Generadoras de Chile A.G.
energía que nos mueve

Contribución de las ERNC en el Desarrollo Minero Sustentable

Módulo: Desarrollo de ERNC para la Minería

René Muga E.
Gerente General
Asociación Gremial de Generadoras de Chile

5 Septiembre 2012

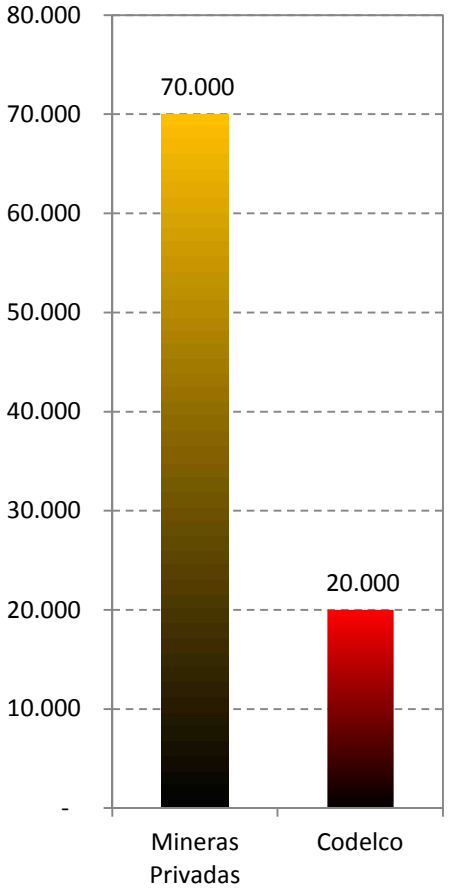
AES Gener energía confiable · Colbún · endesa chile Una empresa del Grupo Enersis · International Power GDF SUEZ · PacificHydro · SN Power

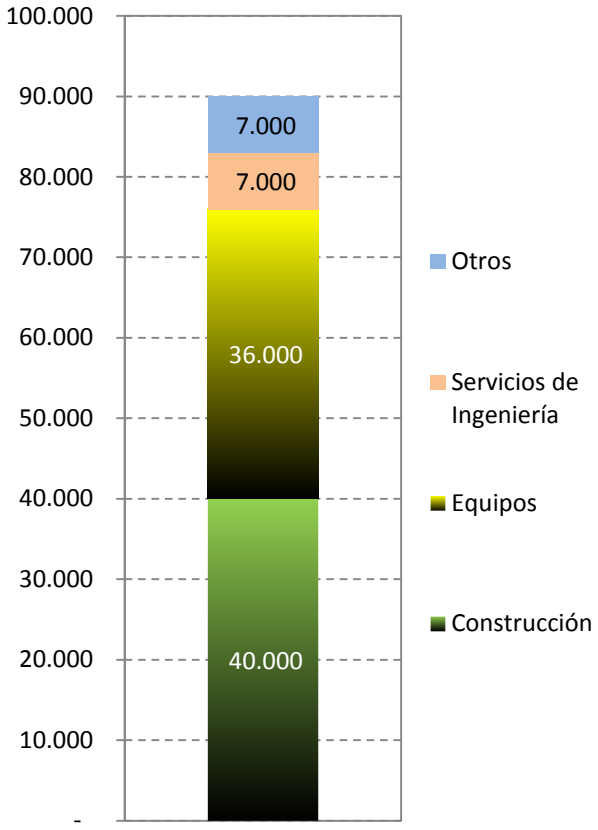
LA MINERIA: PRINCIPAL MOTOR DE LA ECONOMIA NACIONAL

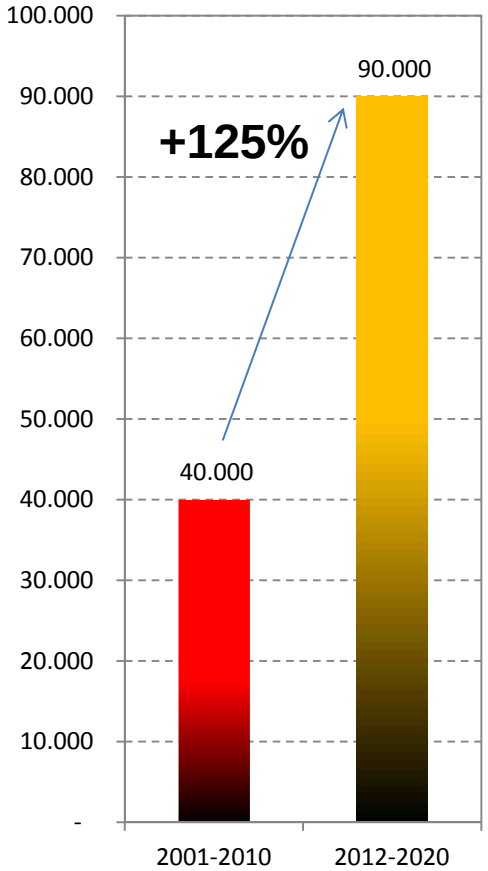
En Chile, se estima una inversión de US$ 90.000 millones para el periodo 2012-2020

2012-2020

- 90,000 nuevos empleos





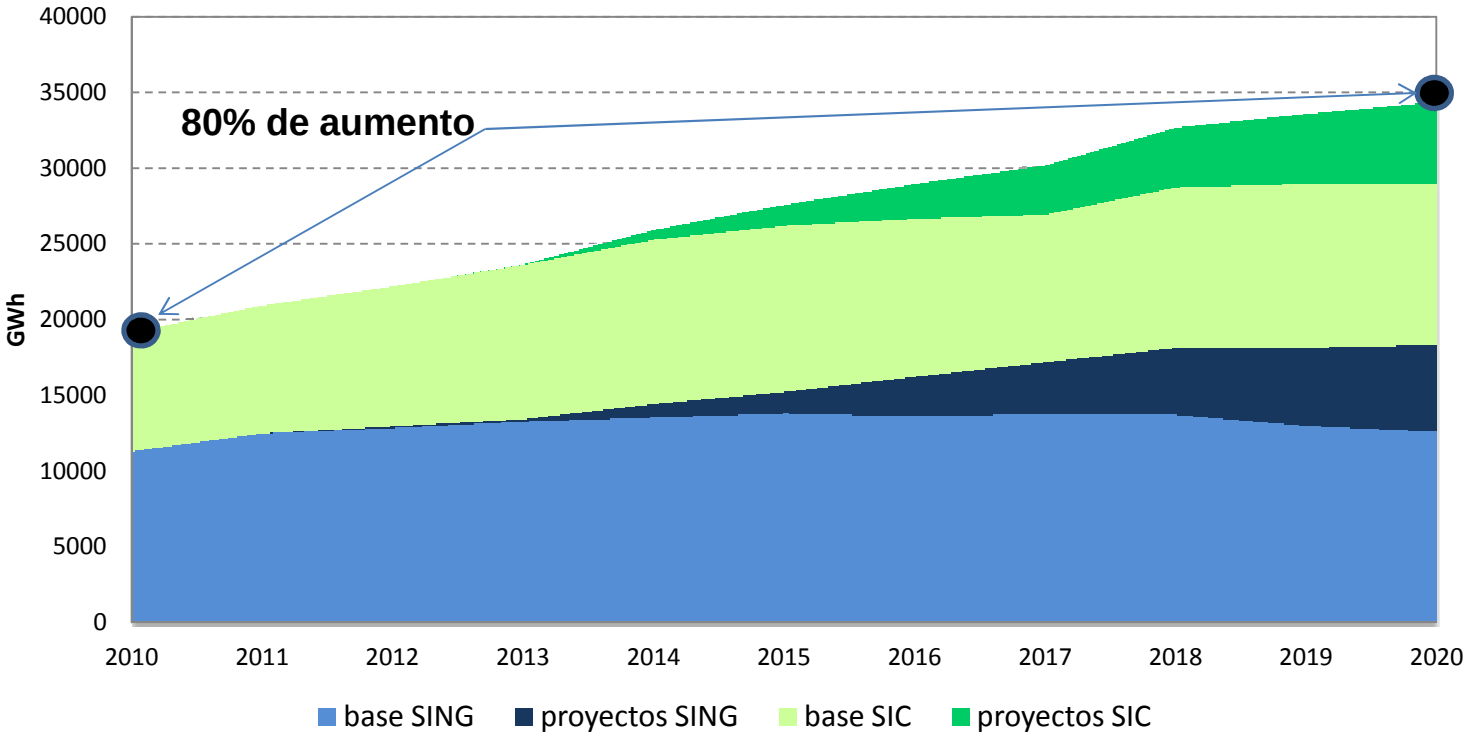


Fuente: Sociedad Nacional de Minería

Generadoras de Chile A.G.
energía que nos mueve

La minería consume 1/3 de la energía eléctrica de Chile

Proyección de consumo eléctrico en la minería



Al año 2020 el cobre demandará más de 34 millones de MWh de energía, un 80% más que el año 2010 (se estiman 2.500 MW de potencia adicionales).

Fuente: Cochilco ,"Estudio prospectivo al año 2020 de consumo de energía eléctrica en la minería del Cobre", dic.2011

EL CRECIMIENTO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

Contexto internacional de las energías renovables

Figure 4 Global hydropower forecast cumulative additions (2011-17)

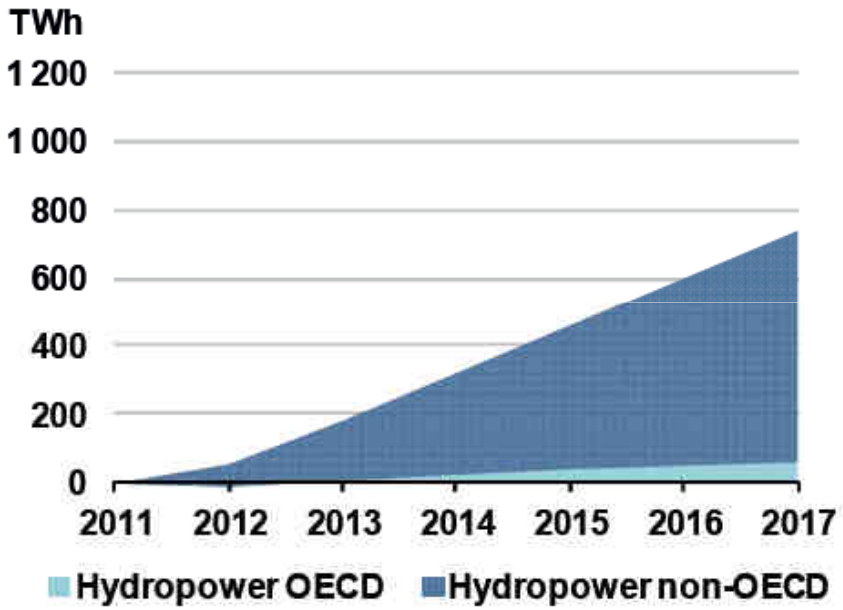
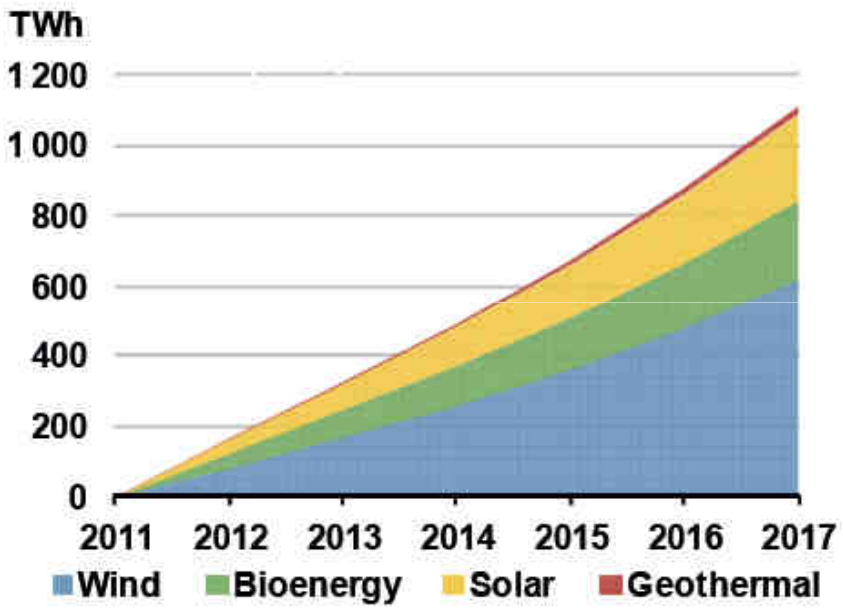


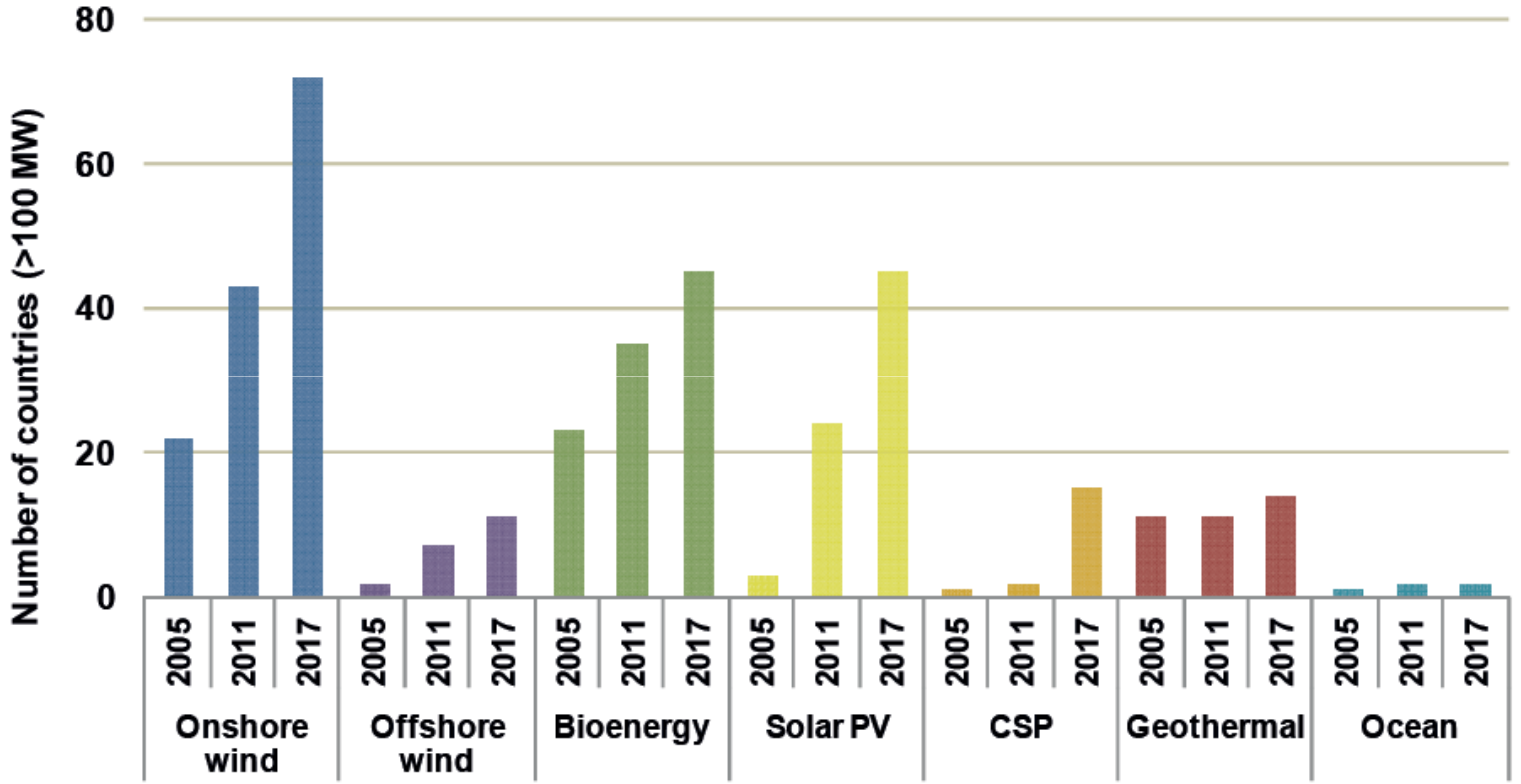
Figure 6 Global non-hydropower cumulative additions (2011-17)



Fuente: AIE Medium Term Renewable Market Report 2012

Contexto internacional de las energías renovables

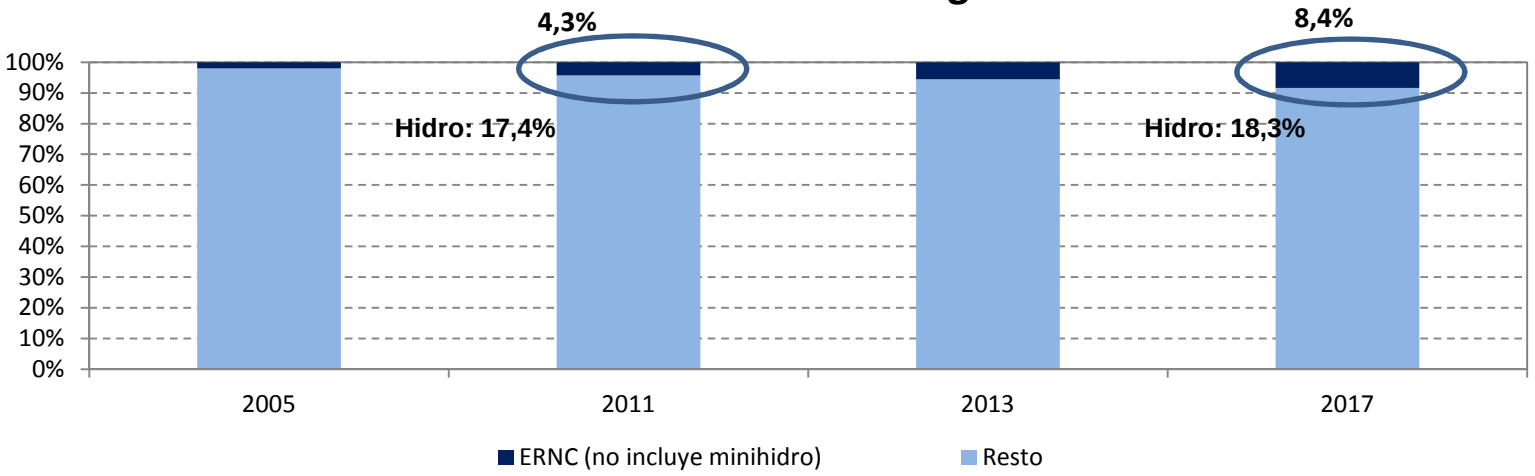
Figure 2 Number of countries with non-hydro renewable capacity above 100 MW



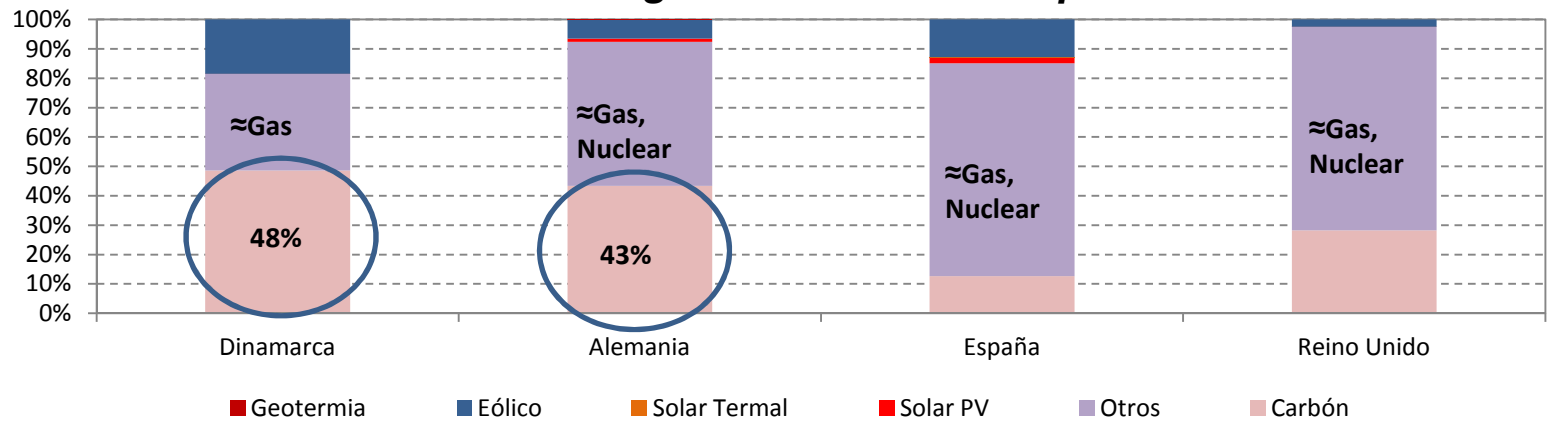
Fuente: AIE Medium Term Renewable Market Report 2012

Contexto internacional de las energías renovables

Producción Mundial de Energía Eléctrica



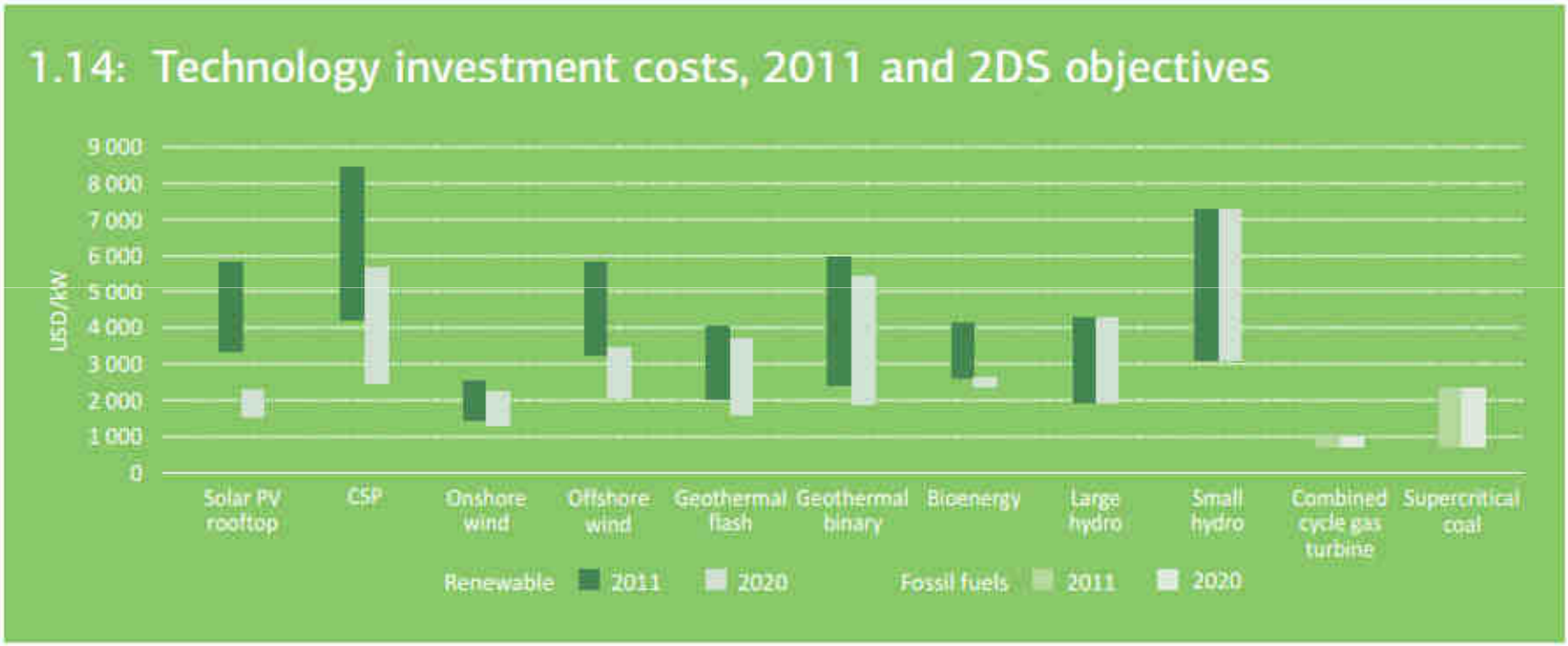
Matriz Energética – Países Europeos



Fuente: AIE Medium Term Renewable Market Report 2012

Contexto internacional de las energías renovables

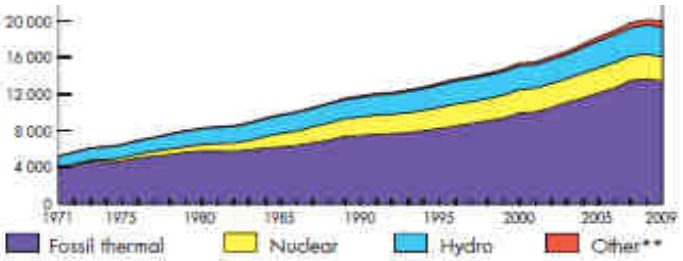
Technology developments

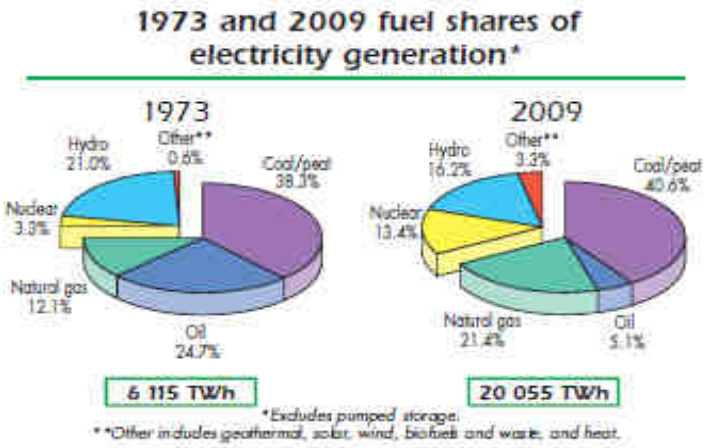


Fuente: IEA "Tracking Clean Energy,Energy Technology Perspectives 2012 excerpt as IEA input to the Clean Energy Ministerial"

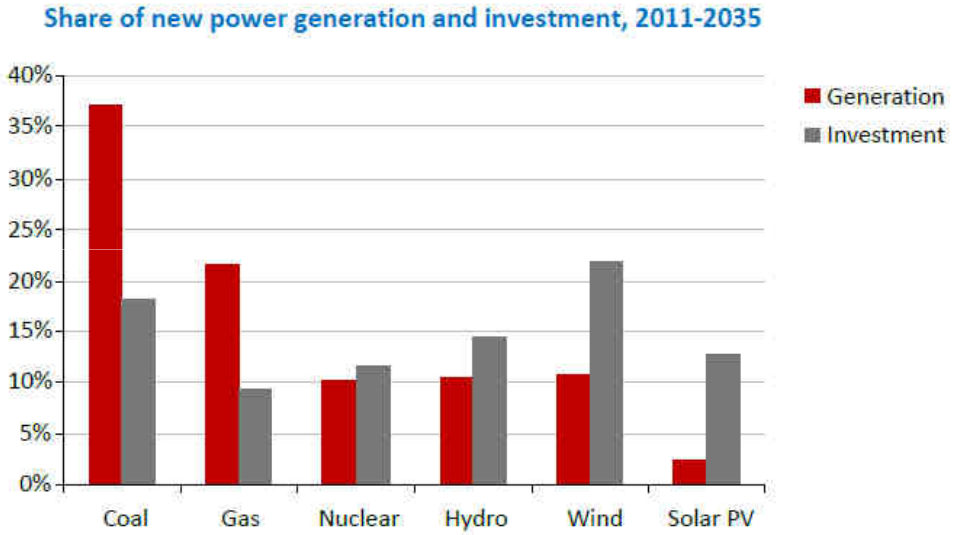
Las energías tradicionales seguirán teniendo la mayor participación en el período 2011-2035

Generación de Electricidad por tipo de combustible





2/3 de la generación mundial es térmica (gas/carbón/petróleo)

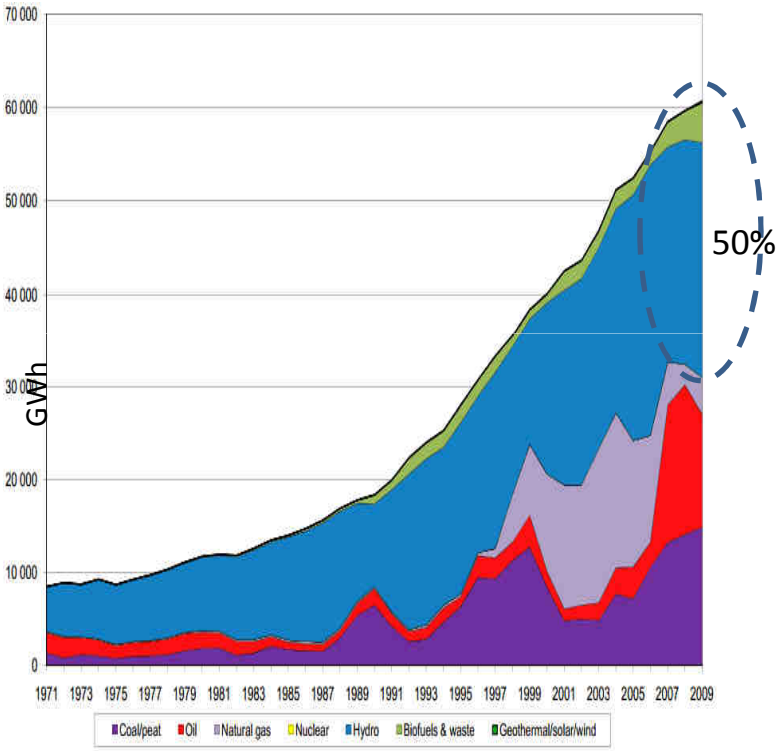


Renewables are often capital-intensive, representing 60% of investment for 30% of additional generation, but bring environmental benefits & have minimal fuel costs

Key World Energy Statistics 2011, Agencia Internacional de Energía

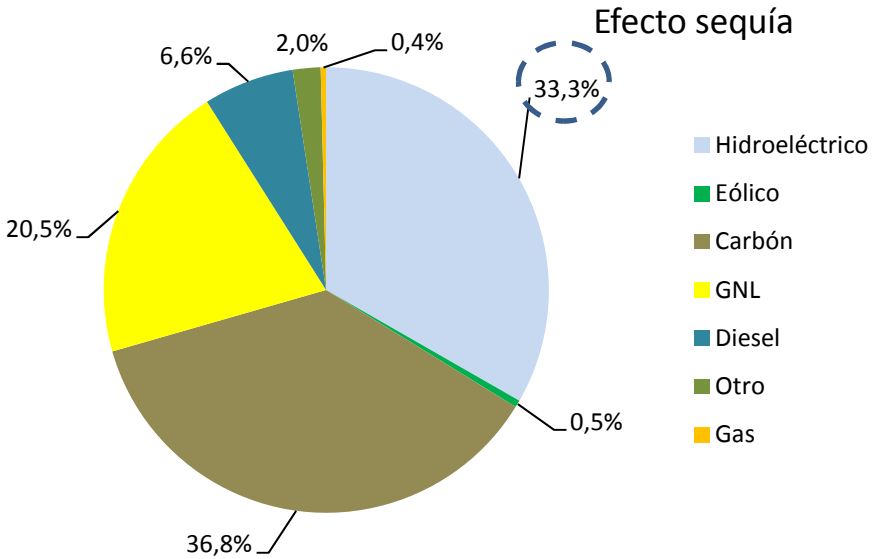
Por su parte, en Chile se ha constituido una matriz de generación con fuerte componente renovable

Generación de electricidad por tipo de combustible Chile



Fuente: www.iea.org

Generación por tipo de combustible SIC + SING 2011



Fuente: CDEC-SING, CDEC-SIC

Aún en sequía, el porcentaje de generación en base a recursos renovables supera el 35%

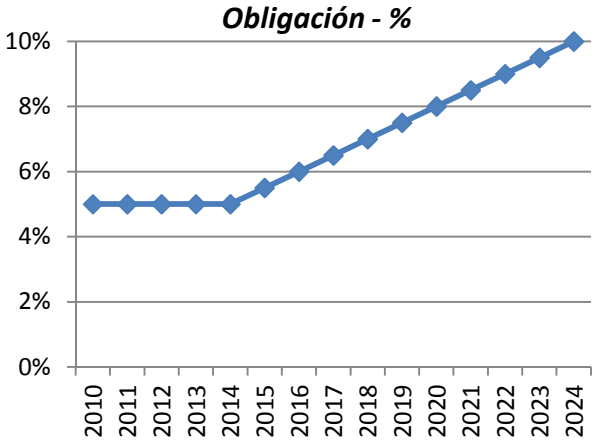
El IMPULSO A LAS ENERGIAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES EN CHILE: LEY N° 20.257

Generadoras de Chile A.G.
energía que nos mueve

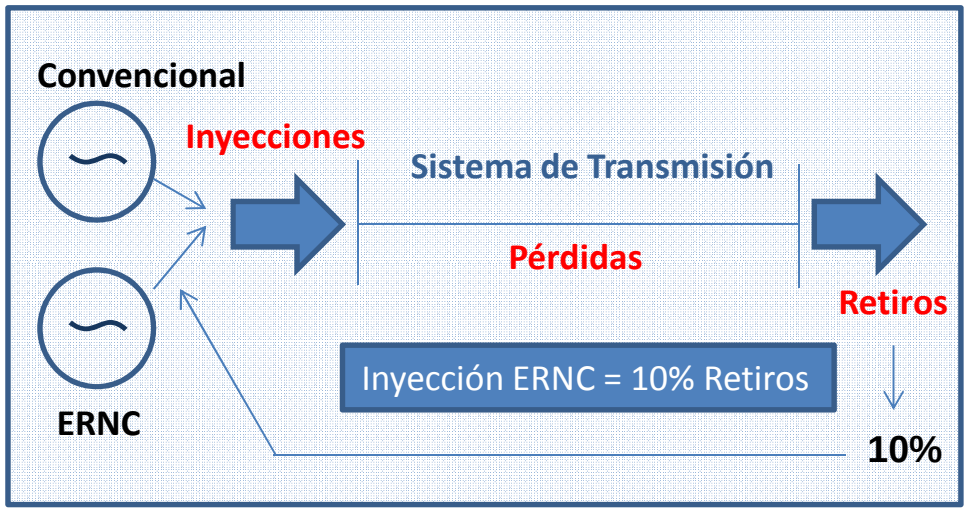
Ley N° 20.257: Ley ERNC

- Promulgada en marzo de 2008 con el objetivo de **diversificar la matriz de generación**
- Establece, con gradualidad, que el 10% de los retiros de energía anuales que efectúan los generadores para dar suministro a clientes regulados o libres sean respaldados mediante energía proveniente de ERNC efectivamente inyectada al sistema.

Gradualidad en Aplicación Ley ERNC

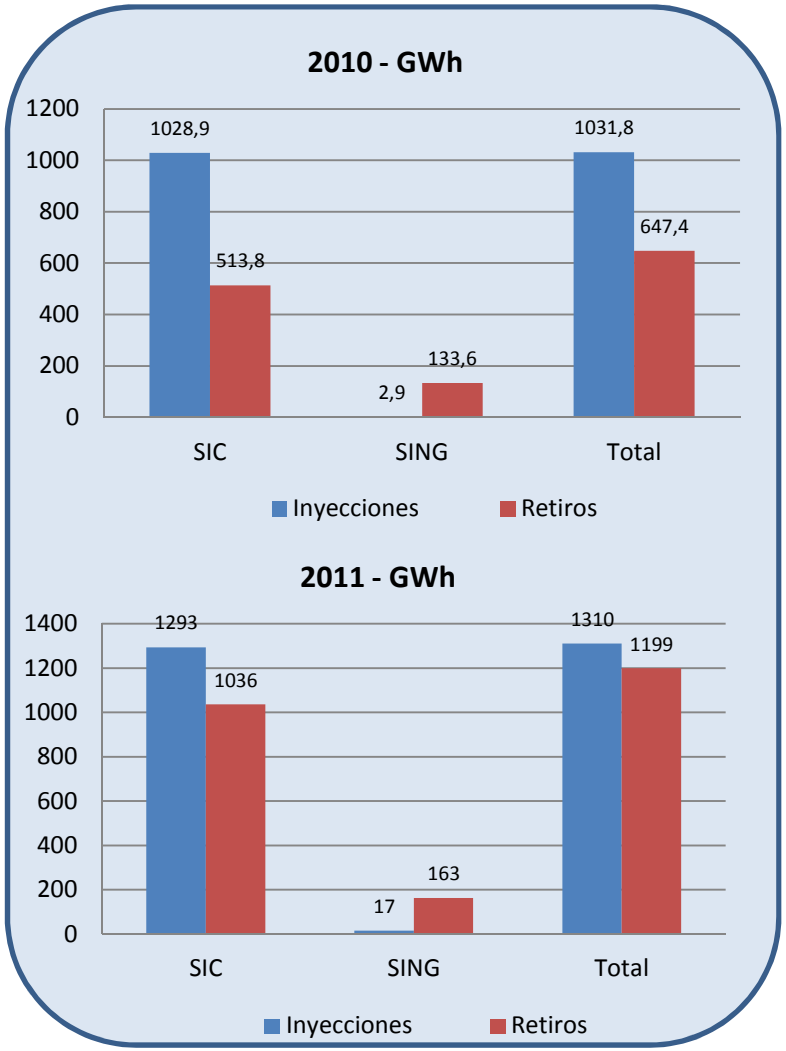


Esquema de Aplicación Ley ERNC

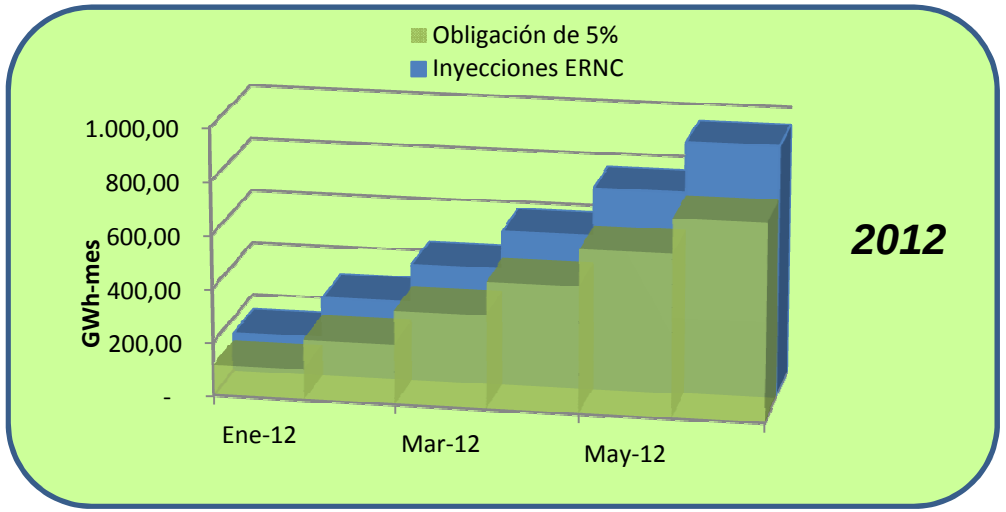


- La Obligación se calcula sobre los Retiros a clientes de acuerdo a contratos firmados, renegociados o extendidos a partir del 31 de agosto de 2007.
- La Obligación podrá ser cumplida con Inyecciones ERNC en el SING o en el SIC, independiente de donde se realizan los Retiros.

Evaluación de Ley ERNC



	2010	2011
	MWh	MWh
Retiros Afectos a la Obligación (SIC+SING)	12,948,344	23,979,392
Obligación según Ley ERNC (5%)	647,417	1,198,970
Inyecciones efectivas ERNC 2010 (SIC+SING)	1,031,836	1,309,932
% Inyecciones Efectivas/Retiros Afectos	**7.97%**	**5,46%**



Durante el 2012 (a julio) las inyecciones de ERNC han sido **6,5%** de los retiros afectos a la Ley ERNC

Fuente: CDEC-SIC

Un porcentaje considerable de ERNC que actualmente opera en los sistemas eléctricos es de iniciativa de empresas generadoras

Tipo ERNC	Total Nacional MW	Total AGG MW	%
Eólica	198.7	172.2	87%
Hidráulica	250.0	120.1	48%
Biomasa	372.0	12.7	3%
Total	**820.7**	**305.0**	**37%**

Fuente: Elaboración Propia AGG (datos de asociados AGG).

LOS DESAFIOS QUE NOS IMPONEN LAS ERNC (…y OTROS)

Experiencia nacional: observamos que los objetivos y las soluciones no están alineadas eficientemente

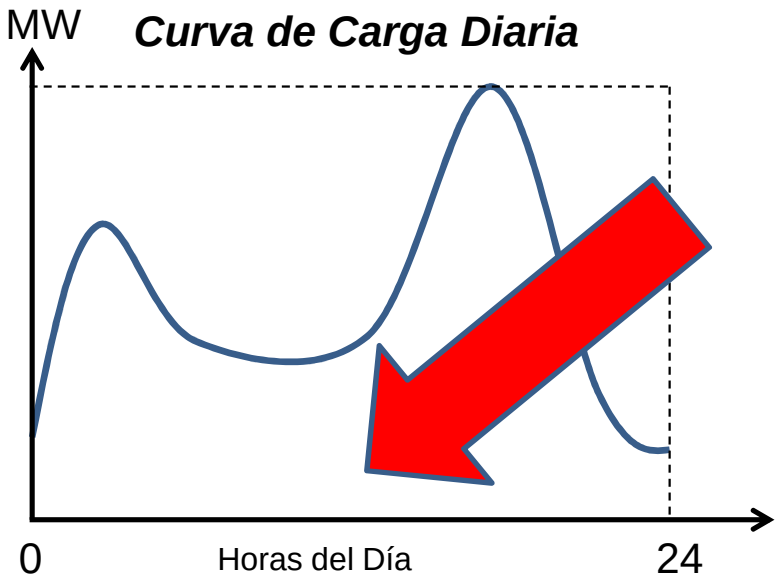
Ejemplos:

- ❑ Ley ERNC tiene objetivo de diversificación y NO de reducción de emisiones
- ❑ Norma de emisiones sólo aplica a sector generación: Hay otros sectores emisores de GEI que no tienen normas aún (fundiciones)
- ❑ Intenciones de aumentar la participación de ERNC en la matriz de generación sin los resguardos de seguridad que requiere la operación

Se pueden tener muy buenas cartas, pero si no están ordenadas…

La experiencia exitosa: Cartas Bien Ordenadas (el caso Nueva Zelanda)

Para nuestra realidad, las ERNC deben desarrollarse considerando los criterios y objetivos adoptados para el sector generación de electricidad



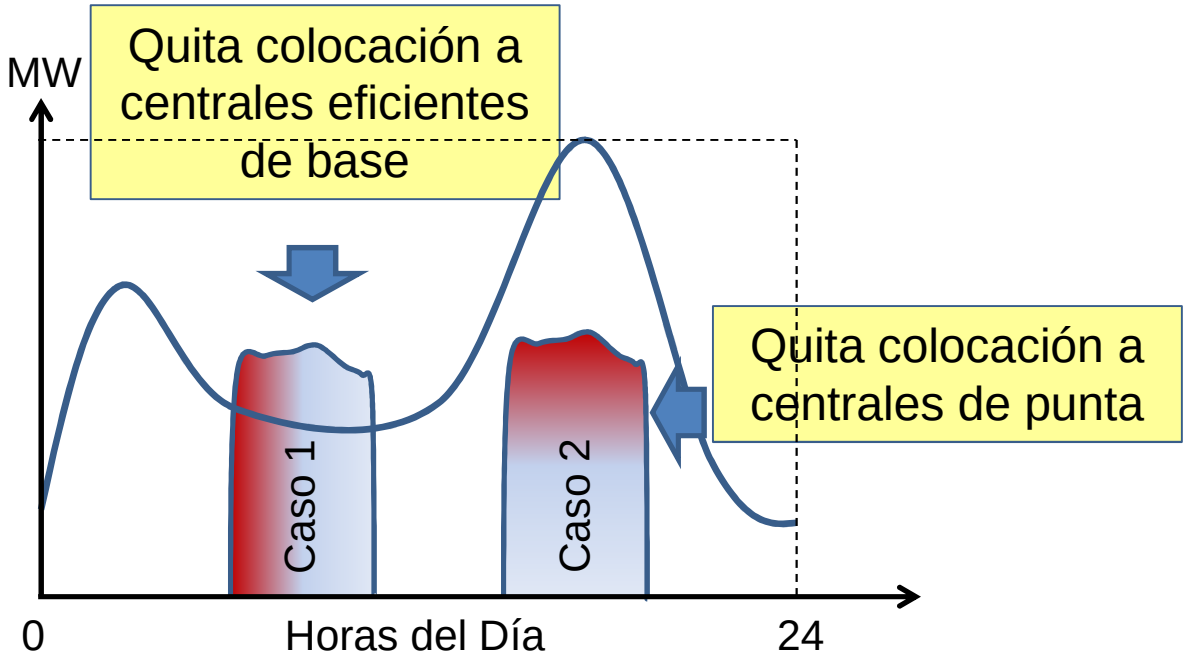
El parque generador en su conjunto debe satisfacer la demanda de energía eléctrica

- Seguridad y Continuidad
- Competitividad
- Sustentabilidad

Las ERNC con características intermitentes y volátiles introducen complejidad en la operación del Sistema Eléctrico

Caso1: ERNC "desmejora" la curva residual desplazando proyectos eficientes (hidro y térmicos) → **costo de abastecimiento aumenta**

Caso2: ERNC "mejora" la curva residual desplazando proyectos de punta → **costo de abastecimiento disminuye si Inv ERNC < CV+Inv de centrales de punta desplazadas**



Eventualmente la generación de ERNC reduce costos de operación (si desplaza generación más cara) pero eso NO significa que el Sistema sea más económico para abastecer la demanda: La componente Inversión "muchas veces" queda fuera del análisis

Aspectos técnicos que deben ser considerados para la planificación de niveles altos de ERNC en la matriz de generación – Caso SING

Teniendo en cuenta las realidades y diferencias estructurales de los dos Sistemas Eléctricos más importantes del país, distintos aspectos técnicos deben ser considerados

Ejemplo: Estudio CDEC-SING 2012

Fuente: Presentación "Efectos Técnicos y Económicos de la Incorporación de ERNC al SING", Daniel Salazar, Director Ejecutivo CDEC-SING, Seminario Acera, Abril 2012

Estudio CDEC-SING 2012

Antecedentes:

- Sistema Industrial.
- Centros de Producción y Consumo atomizados.
- Parque generador 100 % térmico.
- Producto de su dedicación a la Gran Minería del Cobre, bajo nivel de enmallamiento.

Consideraciones:

- Escenarios con proyectos eólicos de 75 y 150 MW, localizados en la zona de Calama.
- Operación día tipo de Diciembre 2011, que considera todo el parque a carbón y GNL disponible a esa fecha.
- Precios utilizados por CNE en Precios de Nudo de Abril 2011.

Fuente: Presentación "Efectos Técnicos y Económicos de la Incorporación de ERNC al SING", Daniel Salazar, Director Ejecutivo CDEC-SING, Seminario Acera, Abril 2012

Estudio CDEC-SING 2012

Conclusiones

- Caso 75 MW no demanda mayor reserva primaria.
- Para Caso 150 MW, se requiere como mínimo 85 MW de reserva primaria (evitando operación de EDAC).
- A mayor requerimiento de Reserva Primara, mayor presencia de unidades a Mínimo Técnico.
- Beneficio económico de incorporación eólica depende de requerimiento adicional de reserva primaria.

Caso Base v/s Parque Eólico 75MW

Costo de operación [MUS$]	Sin Parque Eólico	Parque 75 [MW]
Perfil 1	2.119	2.075
Perfil 2	2.119	2.084
Perfil 3	2.119	2.083
Perfil 4	2.119	2.071
Perfil 5	2.119	2.075

Caso Parque Eólico 150 MW

Costo de operación [MUS$]	CPF=70 [MW]	CPF=85 [MW]	CPF=100 [MW]	CPF=110 [MW]
Perfil 1	2.041	2.061	2.093	2.137
Perfil 2	2.058	2.078	2.110	2.152
Perfil 3	2.054	2.074	2.106	2.148
Perfil 4	2.033	2.053	2.085	2.129
Perfil 5	2.043	2.063	2.095	2.138

Fuente: Presentación "Efectos Técnicos y Económicos de la Incorporación de ERNC al SING", Daniel Salazar, Director Ejecutivo CDEC-SING, Seminario Acera, Abril 2012

→ Desafíos en el SING

- **Variabilidad**
  - Mejores herramientas y aplicaciones para manejo de reservas operativas.
  - Modelos Predictivos para mitigar efectos de variabilidad.
- **Escala y Concentración:**
  - Penetración escalable al crecimiento y aprendizaje del SING.
  - Diversificación de puntos de conexión.
- **Acceso a Sistema de Transmisión**
  - Acceso Abierto en Transmisión Adicional.
  - Planificación y Desarrollo de Transmisión Troncal.
- **Normativa**
  - Nueva versión de Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio
  - Servicios Complementarios: Asignación y Pago de Reservas.
- **Efectos en Parque Existente**
  - Entrada y salida constante de unidades.
  - Unidades vapor-carbón regulación constante para absorber variaciones.
  - Necesidad de cambiar consignas frecuentemente.
  - Aumento de Horas Equivalentes de Operación.
  - Adelanto de ciclos de mantenimiento mayor.

Fuente: Presentación "Efectos Técnicos y Económicos de la Incorporación de ERNC al SING", Daniel Salazar, Director Ejecutivo CDEC-SING, Seminario Acera, Abril 2012

PROPUESTA DE CAMBIOS A LA LEY 20.257 Y NUESTRO PUNTO DE VISTA

Consideraciones generales

- Característica estructural de las ERNC (intermitencia, baja predictibilidad, recurso no siempre disponible en horas de punta, en general alejada de los centros de consumo) hace necesario regular eficientemente su penetración a los sistemas eléctricos asegurando criterios de competitividad y seguridad.

- Regulaciones basadas en imposición de cuotas que vayan por encima de crecimiento natural originan sobrecostos en la operación de los sistemas eléctricos. Más aún si se regula a favor de cuotas por tecnologías.

- Las señales del mercado debieran ser suficientes para impulsar el cumplimiento de la Ley ERNC vigente (Ley 20.257). La evaluación del cumplimiento es positiva.

- No se deberían generar más incertidumbres.

Elementos de una política eficiente de ERNC

Elementos claves	Implementación
Promover I+D+i en ERNC eficiente: hidro, geotermia y biomasa	1. Incentivos a estudios de potencial 2. Incentivos a exploración 3. Licitación de proyectos eficientes
Meta de penetración no debe comprometer la suficiencia del sistema	1. Metas deben fijarse según potencial real de ERNC eficiente 2. ERNC que se incorpore debe presentar garantías de cumplimiento (evitar caso Campanario)
Meta tampoco debe comprometer la confiabilidad del sistema	1. Limites operacionales a generación volátil 2. Mejoramiento factor de planta y/o respaldos
Mitigación de CO2 con ERNC debe ser costo-eficiente y coordinada con el resto de los sectores: Adicionalidad	1. El costo de la tonelada mitigada de CO2 con ERNC no debe exceder lo que paga Europa (≈ U$D 8/ton) 2. Coordinación de esfuerzos entre sectores
La ventaja de la ERNC está en el lado de la demanda y no en el lado de la oferta	1. ERNC distribuida: ahorro en Tx 2. Tarifas verdes: El cliente que opta por ERNC local recibe descuento en cobro por uso de red 3. Net metering 4. Redes Inteligentes

Algunos alcances a la propuesta de reforma de la ley 20.257

- Existen algunos contenidos que deben revisarse (demanda afecta a la obligación, la meta del 20% al 2020, la separación del SIC y del SING y las multas por no cumplimiento pero subsistencia de la obligación).

- Se propone un mecanismo de licitaciones (complementario a la cuota existente en la actualidad) que no está desarrollado, presenta discriminación en contra de generadores actuales y aumenta riesgos.

- Debiera incorporar promoción al uso de biocombustibles y eliminar límite de 20MW de las centrales hidroeléctricas para calificar como ERNC.

- Ley ERNC debiera ser parte de la estrategia global de cambio climático del país y contar como crédito a los posibles compromisos que se asuman para reducir emisiones de GEI en el futuro.

El costo de la indicación a la Ley ERNC (el 20/20)

- Ley Vigente: 10% de ERNC al año 2024 → 8% al 2020
- Indicación: 20% de ERNC al año 2020

ERNC instalada adicional sobre Ley vigente para cumplir cuota de 20% al 2020

	ERNC Existente MW	MiniHidro MW	Biomasa MW	Geotermia MW	Eólico MW	FV MW	Total MW	Gen. Adic. ERNC GWh
E1	-	5	91	-	3071	1244	4411	11045
E2	-	7	100	-	3061	1173	4341	10924
E3	-	18	134	-	2978	901	4031	10325
E4	-	65	179	-	2510	374	3128	8481

20% al 2020 significa una capacidad adicional de ERNC de entre 45% a 160%, dependiendo del desarrollo minihidro que se considere. Esto significa, en valor esperado, entre 440 y 940 millones de US$ anuales (en promedio 19% de sobrecosto)

Nota Escenarios parametrizados por capacidad de desarrollo de proyectos minihidros
E1: 250 MW minihidro
E2: 300 MW minihidro
E3: 500 MW minihidro
E4: 1000 MW minihidro

Fuente: Elaboración propia AGG

El costo de la indicación a la Ley ERNC (el 20/20)

- El costo de la tonelada de CO2 mitigada adicionalmente a través del cumplimiento de la meta del 20% de ERNC en el año 2020 alcanza en valor promedio los 92 US$/ton CO2, pudiendo llegar en casos extremos a los 180 US$/ton CO2 (entre 9 y 18 veces el costo que en la actualidad pagan los países desarrollados por compensar sus emisiones (U$S 10/ton CO2).

Costo en el año 2020 de la tonelada de CO2 mitigada cumpliendo la meta 20%

Costo Mitigación CO_2	250 MW MiniHidro US$/Ton$CO_2$	300 MW MiniHidro US$/Ton$CO_2$	500 MW MiniHidro US$/Ton$CO_2$	1000 MW MiniHidro US$/Ton$CO_2$
Quintil inferior Promedio de los 1000 valores mas bajos	44.52	42.18	34.14	20.98
Quintil superior Promedio de los 1000 valores más altos	179.91	176.36	164.97	136.58
Valor esperado	**105.40**	**102.43**	**91.53**	**66.46**
Desviación Estándar	**50.20**	**49.79**	**48.64**	**43.62**

Fuente: Elaboración propia AGG

El desafío en materia de renovables

- Promover desarrollo de toda fuente de energía renovable económicamente eficiente evitando distorsiones o imposición de cuotas por tecnología.

- Debatir informadamente sobre las tecnologías de generación eléctrica (costos y beneficios). Aprender de la experiencia internacional.

- Procurar un desarrollo competitivo entre las distintas tecnologías asegurando la minimización de costos y la confiabilidad del sistema.

- Facilitar mayor penetración de ERNC en base a “Requerimientos de la Demanda”. Se están generando los incentivos privados (Huella de Carbono) para crear más espacios.

LAS EMPRESAS GENERADORAS CONTINUAN HACIENDO ESFUERZOS DE INVERSION EN ENERGIAS RENOVABLES

Los generadores buscan cumplir sus obligaciones con inyecciones efectivas de ERNC … algunos ejemplos

- Colbún S.A. lanzó un proceso de licitación abierto y privado de ERNC para cubrir total o parcialmente sus obligaciones producto de la Ley 20.257.
  - Busca contratar en torno a 500 GWh/año de atributo ERNC hacia el 2020

    Equivalencias:
    - 100 MW minihidro
    - 200 MW eólico
    - 65 MW geotérmicos
    - 70 MW biomasa ó
    - 180 MW solar
  - Opciones de contratación: Venta de Energía y Atributo ERNC o Venta de Atributo ERNC al Precio Licitado con fórmula de indexación; PPA a 12 años renovable por 5 años más.
  - Se espera adjudicación en el mes de Noviembre de 2012

… algunos ejemplos

- E-CL (Grupos GDF Suez) y Quiborax, anunciaron la construcción del primer parque solar fotovoltaico que estará ubicado en la Región de Arica y Parinacota. El parque generará aproximadamente el 30% (2 MW inicialmente) del consumo de la planta El Águila de propiedad de Quiborax.

- E-CL lleva a cabo un proyecto de "co-combustión" que le permitirá reducir, con biomasa, hasta en un 10% el consumo de carbón en sus planta termoeléctricas Andina y Hornitos reduciendo emisiones de GEI.

- E-CL ingresó a la COREMA de Antofagasta, una DIA para su proyecto *Parque Eólico Calama*, que se ubicará 20 kilómetros al sureste de esa ciudad. La iniciativa consiste en la construcción y operación de un complejo energético compuesto por 56 aerogeneradores con una capacidad instalada individual de entre 1,5 MW y 2,3 MW de potencia máxima. La intención es, además de diversificar la matriz energética del SING, cumplir un rol en la reducción de emisiones de GEI, razón por la cual formará parte del Mecanismo de Desarrollo Limpio, acogiéndose al mercado de los bonos de carbono, dentro del marco del Protocolo de Kyoto.

… algunos ejemplos

- AES Gener inicia la tramitación ambiental para un proyecto de energía solar de US$ 572 millones. El proyecto Los Andes está emplazado en la Región de Antofagasta y consiste en la construcción de un parque de paneles fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica con una potencia nominal de 220 MW.

  El proyecto será desarrollado en distintas fases, la primera por 20 MW a ser completada el 2014.

Generadoras de Chile A.G.
energía que nos mueve

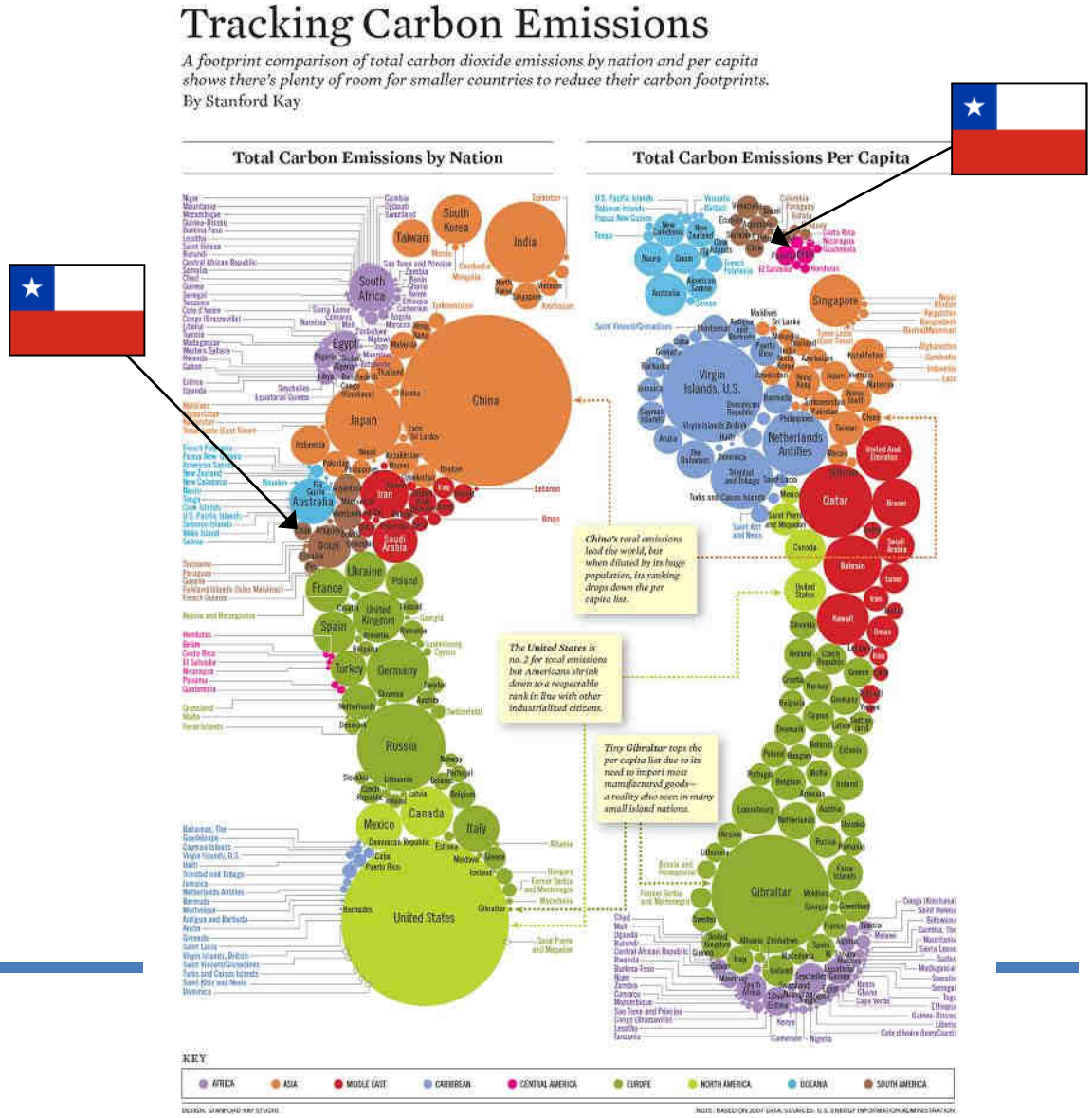
Muchas Gracias

rene.muga@generadoras.cl

AES Gener energía confiable · Colbún · endesa chile Una empresa del Grupo Enersis · International Power GDF SUEZ · PacificHydro · SN Power

Contexto nacional: Chile representa del orden del 0,2% de las emisiones de GEI a nivel mundial

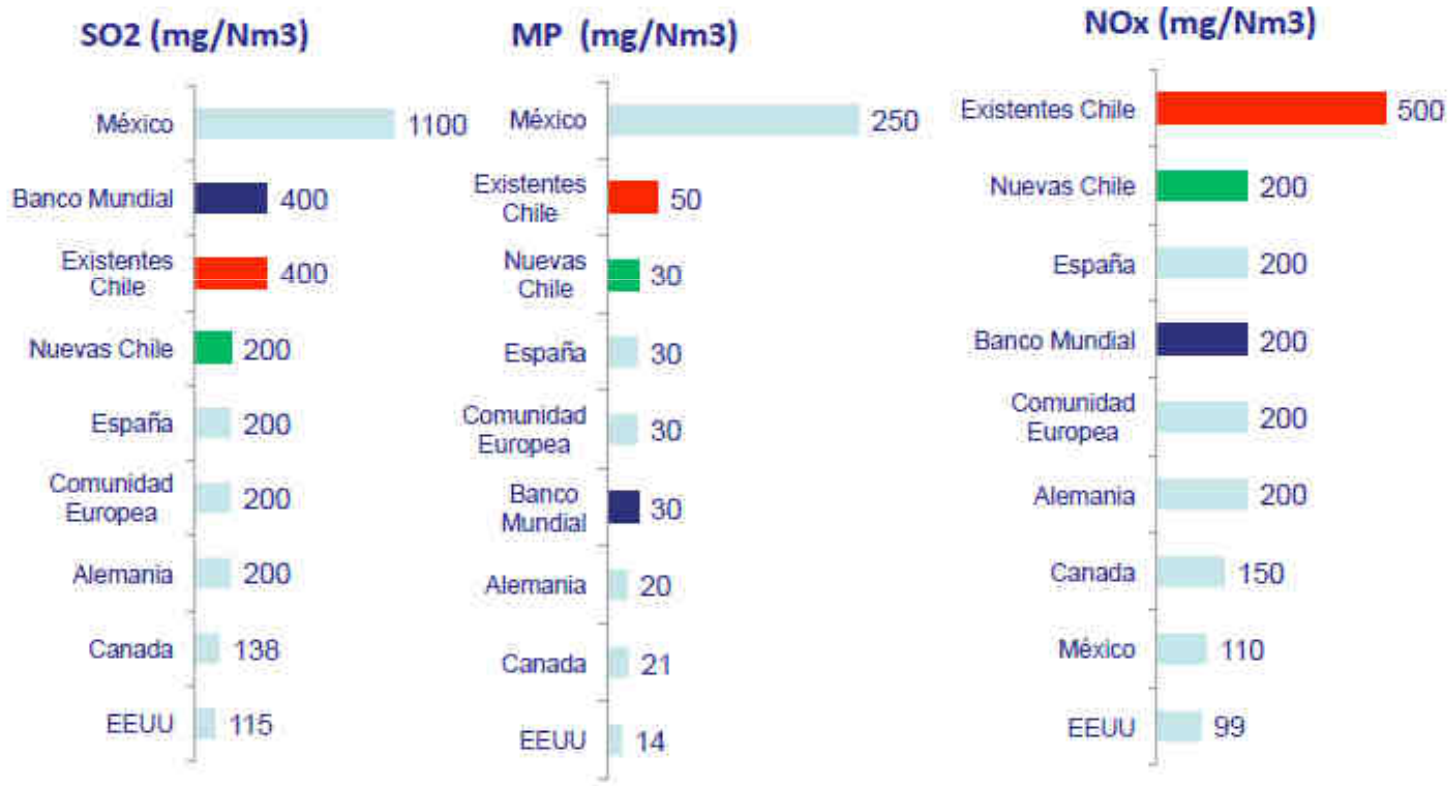
- Se ha comprometido voluntariamente una reducción del 20% al 2020 de GEI respecto del BAU sobre base 2007.
- País en desarrollo. Esfuerzos deben ser coherentes con esa realidad y compromisos de otros países.
- Responsabilidades comunes pero diferenciadas.



Generadoras de Chile A.G.
energía que nos mueve

Con todo ello, el sector generación está sujeto a una norma de emisiones exigente…que debiera ser reproducida al resto de los sectores productivos

Compara límites de emisión para termoeléctricas a nivel internacional



Fuente:
1) Normalización y comparación elaboración propia.
2) Guías Industriales del banco Mundial http //www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EHSGuidelines Guía para termoeléctricas http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/gui_EHSGuidelines2007_ThermalPower/$FILE/FINAL_Thermal+Power.pdf

Considerando que en la industria de generación, para su **desarrollo con calidad y seguridad de suministro:**

- ✓ Todas las tecnologías pueden competir.

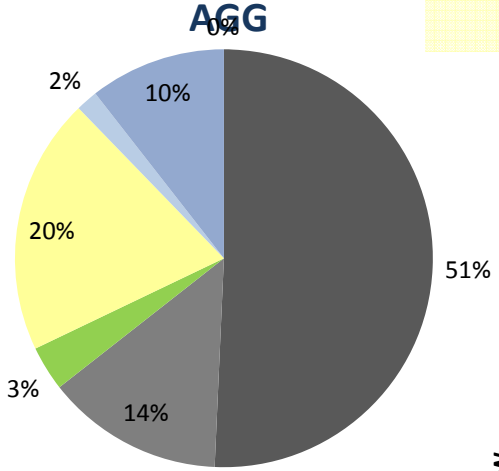
- ✓ Los titulares de los proyectos eligen las más apropiadas buscando el equilibrio que permita desarrollar una matriz de generación económica, segura y sustentable, de acuerdo a las exigencias normativas y a la competitividad de sus ofertas, dónde resuelve finalmente la demanda (licitaciones).

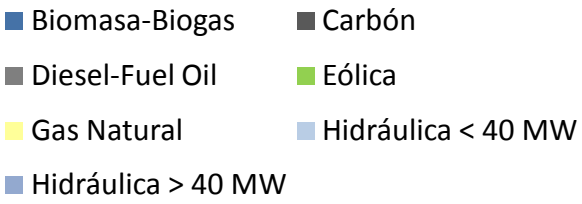
- ✓ La competencia se desarrolla dentro de una normativa que se va adaptando:
  - ➢ Ley ERNC (10% al 2024) que entró en vigencia el 2010
  - ➢ Norma de emisiones de centrales termoeléctricas (2011)

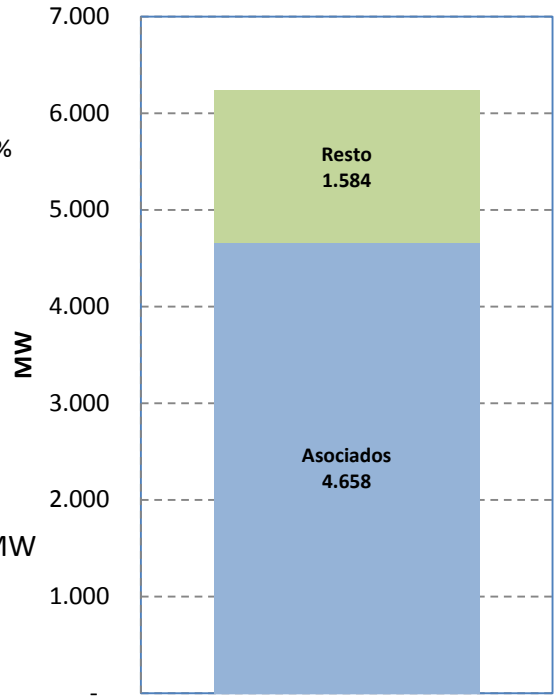
Capacidad Instalada (SIC+SING) 2005/2012
Casi un 40% del total instalado en Chile

En 2011 entra en vigor la Norma de Emisiones de Termoeléctricas

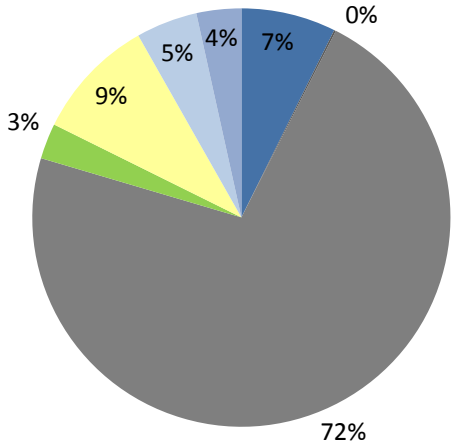
Generadores en AGG

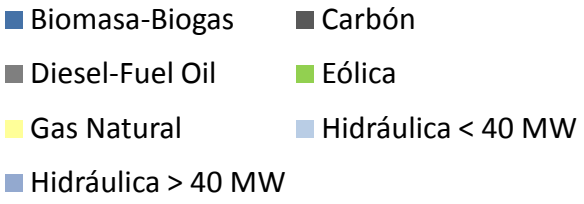






Resto de Generadores





Incluye proyectos en construcción:

- Hidro > 40 MW: 106 MW
- Carbón: 957 MW

Fuente: CDEC-SIC, CDEC-SING y AGG

2005/2010: 4770 MW
2011/2012: 1472 MW