

Definición de Escenarios Energéticos: Experiencia Práctica



Carlos Toro Ortiz
División de Prospectiva y Política Energética

Abril 2018



Ministerio de
Energía

Gobierno de Chile



Agenda

- Objetivo de la PELP
- Planificación energética de largo plazo en la práctica
- Proceso del primer comité energético de la PELP
- Escenarios energéticos y sus narrativas





Objetivo de la PELP

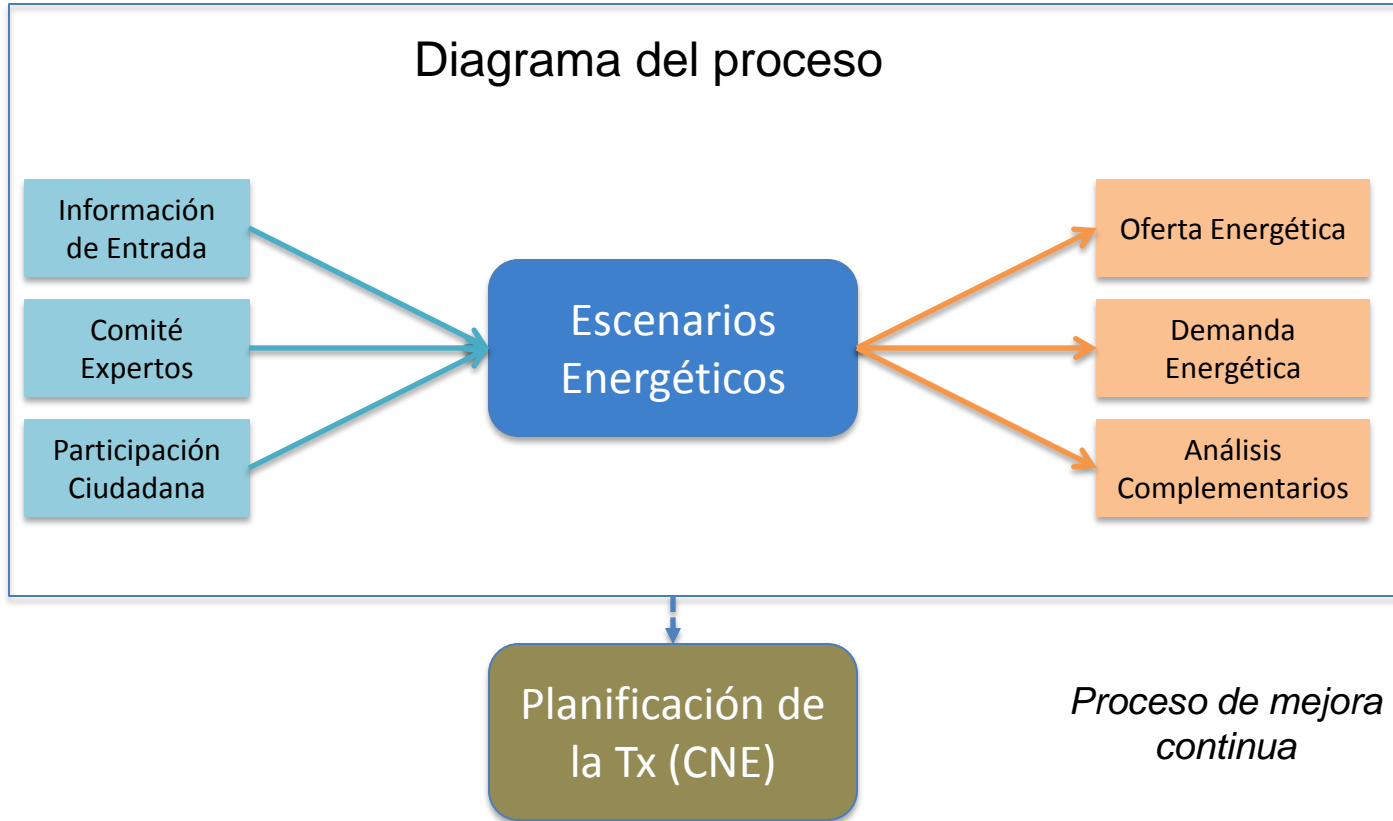
Entregar **Escenarios Energéticos** que contengan tendencias y comportamientos del consumo y de la oferta de energía que el país podría enfrentar en el futuro, de modo que **sean considerados en la planificación de los sistemas de transmisión eléctrica** que llevará a cabo la Comisión Nacional de Energía.

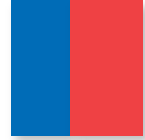


PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LARGO PLAZO EN LA PRÁCTICA



Planificación Energética de Largo Plazo



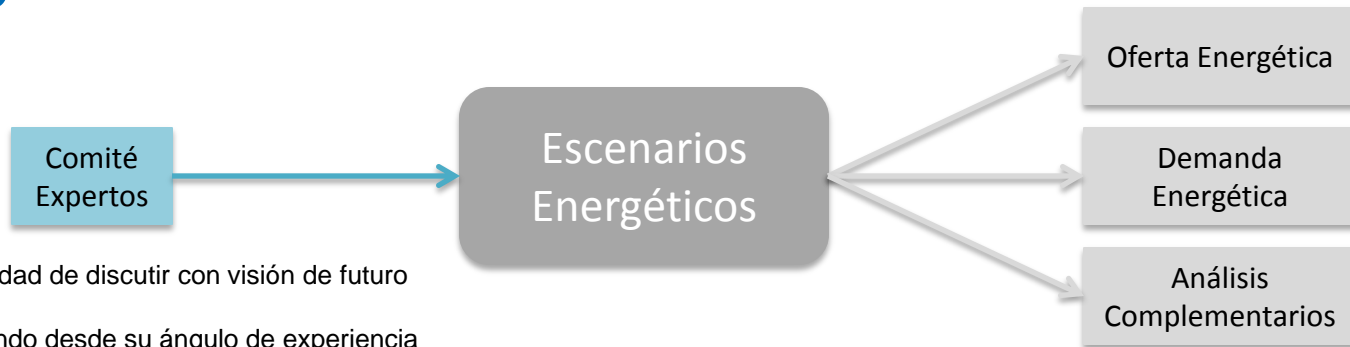


PROCESO DEL PRIMER COMITÉ ENERGÉTICO DE LA PELP





Proceso del primer comité energético de la PELP



- Capacidad de discutir con visión de futuro
- Aportando desde su ángulo de experiencia aquellos temas que tengan mayor impacto en el sector
- Variedad de puntos de vista y sectores en la conformación el comité

22 Expertos

- 2 Instituciones internacionales
- 3 Instituciones públicas
- 6 Centro de investigación
- 11 Académicos
- Abogados
- Economistas
- Ingenieros electricistas
- Ingenieros medioambientales
- Sociólogos



Metodología en la práctica

Sesión 1

- Se entrega la metodología y el alcance del trabajo
- El ministerio entrega propone 12 factores con incertidumbre para iniciar la discusión

Sesión 2

- Todos los factores deberán transformarse en variables para el modelo (USD/kWh, USD/kW, etc.)
- Se crea una lista de 23 factores durante la sesión y se votan

Sesión 3

- Se muestran los resultados de la votación
- Se agrupan los factores afines y se determinan 6 temas
- Se trabaja con los temas y se invita a crear relatos coherentes y plausibles

Sesión 4

- Los expertos crean 12 narrativas
- Todos esos relatos se consolidaron finalmente en 5 escenarios



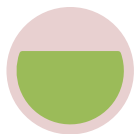
Evolución de los factores de incertidumbre



Sesión 1

12 factores

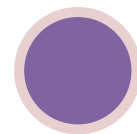
- 4 costos de inversión en tecnologías
- 2 Combustibles fósiles
- 3 Factores que afectan la demanda eléctrica
- 2 cambio climático
- 1 Interconexiones eléctricas con países



Sesión 2

13 factores

- 3 costos de inversión en tecnologías
- 2 Combustibles fósiles
- 4 Factores que afectan la demanda eléctrica
- 2 cambio climático
- 1 Interconexiones eléctricas con países
- 1 Disposición social del territorio para la generación eléctrica



Sesión 3

23 factores

- 5 costos de inversión en tecnologías
- 2 Combustibles fósiles
- 5 Factores que afectan la demanda eléctrica
- 3 cambio climático
- 1 Interconexiones eléctricas con países
- 1 Disposición social del territorio para la generación eléctrica
- 1 Catástrofes Naturales
- 1 Salida de centrales
- 1 Tasa de descuento
- 1 Aplicación de temas políticos



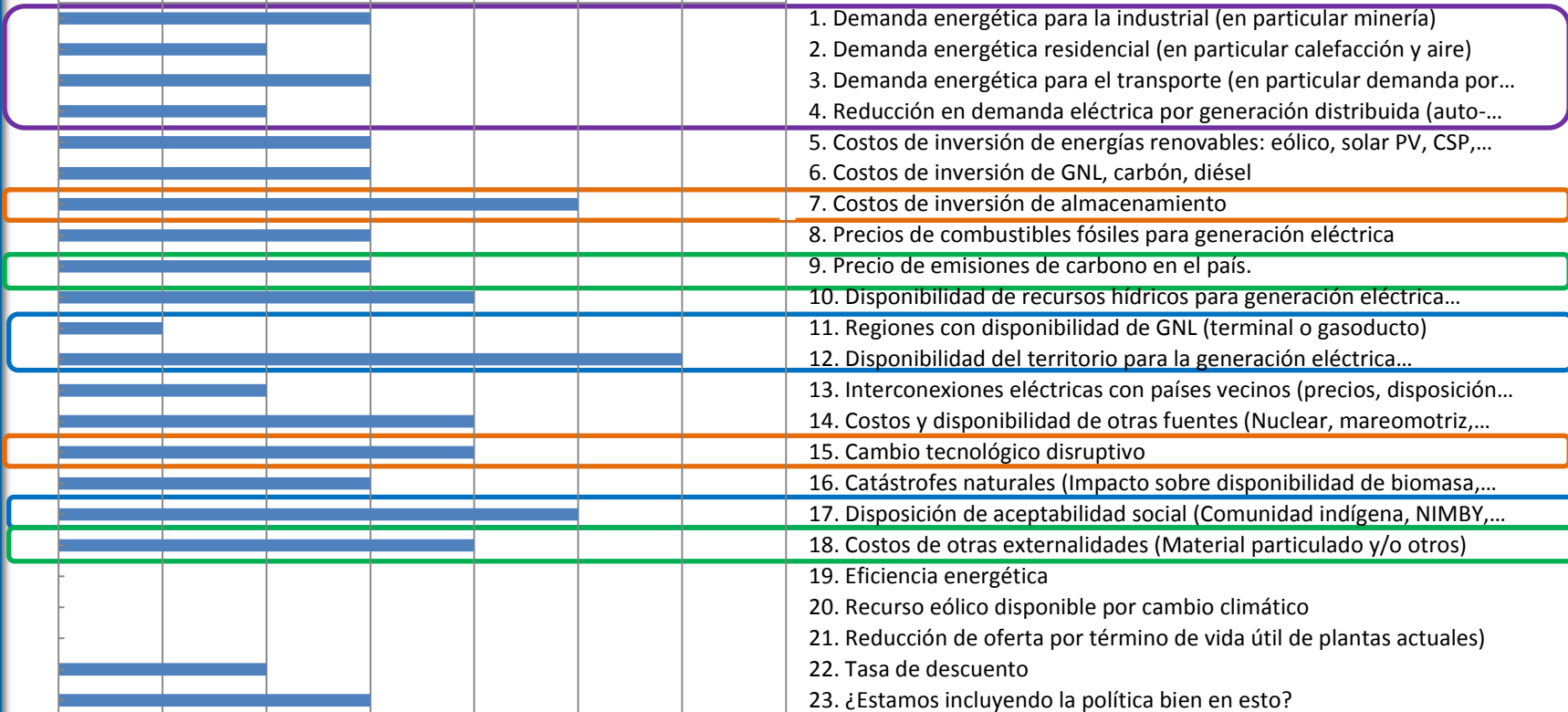


Votación sobre los factores



Cantidad de votos

0 1 2 3 4 5 6 7





Factores agrupados

Propuestos por el Comité

• Disposición social (12 votos)

- (f 11) Regiones con disponibilidad de GNL (terminal o gasoducto)
- (f 12) Disponibilidad de territorio (Crecimiento de áreas protegidas, rechazo social de proyectos, Barreras para ciertas tecnologías)
- (f 17) Disposición de aceptabilidad social, Comunidades indígenas, NIMBY

• Demanda energética (10 votos)

- (f 1) Demanda energética para la industrial (en particular minería)
- (f 2) Demanda energética residencial (en particular calefacción y aire)
- (f 3) Demanda energética para el transporte (en particular demanda por transporte eléctrico)
- (f 4) Reducción en demanda eléctrica por generación distribuida (auto-generación)

• Cambio tecnológico (9 votos)

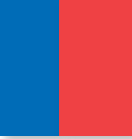
- (f 7) Costo de inversión en almacenamiento
- (f 15) Cambio tecnológico disruptivo

• Costos de externalidades (7 votos)

- (f 9) Precio de emisiones de carbono
- (f 18) Emisiones (NOx, SO2, Material particulado)



Factores agrupados



Propuestas por el Ministerio

- Precios de combustibles fósiles
 - Carbón, GNL, Diésel, Fuel Oil
- Costos de inversión de energías renovables
 - Eólica, Solar FV y Solar CSP





ESCENARIOS ENERGÉTICOS Y SUS NARRATIVAS





Pasos finales para la definición de los escenarios energéticos

1. Desde los 6 grupos de factores, los expertos crearon 12 narrativas
2. Se agrupan todos los relatos similares y quedaron 5 escenarios
3. Completar de forma coherente las variables faltantes que no estaban incluidas en las narrativas



Escenarios energéticos y sus narrativas

Escenario A

- Baja aceptación social de proyectos de generación motiva la autogeneración, junto con un cambio tecnológico favorable hacia el almacenamiento de energía y la baja de los costos de inversión en ERNC.
- Demanda energética disminuye por aumento de eficiencia energética, disminución de producción de cobre, conversión economía de servicios en lugar de producción industrial.

Factores	Escenario A
Disposición social para proyectos	+ Costo y con carbón CCS
Demanda energética	Bajo
Cambio tecnológico en la oferta eléctrica (almacenamiento y bombeo)	Alto
Costos de externalidades ambientales	(Por Asignar)
Costos de inversión de tecnologías renovables	Bajo
Precio de combustibles fósiles	(Por Asignar)





Escenarios energéticos y sus narrativas

Escenario B

- Alto costo por precios de combustible debido a los costos por externalidades
- Alta demanda energética por transporte, industria y residencial.
- Bajo costo de inversión de tecnologías renovables pero sin suficiente cambio tecnológico en almacenamiento.
- Mejora disposición social a proyectos

Factores	Escenario B
Disposición social para proyectos	Libre
Demanda energética	Alta
Cambio tecnológico en la oferta eléctrica (almacenamiento y bombeo)	Bajo
Costos de externalidades ambientales	+Alto
Costos de inversión de tecnologías renovables	Bajo
Precio de combustibles fósiles	Alto





Escenarios energéticos y sus narrativas

Escenario C

- Esta agrupación identifica un "congelamiento del sector".
- El aumento de la demanda energética promueve la mayor generación, pero debido al bajo precio de combustibles fomenta las centrales térmicas.
- Aunque por otra parte, aumenta la oposición social de termoeléctricas, lo que no permite su construcción.

Factores	Escenario C
Disposición social para proyectos	+ Costo y con carbón CCS
Demanda energética	Media
Cambio tecnológico en la oferta eléctrica (almacenamiento y bombeo)	(Por Asignar)
Costos de externalidades ambientales	(Por Asignar)
Costos de inversión de tecnologías renovables	(Por Asignar)
Precio de combustibles fósiles	Bajo





Escenarios energéticos y sus narrativas

Escenario D

- Se mantienen bajos los precios de combustibles fósiles y los costos de externalidades ambientales.
- Mediana disposición social a proyectos.
- Baja demanda energética.

Factores	Escenario D
Disposición social para proyectos	+ Costo
Demanda energética	Baja
Cambio tecnológico en la oferta eléctrica (almacenamiento y bombeo)	(Por Asignar)
Costos de externalidades ambientales	Hoy
Costos de inversión de tecnologías renovables	(Por Asignar)
Precio de combustibles fósiles	Bajo





Escenarios energéticos y sus narrativas

Escenario E

- Aumento de oposición a proyectos, independiente de la tecnología (particularmente termoeléctricas, eólica e hidroelectricidad de gran escala). Esto afectará a la disponibilidad de explotación de los recursos hidráulicos.
- Se prevé un aumento de demanda en mediano plazo producto de la penetración de vehículos eléctricos. La demanda también va a aumentar por la baja de precio de energía por penetración de renovables y almacenamiento a menor costo.

Factores	Escenario E
Disposición social para proyectos	+ Costo
Demanda energética	Alta
Cambio tecnológico en la oferta eléctrica (almacenamiento y bombeo)	Alto
Costos de externalidades ambientales	+Alto
Costos de inversión de tecnologías renovables	Bajo
Precio de combustibles fósiles	Alto





Escenarios Energéticos PELP

Factores	Escenario A	Escenario B	Escenario C	Escenario D	Escenario E
Disposición social para proyectos	+ Costo y con carbón CCS	Libre	+ Costo y con carbón CCS	+ Costo	+ Costo
Demanda energética	Bajo	Alta	Media	Baja	Alta
Cambio tecnológico en almacenamiento en baterías	Alto	Bajo	Medio	Medio	Alto
Costos de externalidades ambientales	Actual	+Alto	Actual	Actual	+Alto
Costos de inversión de tecnologías renovables	Bajo	Bajo	Medio	Alto	Bajo
Precio de combustibles fósiles	Medio	Alto	Bajo	Bajo	Alto





Conclusiones

- La metodología aportó de forma clave para llevar con éxito el proceso de generación de escenarios energéticos
- Es imprescindible que el comité tenga una composición variada respecto a áreas de trabajo y profesiones
- Que los escenarios se puedan diferenciar de forma clara, para que aporten a la discusión de las visiones de futuro
- Finalmente, con la experiencia del proceso anterior, 5 escenarios fue una cantidad adecuada para llevar a cabo un proceso de largo plazo como la PELP

Para mayor información visitar pelp.minenergia.cl

Correo: ctoro@minenergia.cl



Definición de Escenarios Energéticos: Experiencia Práctica



Carlos Toro Ortiz
División de Prospectiva y Política Energética

Abril 2018



Ministerio de
Energía

Gobierno de Chile



ANEXOS





Listado de factores discutidos

1. Demanda energética para la industrial (en particular minería)
2. Demanda energética residencial (en particular calefacción y aire)
3. Demanda energética para el transporte (en particular demanda por transporte eléctrico)
4. Reducción en demanda eléctrica por generación distribuida (auto-generación)
5. Costos de inversión de energías renovables: eólico, solar PV, CSP, geotermia, biomasa, biogás, hidroeléctrica.
6. Costos de inversión de GNL, carbón, diésel
7. Costos de inversión de almacenamiento
8. Precios de combustibles fósiles para generación eléctrica
9. Precio de emisiones de carbono en el país.
10. Disponibilidad de recursos hídricos para generación eléctrica (cambio climático)
11. Regiones con disponibilidad de GNL (terminal o gasoducto)
12. Disponibilidad del territorio para la generación eléctrica (crecimiento de áreas protegidas, rechazo social de proyectos, etc.)
13. Interconexiones eléctricas con países vecinos (precios, disposición política y temas estratégicos)
14. Costos y disponibilidad de otras fuentes (Nuclear, mareomotriz, otros)
15. Cambio tecnológico disruptivo
16. Catástrofes naturales (Impacto sobre disponibilidad de biomasa, áreas vulnerables, disponibilidad territorial)
17. Disposición de aceptabilidad social (Comunidad indígena, NIMBY, otros rechazos)
18. Costos de otras externalidades (Material particulado y/o otros)
19. Eficiencia energética
20. Recurso eólico disponible por cambio climático
21. Reducción de oferta por término de vida útil de plantas actuales)
22. Tasa de descuento
23. ¿Estamos incluyendo la política bien en esto?



Listado de narrativas creada por los expertos

- 1 Un alto desarrollo, alta inversión de almacenamiento eléctrico y generación distribuida a hogares, alta penetración de generación distribuida. Demanda energética disminuye con aceptación social alta.
- 2 Existe una alta certidumbre del aumento de la oposición a proyectos para todas las tecnologías, pero una alta incertidumbre para su localización, dado que esto dependerá los acuerdos entre los diversos actores. Esto afectará a la disponibilidad de recursos hídricos.
- 3 El precio de los combustibles fósiles se elevan por el impuesto al carbono. Esto es consecuencia de introducir nuevos impactos a los costos de las externalidades, en conjunto a la reducción de costos de las tecnologías renovables.
- 4 Baja disposición social representado por el aumento de áreas protegidas, leyes que planifican territorio, más rechazo social a los proyectos, particularmente termoeléctricas, eólicas e hidroelectricidad de gran escala.
- 5 Utilización del costo de externalidades ambientales como instrumento fiscal, incrementando el impuesto al CO₂ y a las emisiones locales en un factor de x^5 , debido a incumplimiento del NDC (Nationally Determined Contributions) y a los planes de descontaminación.
El costo de inversión en renovables baja drásticamente.
La demanda crece a tasas medias debido a externalidades de políticas de EE (Eficiencia Energética) y penetración media de electro-movilidad y climatización.
- 6 Esta agrupación identifica un "congelamiento del sector". El aumento de la demanda energética promueve la mayor generación, pero debido al bajo precio de combustibles fomenta las centrales térmicas. Aunque por otra parte, aumenta la oposición social de termoeléctricas, lo que no permite su construcción y "congela la solución".

Listado de narrativas creada por los expertos

7	<p>Impacto decreciente sobre las nuevas líneas de transmisión, y sobre las nuevas centrales. Política energética dividida en dos:</p> <ul style="list-style-type: none">a. Reducción de los costos eléctricos de la industria [US\$/MWh]b. Reducción de los precios de los sistemas y componentes (tecnologías) (no precio de venta de energía)c. Aumento en la incertidumbre de las comunidades
8	<p>Alto costo por externalidades externas. Alto costo por precios de combustible debido a los costos por externalidades. Alta demanda energética por transporte, industria y residencial. Bajo costo de inversión de tecnologías renovables. Baja cambio tecnológico en la oferta eléctrica. Alta disposición social.</p>
9	<p>Baja precio de combustibles fósiles y baja costos de externalidades ambientales. Alto cambio tecnológico (carbón, gas, biomasa). Mediana disposición social y baja demanda energética.</p>
10	<p>Impacto decreciente sobre los nuevos sistemas de transmisión. Baja aceptación social de proyectos de generación, lo que motiva la autogeneración dado el cambio tecnológico favorable hacia el almacenamiento de energía y la baja de ERNC.</p>
11	<p>El aumento de eficiencia energética y la generación distribuida. Disminución de producción de cobre, conversión economía de servicios en lugar de producción, produciría una baja en la demanda de energía eléctrica.</p>
12	<p>Se prevé un aumento de demanda en mediano plazo producto de la penetración de vehículos eléctricos. Dado que el transporte representa el 40% del consumo energético, este impacto va a ser más alto. La demanda también va a aumentar por la baja de precio de energía por penetración de renovables y almacenamiento a menor costo.</p>



Listado de expertos

- Sebastián Miller – Economista Investigador Senior del Banco Interamericano de Desarrollo
- Andrea Rudnick – Ex analista regional MAPS Programme
- Rodrigo Palma – Director Solar Energy Research Center (SERC)
- Daniela Martínez - Socia en Quintanilla & Busel Niedmann
- Samir Kouro – Académico Universidad Técnica Federico Santa María
- Luis Gonzales – Investigador Clapes UC
- Nicolás Schiappacasse – Académico Universidad Católica de Temuco
- Gabriel Olgún – Académico Universidad de Santiago de Chile
- Gustavo Cáceres – Académico Universidad Adolfo Ibáñez
- Eduardo Escalona – Ex presidente titular CDEC-SING
- Claudio Agostini – Académico Universidad Adolfo Ibáñez
- María Isabel González – Ex Secretaria Ejecutiva CNE
- Rodrigo Iglesias – Ex integrante del Panel de Expertos de la Ley General de Servicios Eléctricos
- Manuel Tironi – Investigador Núcleo Milenio de Investigación en Energía y Sociedad





Listado de expertos

- Manuel Tironi – Investigador Núcleo Milenio de Investigación en Energía y Sociedad
- Andrés Hernando – Investigador Centro de Estudios Públicos
- Susana Jiménez – Subdirectora Libertad y Desarrollo
- Pedro Maldonado – Académico Universidad de Chile
- Alex Godoy – Académico Universidad del Desarrollo
- Edmundo Claro – Director del Programa de Investigación de Tierra y Agua CSIRO Chile
- Gianni López – Director del Centro Mario Molina
- Sebastián Vicuña – Académico Pontificia Universidad Católica de Chile
- Claudio Huepe – Académico Universidad Diego Portales