

Desafíos y oportunidades de inserción ERNC en Chile

marco regulatorio, estado actual y desafíos en el mediano y largo plazo

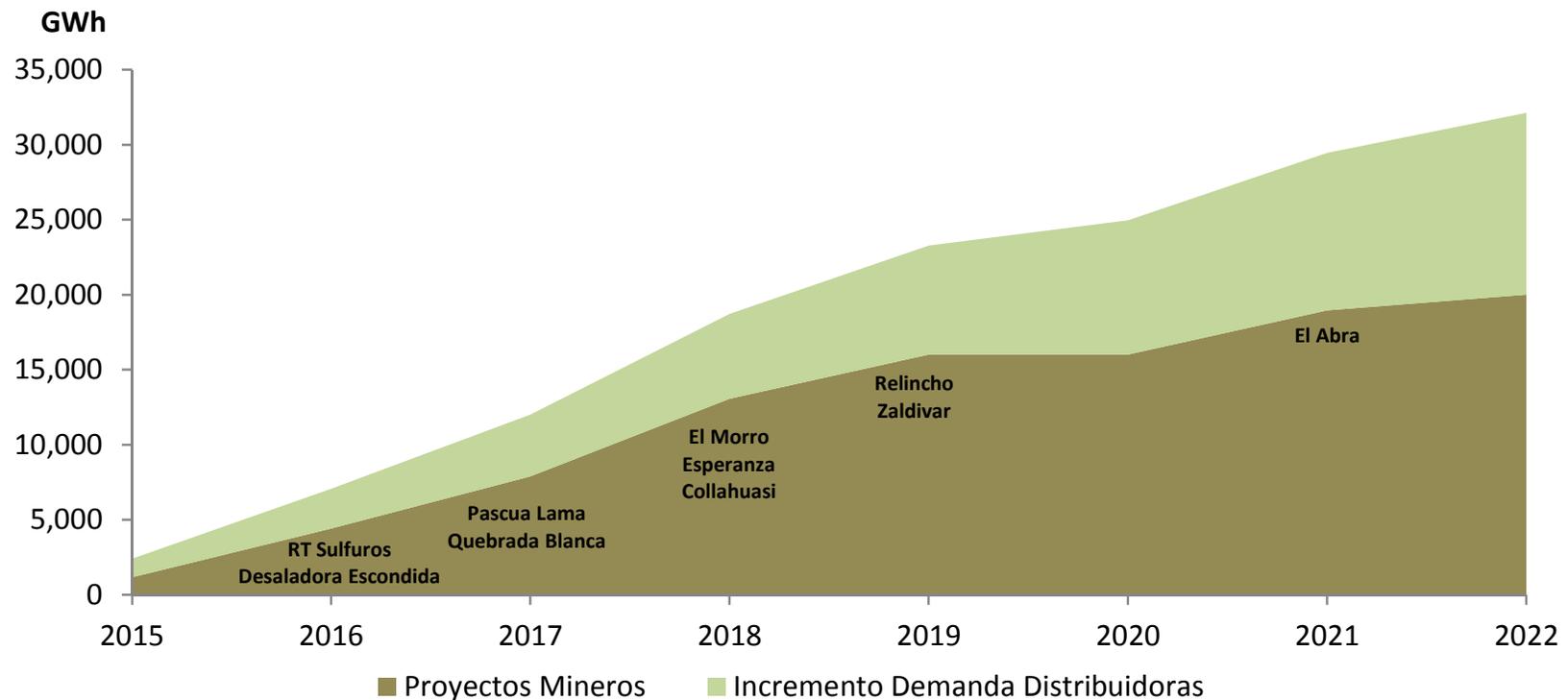


29 de Mayo 2014

Desafíos centrales de la expansión eléctrica



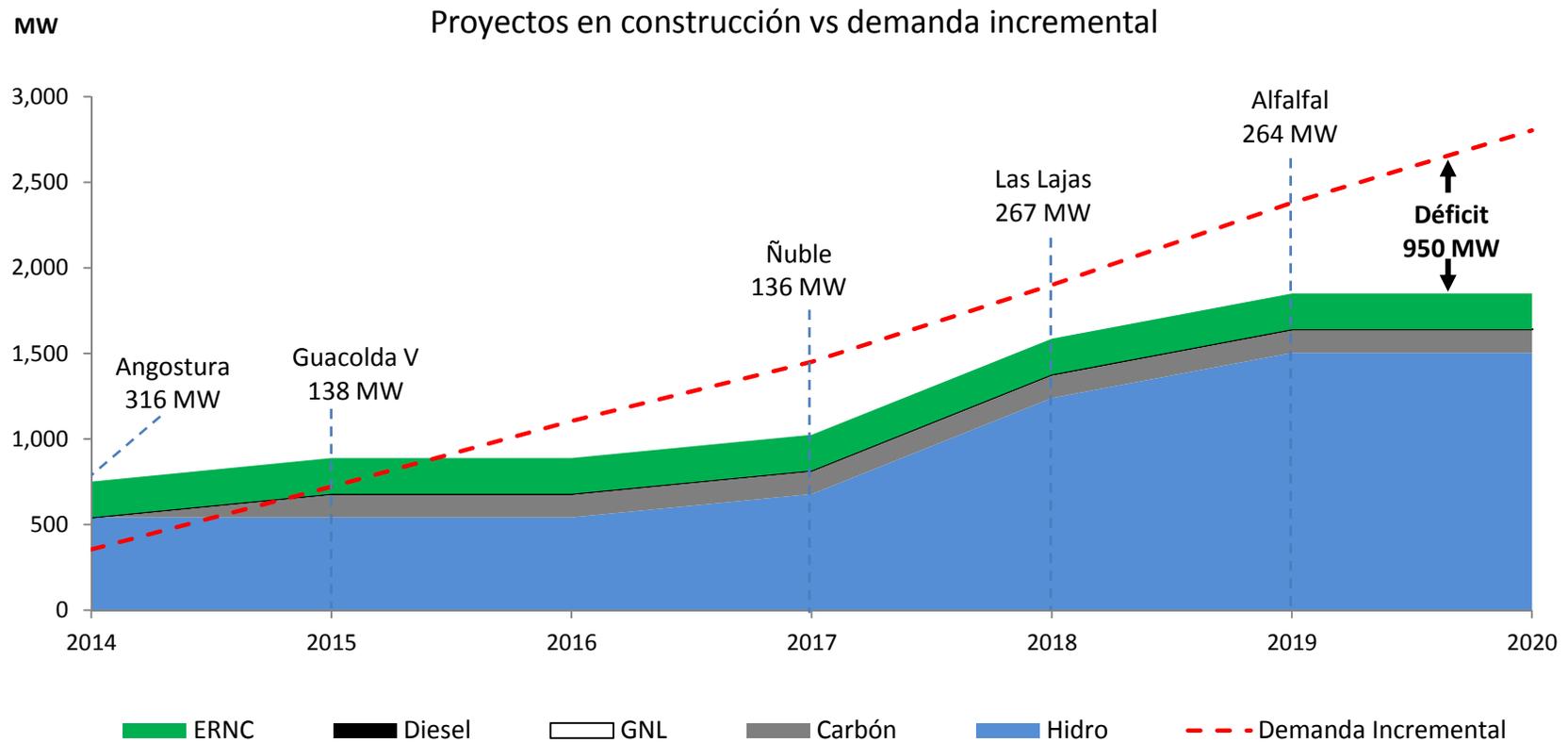
- Chile necesita la instalación de 750 MW/año (*) promedio para atender los incrementos de demanda de los próximos años.



(*): asumiendo un factor de carga de 80% para proyectos mineros y 60% para la demanda distribuidoras.

Fuente: CDEC, SysteP

Desafíos centrales de la expansión eléctrica



Importante oferta ERNC



Tema del día

EL PARQUE SOLAR DE CAP DENOMINADO AMANECER.

Proyectos por ERNC totalizan 4.222 mw en la región de Atacama

Roberto Miranda
roberto@diariolatam.cl

La región de Atacama suma un total de 4.222 MW en proyectos de Energías Renovables No Convencionales (ERNC), que permitirán diversificar la matriz energética en un mediano plazo.

Hasta la fecha, en la región hay 2.382 MW aprobados, con un total de 21 iniciativas, entre ellas eólicas y solares, mientras que en evaluación ambiental se registran 21 proyectos por 1.840 MW, aunque solo en generación fotovoltaica.

Según el seremi de Energía

ENERGÍA. Las iniciativas aprobadas, entre eólicas y solares, suman 2.382 MW y los que están en evaluación unos 1.840 MW.

LOS SEREMIS DE ENERGÍA, MARCELO SALAZAR...

cooperativa.cl

Eléctricos e industrias negociarían

Portada País Deportes Entretenimiento y Tendencias Mundo Opinión Espe

Tópicos: País | Energía | Generación eléctrica

Gobierno aprobó concesión a para 43 proyectos de energía no convencional

- También seguirán utilizándose medios convencionales mientras respeten medio ambiente.
- Iniciativas sustentables se concentran en la zona norte del país.

Publicado: Sábado 17 de mayo de 2014 | Autor: Cooperativa.cl

Compartelo: [Twitter](#) [Facebook](#) [Google+](#) [LinkedIn](#) [WhatsApp](#) [Email](#)

La Presidenta Michelle Bachelet junto al ministro Máximo Pacheco, anunciaron esta semana la agenda energética del Gobierno.

Relacionados

- 09:40 | Pacheco: Usaremos nuestros recursos hídricos
- 15/05/2014 | Bachelet dio a conocer ejes de la agenda energética
- 09/04/2014 | [Fotos] Inauguran planta solar fotovoltaica más grande de la Región Metropolitana

agregó.

de dolar por tonelada. kene waga, de la Asocia- maximo las emisiones".

oras, recal- 35% de las 02 son pro- generado- viene de la o 30%, del que no será nos preocu- estudiar el ", dijo. e, Gastón te de la Asi- "complica uestos, pero empo neces- el sector in- ir formaliz- a reducir al

Mecanismos para la inserción ERNC

Evolución histórica de las normativas de fomento ERNC



Ley 20.257
2008

A partir del 1 de enero del año 2010, los generadores deberán acreditar que en el transcurso del año calendario, un 5% de la energía suministrada provino de fuentes renovables no convencionales o minihidráulicas. Luego, a contar del año 2015, se aumentará en 0,5% anual, hasta llegar a un 10% el año 2024, porcentaje que debe mantenerse en el futuro.

Proyecto "Ley 20/20"
2010

Se fija una obligación de 5% para los años 2010 a 2013, aumentando en 2% anual a partir del año 2014 hasta el año 2019; y aumentando en un 3% en el año 2020, hasta alcanzar el año 2020 el 20%.

Ley 20/25
2013

Para el 2014 la obligación será de un 5,5%, para llegar al 20% de la energía comercializada al año 2025, aplicable a aquellos contratos firmados con posterioridad a la promulgación de la ley.



“Levantar las barreras existentes para las Energías Renovables No Convencionales (ERNC) del país, comprometiendo que un 45% de la capacidad de generación eléctrica que se instalará en el país entre los años 2014 a 2025 provenga de este tipo de fuentes”

Compromiso de 20% de ERNC al 2025



Estimular la integración de las ERNC en cumplimiento a la Ley de Fomento de las ERNC (20/25)

Enfrentar las barreras que limitan una mayor participación de las ERNC en el mercado eléctrico:

- Considerar las particularidades de las ERNC en las acciones contempladas en la Agenda.
- Reimpulsar los instrumentos de apoyo a la pre-inversión y de acceso a financiamiento para proyectos ERNC, orientados a generación integrada al mercado eléctrico.

Promover el desarrollo de la energía geotérmica para el desarrollo local

- Proyecto de Ley para perfeccionar el sistema de concesiones geotérmicas.
- Implementación de esquemas para reducir el riesgo en la perforación de pozos profundos en la etapa de exploración geotérmica.



Adecuación normativa de la operación de los Sistemas Interconectados para la incorporación eficiente y segura de las ERNC.

- Dotar de mayor flexibilidad los esquemas operacionales del SING y SIC, para la incorporación eficiente y segura de ERNC.
- Se revisarán los parámetros definidos para el despacho de centrales térmicas, el control automático de generación y el pronóstico de generación ERNC.

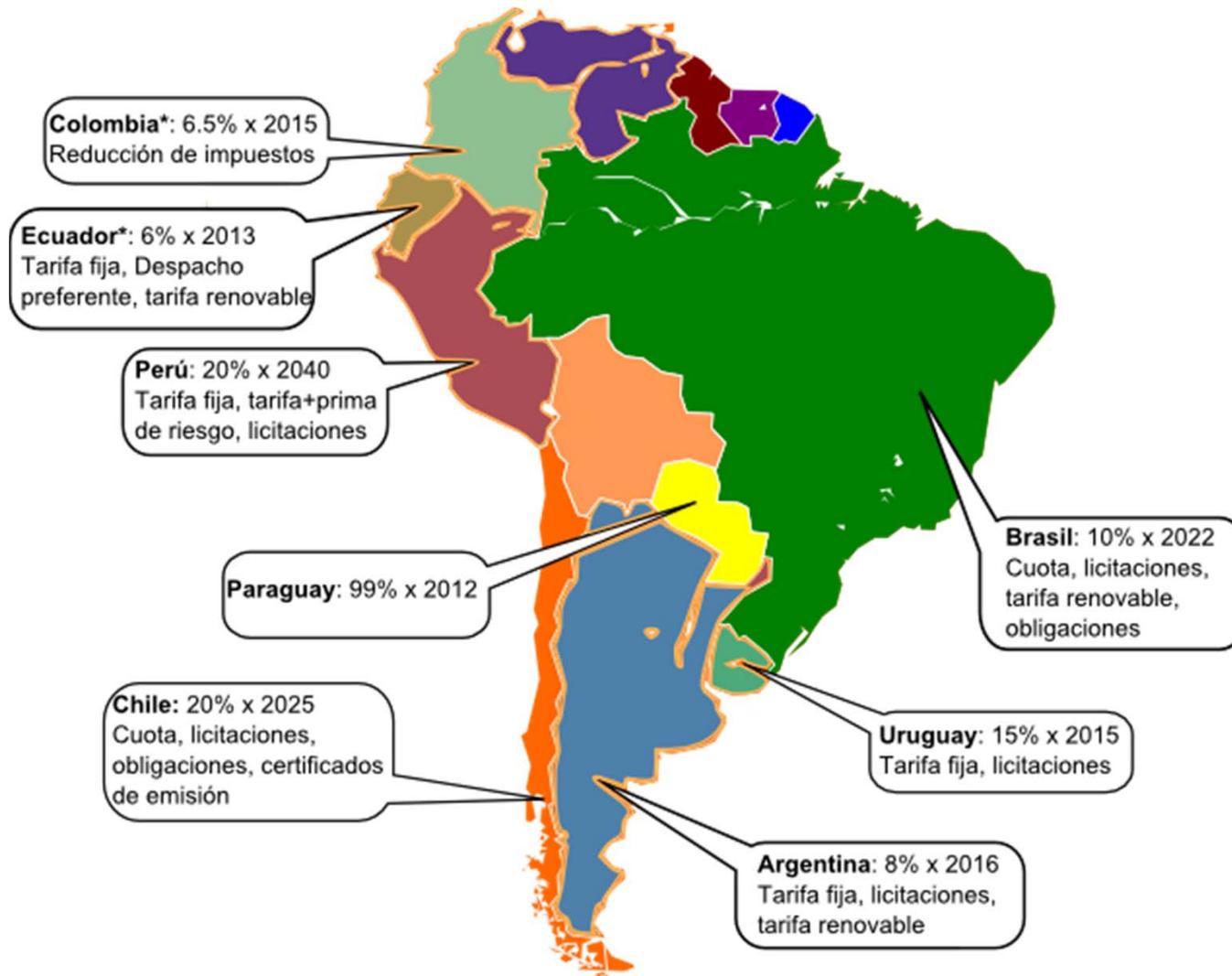
Reforma a los Centros de Despacho Económico y Carga (CDEC)

- Se revisará la naturaleza jurídica y gobernanza de los CDECs, acorde con la nueva realidad de un sistema interconectado nacional.

Potenciar el capital humano, la ciencia e innovación energética

- Se incluirán nuevas funciones al actual Centro de Energías Renovables, transformándolo en el Centro Nacional de Fomento e Innovación en Energía Sustentable.

Metas inserción ERNC Sudamérica

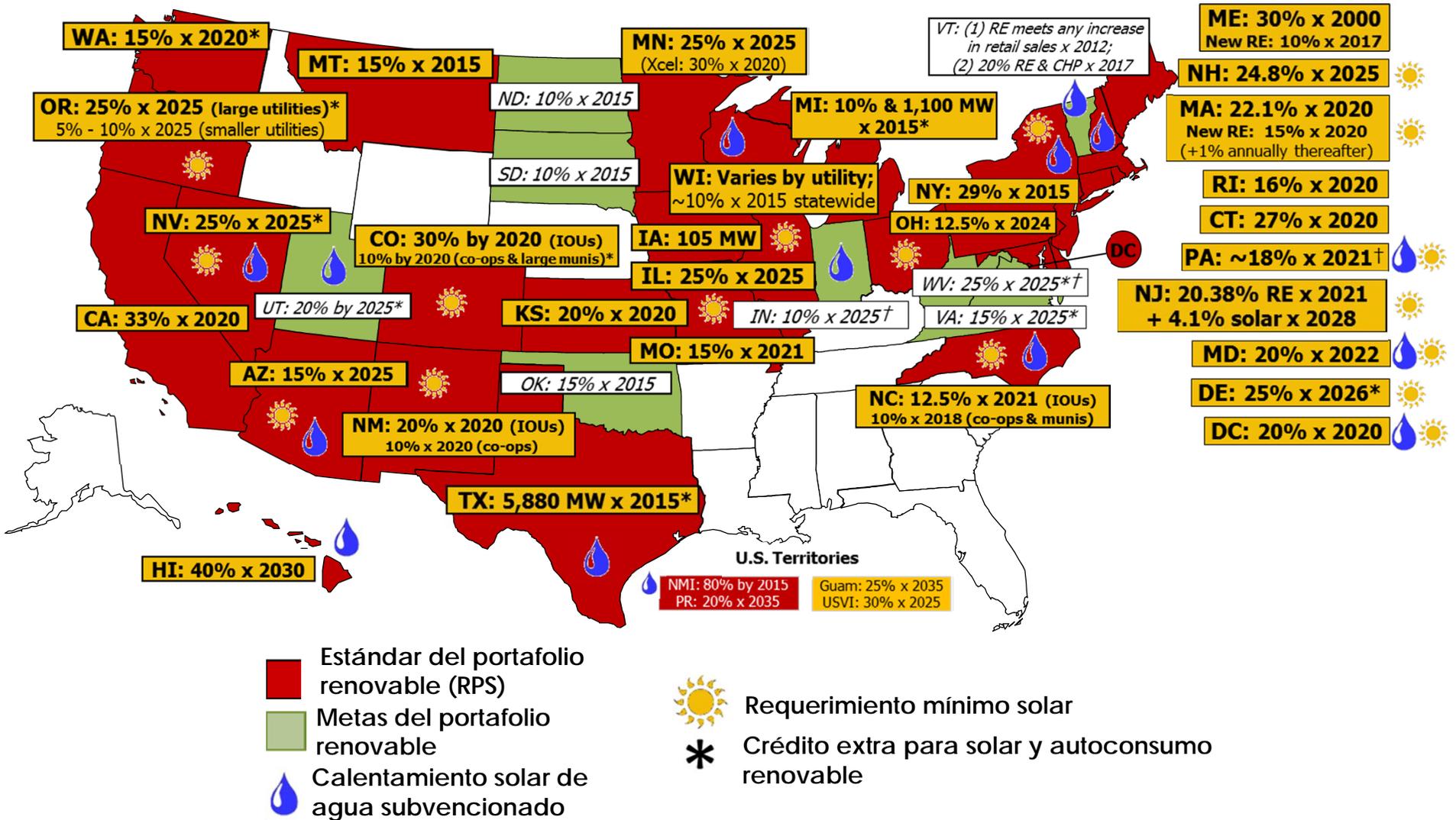


- En el caso de Colombia y Ecuador, el porcentaje es aplicado a la capacidad.
- El límite de ERNC hídrica es variable entre los distintos países (por ejemplo en Paraguay no hay límite).

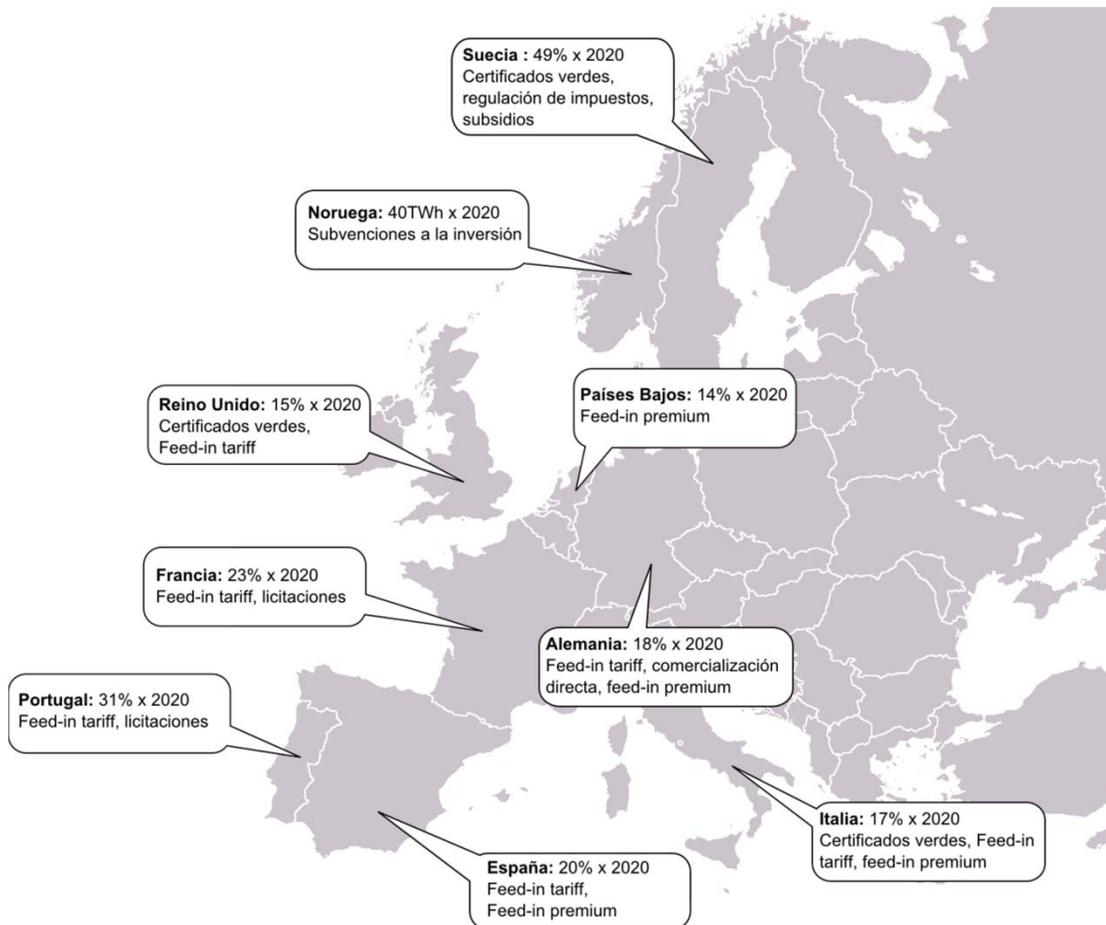
Fuente: CIDET-CONOSER-GIMEL 2014 "Interconexiones regionales para el desarrollo de una matriz de energía sustentable"



Metas inserción ERNC Estados Unidos



Metas inserción ERNC Europa



- Se consideran los objetivos medioambientales fijados por la Unión Europea.
- Los países que llevan la delantera en el apoyo a la generación con energías renovables son Portugal (24,9%), España (20,1%), Alemania (13,1%) y Suecia (11,6%).

Fuente: CEER, Status review of renewable and energy efficiency support schemes in Europe, June 2013

Dificultades para la inserción ERNC

Desafíos en el corto y mediano plazo - Terrenos



- Terrenos en el norte del SIC, que se encuentren cercanos a subestaciones, son escasos en estos momentos y hay una gran demanda por ellos. Los proyectos ERNC que no puedan negociar su conexión al sistema y decidan construir sus soluciones de conexión propias (subestación y líneas de transmisión) se atrasarán hasta el 2017-2018
- Conflicto con concesiones Mineras
 - Bajo la ley Chilena, las tierras entregadas por las autoridades como concesión minera, no pueden entregarse como servidumbre a terceros y sólo pueden ser compradas si el dueño de la concesión accede a vender el derecho sobre la tierra.

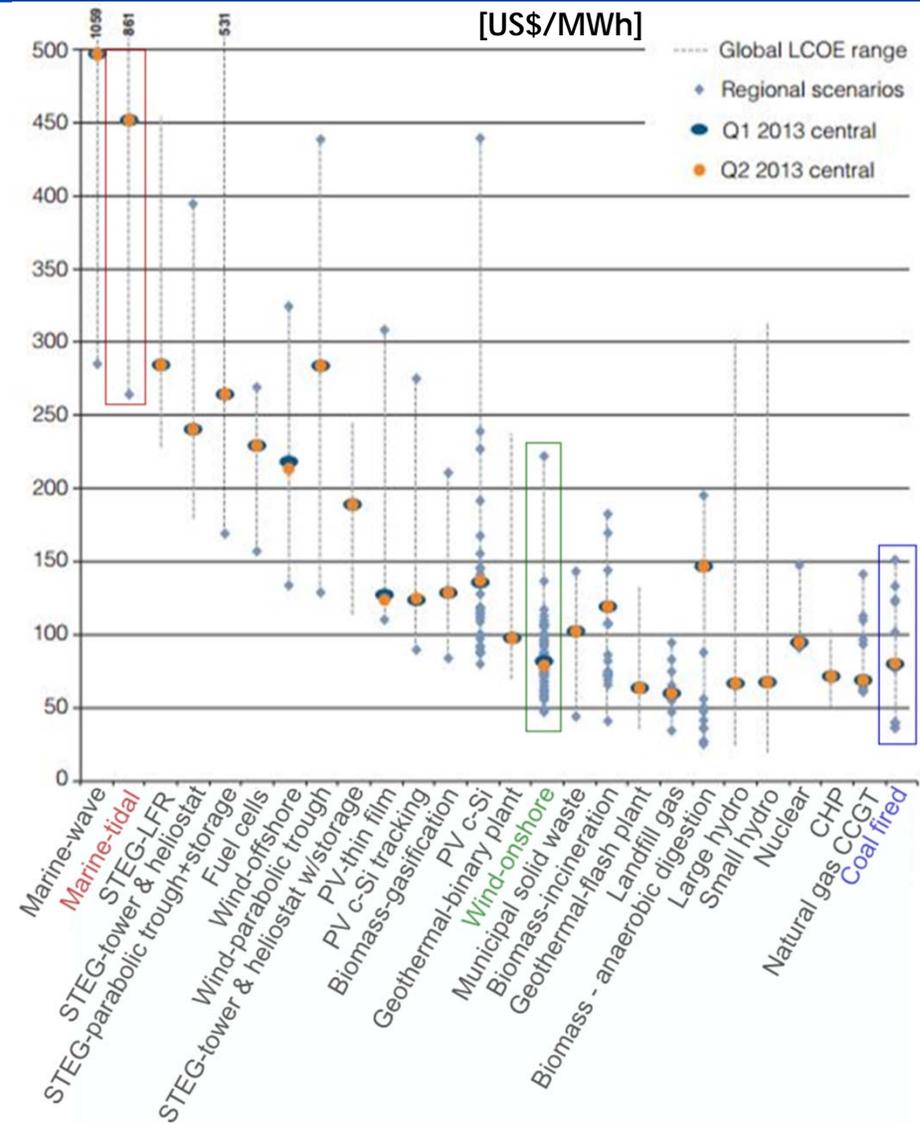


Dificultades para la inserción ERNC

Precios a nivel mundial por tecnología



- Las tecnologías limpias maduras, como hidráulica y **eólica**, cuando se encuentran en una buena ubicación, tienen precios cercanos a los de **tecnologías tradicionales**, mientras que tecnologías nuevas, como **mareomotriz** tienen aún altos costos asociados a su desarrollo.



Dificultades para la inserción ERNC

Tecnología base que respalde la expansión ERNC



Costos de desarrollo por tecnología en Chile

Tecnología	Costo de inversión unitario [US\$/kW]	Costos variables [US\$/MWh]	Costos fijos de O&M [US\$/MWh]	Factor de planta [%]	Costo de desarrollo [US\$/MWh]		
					Mínimo	promedio	máximo
Hidráulica de Pasada	2.670 - 4.000	2,0 - 5,0	-	50 -60	66,3	82,4	112,1
Hidráulica de embalse	2.750 - 3.650	2,0 - 5,0	-	55 - 65	66,1	84,3	98,8
Eólica	2.000 - 2.500	7,7	-	25 - 40	66,5	88,3	123,2
Carbón	2.400 - 3.000	37,0 - 47,5	37	89	84,6	94,2	108,4
Solar Fotovoltaica	1.960 - 2.500	3	18,1	20 - 35	73,2	102,3	155,4
Geotérmica	3.480 - 6.600	-	2,0 - 12,5	88 - 92	65,1	105,4	122,5
GNL CC	1.000 - 1.200	74,5 - 88,1	10,0 - 15,0	50 - 80	100,7	115,4	129,9
Termosolar CSP Tower con 8 horas de almacenamiento	7.378 - 7.841	21,5	36	70 - 90	120,9	132,0	167,2
Diésel	390 - 860	149,1 - 223,7	10	15	178,6	220,5	262,4

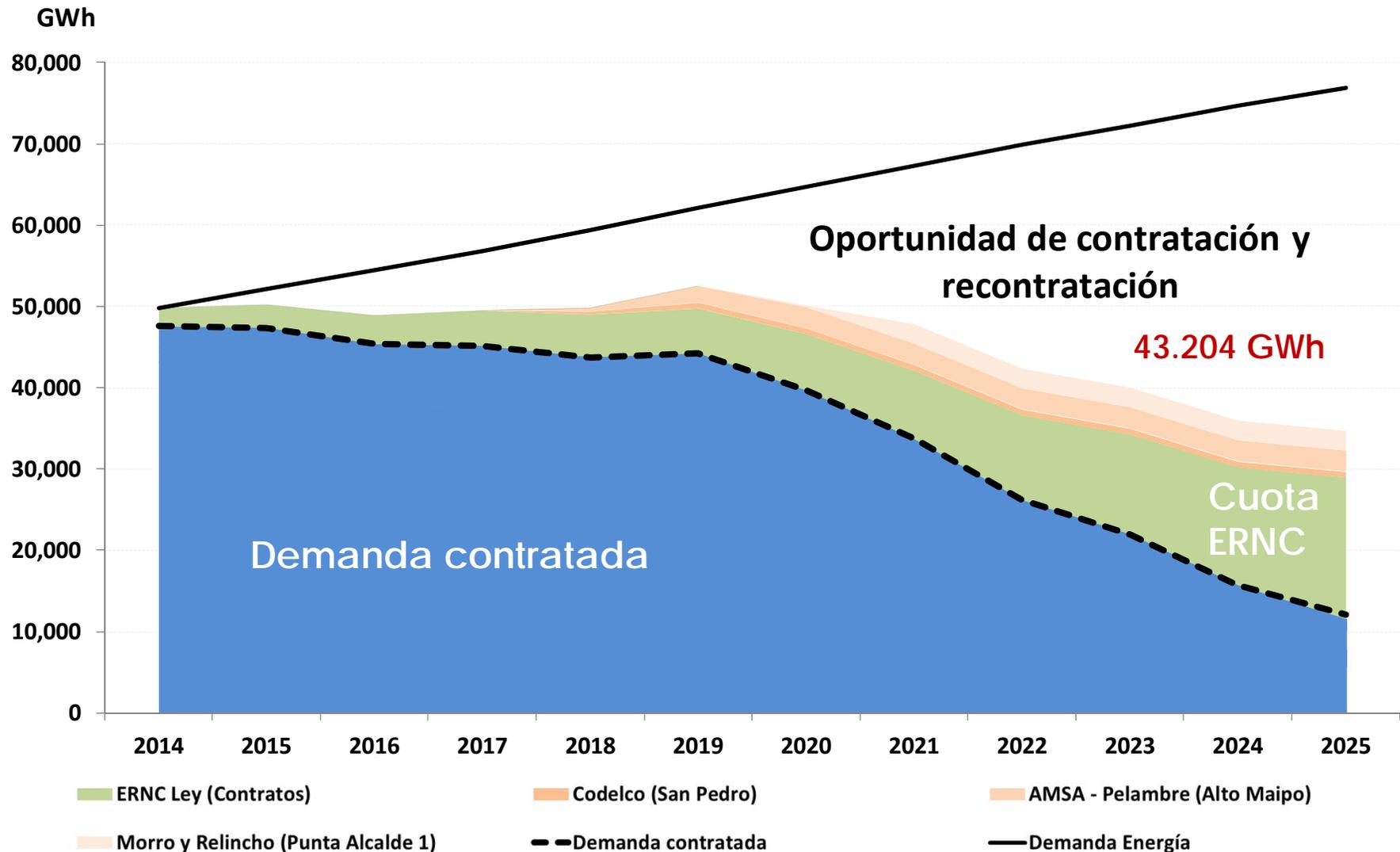
*La tecnología geotérmica no incluye los costos de exploración

**El costo de inversión incluye los costos de conexión a la red.

Esta corresponde a tabla actualizada de la presentada en el Seminario CIGRE.

Dificultades para la inserción ERNC

Oportunidad de contratación para agentes nuevos y existentes



Dificultades para la inserción ERNC

ERNC con contratos



Central	Propietario	Tecnología	Potencia [MW]	Energía promedio [GWh]	F. Planta promedio [%]	Empresa que contrató la producción de energía
Laja	Energía Verde S.A.	Biomasa	17	131,5	90,0%	AES Gener
Constitución	Energía Verde S.A.	Biomasa	13	105,6	90,0%	AES Gener
Loma Los Colorados	KDM Energía y Servicios S.A.	Biomasa	2	15,8	90,0%	AES Gener
HBS Energía - Los Andes	HBS Energía	Biomasa	2	17,3	90,0%	Generadora ON GROUP
Loma Los Colorados	KDM Energía S.A.	Biomasa	10	77,3	90,0%	AES Gener
ANCALI 1	Agrícola Ancali Limitada	Biomasa	2	15,0	90,0%	AES Gener
Canela 1	CENTRAL EOLICA CANELA S.A.	Eólica	18	28,7	18,0%	ENDESA
Canela 2	CENTRAL EOLICA CANELA S.A.	Eólica	60	128,2	24,4%	ENDESA
El Rincón	Sociedad del Canal de Maipo	Hídrica	0	1,5	61,0%	Sociedad del Canal de Maipo
Chiburgo	Colbún S.A.	Hídrica	19	103,7	61,0%	Colbún S.A.
San Clemente	Colbún S.A.	Hídrica	6	31,5	61,0%	Colbún S.A.
Puclaro	Hidroeléctrica Puclaro S.A.	Hídrica	6	29,9	61,0%	Empresa Eléctrica Guacolda S.A.
Ojos de Agua	ENDESA ECO S.A.	Hídrica	9	48,1	61,0%	ENDESA
El Tártaro	Wenke y CIA Limitada	Hídrica	0	0,7	61,0%	ON GROUP S.A.
Trueno	Hidroeléctrica Trueno S.A.	Hídrica	6	30,4	61,0%	Empresa Eléctrica Guacolda S.A.
Los Corrales	Agrícola Alejandro Ponce E.I.R.L.	Hídrica	1	4,3	61,0%	Empresa Eléctrica Capullo S.A.
Guayacán	Energía Coyanco S.A.	Hídrica	12	64,1	61,0%	AES Gener
Los Corrales II	Agrícola Alejandro Ponce E.I.R.L.	Hídrica	1	5,5	61,0%	Empresa Eléctrica Capullo S.A.
Don Walterio	Generhom Ltda.	Hídrica	3	15,8	61,0%	Arauco Generación
ERNC con contrato (informado catastro CDEC)			187	854,9	-	-

Dificultades para la inserción ERNC

ERNC con contratos



Central	Propietario	Tecnología	Potencia [MW]	Energía promedio [GWh]	F. Planta promedio [%]	Empresa que contrató la producción de energía
Bioenergía Lautaro	COMASA S.A.	Biomasa	25	197,1	90,0%	Colbún S.A.
Arauco	Celulosa Arauco y Constitución S.A.	Biomasa	39	307,5	90,0%	Celulosa Arauco y Constitución S.A.
Licantén	Celulosa Arauco y Constitución S.A.	Biomasa	8	63,1	90,0%	Celulosa Arauco y Constitución S.A.
Nueva Aldea III	Celulosa Arauco y Constitución S.A.	Biomasa	49	386,3	90,0%	Celulosa Arauco y Constitución S.A.
Viñales	Celulosa Arauco y Constitución S.A.	Biomasa	31	244,4	90,0%	Celulosa Arauco y Constitución S.A.
Mapocho Trebal	Aguas Andinas	Biomasa	8	65,2	90,0%	Aguas Andinas
Monte Redondo	Eólica Monte Redondo S.A.	Eólica	48	112,7	26,8%	CGE Distribución
Punta Colorada	Barrick Chile Generación Ltda.	Eólica	20	14,0	8,0%	Barrick Chile Generación Ltda.
El Arrayán	AMSA/Pattern/Ashmore	Eólica	115	327,4	32,5%	AMSA
Punta Palmeras	Acciona Energía	Eólica	66	187,9	32,5%	Colbún S.A.
Talinay Oriente	Enel Green Power	Eólica	90	237,3	30,1%	Spot + Contrato regulado (Panguipulli)
Taltal	Enel Green Power	Eólica	99	282,7	32,6%	Contrato Regulado (Panguipulli)
Llano de Llampos	Amanecer Solar Spa	Solar	101	290,5	32,9%	CAP
Emelda Solar	Enel Green Power	Solar	36	103,8	32,9%	Contrato Regulado (Panguipulli)
Andacollo	SolaireDirect	Solar	1	2,1	20,2%	Minera Andacollo
Esperanza	RTS Energía Limitada.	Solar	3	7,1	28,0%	Coldelco
ERNC con contrato			739	2.829,0	-	-
Total ERNC con contrato			926	3.683,9	-	-

Dificultades para la inserción ERNC

ERNC Spot



Central	Propietario	Tecnología	Potencia [MW]	Energía promedio [GWh]	Fp. promedio [%]
Los Cururos	EPM Chile	Eólica	110	312,2	32,4%
Totoral	NORVIND S.A.	Eólica	46	81,8	20,3%
Negrete Cuel	Aela Eólica Negrete SpA	Eólica	33	90,2	31,2%
Ucuquer	Energías Ucuquer S.A.	Eólica	7	20,8	32,9%
Cristoro	Cristalerías Toro S.A.C.I.	Eólica	4	9,9	31,9%
Tambo Real	Ingeniería Térmica Kaltemp Ltda	Solar	1	1,9	20,2%
San Andrés	San Andrés Spa	Solar	51	137,4	31,0%
El Salvador	Etrion/TOTAL/Solventus	Solar	68	196,0	32,9%
ERNC Spot			319	850,1	-

- % de contratación por tecnología (respecto a generación promedio):
 - Biomasa 90% (cogeneración)
 - Eólica: 80% de su energía generable promedio
 - Solar: 65% de su energía generable promedio
 - Hidro ERNC: 90%
 - Geotérmica: 90%

Tipo	MW	GWh	(%)
Contrato	1.182,8	5.334,2	78,5%
Spot	547,0	1.457,2	21,5%
Total	1.729,9	6.791,4	100%

Dificultades para la inserción ERNC

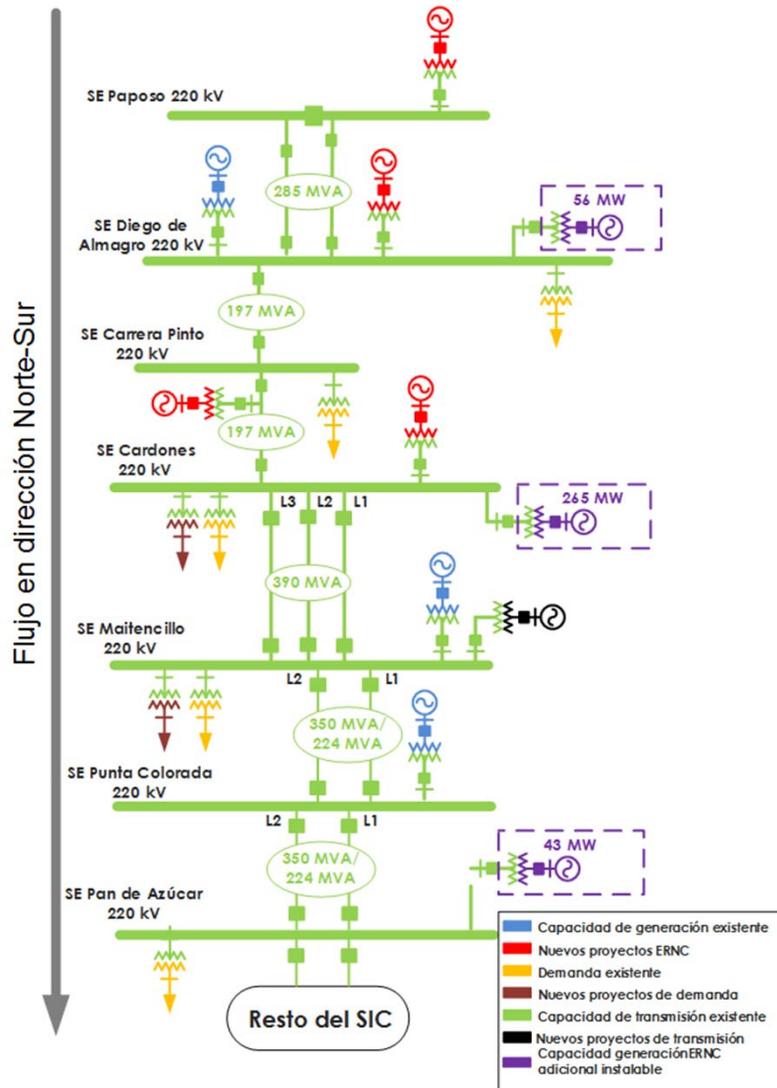
Compleja viabilidad de conexión a la red



- **Incertidumbre en la conexión aún bajo el contexto de libre acceso**
 - A la fecha, esta materia ha sido objeto de discrepancias ante el Panel de Expertos y en resumen ha primado el criterio de seguridad ante una conexión de centrales ERNC.
 - N° 20-2013: Discrepancia de Pattern Chile Development Holding SpA en contra de la Dirección de Peajes del CDEC-SIC, en relación con el régimen de acceso abierto en línea adicional Paposo-Diego de Almagro 2x220 kV (no acogida).
 - N° 02-2014: Discrepancia de Helio Atacama Nueve SpA con Transelec S.A., por acceso abierto a línea indicada (desistida).
- **Readecuaciones en el sistema de transmisión (limitación a la inyección de centrales ERNC)**
 - Los estudios de conexión de las centrales ERNC deben considerar la adecuación del equipamiento de la subestación de conexión, así como de las subestaciones colindantes, debido a que pueden existir limitantes en los equipos de estas subestaciones que limiten la generación de la central (Caso Valle de los Vientos: 90 MW de capacidad vs limitación de 70 MW).
- **Requerimientos e inversión de equipos, tales como los sistemas EDAG, para garantizar la operación del sistema y disminuir las restricciones de inyección ERNC u otros recursos de generación.**
 - Aunque es una solución factible existe la discusión de quién y cómo se asume la inversión de estos equipos. Las limitaciones a las inyecciones siguen un principio de igualdad y no distinguen entre quien o no realiza las inversiones.

Dificultades para la inserción ERNC

Desafíos en el corto y mediano plazo en Norte Chico



Capacidades potenciales por barreras asociadas a transmisión al 2018

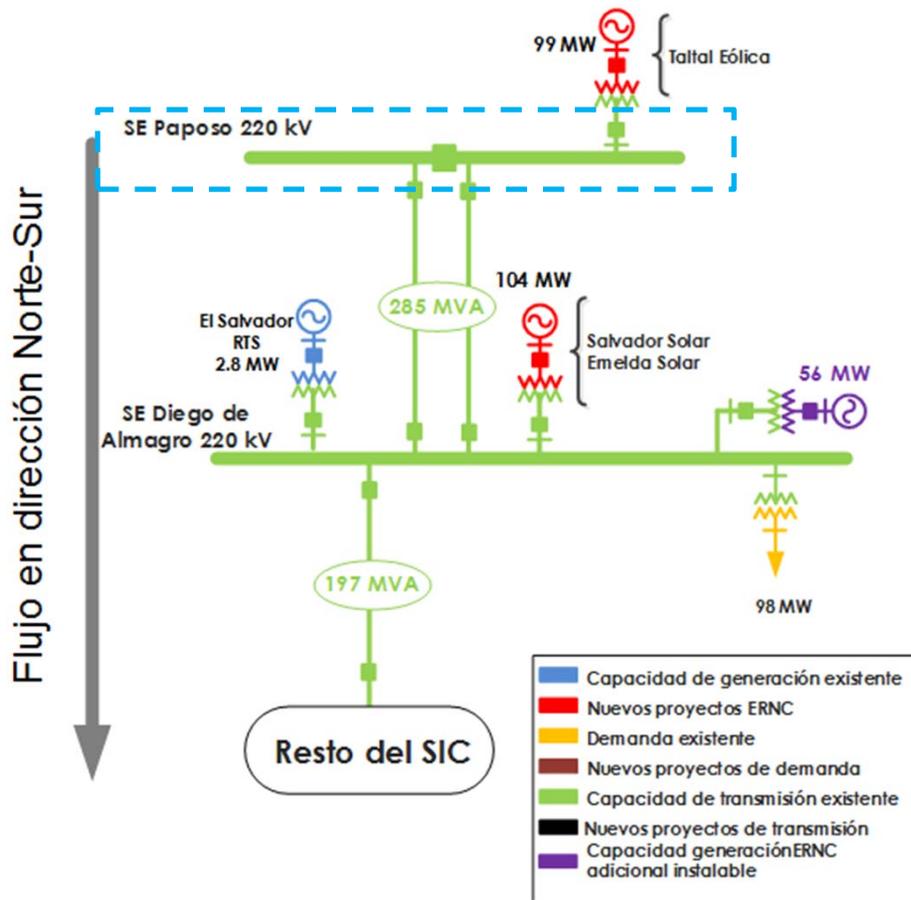
Considerando las restricciones del sistema de transmisión en 2014, existiría una capacidad disponible adicional en el Norte Chico cercana a los 364 MW para nuevas fuentes de generación.

Esta capacidad debiera aumentar a aproximadamente 538 MW para el año 2017, tomando en cuenta las ampliaciones al sistema de transmisión.

Dada la ausencia de energía económica, algunos proyectos mineros en carpeta han postergado o suspendido su puesta en marcha, lo cual ha ralentizado las expectativas de crecimiento de demanda en el norte del SIC.

Dificultades para la inserción ERNC

Desafíos en el corto y mediano plazo en Norte Chico



Barreras asociadas a transmisión en zona crítica (S/E Diego de Almagro)

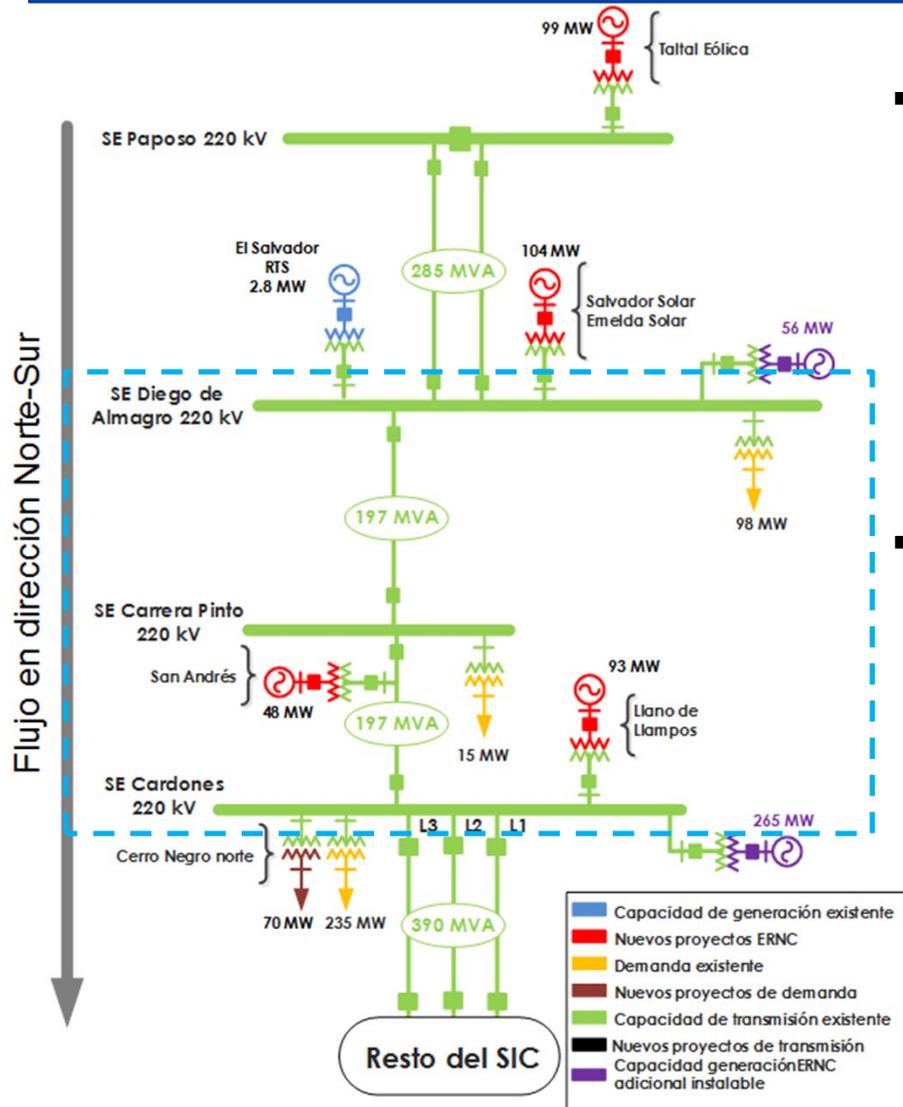
Cualquier proyecto que desee conectarse en S/E Paposo deberá solicitar los permisos de conexión al propietario de la línea.

Mucho interés en conectarse en esa zona.

Por requerimiento del Panel de Expertos, cualquier proyecto que desee conectarse en la zona deberá contar con un EDAG, por requerimiento del panel de expertos.

Dificultades para la inserción ERNC

Desafíos en el corto y mediano plazo en Norte Chico



- Actualmente, están en desarrollo refuerzos al sistema troncal en la zona norte:
 - Nueva línea doble circuito "Cardones - Diego de Almagro 220 kV" (entre 2016 y 2017): Aliviará las restricciones locales de suficiencia de transmisión al norte de Cardones.
 - Nuevo sistema 500 kV entre Polpaico y Cardones (2018): Solucionará las restricciones de seguridad de transmisión troncal entre las zonas centro y norte del SIC.
- Antes que entren en servicio las nuevas obras de transmisión troncal, si se desarrolla en la zona un número importante de proyectos ERNC, y a la vez se mantienen postergados nuevos proyectos mineros, es posible que se produzcan desacoples de precio entre el SIC norte y el resto del sistema. **Esto podría provocar precios spot bajos en las horas en que la generación ERNC sea coincidente y precios mayores cuando ésta no esté disponible.**

Dificultades para la inserción ERNC

Desafíos en el corto y mediano plazo



Barreras asociadas a la conexión

- **Reserva en giro:**

En el SIC la reserva en giro es cercana a los 400 MW. Esto implica desafíos para proyectos renovables que esperen inyectar en un mismo punto flujos mayores a esta capacidad.

De superarse éste umbral, la reserva no alcanzaría a reaccionar y se produciría desprendimiento de carga.

Acciones de apoyo a inserción

Desafíos en el largo plazo



- **¿Cómo apoyar la inserción de las ERNC?**
 - Apoyo a través de financiamiento
 - Licitaciones de suministro
 - Diseño de portafolios de inversión
 - Fondos de estabilización de precio



■ **Apoyo a través de financiamiento**

- Mediante la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), los interesados en emprender proyectos ERNC en Chile pueden postular tanto al cofinanciamiento de los estudios de preinversión, como a líneas de financiamiento de la inversión de los proyectos.
- Los proyectos ERNC tienen la posibilidad de postular a la obtención de financiamiento mediante el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kyoto; que nació en el marco de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
- La agenda energética tiene entre sus metas reimpulsar instrumentos de apoyo a la pre inversión y acceso a financiamiento, para proyectos ERNC

Acciones de apoyo a inserción

Desafíos en el largo plazo



▪ Licitaciones de suministro – Ley ERNC

El Ministerio de Energía podrá realizar hasta dos licitaciones por año

El objetivo es cubrir parte de la obligación que no sea cubierta por proyectos ERNC en operación o construcción

El período de vigencia de los acuerdo de la licitación es de 10 años

Podrán participar de los proceso de licitación todos aquellos proyectos que, al momento de publicarse las bases, no se encuentren interconectados al sistema eléctrico respectivo.

▪ Licitaciones de suministro para distribuidoras

- El único caso a la fecha de participación en las licitaciones de suministro para clientes regulados es el caso del parque eólico Monte Redondo quien en 2009 se adjudicó, en licitación tradicional, un contrato por 15 años para producir 275 GWh-año. El precio de adjudicación fue 95 US\$/MWh



- OSINERMIN organiza subastas de energía ERNC. Los ganadores firman un contrato de suministro eléctrico.
 - En Febrero y Julio 2011 se realizaron subastas para fomentar las ERNC, los ganadores tuvieron acceso a contratos a 20 años con las distribuidoras. Los resultados de la subasta fueron:

Tecnología	Precio [US/MWh]
Solar (90 MW)	220
Eólica (140 MW)	80
Biomasa (27 MW)	63
Mini hidroelectricidad (160 MW)	60

Fuente: Tesis Magister Ingeniería Sebastián Romero Moreau, PUC, Enero 2014



- Subastas de energía ERNC para contratos con las empresas distribuidoras.

Proceso	Tecnología ofertada	Precio promedio de subasta [US\$/MWh]
2008 - (2400 MW)	Cogeneración con caña de azúcar	80
2009 - (1800 MW)	Eólica	77
2010 - (2900 MW)	71% Eólica	75
	24.5% Biomasa	82
	4.5% mini hidráulica	81

Fuente: Tesis Magister Ingeniería Sebastián Romero Moreau, PUC, Enero 2014

Tendencias internacionales

Generación mundial ERNC y prospectiva



- A nivel mundial se espera un crecimiento importante a partir de tecnologías solares

Tecnología	Generación mundial por año [TWh]			
	2010	2020	2035	Tasa 2010-2035
Biomasa	331	668	1.212	5,33 %
Hidroeléctrica	3.431	4.390	5.350	1,79 %
Eólica	342	1.148	2.151	7,63 %
Geotérmica	68	118	217	4,75 %
Solar (Fotovoltaica)	32	282	524	11,83 %
Solar (Concentración)	2	39	141	18,56 %
Mareomotriz	1	3	32	14,87 %
Total ERNC	4.207	6.648	9.627	3,37 %
Total No ERNC	16.828	22.256	30.486	2,41 %
Total	21.035	28.904	40.113	2,62 %

Fuente: IEA, 2012

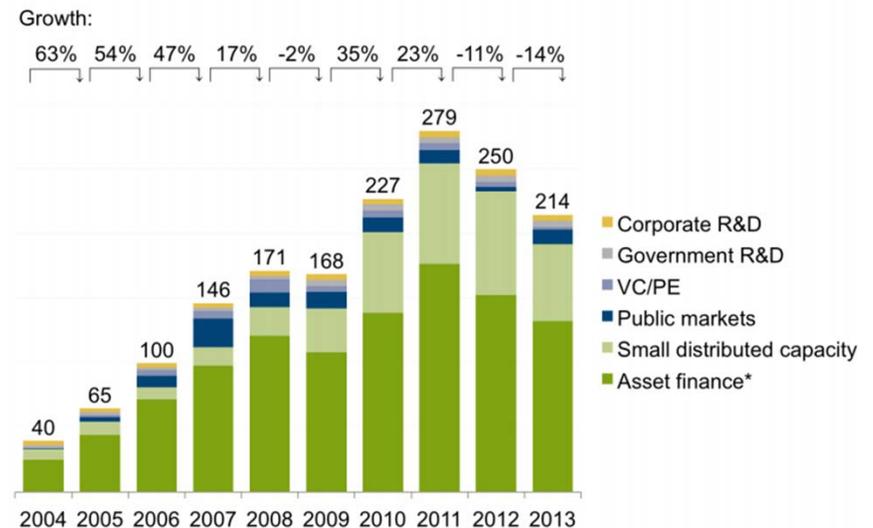
Tendencias internacionales

Desaceleración de la inversión en ERNC



- Sin embargo, en los últimos dos años, las inversiones en energía renovable (excluyendo grandes proyectos hidroeléctricos) disminuyeron, alcanzando \$214 billones en el mundo, un 14% menos que en el 2012 y 23% bajo el record del 2011.

Las únicas regiones que aumentaron la inversión son América (excluyendo EEUU y Brasil), con un aumento del 26%, y Asia-Oceanía (excluyendo a China e India), con un aumento del 47%, siendo Japón el gran responsable de este aumento, debido al boom solar que hizo aumentar en 80% las inversiones en energía renovable.



Fuente: Global trends in renewable energy investment 2014. Frankfurt School of Finance & Management



- El plan de fomento de energías renovables 2005-2010, fijó como meta que al 2010, el 12% del consumo primario de energía se cubriera con fuentes renovables. *Se establecieron dos formas a través de las cuales generadores de energías renovables podían comerciar su energía:
 - Vender su energía al operador del sistema a un precio definido por la autoridad.
 - Vender su energía en el mercado eléctrico al precio spot más un premio, definido también por la autoridad.
- **Acumulación de déficit tarifario en la última década supera 24.000 millones de euros.**
- **27 de Enero del 2012 el gobierno español aprobó un real decreto ley 1/2012 para suspender las primas que deberían cobrar las nuevas instalaciones de generación eléctrica de régimen especial.**

• Real decreto 661/2007

Fuente: Diario el País, 28 de Enero 2012



Tendencias internacionales

España

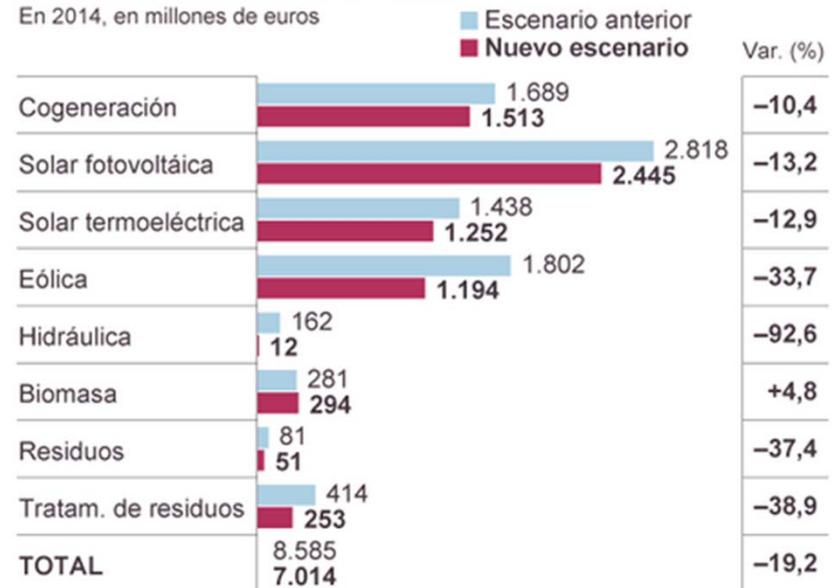


Consecuencias

- Asociación Española Eólica (AEE) y Asociación de Productores de Energías Renovables (APPA) cuestionan nueva política energética impulsada por el Gobierno español y el recorte que de primas a energías renovables.
- Demandas internacionales contra España por recortes a primas. Tal es el caso de la empresa Masdar, del emirato de Abu Dabi, que inició en Febrero 2014 un arbitraje en el Banco Mundial, al considerar ilegales los recortes en la retribución de las instalaciones termosolares.
- Bruselas vaticina que España no cumplirá la cuota de renovables del 20% sobre el consumo total de energía fijada para el año 2020.
- Se congela expansión de renovables.

RETRIBUCIONES A LAS RENOVABLES

En 2014, en millones de euros



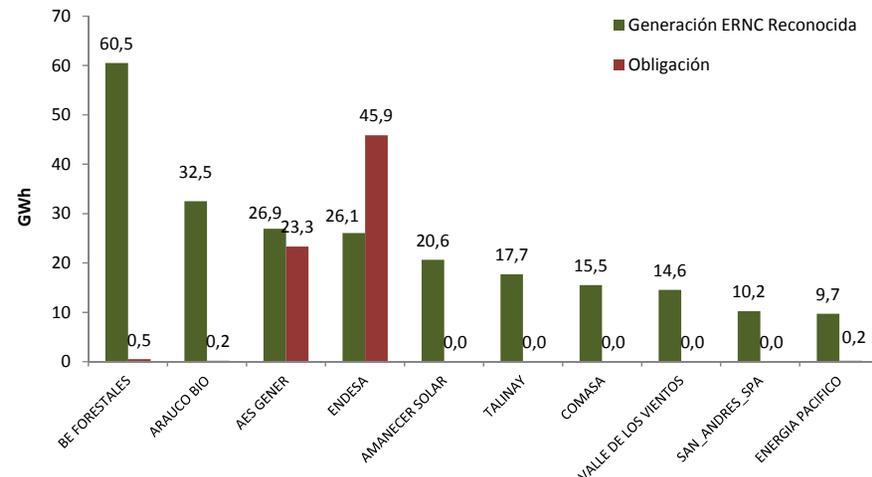
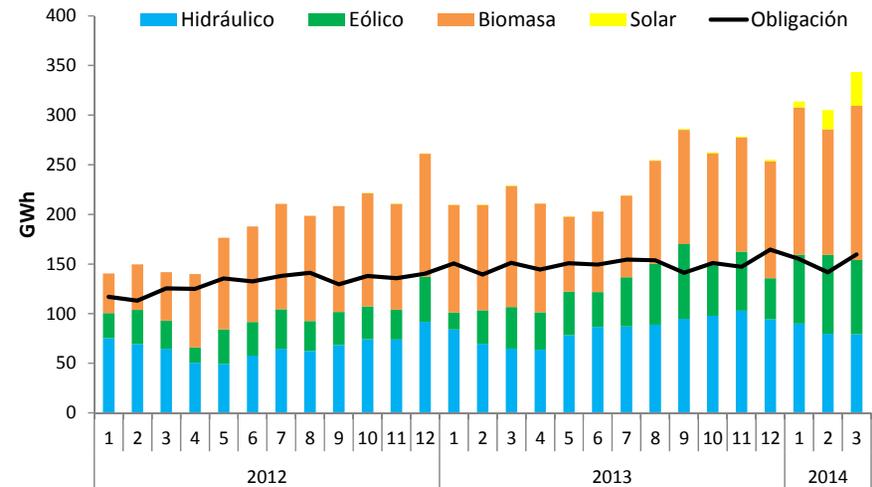
Se calcula que, durante 2014, se recortarán en 1.671 millones de euros los ingresos de las instalaciones de producción de ERNC.

¿Cómo estamos en Chile?

Estado de las ERNC



- La generación renovable reconocida se encuentra por sobre la obligación (115% adicional de energía).
- La participación de las distintas tecnologías actualmente es:
 - biomasa (45%)
 - hidráulica (23%)
 - eólicas (22%)
 - solar (9,9%)
- Para marzo 2014 sólo Endesa fue deficitaria



Generación reconocida por empresa en marzo 2014

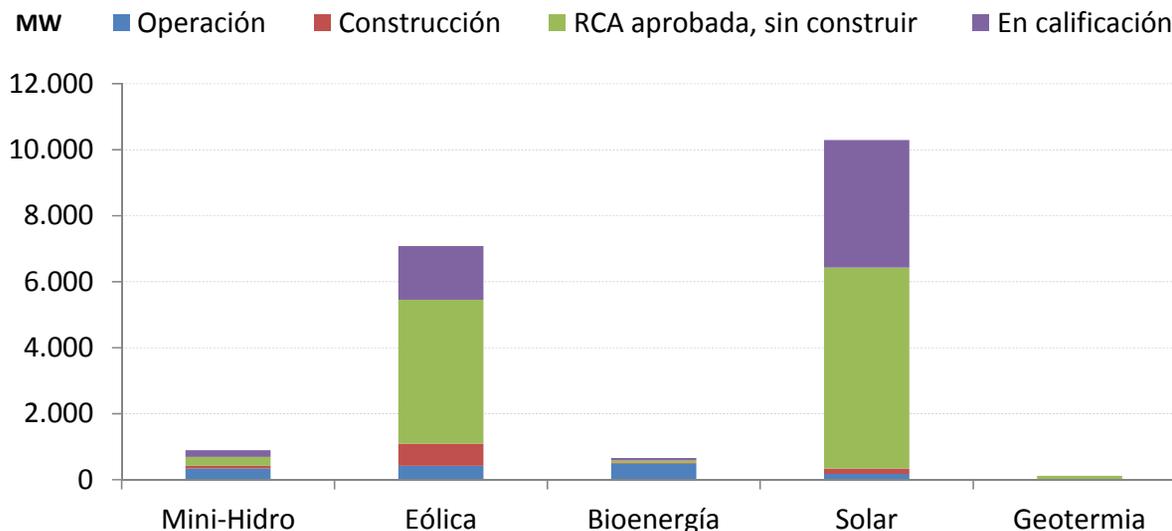
¿Cómo estamos en Chile?

Estado de las ERNC



Cerca de 11.862 MW de capacidad renovable, que se divide entre proyectos en construcción y proyectos con RCA aprobada pero sin construir.

5.758 en proceso de calificación en el SEIA



Estado	SEIA			
	Operación [MW]	Construcción [MW]	RCA aprobada, sin construir [MW]	En calificación [MW]
Mini-Hidro	338	85	270	202
Eólica	421	671	4.359	1.624
Bioenergía	482	22	85	67
Solar	173	170	6.080	3.865
Geotermia	-	-	120	-
Total	1.414	948	10.914	5.758

¿Cómo estamos en Chile?

Oportunidades para el desarrollo de las ERNC



■ Potencial eólico

- De acuerdo al estudio realizado por el Ministerio de Energía, la capacidad instalable por región asociada al potencial disponible y a la cartera de proyectos con factor de planta igual o superior al 30% es como se muestra a continuación:

Región o zona	Cartera de proyectos		Potencial disponible		Potencial total	
	Capacidad (MW)	Factor de planta	Capacidad (MW)	Factor de planta	Capacidad (MW)	Factor de planta
De Antofagasta (sin Taltal)	240	0,37	2.622	0,32	2.862	0,32
Taltal	99	0,41	11.479	0,36	11.578	0,36
De Atacama	533	0,34	86	0,34	619	0,34
De Coquimbo	777	0,35	389	0,36	1.166	0,36
De Valparaíso	21	0,40			21	0,40
Del L. B. O'Higgins			75	0,34	75	0,34
Del Biobío	419	0,32	4.581	0,33	5.000	0,33
De La Araucanía	407	0,38	1.933	0,33	2.341	0,34
De Los Ríos	51	0,39	2.863	0,35	2.914	0,35
De Los Lagos (sin Chiloé)			3.770	0,36	3.770	0,36
Isla Grande de Chiloé	428	0,39	9.678	0,34	10.106	0,34
Total	2.975	0,36	37.477	0,34	40.452	0,35

Fuente: Ministerio de Energía, El potencial eólico, solar e hidroeléctrico de Arica a Chiloé. 2014

¿Cómo estamos en Chile?

Oportunidades para el desarrollo de las ERNC



■ Potencial Solar PV

- De acuerdo al estudio realizado por el Ministerio de Energía, la capacidad por región para las zonas que cumplen con un factor de planta mayor a 24% para arreglos fijo y 30% para arreglos con seguimiento.

Región	Arreglo fijo		Arreglo con seguimiento	
	Superficie (ha)	Capacidad (MW)	Superficie (ha)	Capacidad (MW)
De Arica y Parinacota	104.015	20.803	205.024	41.005
De Tarapacá	309.163	61.833	1.055.670	211.134
De Antofagasta	4.995.313	999.063	6.003.064	1.200.613
De Atacama	769.467	153.893	920.363	184.073
De Coquimbo	11.442	2.288	16.201	3.240
De Valparaíso	117	23	319	64
Total	6.189.517	1.237.903	8.200.641	1.640.128

Fuente: Ministerio de Energía , El potencial eólico, solar e hidroeléctrico de Arica a Chiloé. 2014

¿Cómo estamos en Chile?

Oportunidades para el desarrollo de las ERNC



■ Potencial Solar CSP

- De acuerdo al estudio realizado por el Ministerio de Energía, la capacidad por región para las zonas que cumplen con un factor de planta mayor a 50% y áreas con un mínimo de 200 hectáreas de extensión continua.

Región	Superficie (ha)	Capacidad (MW)
De Arica y Parinacota	25.242	6.311
De Tarapacá	544.339	136.085
De Antofagasta	1.579.472	394.868
De Atacama	62.427	15.607
Total	2.211.480	552.871

Fuente: Ministerio de Energía , El potencial eólico, solar e hidroeléctrico de Arica a Chiloé. 2014

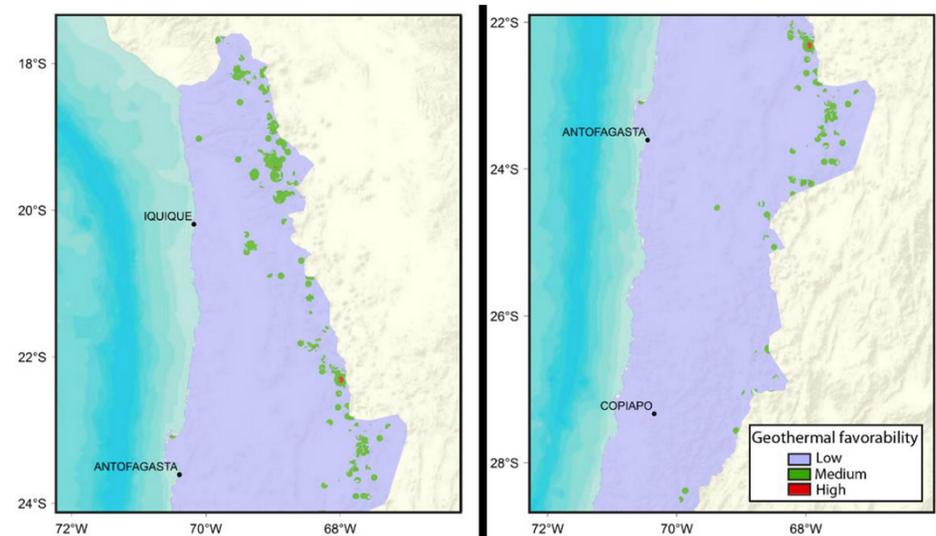
¿Cómo estamos en Chile?

Oportunidades para el desarrollo de las ERNC



■ Potencial Geotérmico

- Las cifras sobre potencial geotérmico que se manejan hoy en Chile van desde los 3.350 MW (Enap) hasta los 16.000 MW (Lahsen, 1988).
- Existen en el país 75 concesiones de exploración vigentes (3 millones de hectáreas y USD\$380 millones en compromisos de inversión)
- Existen ocho concesiones de explotación vigentes a 2013 (38.000 hectáreas y USD\$1160 millones en compromisos de inversión).
- Se proyecta que la primera planta podría estar en operaciones hacia el 2017. Los proyectos con mayor estado de avance son Proyecto Curacautín (70MW) y Proyecto Cerro Pabellón (50 MW).



Favorabilidad geotérmica (Aravena et al, 2013)

Impactos de la mayor inserción

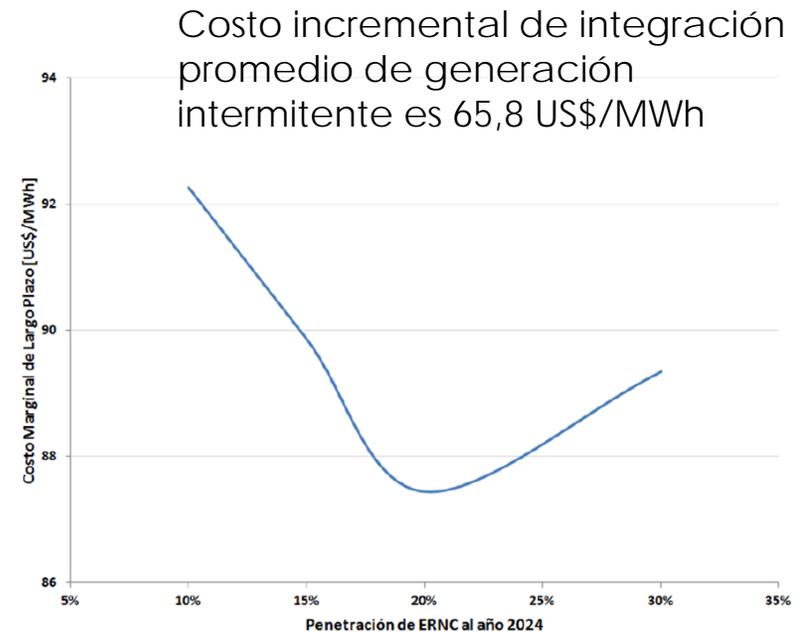
Estudio PUC



- Incorporación de ERNC intermitentes en el SIC implicaría un mayor costo total para el sistema

$$\text{Costo Total} = \text{Costo de generación} + \text{Inversión en centrales} + \text{Inversión en transmisión}$$

- ❑ El costo marginal de energía presenta disminuciones por el aumento de generación renovable hasta el 20% de penetración ERNC, luego el desplazamiento de generación térmica por generación renovable es perjudicial.
- ❑ El costo marginal de energía disminuye 0,48 US\$/MWh por 1% de aumento de penetración ERNC al 2024 hasta 20%, luego aumenta 0,19 US\$/MWh por 1% de aumento de penetración ERNC.
- ❑ En teoría, la generación ERNC debería reemplazar a la generación térmica, sin embargo, en las horas en que la generación ERNC no está presente el costo marginal aumenta producto de unidades térmicas más caras.



Fuente: Tesis Magíster en Ciencias de la Ingeniería, Ignacio Urzúa Manchego, PUC, Supervisión: Enzo Sauma y Juan Carlos Olmedo, 2014.

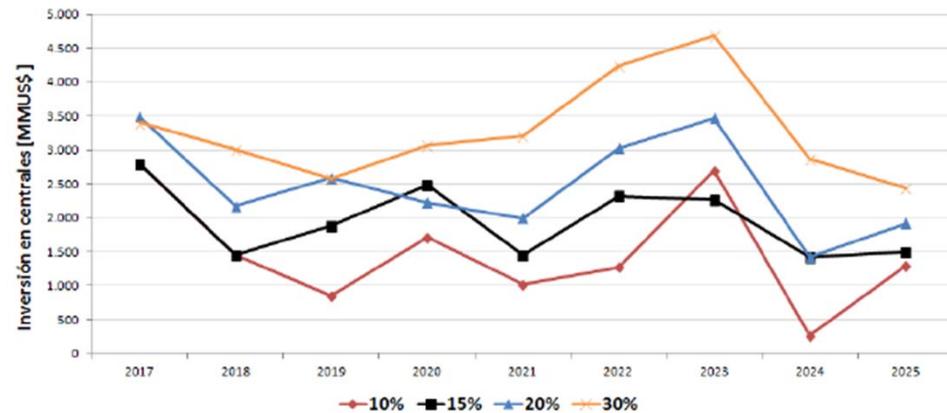
Impactos de la mayor inserción

Estudio PUC



Si bien los costos de generación disminuyen, los costos asociados a las inversiones aumentan, siendo un punto de inflexión de los costos medios una penetración cercana al 20%.

- **Inversión en generación:**
 - Los escenarios con mayor penetración ERNC intermitente tienen una mayor inversión dado que esas tecnologías son más costosas debido al mayor costo unitario de inversión y a un menor factor de planta, respecto a tecnologías tradicionales.
 - El menor costo en generación por la incorporación de ERNC no compensa los costos de inversión en centrales y en líneas de transmisión.
- **Inversión en transmisión:**
 - El aumento de capacidad se da principalmente en el norte producto del aumento de generación solar en ese sector.
 - Sólo en el caso de 30% de penetración se debe invertir en un aumento de capacidad en el sur del SIC, por el aumento de generación eólica en esa región



Obra de transmisión	Voltaje [kV]	Fecha de Entrada	Distancia [km]	Aumento de Capacidad [MVA]	Costo [MM US\$]	Caso			
						10 %	15 %	20 %	30 %
Pan de Azucar 500 -> Maitencillo 500	500	sep-22	209,2	750	70,65				✓
Pichirropulli 220 -> Puerto Montt 220	220	ene-23	76,9	166	19,29				✓
Línea P. Azucar 500 -> Maitencillo 500	500	ene-24	209,2	750	70,65	✓	✓	✓	✓
Línea P. de Azucar 220 -> Maitencillo 220	220	ene-24	196,6	130	38,64	✓	✓	✓	✓
Pan de Azucar 500 -> Polpaico 500	500	ene-24	401,8	750	135,70		✓	✓	✓
Los Vilos 220 -> Nogales 220	220	jun-24	97,1	160	23,49		✓	✓	✓
Línea Pan de Azucar 500 -> Polpaico 500	500	ene-26	401,8	750	135,70	✓	✓	✓	✓
Pan de Azucar 500 -> Maitencillo 500	500	jun-26	209,2	750	70,65		✓	✓	✓
Cardones 220 -> Diego de Almagro 220	220	jun-26	72,2	210	22,91				✓
Carrera Pinto 220 -> Cardones 220	220	jun-26	75,3	280	31,88				✓

Si la generación ERNC aumenta en 1%, la emisión anual promedio disminuye en 537.000 toneladas de CO₂.



■ Puntos relevantes:

- El alto potencial eólico y el aumento de la inversión solar en la zona norte del SIC ha llevado a una generación ERNC mayor a la establecida a partir de la Ley. Sin embargo, el requerimiento de la ley 20/25 es aún desafiante desde el punto de vista técnico y económico.
- Cumplir el objetivo requiere la materialización de un número importante de proyectos ERNC.
- Esto implica el desarrollo de estrategias de venta de energía, diseño de portafolios, y un nuevo mecanismo de licitaciones para apoyar el desarrollo ERNC.
- Se requiere resolver problemas de conexión y transmisión.
- Para cumplir la meta se necesita un desarrollo paralelo de la energía convencional. Desafíos en el 80% restante de la matriz y la capacidad efectiva de apoyo a la intermitencia.



Más información

hрудnick@systep.cl

- Papers y conferencias sobre energía y el sector eléctrico
www.systep.cl/?page_id=23
- Reporte mensual del mercado eléctrico
www.systep.cl/?page_id=21

Reporte Mensual del Sector Eléctrico
SIC y SING
Mayo 2014 [Volumen 7, número 5]

Contenido	
Editorial	2
SIC	3
Análisis de operación del SIC	3
Proyección de costos marginales System	4
Análisis por empresa	5
SING	6
Análisis de operación del SING	6
Proyección de costos marginales System	7
Análisis por empresa	8
Suministro a clientes regulados	9
Energías Renovables No-Convencionales	9
Monitoreo regulatorio y hechos relevantes	10
Proyectos en SBA	10

Desafíos y oportunidades de inserción ERNC en Chile

marco regulatorio, estado actual y desafíos en el mediano y largo plazo



29 de Mayo 2014