

# **Informe Final**

## **Estudio de “Desarrollo y Maximización del Potencial Estratégico de la Leña en la Matriz Energética Chilena” (INDICE E INTRODUCCION)**

*elaborado para la*

**CNE**

*por*



**CHILE AMBIENTE**  
C O R P O R A C I O N

**Santiago, noviembre - 2008**

## **ACLARACIÓN**

Cualquier referencia a una empresa, producto, marca o fabricante, no constituye en ningún caso una recomendación ni de parte del Gobierno ni de la Corporación Chile Ambiente, responsable del estudio.

## **INDICE**

### **Resumen Ejecutivo**

### **Introducción**

Contexto, marco conceptual y definiciones claves

#### **1. Antecedentes Generales**

- 1.1 Contexto energético nacional.
- 1.2 Recursos energéticos renovables
- 1.3 Aspectos económicos del mercado de la leña
- 1.4 Política Pública y leña

#### **2. Cambio Climático y Contaminación Atmosférica**

- 2.1. Contaminación Atmosférica
  - a) Análisis a nivel local
  - b) PDA
- 2.2 Cambio Climático
  - a) Análisis efectos a nivel global
  - b) Análisis efectos a nivel local
  - c) Proyectos de Mitigación ligadas al Cambio Climático (captura carbono)
- 2.3 Otros impactos ambientales
  - a) Degradación de los ecosistemas forestales
  - b) Impactos ambientales producto de las plantaciones forestales

#### **3. Antecedentes socioculturales**

- 3.1 Coordinadas Generales del uso de la leña en Chile
  - a) Sobre las perspectivas presentes en el análisis de la leña
  - b) El uso de la leña en los sectores residencial, urbano e industrial
  - c) Constantes en el consumo de leña a nivel nacional
  - d) Principales usos de la leña en el sector residencial
  
- 3.2 Variables que inciden en la complejidad en el uso de la leña en Chile
  - a) Sobre la complejidad del uso de la leña
  - b) La variable cultural en el uso de la leña
  - c) La variable socioeconómica en el uso de la leña
  - d) El impacto social del mercado de la leña
  
- 3.3 Percepciones asociadas al uso de la leña
  - a) Principales percepciones sobre el uso de la leña
  - b) Percepciones generales sobre la leña y el bosque
  - c) Percepciones generales sobre la leña y la salud
  - d) Percepciones generales sobre la leña y la pobreza
  - e) Percepciones generales sobre la leña y el medio ambiente
  
- 3.4 Conclusiones preliminares

## **Capítulo 4. Optimización de la producción y calidad de la leña y derivados**

### **4.1 Evaluación del potencial de biomasa utilizable**

- 4.1.1. Potencial del bosque nativo
- 4.1.2 Potencial de plantaciones forestales
- 4.1.3 Potencial de residuos de industria de la madera
- 4.1.4. Balance de oferta y demanda de leña por región

### **4.2 Análisis del aumento de calidad a través de derivados**

- 4.2.1 Opciones y potencialidades de pellets y briquetas
- 4.2.2 Descripción de tecnologías de gasificación y bio-oil

### **4.3 Revisión y evaluación de la cadena de producción y calidad del producto actual**

- 4.3.1 Descripción general y evaluación del proceso productivo

### **4.4 Condiciones básicas para el funcionamiento de un mercado leñoso (irá en Cap 7)**

- 4.4.1 Tamaño mínimo de unidades para un negocio eficiente
- 4.4.2 Innovación de los modelos de negocio (propuesta de enviarlo a Capítulo 7)

## **Capítulo 5. Tecnologías de usos energéticos de la leña**

### **5.1. Tecnologías de cocción y calefacción doméstica**

- 5.1.1. Características del proceso de combustión en pequeña escala
- 5.1.2. Tecnologías disponibles en el mercado local
  - 5.1.2.1 Construcción y capacidad de los calefactores
  - 5.1.2.2 Eficiencia térmica del mercado actual
- 5.1.3. Tecnologías disponibles en el extranjero
- 5.1.4. Normativa de artefactos residenciales
  - 5.1.4.1 Normas relativas a emisiones ambientales: referencias mundiales
  - 5.1.4.2 Normas relativas a eficiencia energética
  - 5.1.4.3 Anteproyecto para regulación de artefactos a leña
  - 5.1.4.4 Plan de Descontaminación de Temuco y Padre Las

Casas

- 5.1.5 Recambio acelerado
  - 5.1.5.1 Objetivos
  - 5.1.5.2 Actores y roles
  - 5.1.5.3 Condiciones que es necesario definir
  - 5.1.5.4 Funciones que es necesario definir
  - 5.1.5.5 Modelos de subsidio
  - 5.1.5.6 Ejemplos de posibles programas

## **5.2 Calefacción distrital**

5.2.1 Descripción de la tecnología

5.2.2 Sistemas de distribución

5.2.3 Análisis de competitividad

5.2.3.1 Condiciones requeridas para un sistema distrital

5.2.3.2 Ventajas y desventajas

## **5.3 Tecnologías de uso industrial**

5.3.1 Tecnologías de combustión directa

5.3.3 Escala, costos, y eficiencia de plantas industriales a biomasa

## **5.4 Emisiones atmosféricas derivadas de biomasa**

5.4.1 Control de emisiones derivadas del uso de biomasa

## **6. Evaluación de las actuales medidas piloto en desarrollo por CONAMA y otros organismos.**

6.1. Educación ambiental.

6.2. Buenas prácticas.

6.3. Medidas de reducción de la contaminación.

6.4. Planes de fiscalización.

6.5. Certificación de leña.

## **7. Elementos para el Plan estratégico básico sustentable de la Leña**

7.1 Análisis de escenarios de corto y largo plazo de la oferta de leña

7.1.1 Conceptualización del uso sustentable y limpio de la leña.

7.1.2 Descripción de escenarios.

7.1.3 Medidas para el fortalecimiento de la leña como combustible

7.1.4 Medidas ambientales y eficiencia en el consumo de la leña.

7.1.5 Análisis de barreras técnicas, sociales, culturales, económicas y financieras.

7.1.6 Opciones de gestión de la demanda

7.1.6.1 Análisis de opciones

7.1.6.2 Factor de eficiencia de uso de recursos básicos por unidad generada.

7.1.6.3 Análisis FODA

7.1.6.4 Matriz comparativa

7.2 Opciones de gestión de la demanda de leña

7.2.1 Eficiencia actual

7.2.2 Leña y usos finales

7.2.3 Opciones tecnológicas

7.3 Definición estratégica

7.3.1 Objetivo general

7.3.2 Objetivos secundarios

- 7.4 Líneas de acción y justificación (caracterización general)
- 7.5 Marco normativo e institucional mínimo
- 7.6 Identificación y conveniencia de instrumentos económicos
- 7.7 Apoyo a iniciativas locales/municipales
- 7.8 Oferta de leña
  - 7.8.1 Normativa y manejo forestal
  - 7.8.2 Plantaciones dendroenergéticas
- 7.9 Nuevas tecnologías
- 7.10 Programas de transferencia y de capacitación
- 7.11 Indicadores de evaluación de políticas
- 7.12 Estadísticas y normalización de la información
- 7.13 Requerimientos de estudios
- 7.14 Programa tentativo de actividades

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **GLOSARIO**

## **ABREVIATURAS Y NOMENCLATURA**

## INTRODUCCIÓN

### Contexto, marco conceptual y definiciones claves

La leña constituye el pariente pobre de los combustibles en Chile no obstante poseer una participación relativa cercana al 20% en la matriz energética nacional y contar por alrededor del 59% del consumo energético del sector residencial. Tales elevados porcentajes corresponden a estimaciones más o menos cercanas a la realidad pero son sólo eso, estimaciones, pues aún se carece de estadísticas precisas respecto de su consumo global, por territorios, regiones o localidades.

La falta de antecedentes y herramientas estadísticas adecuadas, impide asimismo monitorear correcta y oportunamente las variaciones que experimenta el consumo de leña en el tiempo y el impacto que tales variaciones conlleva en los presupuestos familiares, así como sus consecuencias.<sup>1</sup> Si tal afirmación resulta ser cierta en tiempos normales, en tiempos de crisis –económicas o energéticas– las consecuencias pueden ser más regresivas aún, tanto desde el punto de vista de la economía familiar como para el medio ambiente.

En efecto, el aumento de los precios de los derivados del petróleo, sostenido a partir del 2000, posee a los menos dos consecuencias inmediatas: la disminución en la demanda de estos combustibles, objetivo normalmente perseguido por los aumentos de precios de los mismos, en un afán de ajustar oferta y demanda; y, el desplazamiento de parte de esos consumos o usos finales de la energía a combustibles más baratos. Normalmente tal cambio de combustibles es hacia la leña y otros combustibles sólidos como acontece en las grandes ciudades incluida la Región Metropolitana (RM). Desde la perspectiva de la política pública, y en un contexto de elevadas carencias energéticas, la falta de esos instrumentos a los que se hace alusión en líneas previas, puede conducir a decisiones erróneas o limitadas, en la medida en que los impactos sociales y ambientales (por mayores emisiones y presión suplementaria que se ejerce sobre la masa forestal nativa), son subestimados o soslayados y las situaciones de crisis y de precariedad, muy probablemente agravadas. Por el contrario, un adecuado seguimiento y monitoreo de los consumos de leña, fuertemente presente en el consumo energético de las familias, es necesario insistir, pueden constituir señales reveladoras para la política pública y, desde ese punto de vista, puntos de inflexión o de reorientación de medidas que consideren la compleja realidad energética y socioeconómica de más de 2/3 de la población. Más aún, una adecuada consideración del tema de la leña puede potenciar y/o mejorar

---

<sup>1</sup> Pese a la importancia de la leña en los presupuestos familiares y la significativa participación de la leña en su consumo energético, su precio y sus variaciones es excluido en los cálculos del Índice de Precios al Consumidor (IPC) que comprende entre los combustibles: el gas ciudad, gas licuado, carbón, parafina. Si a ello se suma el hecho que en el caso de la electricidad se considera el precio de la Región Metropolitana, soslayándose los precios de las distribuidoras en regiones, normalmente más altos, el deterioro en los ingresos y la capacidad adquisitiva de los sectores más vulnerables se torna creciente.. Fuera de consideración se ha dejado el tiempo que parte de la población rural y semi-rural consagra a recolección del combustible.

[http://www.ine.cl/canales/chile\\_estadistico/estadisticas\\_precios/ipc/metodologia/metodologia.php](http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/estadisticas_precios/ipc/metodologia/metodologia.php).

elementos redistributivos presentes en ciertos ámbitos de la política pública y energética en particular.

En Chile, la leña cubre parte importante de los usos finales de energía en la vivienda: calentamiento de agua, cocción de alimentos, calentamiento de agua sanitaria (aseo personal y de ropa). A diferencia de la casi totalidad de los países de América Latina<sup>2</sup>, Chile, se distingue por la mayor proporción que de los energéticos, y la leña en particular, es destinada a la calefacción. En la medida en que el uso de la leña es mayor en los hogares más pobres, es posible afirmar que además de ser el pariente pobre de los combustibles se consagra, por la fuerza de las cosas, en el combustible de los pobres.

Su uso masivo y extendido en el sector residencial en el país tiene que ver con aspectos culturales, de facilidad de acceso, pero sin duda su precio y la relativa baja inversión que demanda la adquisición del artefacto. En efecto, acorde a estimaciones propias (Cuadro 1), a mediados del 2007, el costo de la leña era comparativamente hablando, un poco más de 2 veces más barata que el diesel; 2 y media veces más barata que la parafina y gas natural; 3 veces más barata que el gas licuado (propano-butano) y 4 y media veces más barata que la electricidad.<sup>3</sup> Esta relación de precios por unidad calórica explica el porqué del sostenido aumento del consumo de la leña a partir del 2004 tanto en la RM como en el resto del país. Tal afirmación se ve parcialmente corroborada por un aumento también sostenido de las ventas de estufas de doble cámara según consignaban las grandes empresas de venta al detalle en el invierno del 2007 y un aumento sostenido de las situaciones ambientales críticas en los últimos inviernos.

		PRECIOS DE COMBUSTIBLES EN RM (S/IVA)						
Unidad: US \$/MMBTU		PRODUCTOS						
Fecha	US \$	GLP	GLP	GN	Parafina	Diesel	Electricidad	Leña
Fenero2007	534,4	25	23	19	20	17	32	8
Ffebrero 2007	536	25	23	18	20	16	31	8
Fmayo 2007	523,3	27	25	22	21	18	36	8

granel      15 kg      kg  
equivalentes

Fuente: Elaboración propia.

<sup>2</sup> CEPAL/GTZ. Guía para la formulación de política energética en AL. Energía y Desarrollo Sustentable en América Latina y El Caribe. Santiago de Chile, 2003. Haití, Guyana, Nicaragua, El Salvador, Guatemala y Paraguay, son países que ostentan elevada participación de la leña en su matriz energética, los que por su condición climática y vocaciones productivas utilizan la leña en usos finales distintos a los mencionados.

<sup>3</sup> Estas relaciones “ventajosas” visto desde la leña se incrementaron en el invierno del 2008 respecto de los otros combustibles por el sostenido aumento de los precios del crudo y de la electricidad.

La leña constituye además, fuente importante de ingresos y de trabajo llegando a consagrarse, en ciertas regiones o ciudades del país, en una de las actividades económicas más importante pese a su funcionamiento informal o para ser más preciso aún, sin la regulación que poseen los mercados eléctricos o de los derivados del petróleo.

La leña tiene su origen común en múltiples y pequeños productores, generalmente encerrados en un círculo poco virtuoso, que comprende la entrega estacional de un producto heterogéneo, de baja calidad energética, pagado a un relativo bajo precio en el mercado. Este bajo retorno se debe a la participación de intermediarios los que capitalizan parte importante del ingreso generado dificultando un mejor retorno al productor. Un productor sin capital, en un medio de bajo control, lo lleva al incumplimiento de la normativa, presiona al recurso y le impide un mejoramiento de su calidad de vida. Incentivos al manejo del bosque nativo, certificación de leña, apoyo financiero, capacitación, y de su organización, son instrumentos, que dirigidos al inicio de la cadena productiva de leña, pueden contribuir a mejorar la calidad del producto, la sustentabilidad del recurso y asegurar ingresos adecuados al productor.

Acorde a ciertas estimaciones, al año 2003, el mercado de la leña generaba un flujo aproximado de 115 mil millones de pesos anuales, lo que constituye en los hechos un factor importante de dinamismo en las economías locales y campesinas del país<sup>4</sup>. Afirmaciones del mismo tenor pero en otra escalas son las entregadas por el Director Regional de CONAF IX Región, quien para ese mismo año, 2003, señalaba que sólo en su Región, la leña tenía un flujo aproximado de 10 mil millones de pesos por año, equivalentes a 17 millones de dólares<sup>5</sup>. Tales estimaciones, incluyen el hecho relevante que en la mayoría de los casos se trata de pequeños propietarios que consideran la extracción o producción de la leña como una fuente importante de sus ingresos.

Por otra parte, el uso de la leña es objetivamente señalado como el factor responsable de la elevada contaminación del aire en las ciudades del sur de Chile y, su uso intensivo, uno de los principales factores de presión sobre la masa boscosa.

Las estimaciones relativas a los costos ambientales, incluyendo aquél relativo a gastos en salud pública y privada atribuibles al uso de la leña son de envergadura y en rigor, no incorporado en los precios finales de ésta.

A los impactos en salud, cabe agregar la importancia de la masa boscosa en los ciclos hidrológicos, el uso y manejo de suelos, en la biodiversidad, habitat de especies y paisajístico, y desde ese punto de vista, lo complejo y amenazante que se torna su extracción intensiva y no regulada. No menores, pero tampoco cuantificados adecuadamente, son los impactos que derivan de la actividad del transporte o apertura de caminos y rutas, no sólo por el hecho que favorece su extracción sino además por el transporte mismo del producto extraído, actividad que tiende a cubrir

---

<sup>4</sup> Heimfeld, Ingo. 2003. "Prólogo". En: Burschel, Heinrich y otros. *Leña: Una Fuente Energética Renovable para Chile*, Editorial Universitaria, p. 16.

<sup>5</sup> Blamey. 2003. *Op. Cit.*, p. 24.

distancias cada vez mayores producto del alejamiento de las fuentes de abastecimiento.

Los comentarios previos, dan cuenta de una realidad compleja que involucra un amplio universo de actores, públicos y privados, que trasciende el ámbito energético para incluir aspectos ambientales, socioeconómicos, institucionales, sanitarios y de salud. La complejidad se agudiza pues como atinadamente se señala en ciertos estudios: “...la leña [posee] *aristas que atraviesan todos los estratos sociales, así como también lo urbano, lo rural, lo económico, social y cultural, por lo tanto debe ser abordado con una política integradora, en la que todos los componentes de la sociedad deben estar involucrados.*”<sup>6</sup>

No obstante, el complejo mundo de la leña no significa sólo desafíos y problemas a solucionar para la política pública chilena. La biomasa en general y en particular la biomasa maderable o leñosa, representa opciones de desarrollo energético insospechadas habida cuenta de la disponibilidad del recurso, de la disponibilidad de espacios y territorio, y del progreso y desarrollo tecnológico alcanzado para un aprovechamiento sustentable del recurso.

Es la opinión de los consultores de este estudio que las tareas y responsabilidades que implican el desarrollo y fomento de la biomasa como una de las opciones de la matriz energética del país, es fundamentalmente rol del Estado y de la adopción de una política energética que asuma, las dificultades y problemas previamente descrito, por los plazos implícitamente requeridos para la adopción y puesta en práctica de estrategias y medidas, y de las debilidades y limitaciones de un mercado energético nacional, hasta la fecha incapaz de conciliar, medio ambiente, seguridad de suministro y acceso a la energía para el conjunto de la población, de manera oportuna y a costos y precios razonables.

Tal política de Estado, es también opinión de los autores de este estudio, debe tener como perspectiva el desarrollo sustentable.

### **La sustentabilidad desde la perspectiva de la energía**

La energía constituye un componente fundamental de las estrategias de desarrollo en general. Su importancia resulta de la ubicuidad de ésta en toda actividad humana y, evidentemente, supera con creces aquella que pudiese derivar de una limitada consideración basada en su aporte económico en las cuentas de contabilidad nacional que restringe la participación del sector en el producto interno bruto (PIB) a sólo un 4%.

Desde el punto de vista de la energía la sustentabilidad del desarrollo supone adoptar una estrategia<sup>7</sup> que:

---

<sup>6</sup> Lobos. 2001. *Op. Cit.*, p. 4

<sup>7</sup> Maldonado, Pedro y Miguel Márquez. *Energía y Equidad*. División de Recursos Naturales y Energía, CEPAL, Santiago de Chile, octubre de 1994. Parte de los párrafos extraídos de la publicación han sido modificadas o corregidas por el autor de este informe.

- i) asegure un abastecimiento oportuno, continuo y de calidad
- ii) reduzca la vulnerabilidad en el aprovisionamiento de energía
- iii) considere los impactos ambientales
- iv) contribuya a la equidad aumentando la cantidad y calidad de los servicios energéticos que se ofrecen a los sectores desfavorecidos de la población,
- v) estimule y fomente la participación de la gente, y finalmente,
- v) considere los instrumentos institucionales, jurídicos y de mercado que permita el crecimiento y el fortalecimiento de la democracia

La inclusión o no de ciertos pilares a los cuales debería responder una estrategia energética de desarrollo sustentable es relativamente arbitraria y responde a los criterios y juicios del observador y analista, erigidas éstas, a partir de la información disponible a nivel internacional, de las peculiaridades de contexto económico, institucional, social y político nacional y, evidentemente de la adopción de un diagnóstico que establezca la necesidad de abordar tales problemas y desafíos.

*i) abastecimiento oportuno, continuo, de calidad y a costo razonable*

El sistema energético deberá satisfacer a costo razonable, oportunamente y sin fallas los requerimientos energéticos de la actividad productiva, de los servicios y de los hogares. El cumplimiento inadecuado de alguno de estos requisitos mina el progreso económico, la competitividad global del país, la calidad de vida de las personas y la equidad.

La autoridad debe velar por el adecuado funcionamiento del mercado energético y para ello el Estado debe adoptar las medidas que correspondan a fin de conciliar intereses privados, públicos y ciudadanos. Un inadecuado funcionamiento del mercado o la instalación de señales equívocas o ambiguas respecto de costos, precios y rentabilidad pueden inhibir o mal orientar las conductas de inversionistas de los consumidores y del propio Estado. Desde este punto de vista, el marco regulatorio no sólo debe asegurar que los precios sean adecuados sino que además, se realicen oportunamente las inversiones que demanda el proceso de desarrollo. Aquello, incluye el abastecimiento de los sectores aislados, incluso en la perspectiva de que existan opciones de inversión más atractivas desde el punto de vista privado.

*ii) dependencia energética, vulnerabilidad del desarrollo e independencia energética*

Chile es un país que frente a su condición de neto importador de energía, pareciera estar en condiciones de importarla merced a su floreciente economía y saneada balanza de pagos. Esta restringida percepción de la dependencia energética, o en su defecto, en una preeminencia casi exclusiva de los aspectos económicos y financieros por sobre los aspectos que dicen relación con el mayor o menor grado de autodeterminación del país en la definición de las políticas energéticas y ambientales, supera ampliamente el problema derivado de la mayor o menor disponibilidad en recursos energéticos. En los hechos, la vulnerabilidad de la matriz energética frente a la volatilidad de los precios del petróleo en los mercados internacionales, los problemas suscitados por los cortes en

el suministro de gas natural argentino, por mencionar un par de ejemplos, parecieran tener, en general, un impacto no sólo económico en empresas y consumidores sino que además en la confianza puesta en las perspectivas económicas y de desarrollo.

El tema de la dependencia energética, en el marco del desarrollo sustentable, debe ser asumido como la necesidad de generar espacios cada vez más amplios a fin de disminuir el grado de vulnerabilidad energética, y responder a cuestiones tales como: ¿qué tipo de perfil energético es deseable establecer?, ¿cuál es la opción energética que permite obtener dicho perfil?, ¿cuáles son las condiciones que permiten establecer tales opciones?, ¿qué precio -ambiental y económico- se está dispuesto a pagar por ellas?, y en ese marco, finalmente, ¿cuáles son los grados de dependencia aceptables, cuales son los mecanismos que permiten, razonablemente, resguardarlos y en fin, cómo y de qué manera diversificar la matriz energética?

En este contexto la búsqueda de condiciones de desarrollo de fuentes de energía locales como la biomasa es no sólo necesaria sino además oportuna, en la medida en que bajo condiciones económicas, ambientales y de mercados adecuados, contribuirá a la disminución de la vulnerabilidad y de la dependencia energética.

### *iii) energía y medio ambiente*

En la producción y uso de la energía se producen impactos ambientales de importancia. El aumento de la contaminación atmosférica en grandes ciudades de Chile, así como la discusión y resistencia a la construcción de grandes centrales hidroeléctricas, la utilización del petcoque o carbón en zonas saturadas o latentes, o el cambio de algunas centrales a gas natural por diesel o carbón dada las restricciones de gas natural, no son sino parciales manifestaciones de la inquietud ciudadana al respecto e, incluso, de una creciente resistencia hacia los (mega) proyectos energéticos.<sup>8</sup>

En términos generales, si el país no establece una clara y mejor regulación, ni se dota de las condiciones ni capacidades efectivas para aplicar dicha regulación, los usos de energía en el transporte urbano o de combustibles fósiles en la industria, agudizarán los problemas de contaminación, con una intensidad que dependerá de la tecnología utilizada, de la calidad del combustible y del estado de los equipos; a su vez, la deficiente calidad térmica de las viviendas y de los artefactos utilizados para la cocción de alimentos y calefacción continuarán afectando la calidad de vida y la salud de las personas.

El efecto invernadero y su influencia sobre el cambio climático global, pero sobre todo los problemas de contaminación local o regional, constituirá probablemente un detonante a mediano plazo, para forzar el cambio de combustibles y una mayor introducción de fuentes y combustibles modernos en las actividades domésticas y productivas.

---

<sup>8</sup> No sólo se trata de proyectos relacionados con la generación de electricidad a partir del carbón o de mega centrales en ambientes prístinos, sino también aquellos ligados a los problemas de contaminación de las grandes ciudades del sur por el uso de la leña, la presión sobre el bosque nativo por su uso como leña; el uso de combustibles en el sector transporte y su incidencia en la calidad del aire de las ciudades, etc.

Los recursos energéticos son limitados, así como lo es el resto de los recursos naturales. El virtual agotamiento de los recursos energéticos no renovables y la explotación intensiva de los recursos renovables -hidroeléctricos y biomasa-, constituye otros de los desafíos a los cuales deberá atender una estrategia energética sustentable. Ello no sólo por consideraciones de carácter ético (o de equidad) transgeneracional sino porque aún cuando el virtual agotamiento de los recursos no signifique desabastecimiento o penuria, las soluciones alternativas que se impondrán serán económica y ambientalmente onerosas.

Referirse a los desafíos de la energía en su relación con el medio ambiente, supone necesariamente abordar el tema de la *internalización* de los costos externos derivados de la explotación y uso de los energéticos; vale decir, de los impactos causados a terceros o a la sociedad en su conjunto, pero que no son asumidos cabalmente por quienes producen dichos impactos. La inclusión de dichas externalidades debiera permitir seleccionar las opciones energéticas en función de los costos ambientales que ellas tienen para la sociedad. Por el contrario, el uso indiscriminado y permanente de subsidios a las energías convencionales, no sólo distorsiona el proceso de toma de decisiones sino que además posterga en el tiempo la penetración masiva de las fuentes menos contaminantes y de medidas tendientes a hacer un mejor uso de la energía.

#### *iv) energía y equidad*

En Chile persisten problemas de equidad. Si bien ello constituye un problema ineludible desde el punto de vista social, también supone serios obstáculos para la obtención de ritmos de crecimiento económico sostenibles en el largo plazo.

La pobreza y la falta de equidad, son problemas de dimensiones globales. Una de las áreas donde las desigualdades se hacen manifiestas, es en la satisfacción de las necesidades vinculadas al uso de la energía.

Esta relación entre energía y equidad es posible analizarla, ya sea a partir de: su dispar distribución o facilidad de acceso, de la relación entre los requerimientos y las carencias energéticas, y de las políticas públicas destinadas a reducir los problemas de equidad.<sup>9</sup>

La disponibilidad de energía condiciona tanto la calidad de vida de la población como su productividad. El desabastecimiento absoluto o intermitente de este insumo afecta gravemente la calidad de vida de una colectividad -tanto a nivel doméstico como comunitario- marginándola de ciertos usos considerados esenciales. Igualmente, dicho desabastecimiento limita la productividad de estos agentes económicos y, por ende, los ingresos que obtienen por su trabajo.

---

<sup>9</sup> Maldonado, Pedro y Miguel Márquez. Energía y Equidad. División de Recursos Naturales y Energía, CEPAL, Santiago de Chile, octubre de 1994. Véase también: “Una estimación de los impactos en los presupuestos familiares derivados del sostenido aumento en los precios de la energía” (Energía e Inclusión). Miguel Márquez, Rolando Miranda y ASERTA Consultores, Programa de Energía Universidad Austral de Chile. Estudio elaborado para el Ministerio Secretaría General de la Presidencia; Santiago de Chile, abril del 2007.

Desde la perspectiva de la equidad, el proceso de energización debería apuntar a los sectores que tienen mayores dificultades para acceder a la energía o para satisfacer sus requerimientos energéticos. En Chile, son los sectores rurales los que padecen en mayor grado este tipo de carencias, pero de manera especial son las etnias, establecidas en las regiones IX, X, VIII y IV, las que mayores dificultades poseen para el acceso a la energía.

La escasa energización de las actividades económicas rurales, atenta contra la productividad de los campesinos o de los pescadores artesanales, o contra la posibilidad de desarrollar las potencialidades productivas o de diversificar éstas en las zonas aisladas. Tal fenómeno se traduce en un bajo valor agregado, menor rendimiento en los cultivos, pérdidas o deterioro de productos superiores a los normales y una insatisfactoria provisión de servicios rurales, para los cuales la energía es indispensable.

Dadas las condiciones de aislamiento que caracterizan, en general, a los sectores de la sociedad que sufren de desabastecimiento energético, las formas convencionales de proveer la energía resultan onerosas. Ello obliga, en muchos casos, a recurrir a las energías renovables o no convencionales que encuentran aquí un nicho privilegiado como es el caso de la biomasa.

El sostenido precio de la energía eléctrica y de los derivados del petróleo supone por un lado, un aumento persistente de las carencias energéticas, no sólo en los sectores rurales, y por el otro, *ceteris paribus*, de mayores y crecientes posibilidades para el desarrollo de las FRE y de medidas de UE.

#### v) *energía y participación*

Las decisiones concernientes a las opciones energéticas globales poseen consecuencias positivas y negativas que involucran a la ciudadanía, ya sea como beneficiaria, por los servicios energéticos que de la expansión de los servicios energéticos resultan, o como "*perdedora*", por los impactos negativos resultantes de la misma.

Las grandes centrales hidroeléctricas, térmicas o incluso nucleares, son opciones que modifican, en algunos casos, drásticamente las condiciones de vida de la gente y de las futuras generaciones por lo que requieren de ser debatidas. No obstante, el cambio tecnológico, a pesar de ser un factor influyente y en ocasiones decisivo en las condiciones de vida de la población, escapa largamente al control de la sociedad. Desde el particular campo de la energía, sucede lo mismo con las soluciones tecnológicas para enfrentar los requerimientos energéticos. Desde esta perspectiva es deseable fomentar la participación de la gente en las decisiones relativas a la implementación de proyectos energéticos, en condiciones tales que no entrase el proceso de desarrollo.

Dicha participación, debe ser informada, única forma en que ésta pueda ejercerse y aplicarse de manera efectiva. Pero dicha participación debe ser además, responsable.

Esto quiere decir, ejercida a través de grupos o instancias lo más representativa posible que permitan su concreción e interlocución. Especialmente en lo que respecta a la implantación de megaproyectos energéticos.

Pero no es en la única esfera en la cual se requiere fomentar la participación de la gente. Existen otras dimensiones y áreas en las cuales es posible y deseable su participación. Respecto de la planificación del sector eléctrico, por ejemplo, es probable que a semejanza de lo que ocurre en muchos países desarrollados e incluso en algunos de América del Sur, sea conveniente para la estabilidad y funcionamiento de los sistemas que los consumidores puedan participar en organismos como el CDEC o similares, cuya tarea es la de velar por el funcionamiento del sector eléctrico.

*vi) rol y funcionamiento del Estado, de las instituciones y actores*

En el desarrollo y expansión del sector energético, le cabe un especial rol al Estado y a las instituciones que de él dependen para asegurar las tareas y desafíos previamente analizados. Si ello pudiera parecer controvertido baste con señalar que ningún país desarrollado carece de planes o políticas energéticas de largo plazo, verificables, y con mayor o menor intervención de los mercados. Es el Estado el encargado de velar por el bien común. Es él responsable además de conciliar intereses públicos y privados, concebir estrategias integrales, y *a fortiori* sustentables, en que se conjugue energía, medio ambiente y crecimiento. A él le competen por definición, la adopción de propuestas y opciones tecnológicas más eficaces para asegurar el suministro de energía y prever futuras necesidades o dificultades. En ese contexto, las estrategias de sustentabilidad exigen un rol de liderazgo de parte del Estado y de inclusión de ciudadanos en la adopción de tales estrategias y luego, a consumidores e inversionistas.

En el breve contexto antes descrito, el Estado debe dotar de los recursos adecuados y necesarios para que las instituciones asuman plenamente sus funciones y deberes establecidos por norma.

La importancia del sistema energético, en tanto agente económico relevante, y sus imbricaciones con el resto de los sectores de la sociedad, requieren que el Estado cautele y se porte garante de la competitividad en el sector. La expansión del sector energético nacional, mantiene tendencias preocupantes en cuanto a procesos de concentración de falta de competitividad<sup>10</sup> y de distribución de la riqueza. Una mayor influencia del poder económico sobre el poder político conspira no sólo contra la competitividad sino que además contra la sustentabilidad del sistema democrático y contra la eficiencia del sistema para responder a los desafíos del desarrollo sustentable.

---

<sup>10</sup> CEPAL. Herfindahl-Hirshman Index.

## La sustentabilidad desde la perspectiva de la CNE

Bajo una denominación distinta pero similar a los propósitos de definición de una estrategia de desarrollo energético sustentable como la anteriormente expuesta, la CNE ha desarrollado algunas características de estos pilares, los que se exponen en el cuadro a continuación:

PILARES DE POLÍTICA ENERGÉTICA	ESTRATEGIA DE SUSTENTABILIDAD
<b>Seguridad de suministro</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Regulación que promueva inversiones y el desarrollo de los mercados energéticos.</li> <li>· Mejorar la diversificación de la matriz energética</li> <li>· Reducir la vulnerabilidad a eventos externos</li> <li>· Avanzar a la interconexión de sistemas energéticos a nivel nacional e internacional.</li> <li>· Promover medidas de administración de demanda y eficiencia en el consumo.</li> </ul>
<b>Eficiencia económica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Separación de roles regulatorios y productivos</li> <li>· Señal de precios que refleje costos reales de producción, transporte y distribución de la energía.</li> <li>· Señales de mercado que favorezca el mínimo costo privado de generación eléctrica</li> <li>· Fomento a la competencia en los mercados eléctricos</li> <li>· Promoción de la eficiencia en el consumo de energía.</li> </ul>
<b>Desarrollo sustentable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Eliminación de barreras a las energías renovables para asegurar que tengan similares condiciones para su desarrollo respecto de las fuentes tradicionales</li> <li>· Revisión de la validez de la política de neutralidad tecnológica aplicada a las energías renovables.</li> <li>· Cumplir la legislación ambiental nacional. Traducido en cumplimiento de normas de calidad, normas de emisión (cuando existen), mitigación de impactos de proyectos de inversión y sometimiento al SEIA.</li> <li>· Desarrollo de iniciativas de fomento del uso racional de la energía</li> </ul>
<b>Equidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Proveer suministro de energía a sectores marginados. En este caso al sector rural, mediante el Programa de Electrificación Rural, lo que potencia además, otras políticas sociales del gobierno dirigidas a ese sector.</li> </ul>

Fuente: Diagnóstico Situación Energética en Chile (040205), CNE, Febrero del 2005. Proyecto N° 00040121. Santiago, Chile.

## **Definiciones claves: el uso eficiente de la energía (UEE) y las energías renovables no convencionales (ERNC).**

El uso eficiente de la energía (UEE)<sup>11</sup>

En el marco del desarrollo del estudio, el UEE aparece como referencia o parámetro obligado de considerar al momento de evaluar opciones de líneas de acción y de instrumentos que permitan enfrentar de manera eficaz, los problemas ambientales y energéticos derivados del uso de la leña. En ese contexto, es del todo necesario, establecer que se entiende por uso eficiente o uso racional de la energía.

El uso eficiente de la energía (UEE) aparece vinculado al funcionamiento del sistema energético<sup>12</sup> y en un sentido más amplio al proceso de desarrollo del país en la medida en que permite: la satisfacción de los requerimientos energéticos de la sociedad al menor costo económico, energético y ambiental posible; a la sustitución de fuentes energéticas en función de sus costos sociales relativos; a la “energización” de actividades de baja productividad o que requieren de energía para realizarse; al mejoramiento del medio ambiente, de los procesos y productos -y por esta vía de la competitividad- y finalmente, al aprovisionamiento de energía.

En ese contexto el UEE aparece ligado por un lado, a los aumentos de la eficiencia térmica o mecánica para producir, transportar o utilizar la energía, y por el otro, como un componente más del sistema económico y social, el que, en conjunto con otros bienes y servicios, contribuye a la satisfacción de las necesidades productivas, de servicios y de calidad de vida de la gente.

Acorde al Consejo Mundial de Energía, WEC según sus siglas en inglés<sup>13</sup>, el término eficiencia energética se refiere a todos los cambios que resulten en una reducción de la cantidad de energía utilizada para producir una unidad de bien o servicio (por ejemplo, energía utilizada por unidad de PIB o valor agregado) o para alcanzar los requerimientos energéticos para un nivel de confort dado.

En realidad, el UEE no consiste en racionar, reducir o limitar los servicios que ésta presta sino en utilizarla mejor. La evidencia de que en los países desarrollados los aumentos de producción o de servicios, y la reducción de los consumos energéticos por unidad de producto constituyen facetas de un mismo proceso no deja lugar a dudas. Los programas o propuestas conocidas como *Producción Limpia*, de vasta difusión en dichos países y su incorporación en éstos de medidas de uso eficiente de energía, corroboran tal positiva vinculación.

---

<sup>11</sup> Márquez, Miguel y Pedro Maldonado. “Bases para un Marco Regulatorio del Uso Eficiente de la Energía en Chile”. Estudio elaborado para la CNE, 1999.

<sup>12</sup> Por sistema energético se alude a las diversas fuentes de energía, sean éstas primarias o secundarias; a las empresas que participan en la exploración/explotación, transformación, transporte y uso de éstas; a las tecnologías; a los organismos reguladores e instituciones encargados de diseñar y aplicar la reglamentación y las normas legales vigentes, así como de su fiscalización; y, finalmente, a los usuarios y/o consumidores grandes y pequeños situados al extremo de la cadena.

<sup>13</sup> “Energy Efficiency Policies and Indicators”, WEC, 2001.

Si bien el mercado constituye el mecanismo central para que la expansión del sistema energético pueda realizarse no es menos cierto que es el Estado quien debe asegurar que ello ocurra en un marco de desarrollo sustentable. Ello supone asumir la tarea indelegable de proyectar la evolución del sector en el largo plazo y de introducir los mecanismos e instrumentos de política necesarios para corregir y mejorar el rol del mercado en la asignación de los recursos en la perspectiva mencionada.

La adopción de una política de UEE tiene que ver con razones de carácter ambiental, de mejoramiento de procesos y productos de competitividad, de aprovisionamiento de energía y de seguridad en el suministro.

El mejoramiento en las condiciones bajo las cuales se usa la energía se puede realizar a nivel de la gestión de procesos o introduciendo cambios tecnológicos; en este caso, se trata, por ejemplo de la introducción de aparatos, dispositivos, etc., que permitan, por ejemplo, generar más calor con la misma cantidad de combustible.

La experiencia ha demostrado que los subsidios –aquellos no discriminatorios y destinados a la oferta– no satisfacen ni uno ni otro objetivo, y que la sustentabilidad del sector energía requiere de precios que consideren el conjunto de los costos involucrados. Las condiciones de excepción que pudiesen justificar la determinación de precios subsidiados (pobreza relativa de grupos sociales, periodos de ajuste, zonas aisladas, energización rural, o situaciones de sostenido aumento de precios, etc.) deberían, en la medida de lo posible, estar dirigidos a la demanda, delimitados en el tiempo, y bien definidos y focalizados.

El uso eficiente de la energía (UEE) constituye una verdadera fuente de energía. Una de las alternativas más rentables asociadas a estrategias de desarrollo energético sustentable. En Chile, recién se comienzan a dar serios pasos en ese sentido, y desde hace un par de años, la CNE ha desarrollado sendas actividades, encargado estudios y proyectos destinados a establecer una política al respecto. La creación del Programa País Eficiencia Energética obedece a tales orientaciones y afanes.

La eficiencia energética no es sólo un desafío técnico, en muchos casos implica una correcta gestión de los sistemas energéticos. En este sentido, con frecuencia, resultan más importantes las medidas que apuntan a mejorar la eficiencia de los servicios en que la energía se encuentra involucrada, que las medidas técnicas de eficiencia de un proceso o equipo.

En el contexto antes reseñado, el UEE aparece para Chile una opción insoslayable desde una perspectiva que asegure un uso óptimo de los recursos leñosos, como es el caso de este estudio, de funcionamiento del sistema y de un mejoramiento de la calidad de vida de su población. La correcta gestión del recurso leña obliga a evaluar las opciones tecnológicas ligadas a la leña desde la perspectiva del UEE reseñada y es sin duda el mejoramiento del comportamiento térmico de la viviendas la primera de las opciones a considerar al evaluar las opciones para un manejo sustentable de la leña.

Desde la perspectiva de las políticas energéticas, del cumplimiento eficaz de los compromisos internacionales tanto comerciales como relacionados con el cambio climático, y de equidad, el UEE aparece como pieza clave y central.

### **Las Energía Renovables No Convencionales (ERNC).**

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.

Como energías renovables no convencionales (ERNC), definición adoptada por la CNE, se consideran la eólica, la solar, la geotérmica y la de los océanos, independientemente de su dimensión. Además, existe una amplia gama de procesos de aprovechamiento de la energía proveniente del uso de la biomasa que pueden ser catalogados como tales y en cuyo caso, su inclusión como no convencional, dependerá del proyecto y del origen de la biomasa. De igual manera, el aprovechamiento de la energía hidráulica en pequeñas escalas se suele clasificar en esta categoría. En el caso de de pequeñas centrales se consideran como ERNC aquellas que no superan los 20 MW.<sup>14</sup>

Las ERNC son energías originadas en fuentes que permiten un abastecimiento energético sustentable –con mínimos impactos ambientales y sociales– si se las utiliza con tecnologías apropiadas. Tal es el caso de la energía eólica, solar, geotérmica, biomasa, pequeñas centrales hidráulicas y de los océanos.

Las tecnologías para el aprovechamiento de las ERNC se diferencian de aquellas que, pese a trabajar con fuentes de energía renovable, utilizan el recurso de manera convencional, sus tecnologías no son de vasta difusión y aplicación en el mercado y cuya adopción se ve amagada por las barreras de diversa índole que enfrentan.

Adicionalmente, las ERNC pueden ser un aporte de importancia capital en momentos de escasez de energía, además de promover un desarrollo tecnológico e institucional con miras a una mayor sustentabilidad energética.

La adopción de una u otra definición respecto de qué se entiende por fuentes renovables de energía no está exento de controversia; y ello por el hecho que éstas son el blanco escogido y más emblemático en las propuestas para enfrentar el cambio climático, y desde ese punto de vista, favorecidas por el flujo de créditos, de apoyo técnico o mecanismos que han surgido a nivel internacional para su fomento. El más conocido de ellos, el Mecanismos de Desarrollo Limpio y al amparo de éste, la venta de bonos de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) mitigados o evitados por su utilización. En ese sentido la adopción de una u otra definición, que incluya (o excluya) por ejemplo las grandes centrales hidráulicas, puede cerrar o abrir las

---

<sup>14</sup> En las estimaciones elaboradas se han considerado dentro de las ERNC a todas las hidráulicas menores a 20 MW, excluyendo en los cálculos de indicadores y estimaciones a que tienen años de funcionamiento en el sistema eléctrico chileno. Similar consideración se ha hecho en el caso de las centrales que generan electricidad a partir de la biomasa.

posibilidades de financiamiento, apoyo técnico, convenios de cooperación o la exclusión (o inclusión) en foros, acuerdos, asociaciones que pueden derivar en propuestas vinculantes como han sido los casos de la Cumbre de Bonn<sup>15</sup> o menos recientes como la de Johannesburgo y de Río en 1992.

### **La biomasa como fuente renovable de energía**

La fuente de la bioenergía es aquel material producido directa o indirectamente por la fotosíntesis, y que se utiliza como materia prima en la producción de combustibles y energía, substitutos de los productos petroquímicos y otros productos energéticos. Los desechos de la cosecha del bosque y de la agricultura y la basura sólida municipal se incluyen en este ítem.

La biomasa es en términos simples definida como todo material orgánico que proviene de las plantas o animales. Las fuentes de biomasa son por lo tanto diversas e incluyen: los desechos orgánicos, los residuos agrícolas y de la silvicultura, como también las cosechas destinadas a la producción de calor, combustibles y electricidad (principalmente a través de plantaciones dendroenergética).

Son muchas las razones de la revalorización de la biomasa como generador de energía renovable, la principal es que produce menor impacto ambiental en comparación con el uso de combustibles fósiles, ya que la biomasa posee menores contenidos de azufre y metales. Además el CO<sub>2</sub> procedente del uso de la biomasa se fija en forma natural en el proceso de renovación de ésta mediante la ordenación y manejo sustentable de las fuentes. De este modo, se establece un ciclo cerrado donde la contribución al calentamiento global del planeta es prácticamente nula.

La producción y uso de la biomasa como fuente de energía están íntimamente relacionados al recurso forestal, ya que su más tradicional y amplia utilización (mayoritariamente en países en desarrollo) es la leña para cocinar y como calefacción.

---

<sup>15</sup> Durante cuatro días, tuvo lugar en Bonn, Alemania la Conferencia Internacional de Energías Renovables 2004, actividad que contó con la presencia de delegados de 154 países, entre ellos Chile, así como representantes de parlamentos, instituciones multilaterales y de organizaciones civiles. La Conferencia Internacional de Energías Renovables 2004, concluyó su trabajo (en Bonn) con un acuerdo de Declaración Política en cuyos ejes centrales se reafirman los compromisos en torno a aumentar la participación de las energías renovables en las matrices energéticas, para lo cual se requiere de nuevos mecanismos de financiamiento, reforzar los procesos de transferencia tecnológica, entre otras materias.

