



## Energías Renovables No Convencionales en Chile: Caso eólico

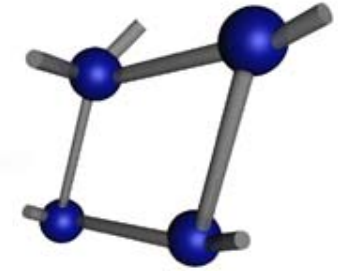
*Sebastian Mocarquer G.*



Buenos Aires, 17 de Noviembre de 2009

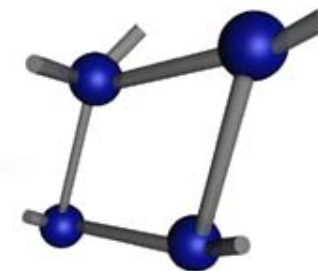
# Contenido

---

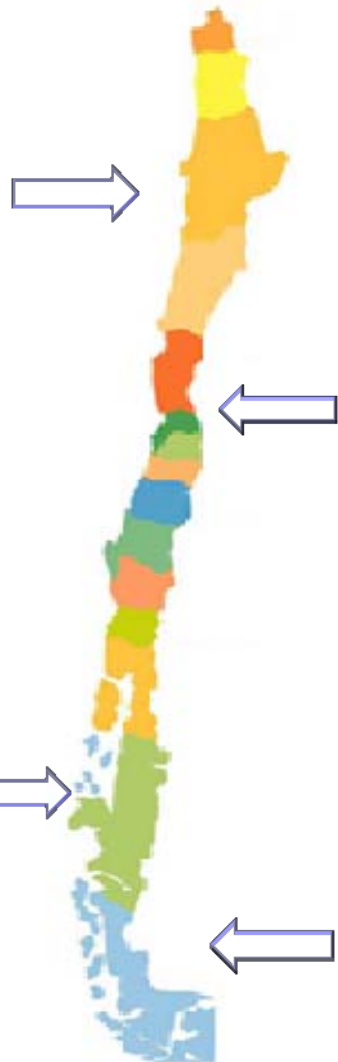


- Sector eléctrico chileno
- Contexto del mercado eléctrico
- Motivación para energías renovables
- Incentivos regulatorios
- Inversión en generación eólica en Chile
- Lecciones aprendidas

# Sistemas Eléctricos en Chile (2008)



Sistema Interconectado del Norte Grande (SING)	
Demanda Máxima (MW)	1.715
Ventas (GWh)	13.148
Capacidad Instalada (MW)	3.581
Cobertura	Región I y II
Población	5,7%



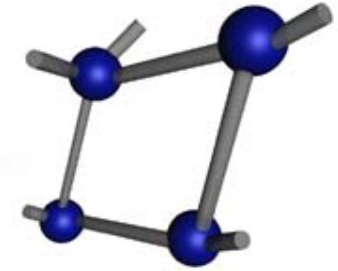
Sistema Interconectado Central (SIC)	
Demanda Máxima (MW)	6.147
Ventas (GWh)	39.964
Capacidad Instalada (MW)	10.226
Cobertura	Región III a X
Población	92,6%

Sistema Aysén	
Demanda Máxima (MW)	21
Ventas (GWh)	106
Capacidad Instalada (MW)	48
Cobertura	XI Región
Población	0,6%

Sistema Magallanes	
Demanda Máxima (MW)	45
Ventas (GWh)	218
Capacidad Instalada (MW)	80
Cobertura	XII Región
Población	1,1%

# Sector Eléctrico Chileno

---



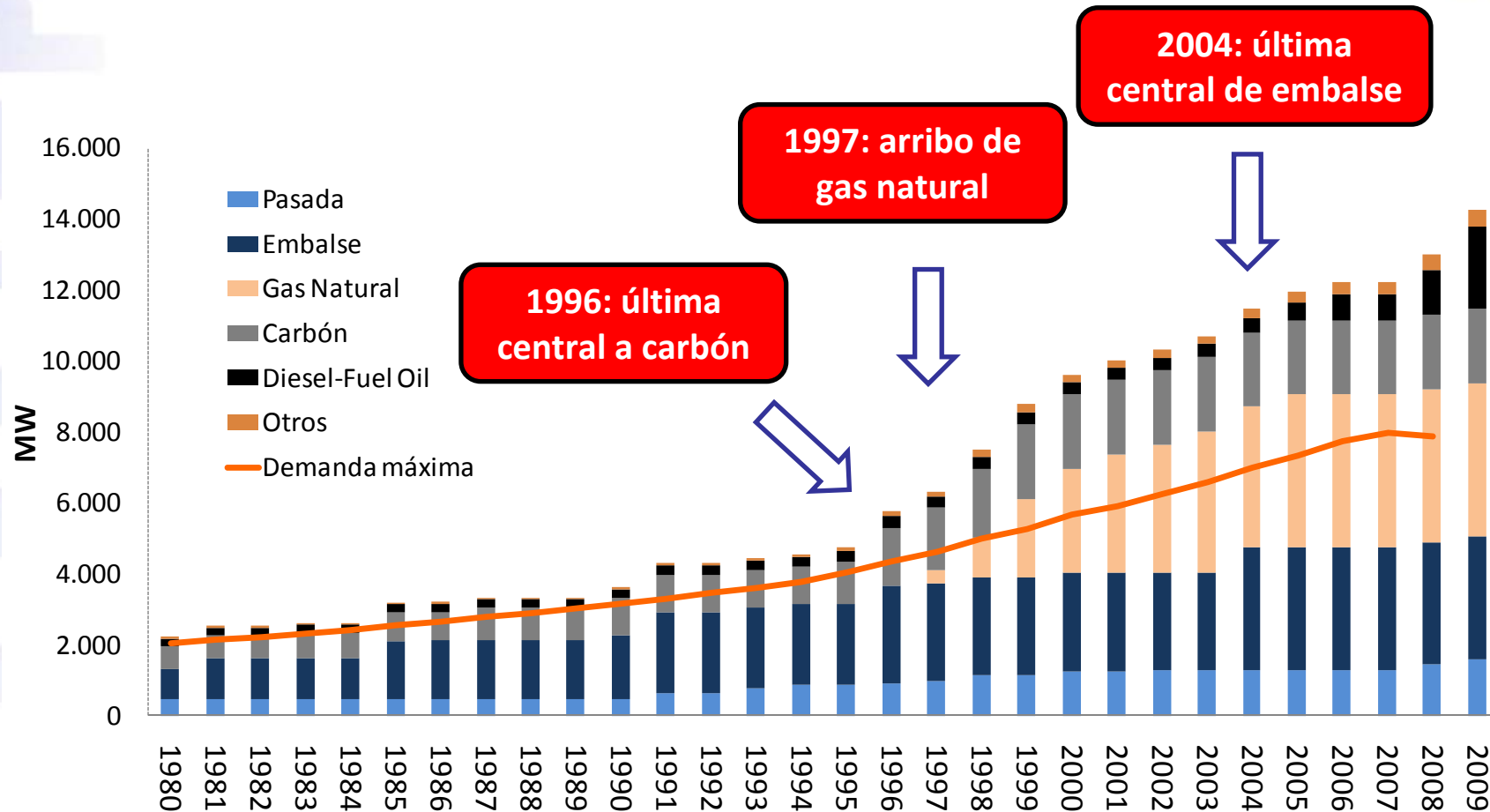
- Sector eléctrico basado en sistema de mercado
  - ❑ Competencia en generación con inversionistas privados
  - ❑ Transmisión y distribución reguladas
- Venta de energía
  - ❑ Precios mediante contratos
    - Grandes clientes ( $> 2\text{MW}$ ) negocian libremente sus precios
    - Distribuidoras realizan licitaciones de energía para sus suministros regulados ( $\leq 2\text{ MW}$ )
  - ❑ Precio en mercado spot a costo marginal
    - Mercado mayorista para generadores
- Venta de potencia
  - ❑ Precio regulado: costo de agregar 1 MW adicional al sistema

# Sector Eléctrico Chileno



## Evolución capacidad instalada SIC-SING

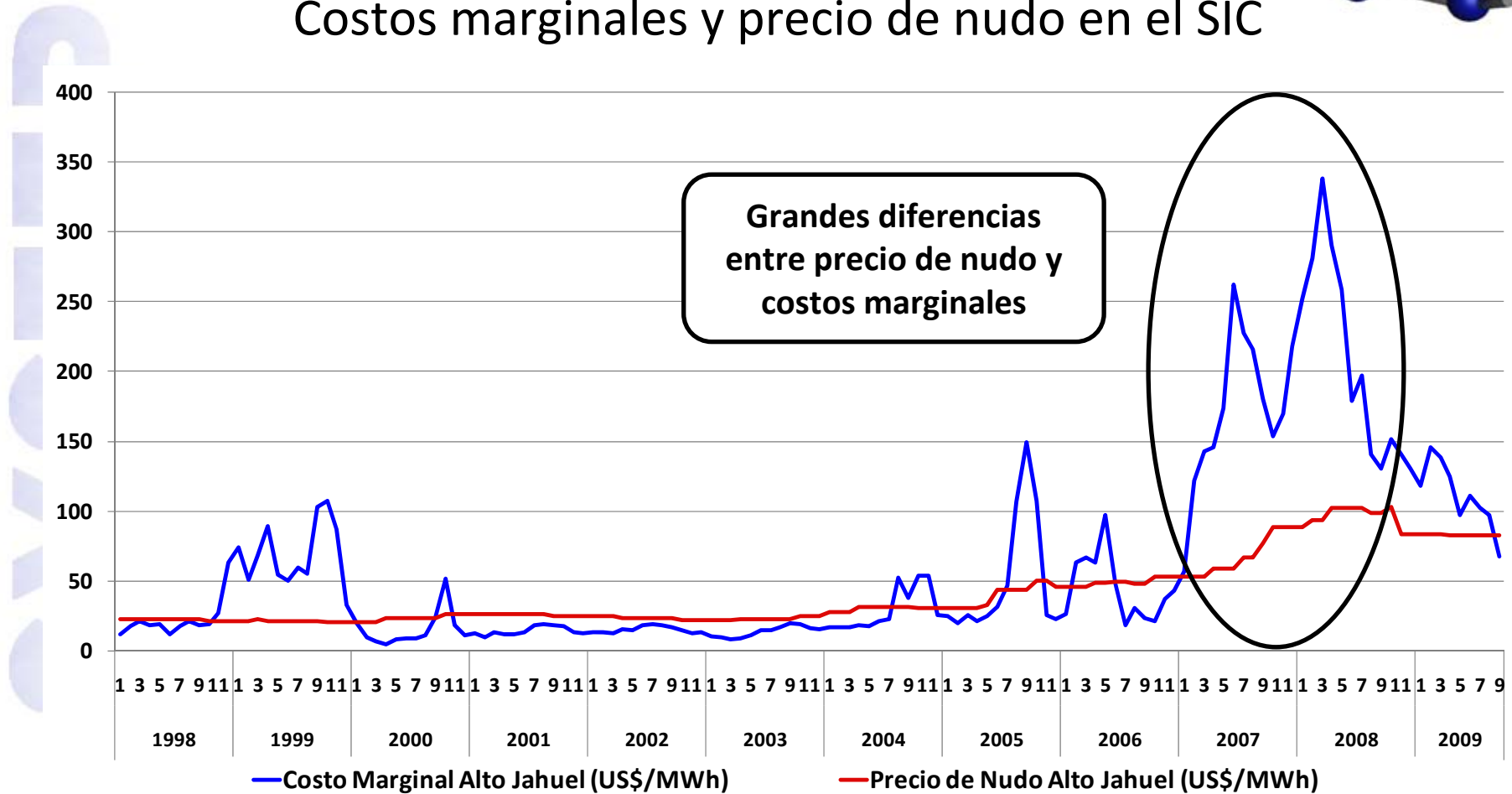
CVCTEP



# Sector Eléctrico chileno



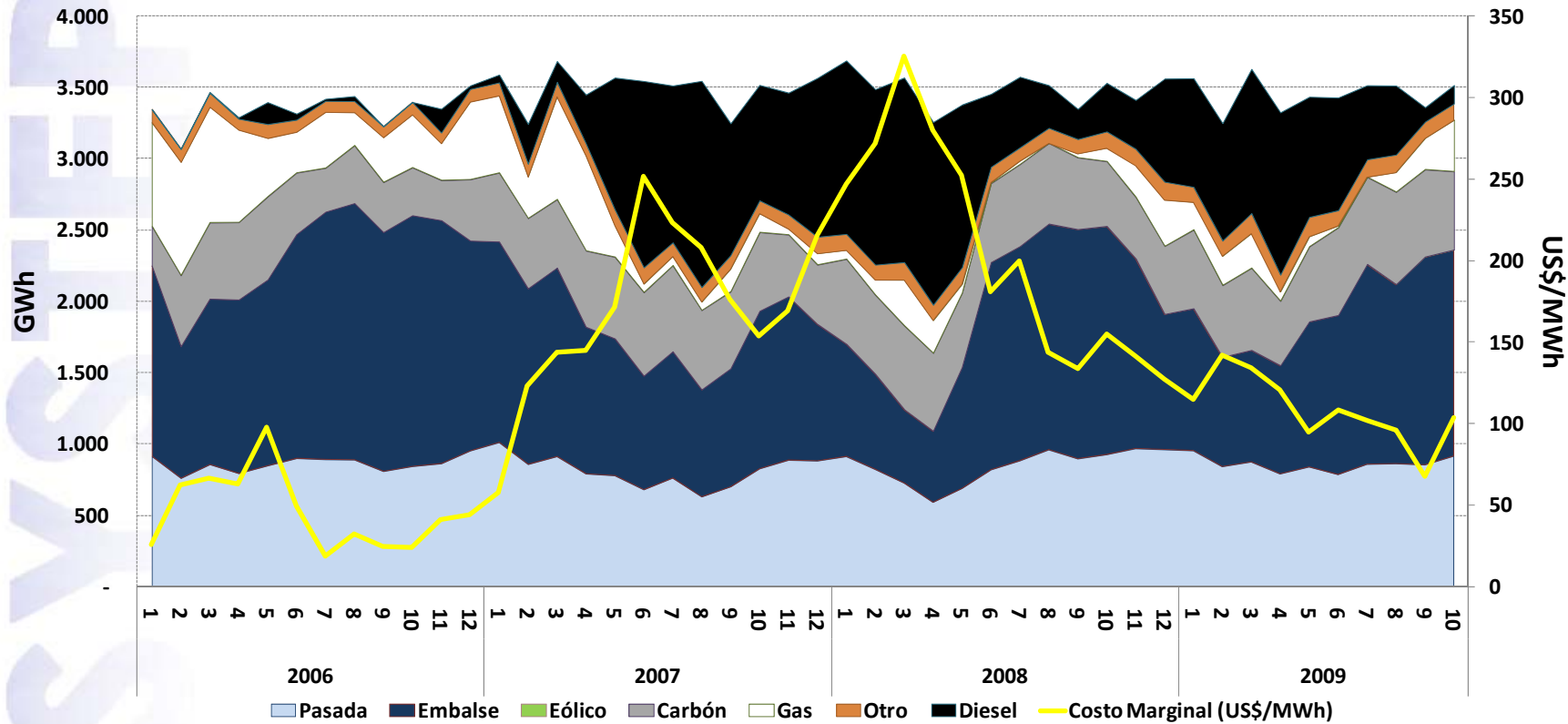
## Costos marginales y precio de nudo en el SIC



# Sector Eléctrico Chileno



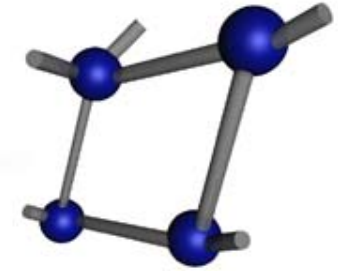
## Generación de energía en el SIC



- 1996: Ingreso de gas natural disminuye costos del sistema
- 1999: grave sequía lleva a racionamiento
- 2004: restricciones de gas natural argentino

# Cambios regulatorios 2004-2008

---



## ➤ Ley Corta I (2004)

- Reforma la tarificación y expansión del Sistema de Transmisión
- Fomento a Medios de Generación No Convencionales (MGNC) mediante exenciones de peajes de transmisión troncal**

## ➤ Ley Corta II (2005)

- Esquema de licitaciones de suministro regulado
- Fomento a Energías Renovables no Convencionales (ERNC)**
  - **Derecho a vender un 5% de la energía de distribuidoras a precio de licitación**

## ➤ Ley N° 20.257 (“Ley ERNC” de 2008)

- Crea condiciones para el fomento de proyectos ERNC
  - Reserva mercado de contratos para ERNC



# Motivación para el incentivo a las ERNC



## ➤ Energías Renovables No Convencionales (ERNC)

Biomasa	Hidráulica ( $\leq 20$ MW)
Geotérmica	Solar
Eólica	Mareomotriz

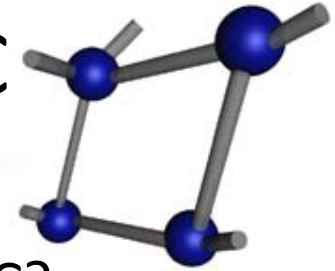
## ➤ ¿Por qué desarrollar ERNC en Chile?

- Diversificación de la matriz y seguridad de suministro
- Sustentabilidad ambiental
- Alto potencial de ERNC en el país:

Tecnología	MW estimados
Geotermia	2.000
Eólica	6.000
Biomasa/biogás	1.000
Pequeña hidráulica	2.600
<b>Total</b>	<b>11.600</b>

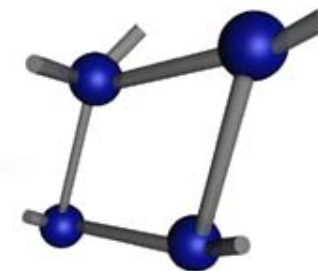
(datos a julio de 2009, sólo potencial comprobado y en conocimiento de la CNE)

# Motivación para el incentivo a las ERNC



- ¿Por qué implementar políticas específicas para las ERNC?
  - Poco interés para empresas tradicionales
  - Nuevos actores no conocen el mercado
  - Marco reglamentario con vacíos
  - Tecnologías poco competitivas en la actualidad
- Sin políticas específicas, el desarrollo de ERNC habría sido más lento
- Acciones para incentivar las ERNC
  1. Fomentar el desarrollo de ERNC con apoyo a la iniciativa privada
  2. Perfeccionamiento del marco reglamentario para evitar discriminaciones a ERNC
  3. Modificaciones a la Ley Eléctrica para acelerar el desarrollo de ERNC

# Incentivos al uso de ERNC



## ➤ 1. Fomento a la iniciativa privada

- Mitigación de riesgos de exploración geotérmica
- Promoción nacional e internacional de cartera de proyectos
- Financiamiento CORFO para la estudios de evaluación de ERNC
- Líneas de crédito para pequeños ERNC

Tipo	Subsidios entregados por CORFO para estudios (US\$)	Inversiones estimadas (US\$)
<b>Biomasa</b>	464.499	124.971.000
<b>Eólica</b>	743.230	331.873.000
<b>Hidráulica</b>	1.322.460	366.391.000
<b>Geotermia</b>	49.921	10.200.000
<b>Total</b>	2.580.110	833.435.000

# Incentivos al uso de ERNC



## ➤ 2. Tratamiento no discriminatorio para ERNC

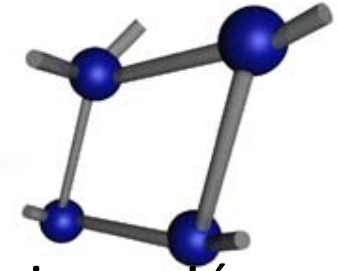
- ❑ Reforma de 2004 ayuda al acceso a los sistemas de transmisión para pequeños generadores y define exenciones de peajes:

Clasificación	Potencia	Punto de conexión	Exenciones
Pequeños Medios de Generación (PMG)	$\leq 9$ MW	Transmisión ( $> 23$ kV)	Exentos del pago de peajes.
Pequeños Medios de Generación Distribuidos (PMGD)	$\leq 9$ MW	Distribución ( $\leq 23$ kV)	Sólo paga peaje cuando vende a clientes libres dentro del sistema de distribución
Medios de Generación No Convencionales (MGNC)	$\leq 20$ MW	Transmisión y distribución	Entre 9 MW y 20 MW tienen exenciones parciales de peajes de transmisión, proporcionales a la potencia.

\*MGNC no son excluyentes con los PMG y PMGD

# Incentivos al uso de ERNC

---



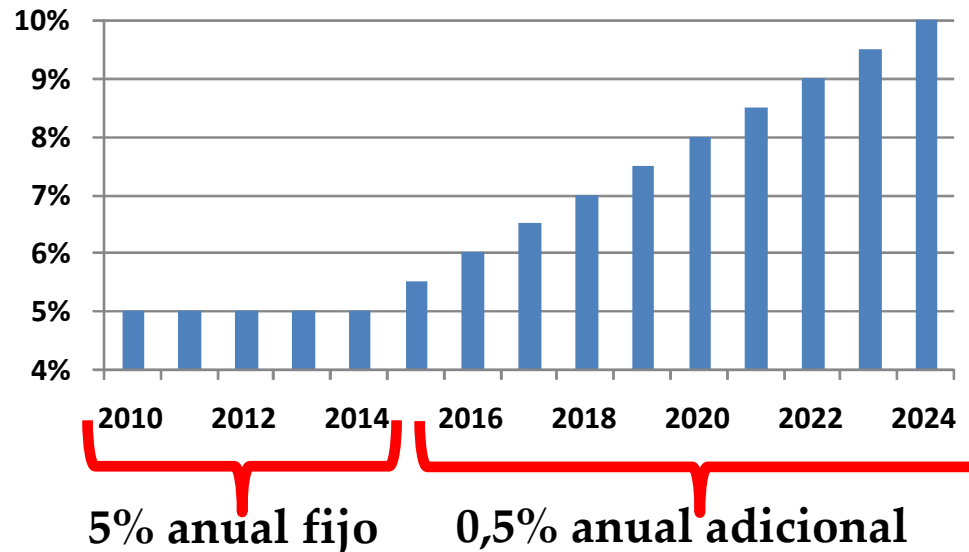
- Medidas anteriores no fueron suficientes para activar inversión
  - ❑ Incertidumbre en ingresos de largo plazo
  - ❑ Barreras por riesgos de innovación asociados a nuevas tecnologías
  - ❑ Riesgo de comercialización: tamaño de centrales, certeza de suministro y competencia en el mercado de contratos con empresas tradicionales dificulta contratación
- **3. Modificación a la Ley Eléctrica año 2008**
  - ❑ Ley N° 20.257 (“Ley ERNC”) tiene objetivo de crear condiciones para desarrollo de ERNC en el mercado:
    - Eficiencia: se estimula la realización de proyectos más económicos
    - Eficacia: incorporación de proyectos ERNC en el mercado
    - Equidad: impacto en clientes libres y regulados
    - Simplicidad legal: compatibilidad con la Ley y el mercado eléctrico

# Incentivos al uso de ERNC



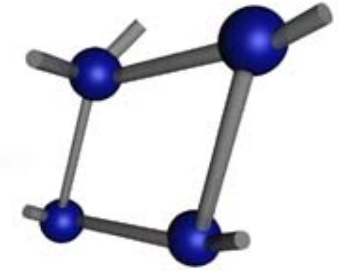
## ► Detalles “Ley ERNC”

- ❑ El 10% de la energía comercializada al año 2024 debe provenir de fuentes ERNC:



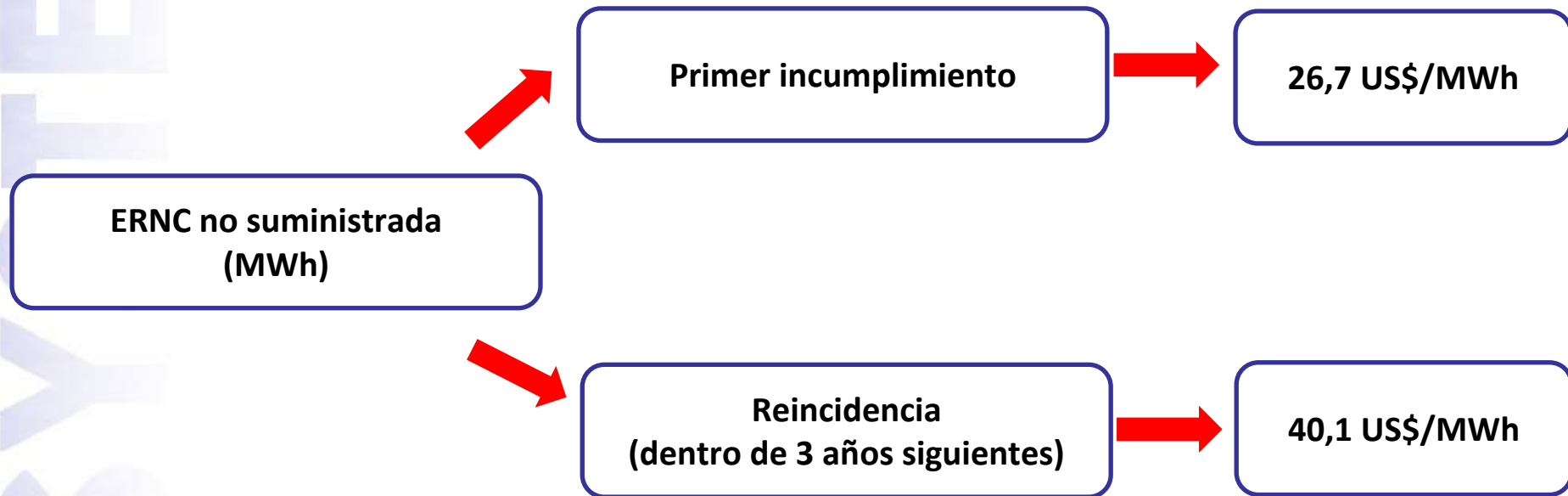
- ❑ Sólo para nuevos proyectos conectados desde 1 de enero de 2007
- ❑ Obligación para contratos firmados a partir del 31 de agosto de 2007
- ❑ Transferencias entre empresas de diferentes sistemas eléctricos
- ❑ Postergación en un año del cumplimiento (hasta 50% de obligación anual)
- ❑ Excedentes de años anteriores pueden acreditarse al año siguiente

# Incentivos al uso de ERNC



## ► Detalles “Ley ERNC”

- ❑ Aplicación de multas por no cumplimiento:



- ❑ Montos recaudados se traspasan como abono a clientes finales (libres y regulados) de suministradores que cumplieron su obligación

\* Valores calculados con dólar de octubre de 2009 (545,83 \$/US\$) \*\* UTM octubre = \$ 36.498

# Inversión en generación eólica en Chile

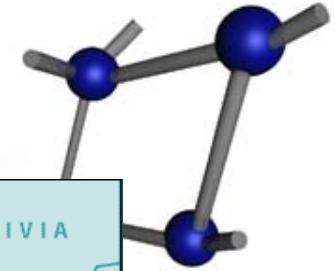


Estado	Central	Propietario	Capacidad (MW)
Construidas	Parque Eólico Canela	Endesa	19
	Parque Eólico CrisToro	Cristalerías el Toro	9
	Parque Eólico Canela II	Endesa	60
	Parque Eólico Totoral	Norvind	46
	Parque Eólico Monte Redondo	Suez	38
	<b>Total</b>		<b>172</b>
Permiso ambiental aprobado	Parque Eólico Talinay	Eólica Talinay S. A.	500
	Parque Eólico Punta Palmeras	Acciona Energía Chile S.A.	104
	Parque Eólico Quillagua	Ingeniería Seawind Sudamérica Ltda.	100
	Parque Eólico La Gorgonia	Eolic Partners Chile S.A.	76
	Parque Eólico El Pacífico	Eolic Partners Chile S.A.	72
	Parque Eólico La Cachina	Ener-Renova	66
	Parque Eólica Minera Gaby	Ingeniería Seawind Sudamérica Ltda.	40
	Ampliación y Modificación Parque Eólico Punta Colorada	Barrick Chile Generación S.A.	36
	Parque Eólico Hacienda Quijote	Ingeniería Seawind Sudamérica Ltda.	26
	Parque Eólico Laguna Verde	Inversiones EW Limitada	24
	Parque Eólico Punta Colorada	Laura Emery Emery	20
	Parque Eólico Chome	Ingeniería Seawind Sudamérica Ltda.	9
Ampliación Parque Eólico Lebu Parque Eólico Lebu	Cristalerías el Toro	6	
	<b>Total</b>		<b>1.079</b>
Permiso ambiental en calificación	Granja Eólica Calama	Codelco Chile, División Codelco Norte	250
	Parque Eólico Lebu Sur	Inversiones Bosquemar Ltda	108
	Parque Eólico El Arrayán	Rodrigo Ochagavía Ruiz-Tagle	101
	Parque Eólico Arauco	Element Power Chile S.A.	100
	Parque Eólico Valle de los Vientos	Parque Eólico Valle De Los Vientos S.A.	99
	Parque Eólico Las Dichas	Ener-Renova	16
	<b>Total</b>		<b>674</b>
	<b>Capacidad Total Eólica</b>		<b>1.924</b>

Fuente: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), SysteP



# Inversión en generación eólica en Chile



➤ Proyectos concentrados en la zona centro-norte del país

❑ Construidos

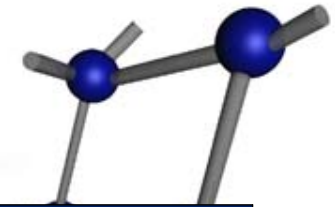
- Canela I y II (19 MW y 60 MW)
- Totoral (46 MW)
- Monte Redondo (38 MW)

❑ Con permiso ambiental

- Talinay (500 MW)
- Punta Palmeras (104 MW)
- La Gorgonia (76 MW)
- El Pacífico (72 MW)
- Otros (172 MW)

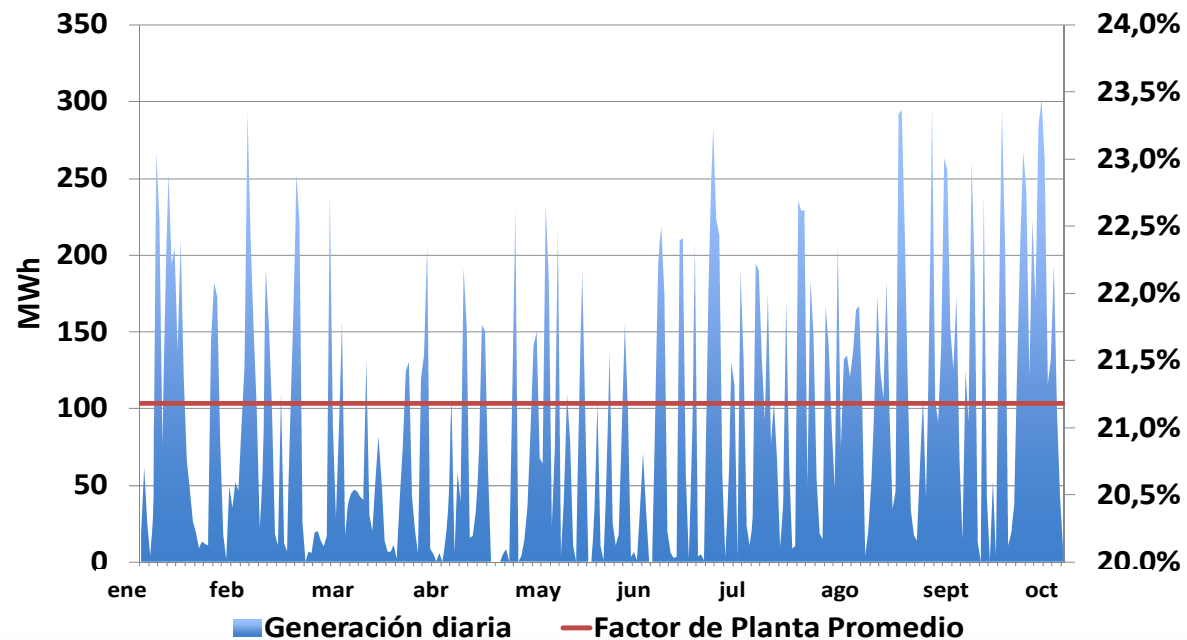


# Inversión en generación eólica en Chile



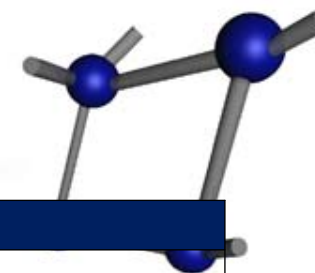
Parque Eólico Canela I	
Empresa	Endesa Eco
Capacidad	19 MW
Inversión	MM US\$ 35
Inicio operaciones	Diciembre de 2007
Modelo de negocios	Venta a costo marginal, respaldados por pool de contratos del inversionista
Financiamiento	Financiamiento corporativo

Generación Central Canela I [ene-09/oct-09]



Fuente: CDEC-SIC, SysteP

# Inversión en generación eólica en Chile



<b>Parque Eólico Canela II</b>	
<b>Empresa</b>	Endesa Eco
<b>Capacidad</b>	60 MW
<b>Inversión</b>	MM US\$ 146
<b>Inicio operaciones</b>	Noviembre de 2009 (est.)
<b>Modelo de negocios</b>	Venta a costo marginal, respaldados por pool de contratos del inversionista
<b>Financiamiento</b>	Financiamiento corporativo

<b>Parque Eólico Totoral</b>	
<b>Empresa</b>	Norvind (SN Power)
<b>Capacidad</b>	46 MW
<b>Inversión</b>	MM US\$ 140
<b>Inicio operaciones</b>	Noviembre de 2009 (est.)
<b>Modelo de negocios</b>	Venta a costo marginal
<b>Financiamiento</b>	Project Finance (IFC & DNB NOR)

<b>Parque Eólico Monte Redondo</b>	
<b>Empresa</b>	GDF Suez
<b>Capacidad</b>	38 MW
<b>Inversión</b>	MM US\$ 100
<b>Inicio operaciones</b>	Noviembre de 2009 (est.)
<b>Modelo de negocios</b>	Contrato de suministro regulado con distribuidora
<b>Financiamiento</b>	Financiamiento corporativo

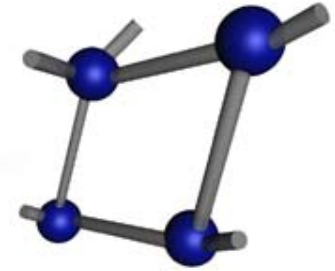
# Inversión en generación eólica en Chile



## ➤ Licitaciones de suministro distribuidoras:

Resultados procesos de licitación de suministro a clientes regulados					
Fecha	Generador	Precio adjudicado [US\$/MWh]	Precio indexado Oct-09 [US\$/MWh]	Inicio suministro	Precio promedio Oct-09 [US\$/MWh]
Licitación 1 2006	Endesa	50,84	52,59	2010	60,65
	AES Gener	56,15	73,67		
	Colbún	54,78	65,96		
	Guacolda	54,65	66,62		
Licitación 2 2007	Endesa	59,76	52,67	2011	55,42
	Colbún	56,98	58,95		
Licitación 2.1 2008	AES Gener	64,46	65,96	2011	65,96
Licitación 3 2009	AES Gener	88,41	88,41	2010	99,41
	Campanario	95,48	95,48		
	Colbún	116,06	116,06		
	Endesa	97,01	97,01		
	<b>Monte Redondo</b>	<b>103,20</b>	<b>103,20</b>		
Licitación 3.1 2009	EMELDA	95,01	95,01	2010	92,91
	Endesa	93,63	93,63		
	EPSA	98,06	98,06		
	<b>Monte Redondo</b>	<b>86,67</b>	<b>86,67</b>		
<b>Precio Total Indexado oct-09</b>				<b>70,67</b>	

# Inversión en generación eólica en Chile



- Precio estimado de indiferencia de energía para proyecto ERNC:

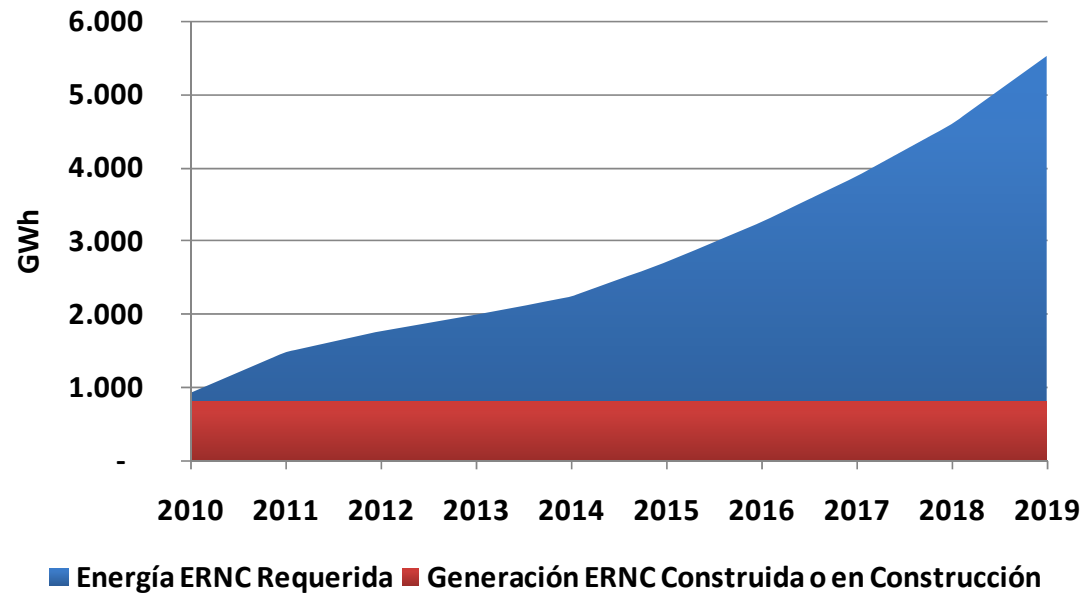
Precio Energía	70,7	US\$/MWh
Multa ERNC	26,7	US\$/MWh
<b>Total</b>	<b>97,4</b>	<b>US\$/MWh</b>

- En teoría, tecnologías con costo de desarrollo bajo este precio serían competitivas
- Deberán competir las ERNC para cumplir por la cuota

# Inversión actual ERNC en Chile



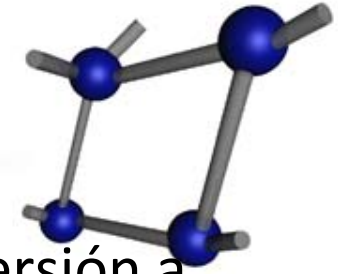
## Requerimientos ERNC



- Considera renovación gradual de contratos de clientes libres
- Generación ERNC considera proyectos eólicos construidos
- Proyectos eólicos con permiso ambiental aportarían 2.363 GWh/anuales (f.p. = 0,25)

# Algunas Lecciones aprendidas (1/2)

---



## ▶ Tramitación poco expedita de permisos dificulta la inversión a pesar de estímulos

- Estudios ambientales
- Permisos municipales
- Estudios conexión
- Problema común para otras tecnologías convencionales

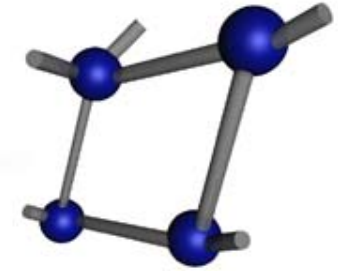
## ▶ Acceso a la información de recursos renovables

## ▶ Desafíos para la obtención de financiamiento

- Mercado de contratos de suministro cerrado y de difícil acceso para energías renovables
- Licitaciones de suministros regulados de largo plazo
  - Mercado de contratos poco líquido y cierra mercado por muchos años
  - Por otra parte se requieren contratos largo para viabilizar financiamiento

- Aprendizaje progresivo de la banca
-

# Algunas Lecciones aprendidas (2/2)



## ➤ Conexión a sistema de transmisión

- Zona de instalación de centrales con capacidad de transmisión limitada
- Desfase inversiones generación y transmisión
  - Proyecto eólico: 18 meses
  - Aumento capacidad de transmisión: 4-6 años
- Nuevos requerimientos técnicos
  - Subestaciones seccionadoras
- ¿Quién paga la línea de transmisión?
  - Alta capacidad requerida (potencia máxima del parque)
  - Bajo factor de planta

## ➤ Falta definición de reglamentos y normativas Ley ERNC

## ➤ Solo comercializadores pueden acreditar ERNC?

## ➤ Importancia de la señal de competitividad de las tecnologías



# Referencias

---



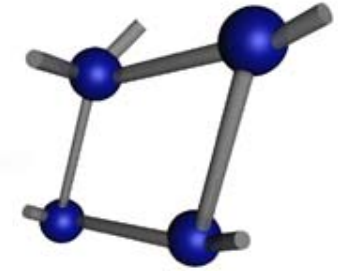
➤ Más información del mercado eléctrico chileno y las energías renovables:

Publicaciones

- <http://www.systep.cl/publicaciones.php>

Reporte Mensual

- <http://www.systep.cl/reportes.php>



## Energías Renovables No Convencionales en Chile: Caso eólico

*Sebastian Mocarquer G.*



Buenos Aires, 17 de Noviembre de 2009