2020, es decir, un 20%. Respecto a la proyección a futuro, las respuestas fueron más heterogéneas, aún cuando la tendencia se concentra entre un 15% a 30% entre los años 2020 y 2030; y entre un 50% y 100% para el año 2050.



**Cuadro 9:** Porcentaje de participación de las ERNC en la matriz energética eléctrica mundial.

%	AÑOS								
	2010	2015	2020	2025	2030	2040	2050	2070	3000
5	E9E								
10	E25G E12A E3A E29C								
15	E26A E16A	E18E	E6G	E12A E9E					
20	E28A E23A G E20E E7E		E2A E1A						
30	E8O			E18E	E17C E15A E7E E5O				
50				E8O E4O		E22A	E11E E10G		
60								E14A	
70						E3A			
80							E19O		
90							E27A		
100							E18E		E25G E6G

**Nota:** La sigla en cada celda corresponde a la identificación de un entrevistado. La repetición de colores se refiere a que algunos entrevistados contestaron más de una opción de participación porcentual de las ERNC en la matriz.

**15. ¿Cuál debería ser el porcentaje de participación de las ERNC a nivel de la matriz eléctrica chilena?**

Se realizó el mismo ejercicio que en la pregunta 14, pero ahora consultando sobre el porcentaje de participación de las ERNC en la matriz energética eléctrica chilena. Las mismas consideraciones respecto a los factores de variabilidad en los porcentajes señalados en el caso mundial, fueron indicados por los entrevistados en el escenario chileno.

En el cuadro 10 se escribieron las respuestas de los entrevistados. De los 29 entrevistados; uno (3,4%) indicó desconocer qué porcentaje debería ser el más apropiado y también una persona (3,4%) no contestó la pregunta. De los 27 entrevistados que contestaron y que representan un 93,2% del total, la tendencia es la siguiente:

Respecto al presente, doce personas (41,4%) señalaron que para el 2010 la participación de las ERNC debería haber sido entre un 5% y 25%. Claramente, este rango es superior al establecido en la Ley N° 20.257, que obliga a las empresas contar con un 10% de ERNC para el 2024.

Respecto a la proyección a futuro, del total de respuestas es posible indicar que un 17,2% de los entrevistados considera que para el 2020 el porcentaje de participación de las ERNC en la matriz eléctrica chilena debería estar entre un 10% y 20%. El mismo porcentaje de entrevistados señala que debería ser entre un 25% y 30% entre los años 2025 y 2030, y un 13,8% de los entrevistados considera que para el 2050 el porcentaje de participación de las ERNC debería estar entre un 40% y 50%.

**Cuadro 10:** Porcentaje de participación de las ERNC en la matriz energética eléctrica chilena.

%	AÑOS							
	2010	2015	2020	2025	2030	2040	2050	2070
5	E7E E13G							
10	E21E E16A E12A E9E E8O		E12A E1A					
15	E3A	E18E	E6G E2A					
20	E23AG E20E		E17C					
25	E28A E26A			E9E E4O	E16A			
30				E8O	E15A	E7E		
40						E3A	E19O	
50				E18E		E5O	E25G E11E E10G	
60								E14A
70						E22A		
90							E27A	
100							E18E	

**Nota:** La sigla en cada celda corresponde a la identificación de un entrevistado. La repetición de colores se refiere a que algunos entrevistados contestaron más de una opción de participación porcentual de las ERNC en la matriz.

**16. ¿Qué países considera usted que están más avanzados con el impulso de las ERNC?.**

En el cuadro 11 se presentan los países que los entrevistados consideran como más avanzados en el impulso de las ERNC. A cada uno de los entrevistados se les pidió entregar una lista de hasta cinco países. Posteriormente, se colocaron las preferencias de cada uno de los entrevistados y se contabilizaron obteniendo además un porcentaje del total.

España y Alemania son considerados los países más avanzados en el impulso de las ERNC. Cada uno de estos países obtuvo 28 preferencias de un total de 125. Lo anterior, implica que del total, España y Alemania representan en conjunto un 44,8%. Estados Unidos, principalmente con la experiencia en el estado de California, obtuvo 17 preferencias representando un 13,6% del total.

Los países Nórdicos compuestos por Dinamarca, Finlandia, Islandia, Noruega y Suecia obtienen 6 preferencias, lo que representa un 4,8% de total. No obstante, algunos entrevistados optaron por mencionar sólo algunos de los países Nórdicos. Tal es el caso de Dinamarca y Suecia, que están considerados más avanzados que Finlandia, Noruega e Islandia.

China fue mencionado con 6 preferencias, lo que al igual que a los países Nórdicos, representa un 4,8% del total. Posteriormente, Brasil e Inglaterra alcanzan un 3,2%, respectivamente; y Nueva Zelanda y Suiza un 1,6% cada uno. Canadá, Sudáfrica, Australia, Portugal, El Salvador, Japón, India, Costa Rica y Chile obtuvieron un 0,8% de las preferencias cada uno.

**Cuadro 11:** Países considerados como más avanzados en el impulso a las ERNC.

País	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6	E 7	E 8	E 9	E 10	E 11	E 12	E 13	E 14	E 15	E 16	E 17	E 18	E 19	E 20	E 21	E 22	E 23	E 24	E 25	E 26	E 27	E 28	E 29	Frecuencia	%	
<b>España</b>	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	28	22,4	
<b>Alemania</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	28	22,4
<b>USA</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X		X					X			X		X	X				X	17	13,6
<b>Nórdicos</b>		X								X											X						X	X	X		6	4,8
Dinamarca	X	X						X			X		X		X		X														7	5,6
Finlandia			X	X								X																			3	2,4
Islandia							X																								1	0,8
Noruega					X			X																							2	1,6
Suecia			X		X			X				X										X				X					6	4,8
<b>China</b>		X			X	X									X					X			X								6	4,8
<b>Canadá</b>			X																												1	0,8
<b>Brasil</b>			X									X				X						X									4	3,2
<b>N. Zelanda</b>						X														X											2	1,6
<b>Inglaterra</b>							X			X				X												X					4	3,2
<b>Suiza</b>								X										X													2	1,6
<b>Sudáfrica</b>											X																				1	0,8
<b>Australia</b>											X																				1	0,8
<b>Portugal</b>												X																			1	0,8
<b>El Salvad</b>																X															1	0,8
<b>Japón</b>																			X												1	0,8
<b>India</b>																				X											1	0,8
<b>Costa Rica</b>																														X	1	0,8
<b>Chile</b>													X																		1	0,8
																															<b>125</b>	<b>100</b>

**17. ¿Qué experiencia comparada cree usted se está recogiendo a nivel mundial para ser aplicada en Chile?**

De los 29 entrevistados, cinco entrevistados declararon no saber si el gobierno chileno se encuentra recogiendo alguna experiencia comparada a nivel mundial para ser aplicada en Chile. Tres entrevistados no contestaron la pregunta. Si se suman ambas categorías, ocho entrevistados dejaron en blanco esta pregunta, lo que representa un 27,6% del total de entrevistados.

Tres entrevistados, correspondientes al 10,3%, consideran en forma categórica que no existe experiencia comparada indicando como razón principal que *“las autoridades no han hecho los suficientes esfuerzos para recoger la información”*. Por su parte, dos entrevistados (6,9%) consideran que existe poca experiencia ya que de alguna forma el comité CORFO recién se está implementando.

De las respuestas de los entrevistados que consideran que si existe una experiencia comparada desde otros países para ser aplicadas en Chile, es posible señalar que esta experiencia se basa principalmente en:

- **Modelos de instrumentos normativos y financieros:** Se recopiló la experiencia de varios países (España, Alemania, Inglaterra y Australia, entre otros) que sirvió para impulsar la Ley N° 20.257.

- **Información y tecnología:** En este ítem, los entrevistados destacaron las experiencias recolectadas en los siguientes ámbitos:

- ✓ Desarrollo solar en USA (California) y España.
- ✓ Colectores solares desde Turquía, Grecia y México.
- ✓ Biomasa desde España y Alemania.
- ✓ Biocombustibles desde USA y Brasil.
- ✓ Desarrollo eólico desde países Nórdicos (Dinamarca y Noruega) y España.
- ✓ Hidroelectricidad a pequeña escala en Noruega.
- ✓ Geotérmica desde Italia.

Se destaca la labor del Centro de Energías Renovables (CER) y de la GTZ respecto a recolectar información en temas de gestión pública y desarrollo de nuevas tecnologías.

### **EJE 3: SOBRE INDICADORES DE GESTIÓN**

#### **18. A nivel general, ¿Cuáles serían a su juicio los principales indicadores de gestión para ERNC en Chile?.**

En el cuadro 12 se presentan los indicadores obtenidos de las entrevistas bajo el enfoque PER (ver punto 4.2.2.). Se establecieron 26 indicadores de gestión: 6 indicadores de Presión, 9 indicadores de Estado y 11 indicadores de Respuesta. Los indicadores planteados son una propuesta general que pretende contribuir a una discusión inicial más amplia sobre indicadores para ERNC. El autor de este estudio sugiere utilizarlos como elementos de gestión y planificación para quienes consideren que está en la línea de los objetivos planteados para cualquier proyecto o materia que considere el uso de ERNC. No obstante lo anterior, se necesita una Política de Energías Renovables No Convencionales explícita, participativa, con principios, metas y objetivos sustentables y de largo plazo, que contribuya a definir un marco de gestión para la elaboración de indicadores en el ámbito económico, social, político, energético y medioambiental. Probablemente, no todos ellos puedan ser aplicados al mismo tiempo, lo cual será responsabilidad de los gestores en función de los objetivos. Por otro lado, los indicadores propuestos deben ser analizados en función de la realidad local, regional y nacional. Al no realizar este ejercicio, existe el riesgo que los indicadores estén referidos principalmente con la diversificación de las fuentes de las distintas energías en la matriz eléctrica chilena, y no dentro de una mirada sustentable y de largo plazo que es la tendencia que actualmente desarrollan países con experiencia en la materia. Por último, los indicadores deben ser considerados parámetros dinámicos y no estáticos, y de ahí la relación con los objetivos y metas.



**Cuadro 12:** Indicadores de gestión para ERNC bajo el enfoque PER.

<b>Ámbito de análisis</b>	<b>Indicadores de Presión</b>
Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero	1. Toneladas de emisiones evitadas de gases de efecto invernadero.
Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero	2. Toneladas de combustibles fósiles utilizadas.
Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero	3. Índices de contaminación por gases de efecto invernadero (%).
Territorial	4. Índice de uso de suelo (%) = $\text{Uso de suelo con ERNC} / \text{Uso de suelo total}$ .
Impacto	5. Impacto social, económico y ambiental de cada tecnología ERNC sobre sectores productivos establecidos.
Eléctrico	6. Consumo eléctrico per cápita.

Ámbito de análisis	Indicadores de Estado
Matriz	1. Participación de ERNC en la matriz energética y eléctrica, a nivel regional y nacional (%).
Matriz	2. Oferta de tecnologías sobre ERNC.
Matriz	3. Capacidad o potencia instalada = Índice de MW Instalado de ERNC / MW Totales.
Matriz	4. Índice de nº de proyectos (%) = Número de proyectos de ERNC / Número de proyectos de generación de energía. <b>Nota:</b> se entiende por proyectos conectados al sistema.
Inversión	5. Índice de inversión (%) = Monto de inversión en ERNC / Inversiones del total de las energías. <b>Nota:</b> se sugiere tener presente un indicador en base a la inversión en ciencia y tecnología.
Inversión	6. Costos de inversión en ERNC / Costos de inversión del total de las energías. <b>Nota:</b> En US\$, euros y por kilowatt instalado.
Sociales	7. Relación entre el consumo eléctrico (consumidores) y la fuente generadora (%)
Sociales	8. Población con suministro eléctrico proveniente de ERNC (Número o %).
Financieros	9. Proyecciones de precios y costos de la energía con ERNC a nivel competitivo. <b>Nota:</b> Que incorporen los costos y beneficios anexos.

Ámbito de análisis	Indicadores de Respuesta
Inversión	1. Tasa de crecimiento en emprendimientos sobre ERNC.
Inversión	2. Número de proyectos bajo el el SEIA.
Desarrollo regional	3. Intensidad energética renovable: relación entre producción sectorial y las fuentes de energías renovables en la generación del producto.
Desarrollo regional	4. Participación de las ERNC en la generación de productos por sector productivo (%).
Desarrollo regional	5. Utilización de ERNC para energía eléctrica en servicios o organismos del Estado provenientes de ERNC (%).
Tecnologías	6. Tasa de desarrollo de servicios tecnológicos y conexos para el mercado de las ERNC (%).
Sociales	7. Generación de empleo (%).
Sociales	8. Tasa de aumento de capital humano (expertos, profesionales) capacitados para el desarrollo de proyectos de ERNC.
Financieros	9. Aumento de instrumentos financieros y normativos para fomentar las inversiones en ERNC.
Financieros	10. Países que cooperan con Chile para el desarrollar proyectos de ERNC.
Innovación	11. Tasa de transferencia de conocimiento sobre ERNC a sectores productivos. <b>Nota:</b> Número de Proyectos FONDEFF, FIA, CORFO, etc.

## **5.2. Aplicación de los indicadores de gestión a un caso de estudio**

Los indicadores de gestión obtenidos en el presente estudio (ver punto 5.1., pregunta 18) se aplicaron al Proyecto Eólico Canela II de Endesa. Se analizó la información pública disponible sobre el proyecto desde las Memorias de Endesa Eco, el Informe de Sostenibilidad de Endesa Chile, la Declaración de Impacto Ambiental y la Resolución de Calificación Ambiental del Proyecto.

### **5.2.1. Antecedentes generales del Proyecto Eólico Canela II**

El Proyecto Eólico Canela II pertenece a la Central Eólica Canela S.A., filial de Endesa Eco S.A. Se ubica en la comuna de Canela, Región de Coquimbo al sur del Parque Eólico Canela I, en operación desde diciembre de 2007.

El proyecto tiene por objetivo aumentar la oferta de generación de energía eólica en el SIC, para abastecer el aumento progresivo de la demanda del sector energético, la que se ha acrecentado fuertemente en este último tiempo y se prevé continúe con esta tendencia. Técnicamente, el proyecto consiste en la instalación de 46 aerogeneradores y se emplazará en los terrenos al sur del Parque Eólico Canela I, en un predio de aproximadamente 1.082 ha, dentro del

fundo El Totoral. Se conectará al Sistema Interconectado Central (SIC) mediante la línea de transmisión de 2x220 kV Los Vilos – Pan de Azúcar, ubicada a aproximadamente un kilómetro del lugar de emplazamiento del proyecto. El proyecto cumple con la actual legislación ambiental vigente y su Resolución de Calificación Ambiental fue obtenida el 9 de Septiembre del 2009. La iniciativa aporta 60 MW de potencia instalada al SIC, los que, sumados a los 18,15 MW de Canela I, la convierten en la instalación de mayor capacidad eólica del país con 78,15 MW y la segunda de Sudamérica, sólo superado por el Parque Eólico de Osorio en Brasil, de 150 MW.

### 5.2.2. Aplicación de los indicadores de gestión al caso

Los resultados se presentan en el cuadro 13. Para cada indicador propuesto se identificó si el proyecto Eólico Canela II considera o no su aplicación. Para aquellos indicadores donde no se obtuvo información se colocó la frase “Sin información”. Se concluye que el proyecto consideraría la aplicación de 13 indicadores, no consideraría la aplicación de 11 y para 2 no se obtuvo información.

**Cuadro 13:** Aplicación de los indicadores al Proyecto Eólico Canela II.

Ámbito de análisis	Indicadores de Presión	Aplicación de los indicadores al Proyecto Eólico Canela II
Reducción emisiones de GEI	1. Toneladas de emisiones evitadas de gases de efecto invernadero.	Aplica. Se estima que la instalación del proyecto evitará anualmente la emisión de 89.608 tonCO <sub>2</sub> . (Cifra de referencia).
Reducción emisiones de GEI	2. Toneladas de combustibles fósiles utilizadas.	No aplica.
Reducción emisiones de GEI	3. Índices de contaminación por gases de efecto invernadero (%).	No aplica.

Territorial	4. Índice de uso de suelo (%) = Uso de suelo con ERNC / Uso de suelo total.	Aplica. El proyecto se emplaza en un terreno de 1,082 ha. El proyecto no altera el uso del suelo.
Impacto	5. Impacto social, económico y ambiental de cada tecnología ERNC sobre sectores productivos establecidos.	<p>Aplica.</p> <p>En relación a los impactos ambientales y en la salud de las personas no se visualizan:</p> <p><b>1. Emisiones a la atmósfera:</b> generación de material particulado en la etapa de construcción y cierre <b>no serán significativas.</b></p> <p>Medidas de mitigación: humectación de caminos si amerita por clima. En la etapa de operación, no producirá emisiones de material particulado.</p> <p><b>2. Emisiones de ruidos y vibraciones:</b> Durante la etapa de construcción y cierre se generan ruidos y vibraciones por tránsito de los vehículos, uso de explosivos y maquinaria utilizada. En la etapa de operación, el movimiento de las palas de los aerogeneradores producirá alteraciones sobre el nivel sonoro por ruidos de origen mecánico y aerodinámico. <b>Por estudios realizados en terreno no se realizarán emisiones de ruido por sobre la norma.</b></p>

		<p>3. <b>Residuos líquidos: No genera.</b> Sólo en etapa de construcción.</p> <p><b>Aplicación de los indicadores al Proyecto Eólico Canela II</b></p> <p>4. <b>Residuos sólidos: Genera en la etapa de construcción pero están cubiertos con botaderos legales y autorizados.</b></p> <p>5. <b>Impacto a la flora:</b> Hay dos especies que se encuentran en estado de conservación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Calydorea xiphioides</i></li> </ul> <p>Nombre común: tahay violeta.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Carica chilensi</i></li> </ul> <p>Nombre común: palo gordo.</p> <p>Se utilizará botánico especializado, y en caso de estar afectadas en la etapa de construcción serán trasplantadas.</p> <p>6. <b>Impacto a la fauna:</b> Se realizó una visita a terreno de dos días donde participó un experto en fauna. La fauna vertebrada terrestre detectada en el área de estudio está formada por 59 especies, distribuidas en un anfibio, cinco reptiles, siete mamíferos y 46 aves. De las 59 especies de vertebrados terrestres detectadas durante la prospección al predio, 14 se encuentran en alguna</p>
--	--	---



		<p>categoría de conservación (24,6%).</p> <p>7. No hay riesgo de electrocución de aves.</p> <p>8. Proyecto no afecta o altera sistemas de vida o costumbres humanas.</p> <p>9. No existe población o áreas protegidas en el área de influencia del proyecto.</p> <p>10. Proyecto encontró sitios o monumentos de valor arqueológico y antropológico, relacionados con conchales, lascas de basalto y pircas. Se implementan medidas de protección, señalización y educación a los trabajadores.</p>
Eléctrico	6. Consumo eléctrico per cápita.	Aplica.

<b>Ámbito de análisis</b>	<b>Indicadores de Estado</b>	<b>Aplicación de los indicadores al Proyecto Eólico Canela II</b>
Matriz	1. Participación de ERNC en la matriz energética y eléctrica, a nivel regional y nacional (%).	Aplica.
Matriz	2. Oferta de tecnologías sobre ERNC.	Aplica.
Matriz	3. Capacidad o potencia instalada = Índice de MW Instalado de ERNC / MW Totales.	Aplica. Aporta 60 MW de potencia instalada al SIC, los que, sumados a los 18,15 MW de Canela I, alcanza una capacidad instalada de 78,15 MW .

Matriz	4. Índice de nº de proyectos (%) = Número de proyectos de ERNC / Número de proyectos de generación de energía. <b>Nota:</b> se entiende por proyectos conectados al sistema.	Aplica. Se conectará al SIC mediante la línea de transmisión de 2x220 kV Los Vilos – Pan de Azúcar, ubicada a aproximadamente a un kilómetro del lugar de emplazamiento del proyecto.
Inversión	5. Índice de inversión (%) = Monto de inversión en ERNC / Inversiones del total de las energías. <b>Nota:</b> se sugiere tener presente un indicador en base a la inversión en ciencia y tecnología.	Aplica. US\$ 168 Millones es la inversión del proyecto.
Inversión	6. Costos de inversión en ERNC / Costos de inversión del total de las energías. <b>Nota:</b> En US\$, euros y por kilowatt instalado.	Aplica. 2800 US\$/Kilowatt (US\$168 Millones / 60,000 kW).
Sociales	7. Relación entre el consumo eléctrico (consumidores) y la fuente generadora (%)	No aplica.
Sociales	8. Población con suministro eléctrico proveniente de ERNC (Número o %).	Sin información.
Financieros	9. Proyecciones de precios y costos de la energía con ERNC a nivel competitivo. <b>Nota:</b> Que incorporen los costos y beneficios anexos.	Sin información.

<b>Ámbito de análisis</b>	<b>Indicadores de Respuesta</b>	<b>Aplicación de los indicadores al Proyecto Eólico Canela II</b>
Inversión	1. Tasa de crecimiento en emprendimientos sobre ERNC.	No aplica.
Inversión	2. Número de proyectos bajo el el SEIA.	Aplica. Proyecto con RCA favorable el 9 de septiembre del 2009. Cumple con toda la legislación vigente.
Desarrollo regional	3. Intensidad energética renovable: relación entre producción sectorial y las fuentes de energías renovables en la generación del producto.	No aplica.
Desarrollo regional	4. Participación de las ERNC en la generación de productos por sector productivo (%).	No aplica.
Desarrollo regional	5. Utilización de ERNC para energía eléctrica en servicios o organismos del Estado provenientes de ERNC (%).	No aplica.
Tecnologías	6. Tasa de desarrollo de servicios tecnológicos y conexos para el mercado de las ERNC (%).	No aplica. Tanto el parque eólico Canela I y II poseen la operación y mantención con los mismos servicios tecnológicos.

Sociales	7. Generación de empleo (%).	Aplica. 680 personas en etapa de construcción / Cero personas en etapa de operación / Utiliza mano de obra del Proyecto Canela II.
Sociales	8. Tasa de aumento de capital humano (expertos, profesionales) capacitados para el desarrollo de proyectos de ERNC.	Aplica. El proyecto utiliza profesionales ideóneos.
Financieros	9. Aumento de instrumentos financieros y normativos para fomentar las inversiones en ERNC.	No aplica.
Financieros	10. Países que cooperan con Chile para el desarrollar proyectos de ERNC.	No aplica.
Innovación	11. Tasa de transferencia de conocimiento sobre ERNC a sectores productivos. <b>Nota:</b> Número de Proyectos FONDEFF, FIA, CORFO, etc.	No aplica.

## 6. CONCLUSIONES

1. La voluntad política expresada por autoridades de gobierno respecto a aumentar la participación de las ERNC en la matriz energética o eléctrica debe concretarse en una política explícita sobre ERNC con visión de largo plazo, con la mayor participación de actores posibles, con claros conceptos de sustentabilidad y bajo una Política Energética Global. Lo anterior requiere generar una profunda discusión sobre el actual modelo o sistema energético y eléctrico, como también instrumentos normativos y financieros que fomenten las ERNC basada en el potencial de cada una de las tecnologías. Por otro lado, este trabajo propone 19 principios centrales para una política sobre ERNC (ver pregunta 3 de la entrevista, página 75).
2. Las ERNC actualmente poseen fuertes barreras de entrada y compiten en forma desigual con los bajos costos de inversión que significa utilizar energías convencionales. El sistema eléctrico debe considerar las externalidades negativas de éstas últimas, desconcentrar el sector eléctrico en función de la demanda y la oferta distribuida de la energía, considerar un sistema de comercialización que incluya fuertemente a las ERNC y eliminar las barreras de entrada en el ámbito de las líneas de conexión: transmisión, subtransmisión y distribución, que encarecen los proyectos de ERNC.
3. La regulación actualmente vigente sobre ERNC es insuficiente. La ley N° 20.257 debiera genera un mercado especial para las ERNC obligando a su uso, pero dicho mercado es extremadamente complejo de implementar. Se recomienda modificar la ley para que facilite la entrada al sistema de pequeños medios de generación y establezca un porcentaje mayor al

propuesto para el 2024 (de 10%), incentivando un sistema de generación distribuida, descentralizado, y con grados de autonomía a nivel comunal, regional y nacional. A su vez, es necesario sincerar los costos entre usar ERNC y energías convencionales, ya que actualmente los costos de las energías de éstas últimas son absorbidos por los consumidores, y por lo tanto, es necesario que los precios de las distintas alternativas sean diferenciados.

4. No hay un conocimiento compartido y en profundidad sobre las características de los distintos instrumentos normativos para impulsar las ERNC en Chile. No obstante, el Feed-In Tariff (FIT), el Metering o Net Billing, y el Sistema de Cuotas, pueden implementarse de manera efectiva como complemento a una discusión acabada sobre el futuro energético del país. En el caso del FIT, sería necesario una revisión periódica de las tarifas, atendido el estado de desarrollo de las tecnologías de generación y de las variaciones en los precios del mercado eléctrico. Para el caso del Net Billing, es necesario una fuerte capacitación a los consumidores que estarían en condiciones de vender los excedentes de energía a plantas distribuidoras u otras. Para el Sistema de Cuotas es recomendable fijar objetivos particulares diferenciados, según tecnología, ubicación, tamaño y desarrollo de la fuente a estimular.
  
5. En el corto **plazo** (próximos 5 años), en el sentido de implementación de proyectos sobre ERNC, se concluye el siguiente ranking de tecnologías en ser desarrolladas: 1. hidráulica a pequeña escala, 2. eólica, 3. biomasa, 4. solar térmica y fotovoltaica, 5. geotérmica y 6. mareomotriz. **En el mediano plazo** (5 y a 10 años), se concluye que la energía geotérmica podría tener un nivel de desarrollo que puede posicionarla en el primer lugar. Le sigue la

energía solar térmica y la energía solar fotovoltaica, en segundo lugar. En tercer lugar la biomasa, cuarto para la eólica, quinto para la mareomotriz; y séptimo la energía hidráulica, en el sentido que esta ocupó su espacio en el corto plazo. **En el largo plazo** (mayor a 10 años), el desarrollo de la energía mareomotriz se visualiza en primer lugar; en segundo lugar la energía solar fotovoltaica; en tercer lugar la energía geotérmica y la solar térmica; y la energía eólica y la hidráulica no se consideran porque se cree estarán absolutamente consolidadas.

6. Respecto al porcentaje de participación de las ERNC en la matriz eléctrica mundial y nacional, se puede concluir que para el 2020 debería ser entre un 20 a 30%, y para el 2050 entre un 40 a 60%.
7. España, Alemania, USA, los países nórdicos (Dinamarca, Finlandia, Islandia, Noruega y Suecia), China, Brasil e Inglaterra, son considerados los países más avanzados en el impulso de las ERNC. Es necesario desarrollar protocolos de colaboración y firma de convenios con estos países en términos de estudio de tecnologías sobre ERNC y capacitación de profesionales.
8. Se proponen 26 indicadores de gestión y constituyen una propuesta inicial para una discusión más amplia sobre la materia. Probablemente, no todos ellos puedan ser aplicados al mismo tiempo, lo cual será responsabilidad de los gestores en función de los objetivos. Es recomendable utilizarlos en función de la realidad local, regional y nacional. Al no realizar este ejercicio, existe el riesgo que los indicadores estén referidos principalmente con la diversificación de las fuentes de las distintas energías en la matriz eléctrica chilena, y no dentro de una mirada sustentable y de largo plazo que es la

tendencia que actualmente desarrollan países con experiencia en la materia. Por último, los indicadores deben ser considerados parámetros dinámicos y no estáticos, y de ahí la relación con los objetivos y metas. Por otro lado, se determinó que el proyecto Eólico Canela II, en el marco de los indicadores propuestos, considera la aplicación de 13 indicadores, 11 no los considera y para 2 no se obtuvo información.



## 7. BIBLIOGRAFIA

**ADRIAANSE, A. 1993.** Environmental policy performance indicators. Ministry of Housing, Physical Planning and environment, The Hague, The Netherlands.

**AEDO, P; Y LARRAÍN, S. 2004.** Proyecto de Ley para la Promoción de las Energías Renovables en Chile. Programa Chile Sustentable. Primera Edición, Enero 2004. 82 p.

**ASTORGA, E. 2007.** Derecho Ambiental Chileno. Parte General. Editorial Lexis Nexis. 359 p.

**ASTUDILLO, P. 2011.** ¿Por qué Chile no necesita duplicar su energía?. Columna de opinión. [www.elquintopoder.cl](http://www.elquintopoder.cl)

**BURGER, V.; KLINSKI S; LEHR, U.; LEPRICH, U, NAST; M; AND RAGWITZ M. 2008.** Policies to support renewable energies in the heat market. Energy Policy 36 (2008) 3140– 3149.

**CENTRO DE ENERGÍAS RENOVABLES. 2011.** Web del Centro de Energías Renovables [Fecha de consulta: Febrero 25 de 2011]. [http://www.cer.gob.cl/?page\\_id=23](http://www.cer.gob.cl/?page_id=23)

**COLEGIO DE INGENIEROS DE CHILE. 2010.** Energías Renovables No Convencionales: Energía Sustentable para Chile. Comisión de Energía del Colegio de Ingenieros de Chile. 186 p.

**COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA. 2008 a.** Web de la Comisión Nacional de Energía [Fecha de consulta: Marzo 18 2008]. [http://www.cne.cl/fuentes\\_energeticas/f\\_renovables.html](http://www.cne.cl/fuentes_energeticas/f_renovables.html)

**COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA. 2008 b.** Política Energética: Nuevos Lineamientos, Transformado la crisis en una oportunidad. 113 p.

**COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA. 2008 c.** Estudio de Análisis del Potencial Estratégico de la Leña en la Matriz Energética Chilena. Elaborado por Corporación Chile Ambiente. 168 p.

**COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA. 2009.** Las energías renovables no convencionales en el mercado eléctrico chileno. Comisión Nacional de Energía - CNE, Cooperación Técnica Alemana – GTZ y Cooperación Intergubernamental Chile – Alemania. 144 p.

**DE LA TORRE, A; FAJNZYLBER, P Y NASH, J. 2009.** Desarrollo con menos carbón: respuestas latinoamericanas al desafío del cambio climático. Estudio del Banco Mundial sobre América Latina y el Caribe. 98 p.

**DOMINGO, E. 2000.** Régimen Jurídico de las Energías Renovables y la Cogeneración Eléctrica. Instituto Nacional de Administración Pública, España. 29 p.

**DURÁN DE LA FUENTE, H. 2006.** Alternativas energéticas para Chile. Energía. 4 p.

**ECODESARROLLO. 2009.** Página Web visitada el 10 de Mayo del 2009: <http://ecodesarrollo.cl/portal1/content/view/65/37/>)

**EVANS, A; EVANS, T Y STREZOV; V. 2009.** Assessment of sustainability indicators for renewable energy technologies. Graduate School of the Environment, Macquarie University, Sydney, NSW 2109, Australia. Renewable and Sustainable Energy Reviews 13 (2009)1082 -1088.

**FIMA. 2009.** Justicia Ambiental. Revista de Derecho Ambiental de la Fiscalía del Medio Ambiente, FIMA. Mayo 2009 N° 1. 307 p.

**GONZÁLEZ, J. 2009.** Energías Renovables. Editorial Reverté. 656 p.

**HERNÁNDEZ, R; FERNÁNDEZ, C y BAPTISTA, P. 2003.** Metodología de la Investigación. Segunda Edición. 500 p.

**HERZOG, A; LIPMAN, T; EDWARDS, J; AND KAMMEN, K. 2001.** Renewable Energy: A viable choice. Published in Environment, Vol. 43 No. 10

**INICIATIVA LATINOAMERICANA DE POLÍTICAS SOBRE ENERGÍA SOSTENIBLE. 2006.** Informe de la reunión. Organizado por la Organización de los Estados Americanos con el apoyo de la alianza para la energía renovable y la eficiencia energética. Montevideo, Uruguay. 28 de septiembre de 2006. 13 p.

**JACOBSSON, S; AND LAUBER, V. 2006.** The politics and policy of energy system transformation—explaining the German diffusion of renewable energy technology. *Energy Policy* 34 (2006) 256-276. Available online 2 October 2004.

**JARA, W. 2006.** Introducción a las Energías Renovables No Convencionales (ERNOC). EndesaEco. 84 p.

**MALDONADO, P. Y PONTT, J. 2008.** Aporte potencial de Energías Renovables No Convencionales y Eficiencia Energética a la Matriz Eléctrica 2008 – 2025. Universidad de Chile y Universidad Técnica Federico Santa María. 20 pag.

**MANTENGA, LOLA. 2000.** Los indicadores ambientales como instrumento para el desarrollo de la política ambiental y su integración en otras políticas. *Estadística y Medio Ambiente*. 2000. Instituto de Estadística de Andalucía. Sevilla. Pp: 75-87

**MENANTEAU, P ; FINON, D, AND LAMY, M. 2003.** Prices versus quantities: choosing policies for promoting the development of renewable energy. *Energy Policy* 31 (2003) 799–812.

**MUSTAFA, A. 2007.** Energy, environment and sustainable development. 17 Juniper Court, Forest Road West, Nottingham NG7 4EU, UK. Science Direct, Renewable and Sustainable Energy Reviews. Received 16 April 2007; accepted 30 May 2007. 12 (2008): 2265 – 2300

**KANCS, D'A.; AND WOHLGEMUTH, N. 2008.** Evaluation of renewable energy policies in an integrated economic-energy-environment model. ScienceDirect. Forest Policy and Economics 10 (2008) 128–139.

**OCDE. 1993.** “OECD Core set of indicators for environmental performance reviews”. Environmental Monographs nº83. OECD.

**PEET, JOHN. 1992.** Energy and Ecological Economics of Sustainability. 26 p.

**PETERSON, T; ROSE, A. 2006.** Reducing conflicts between climate policy and energy policy in the US: The important role of the states. Pennsylvania State University, University Park, PA 16802, USA Energy Policy 34 (2006): 619 – 631.

**PNUD. 2007.** Energías Renovables y Generación Eléctrica en Chile. PNUD y ENDESA ECO. Nº13. Temas de Desarrollo Humano Sustentable. 133 p.

**PNUMA. 2003.** XIV Reunión del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe. Ciudad de Panamá, Panamá, 20 al 25 de noviembre de 2003. Reunión preparatoria de expertos. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 15 p.

**PRIEN. 2008.** Programa de Estudios e Investigaciones de Energía. [Fecha de consulta: Septiembre 17 del 2007]. ([www.prien.cl](http://www.prien.cl)).

**PORTAL MINERO. 2009.** [Fecha de consulta: Abril 15 de 2009].  
[http://www.portalminero.com/noti/noticias\\_ver.php?codigo=5303&fecha=02](http://www.portalminero.com/noti/noticias_ver.php?codigo=5303&fecha=02)

**SENADO DE LA REPÚBLICA DE CHILE. 2011.** Tramitación de proyectos.  
[www.senado.cl](http://www.senado.cl). [Fecha de consulta: Marzo 17 del 2011].

**SOHR, R. 2007.** Chile y su inseguridad energética. Artículo publicado en la edición chilena de Le Monde Diplomatique. Nº 73.

**WINOGRAD, M. 1995.** Indicadores ambientales para Latinoamérica y el Caribe: hacia la sustentabilidad en el uso de las tierras. Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, Organization of American States, World Resources Institute. 85 p.

## 8. ANEXOS

### ANEXO 1. Instrumentos normativos y financieros para impulsar ERNC.

Fuente: Justicia Ambiental. Revista de Derecho Ambiental de la Fiscalía del Medio Ambiente, FIMA. Mayo 2009 Nº 1.

Instrumentos Normativos	Objetivo	¿Cómo opera?	Ventajas	Desventajas
<b>Feed in Tariff, Pricing System (FIT) o Sistema de Tarifas Mínimas</b>	<p>Estimular el crecimiento de las fuentes renovables de generación eléctrica a través de un sistema de tarifas fijas de largo plazo</p>	<p>Los compradores mayoristas y distribuidores de electricidad (operadores de la red) quedan obligados por un conjunto de normas a equilibrar la situación de desventaja competitiva entre los productores de electricidad con ERNC y los generadores convencionales de energía. Regula tres aspectos fundamentales en la generación y compraventa de electricidad: 1. Acceso a las redes de transmisión, 2. el cálculo de los precios de la electricidad o tarifas, y 3. La estabilidad de dichos precios (riesgo asociado a éstos).</p>	<p>Favorece a los inversionistas porque la certeza y previsión que genera la fijación de tarifas por períodos prolongados permite trazar planes de financiamiento seguros y calcular el tiempo que recuperarán sus inversiones. También, permite focalizar los incentivos en determinados tipos de fuentes en función de su calificación, nivel de necesidades, tamaño y localización, entre otros. Otra ventaja es que presenta bajos costos de transacción y administración, y requiere de la intervención de menor cantidad de recursos para su implementación y monitoreo.</p>	<p>Se desarrolla un intervencionismo desde el Estado al controlar los precios que evita la dinámica natural de desarrollo del mercado. Algunos creen que se estanca la inversión al tener la certeza del acceso, venta, precio y período en que se desarrollarán las ERNC. Se necesita un objetivo de generación con ERNC para evitar estancamiento ya que el FIT fija las tarifas de la electricidad y deja que el mercado determine la cantidad en que ésta será producida y comercializada. También, se encarece la electricidad en caso que el FIT se establezca como un imperio, pues el mayor valor que deben pagar los operadores de la red será traspasado a los consumidores o a los contribuyentes a través de sus impuestos.</p>

Instrumentos Normativos	Objetivo	¿Cómo opera?	Ventajas	Desventajas
<p><b>Quotas – Mandating Capacity Generation o Sistema de Cuotas de Generación</b></p>	<p>Requerir que una cierta cantidad de la energía que circula en un medio determinado provenga de ERN de generación.</p>	<p>Estableciendo la obligación ya sea respecto de las empresas eléctricas (productoras o distribuidoras) como respecto de los consumidores. El requerimiento se establecerá normalmente en porcentajes progresivos, y vinculados a un objetivo de política energética. El sistema de cuotas puede aplicarse básicamente en dos formatos: <i>Renewable Portfolio Standard</i> y el <i>Tendering System – Competitive Bidding</i>.</p>	<p>Suele ser percibido como una intervención menor del mercado, por lo que suele ser mejor recibido por los gobiernos conservadores, los grandes inversionistas y los mercados eléctricos abiertos en general. Cuando la intervención del mercado consiste únicamente en la fijación de un estándar o cuota mínima de electricidad de origen renovable, el mercado queda en absoluta libertad para determinar a qué precios y de qué forma, el objetivo será cumplido. Al respetarse en mayor medida las condiciones de mercado, el sistema de cuotas tenderá inicialmente a incentivar la utilización de las fuentes menos costosas, por lo que los proyectos con tecnologías de mayores costos se verán obligados a abaratarlos para participar.</p>	<p>Las desventajas son: 1. Las cuotas que se exigen bajo este modelo, no suelen fijar parcelas de cumplimiento según los tipos de tecnología disponible, sino que se limitan a establecer una cierta porción de las necesidades de energía eléctrica que debe ser suplida a través de ERNC y a determinar cuáles ERNC califican para su acreditación. Por ello, puede ocurrir que las únicas fuentes beneficiadas sean aquellas cuyos costos sean más bajos o aquellos proyectos cuyos inversionistas dispongan del capital necesario para competir. 2. Otro tema tiene que ver con que los inversionistas no disponen de altos grados de seguridad respecto del éxito de su emprendimiento, ya que deben entrar a competir en el mercado para vender su electricidad y no conocen con certeza el precio al que ésta será comercializada, pudiendo resultar en pérdidas y no en ganancias.</p>



Instrumentos Normativos	Objetivo	¿Cómo opera?	Ventajas	Desventajas
				<p>3. Concentración paulatina de los medios de generación en pocos grupos con tendencia a situaciones oligopólicas y monopólicas. 4. Tendencia a la concentración geográfica de los proyectos, ya que los inversionistas se verán atraídos por aquellas zonas en que existan mejores condiciones y recursos, con la posible oposición de la comunidad a los proyectos, y a impedir que sus efectos beneficiosos no se concreten (puestos de trabajo, desarrollo económico de zonas aisladas, reducción de contaminación local). 5. Al establecerse cuotas de cumplimiento, ya sea en términos generales o en particular respecto de un tipo de tecnología, se fija al mismo un tiempo un límite superior al desarrollo, no existiendo incentivos para rebasar dicho límite. Los costos de diseño, implementación y administración de estos modelos suelen ser elevados, al tiempo que generan altos costos de transacción.</p>

Instrumentos Normativos	Objetivo	¿Cómo opera?	Ventajas	Desventajas
<p><b>Metering o Net Billing</b></p>	<p>Incentivar la participación de los consumidores en su generación a partir de fuentes renovables de energía, normalmente de pequeña escala (consumidores domiciliarios y comerciales pero puede establecerse también en la industria) a través de método simplificado de medición de la electricidad.</p>	<p>Un consumidor que cuente con un generador de electricidad con fuentes renovables (turbina eólica, paneles solares o fotovoltaicos u otros similares) tendrá la posibilidad de compensar su volumen de consumo con el volumen de electricidad que genere en su instalación y que devuelva a la red.</p> <p>Este método puede explicarse con el siguiente ejemplo: La instalación de medidores eléctricos bidireccionales permite al usuario-generador excedentario, entregar la electricidad generada en su instalación, entendiéndose que realiza una venta de dicho excedente a la empresa distribuidora. La empresa distribuidora pagará al consumidor de acuerdo al mismo régimen tarifario al que este último está sujeto y el consumidor pagará únicamente por la electricidad utilizada.</p>	<p>Benefician tanto a las distribuidoras como a sus clientes. Las primeras ahorran en cuanto a costos administrativos y de monitoreo de los bajos volúmenes de electricidad entregados normalmente por los pequeños productores (el medidor operará bidireccionalmente de acuerdo al consumo neto del usuario) y los segundos se benefician del mayor valor que reciben por la electricidad que producen en sus instalaciones y de la posibilidad de conexión con el sistema de distribución de la electricidad que disponen normalmente las empresas eléctricas.</p>	<p>Existe un costo principal para la empresa eléctrica de forma indirecta: su cliente comprará menos electricidad que antes y la empresa percibirá menores ingresos. Ello porque cualquier exceso generado por el cliente que de otro modo sería comprado de acuerdo al precio de mayoreo, sería empleado por el cliente para compensar el gasto en su balance de consumo. Comúnmente la menor ganancia de la empresa eléctrica será semejante a la que se produce cuando un cliente implementa medidas de eficiencia energética. Si bien esta diferencia variaría dependiendo de los volúmenes de consumo y producción, en la mayoría de los casos la diferencia será de entre US\$ 10 a 40 mensualmente, para el caso de un sistema de generación eólico residencial de 10 kW. Por lo demás, lo que la empresa eléctrica deja de percibir se compensaría con los ahorros que experimenta a nivel administrativo, que en algunos casos puede exceder los US\$ 25, ya que en ausencia del mecanismo las empresas eléctricas deben procesar de manera separada la cuenta de consumo y la de generación del cliente, además de extender un cheque en los casos excedentarios, que en la práctica pueden ser tan bajos como US\$ 5 centavos.</p>

## **Instrumentos Financieros**

Son mecanismos que suelen ser empleados conjuntamente con alguno de los modelos normativos antes descritos y su efectividad es alta si son bien implementados. Los más conocidos son:

**Incentivos Tributarios:** En el caso de las ERNC, como otras actividades económicas, los impuestos se utilizan como un instrumento de estimulación para el crecimiento económico de la una actividad. Existen numerosos sistemas que contemplan por ejemplo, tanto a nivel central como a nivel local, beneficios como créditos, deducciones y hasta exenciones de cierto tipo de tributos, y para tecnologías de generación eléctrica determinadas. **Los créditos tributarios de inversión o *investment tax credits*** son créditos tributarios que otorga el fisco y que están destinados a costear ya sea una parte o el total de la inversión que representa la instalación de una planta de generación de ERNC. El crédito lo tendrá el inversionista, para hacerlo valer al momento de pagar lo que corresponda por concepto de impuesto a la renta. Créditos en California, en la década de los ochenta, fueron muy efectivos para impulsar el sector eólico. Estos créditos suelen ser utilizados para estimular el crecimiento de tecnologías en estado de maduración y cuyo costo de implementación es aún elevado respecto de otras, como es el caso de Japón con las instalaciones fotovoltaicas. Por sus bajos costos administrativos (ya que requieren de un pago único), suelen ser más apropiados para el estímulo de proyectos de pequeña o mediana envergadura.

**Los créditos tributarios de producción o *production tax credit (PTC)*** son ayudas tributarias contra montos de electricidad efectivamente generada e inyectada a la red. Este tipo de créditos incrementan directamente el monto de generación, ya que a mayor cantidad de kWh generados, menor será la carga tributaria sobre las ganancias del productor o inversionista. En EE.UU., a partir de 1994, el gobierno ofrece un PTC que reduce obligación impositiva de quienes inviertan en proyectos de generación eólica para inyectar electricidad a la matriz energética. La ventaja de este tipo de créditos es que funcionan como incentivo directo al monto deseado de ERNC, estimulando no solamente el desarrollo, sino también la eficiencia en la generación y en el abatimiento de costos. En ambos casos, los créditos que se asignen deben ir decreciendo de manera en sintonía con la maduración de las tecnologías que se quiere beneficiar y con el abatimiento de sus costos. Otra forma de incentivos tributarios, cuya difusión es cada vez mayor en los mercados eléctricos abiertos, se refiere a una que persigue dar cuenta de las externalidades positivas que trae aparejado el uso de fuentes

renovables en la generación de la energía eléctrica. Se trata de eximirlos por ejemplo del pago de los ecoimpuestos, *ecotax* o *carbon-tax*, establecidos en pos de la reducción de Gases con Efecto Invernadero (GEI) como el CO<sub>2</sub>, con cuya reducción ya colabora significativamente la generación eléctrica con ERNC (la emisión de estos gases es en la mayoría de los casos igual o muy cercana a cero). Otros incentivos tributarios destinados directamente al abatimiento de los costos de inversión, son medidas como la depreciación acelerada de los bienes y las maquinarias que se utilizan en la generación, exenciones y rebajas tributarias en la compra e internalización de estos bienes (aranceles y derechos de aduana), e inclusive la exención de impuestos como el IVA en casos extremos.

**Subsidios Directos:** Son mecanismos de reembolso y primas. Los primeros, se refieren a sumas de dinero que paga el estado al inversionista, y que corresponderá a porcentajes específicos de la inversión hecha por el generador de ERNC para instalar su central. Los Reembolsos o *Rebates* pueden referirse ya sea a una parte del costo total de la inversión, o establecerse en relación directa con los montos de electricidad generada e inyectada a la matriz (\$/kWh). Este tipo de mecanismo adquiere gran eficacia cuando se vincula a estándares de eficiencia y desempeño. Las Primas o *Production Payments*, tienen por objetivo recompensar a los generadores de ERNC a través de premios por unidad de entrega (kWh) por sobre el precio de mercado establecido para la electricidad. Una experiencia positiva con éste instrumento lo ha tenido California donde se ha establecido con éxito este tipo de incentivos a la producción, que se financia a través de un fondo formado con la recaudación de los dineros correspondientes a la recarga por uso contemplada en la tarifa. De esta manera, los consumidores de electricidad asumen de manera equitativa el costo de la energía limpia, de manera proporcional a su consumo. Cabe señalar, que en el supuesto que esta clase de pagos sea suficientemente alta como para cubrir los costos de generación y que se mantenga durante un período cierto y razonable de tiempo, puede decirse que este modelo de subsidio directo presenta similitudes notables en cuanto a los efectos de los sistemas de tarifa fija (FIT).

La experiencia recogida hasta hoy, demuestra que los reembolsos y primas son preferidos por sobre los créditos tributarios, ya que a diferencia de estos últimos, benefician a todo emprendedor, sin importar la magnitud de su carga impositiva. Además, los primeros incentivan de manera estable y equilibrada a la inversión, mientras que los créditos contra impuesto sirven de incentivo principalmente al final de cada ejercicio tributario. Finalmente, se recomienda en todo caso que de aplicarse un régimen de reembolsos, estos se establezcan como cantidades fijas de dinero por kWh o por unidad de potencia instalada, más que como porcentaje de los costos de inversión, de manera de incentivar al inversionista a buscar medios de generación eficientes y menos costosos.

**Créditos Blandos:** Debido actualmente a lo elevado de los costos iniciales de un proyecto de ERNC para generación eléctrica, es posible que no sea abordable por cualquier tipo de inversionista. Frente a las dificultades de financiamiento que un proyecto de ERNC pueda tener (altas tasas de interés y gran número de requisitos, entre otros), legisladores de diversos países han implementado los llamados créditos blandos o préstamos con bajas tasas de interés y pagaderos en plazo prolongados, que el Estado pone a su disposición como asistencia financiera. Asimismo, en algunos casos la ayuda se traduce en la asunción por parte del Estado de la calidad de aval o de garante en estos préstamos, aportándoles certeza. Al reducirse los costos en la obtención de financiamiento, indirectamente se reducen los costos por unidad de generación, con la consiguiente reducción del precio final de la electricidad. En China, más de 140.000 turbinas eólicas destinadas a la generación domiciliar de electricidad, en el marco de un programa de electrificación rural, han sido financiadas en la región interior Mongolia, proveyendo de energía eléctrica a cerca de medio millón de personas. En Japón y algunos estados de EE.UU. se incluyó este mismo tipo de medidas, encaminadas a la estimulación del mercado de la generación fotovoltaica con positivos resultados.

**ANEXO 2:** Lista de entrevistados.

	<b>Área</b>	<b>Nombre</b>	<b>Institución</b>	<b>Cargo o Función</b>
1	Académico	Luis Cifuentes	Universidad Católica	Jefe Centro Medio Ambiente
2	Académico	Pedro Maldonado	Universidad de Chile / Instituto de Asuntos Públicos	Programa de Estudios e Investigaciones en Energía
3	Académico	Roberto Román	Universidad de Chile	Secretario Académico Decano
4	Académico	Javier González	Universidad de Chile	Decano Facultad Cs. Forestales
5	Académico	Misael Gutiérrez	Universidad de Chile / Facultad Ing Forestal	Director Centro Tecnológico de la Madera
6	Académico	Luis Vargas	Universidad de Chile	Dpto. Ingeniería Eléctrica
7	Académico	Alfredo Lahsen	Universidad de Chile	Fac. Cs. Físicas y Matemáticas - Geología
8	ONG	Sara Larraín	Chile Sustentable	Directora Ejecutiva
9	ONG	Juan Pablo Orrego	Ecosistemas	Presidente
10	ONG	Patricio Rodrigo	Chile Ambiente	Director Ejecutivo
11	ONG	Flavia Liberona	Fundación TERRAM	Directora Ejecutiva
12	Asoc. Gremial	Mario Manríquez	ACERA	Vicepresidente Ejecutivo
13	Consultor	Gabriel Fierro		
14	Consultor	Miguel Márquez Díaz	SEI Ltda	Director Ejecutivo
15	Consultor	Nicola Borregaard	Asesor	CAMCHAL - Cámara Chileno Alemana de Comercio e Industria
16	Gobierno	Rodrigo García	Centro de Energías Renovables	
17	Gobierno	Jaime Bravo	CNE	Jefe Med. Ambiente y EE
18	Gobierno	Andrés Romero	CNE	Director Programa País EE
19	Gobierno	Juan Pablo Vega	CONICYT	Director I+D, Programa FONDEF
20	Gobierno	Sergio González	INIA	Investigador
21	Empresa	Richard Aylwin	Codelco	Dirección Eficiencia Energética
22	Empresa	José Ignacio Escobar	Mainstream Renewable Power	Gerente General
23	Empresa	Álvaro Urzúa	Universidad de Chile	Facultad Ing Forestal
24	Empresa	Luis Arqueros	Pacific Hidro	Gte. EjeJ. Des. Comercial
25	Empresa	Julio Albarrán	EcoPower	Gerente General
26	Empresa	Jaime Zuazagoitia	AES Gener	Gerente General
27	Empresa/Acad	Wilfredo Jara	ENDESA ECO	Gerente Gral / Gte. Med Amb
28	Empresa/Acad	Alejandro Saez	Gas Atacama	Gerente Área Industrial
29	Empresa/Ind	Ian Nelson	METROGAS	Gerente Grandes Empresas

**ANEXO 3: Libro de Código Maestro obtenido a partir de la encuesta para procesamiento de prrguntas cerradas en Software SPSS.**

Pregunta	Nº Variable	Nombre de la variable	Código	Alternativas de respuesta
0	1	Encuesta	Encuesta	1 = Académico 2 = ONG 3 = Asoc Gremial 4 = Consultor 5 = Gobierno 6 = Empresa 7 = Empresa Acad 8 = Empresa Individual
1	2	Voluntad política	Vol	1 = Sí; 2 = No; 3 = Mas o menos 4 = Ambas
2	3	Política pública específica	PPE	1 = Sí; 2 = No; 3 = Mas o menos; 4 = Ambas
4	4	PuPrIN	PuPrIN	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	5	PuPrIF	PuPrIF	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	6	PuPrINF	PuPrINF	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	7	PuIN	PuIN	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	8	PuIF	PuIF	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	9	PuINF	PuINF	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	10	PrIN	PrIN	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	11	PrIF	PrIF	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	12	PrINF	PrINF	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
5	13	Incentivar mercado	Merc	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	14	Diversificar matriz	Divers	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	15	Mejorar calidad de vida	Calidad	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	16	Mejorar medio ambiente	Medioamb	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	17	Potencial energías renovables	Potencial	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	18	Institucionalidad vigente	Institu	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	19	Todas las anteriores	Todas	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
7	20	Suficiente legislación vigente	Slv	1 = Sí; 2 = No; 3 = Mas o menos; 4 = Ambas; 5 = No contesta
8	21	Promover bien nacional	Pbn	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	22	Asignación de recursos	Ar	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	23	Medio ambiente	Ma	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	24	Fallas de mercado	Fm	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta

Pregunta	Nº Variable	Nombre de la variable	Código	Alternativas de respuesta
	25	Otras	Otras	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
9	26	Leyes	Ley	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	27	Reglamentos	Regla	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	28	Interacción de Leyes	IL	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	29	Normas sociales	NS	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	30	Otras1	Otras1	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
10	31	Mapa potencial	Mapa	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	32	Ordenamiento territorial	OT	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	33	Política específica	PE	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	34	Regulación institucional e	Reg	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	35	Investigación	Invest	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	36	Estudio de mercado	Mercado	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	37	Agencia	Agencia	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	38	Todas1	Todas1	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
15	39	Subsidios Certificados o impuestos	SCI	1 = Sí; 2 = No; 3 = Mas o menos
	40	Subsidios	Sub	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	41	Certificados	Cert	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	42	Impuestos	Imp	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
16	43	Ley Nº 20257	Ley1	1 = Sí; 2 = No; 3 = Mas o menos; 4 = Ambas; 5 = Desconoce / No sabe
18	44	Eólica corto plazo	ECP	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	45	Eólica mediano plazo	EMP	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	46	Eólica largo plazo	ELP	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	47	Solar térmica corto plazo	STCP	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	48	Solar térmica mediano plazo	STMP	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	49	Solar térmica largo plazo	STLP	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	50	Solar fotovoltaica corto plazo	SFCP	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	51	Solar fotovoltaica mediano plazo	SFMP	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	52	Solar fotovoltaica largo plazo	SFLP	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	53	Mareomotriz corto plazo	MCP	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	54	Mareomotriz mediano plazo	MMP	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	55	Mareomotriz largo plazo	MLP	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	56	Biomasa corto plazo	BCP	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta



<b>Pregunta</b>	<b>Nº Variable</b>	<b>Nombre de la variable</b>	<b>Código</b>	<b>Alternativas de respuesta</b>
	57	Biomasa mediano plazo	BMP	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	58	Biomasa largo plazo	BLP	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	59	Geotérmica corto plazo	GCP	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	60	Geotérmica mediana plazo	GMP	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	61	Geotérmica largo plazo	GLP	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	62	Hidro corto plazo	HCP	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	63	Hidro mediano plazo	HMP	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta
	64	Hidro largo plazo	HLP	1 = Sí; 2 = No; 3 = No contesta