



**Generación eléctrica en Chile,
oportunidades y desafíos**

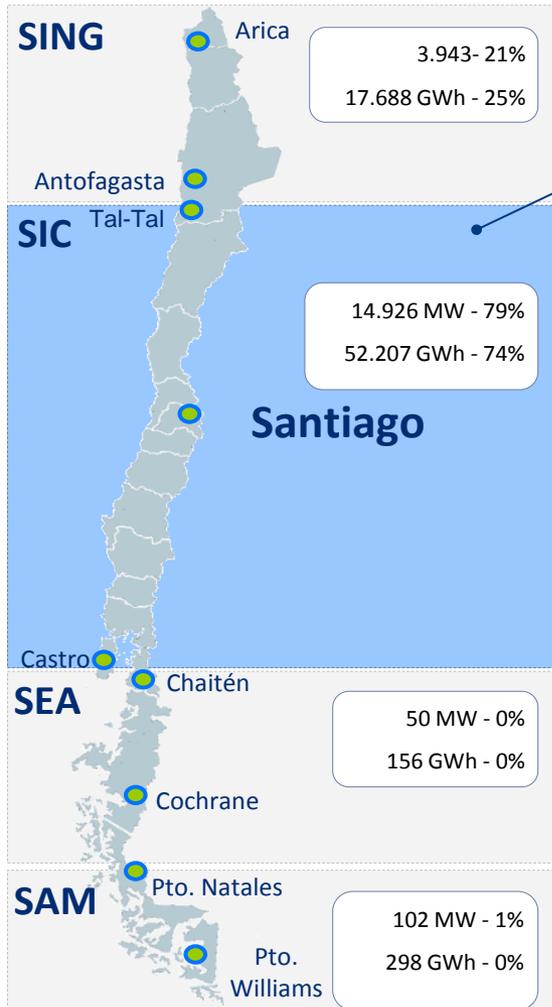
A large, abstract graphic in the bottom right corner consisting of several concentric, curved bands in shades of light blue, cyan, and green, resembling a stylized wave or a partial rainbow.

Junio de 2015



Situación Actual

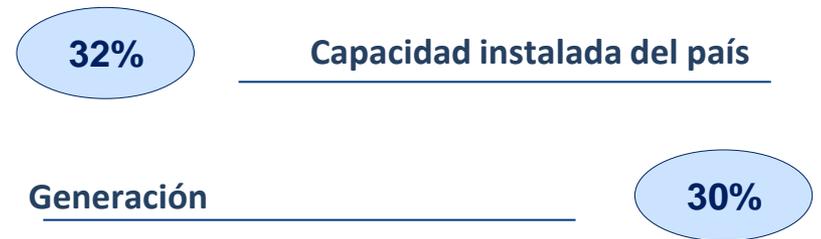
La generación hidroeléctrica representa el 30% de la energía generada en el país



Capacidad de generación hidroeléctrica actual

- La capacidad instalada del país es de **19.018 MW**
- El SIC concentra casi la totalidad de centrales hídricas del país.
 - **4.030 MW** de centrales hidráulicas de embalse
 - **2.090 MW** de centrales de pasada

Fuente Informe mensual CNE abril 2015

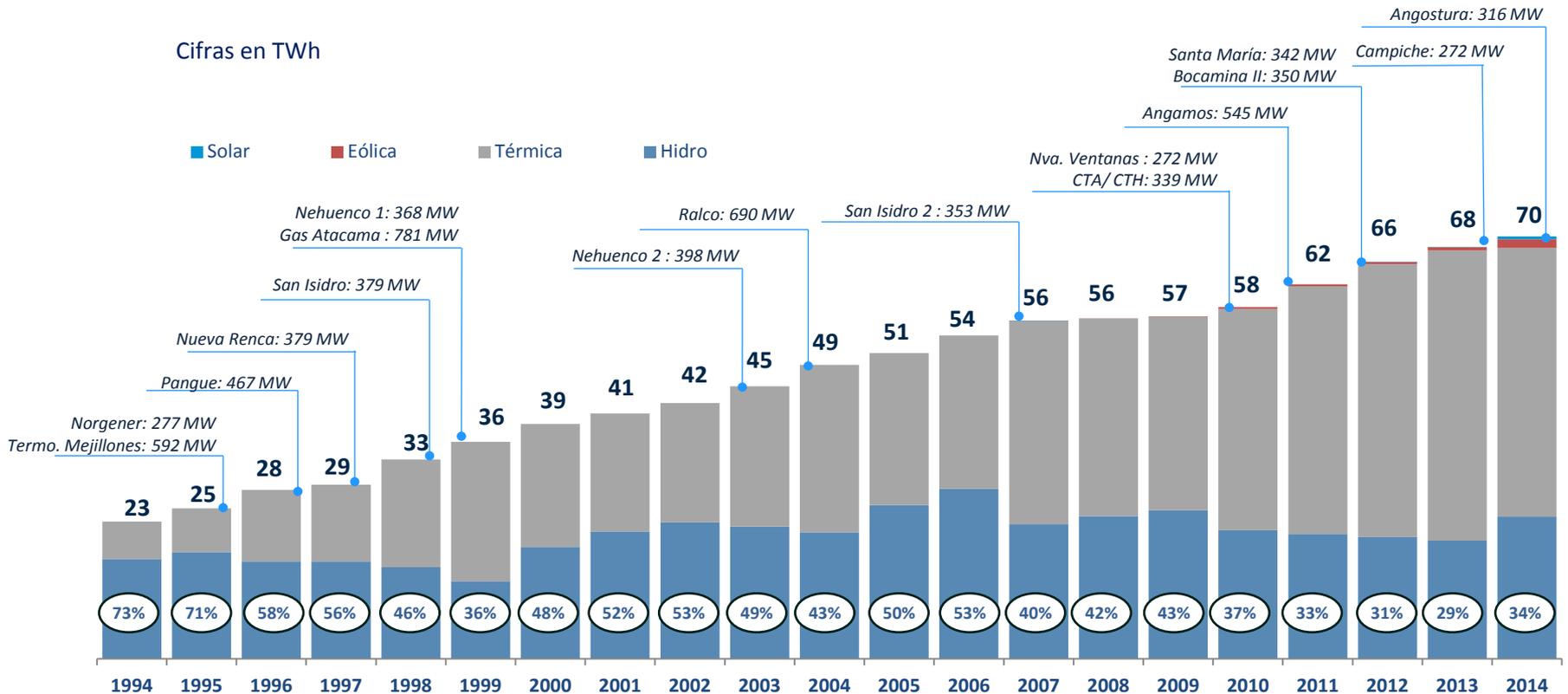


La generación hidroeléctrica es fundamental para la matriz energética del país

Evolución del Mix de Generación (SIC+SING)

Aumento progresivo de la generación térmica en la matriz

Cifras en TWh



- En los últimos **20 años** la generación **térmica** se ha incrementado un **86%** y la **hidráulica** sólo un **30%**

Chile ha aumentado su generación térmica en desmedro de la hidroeléctrica

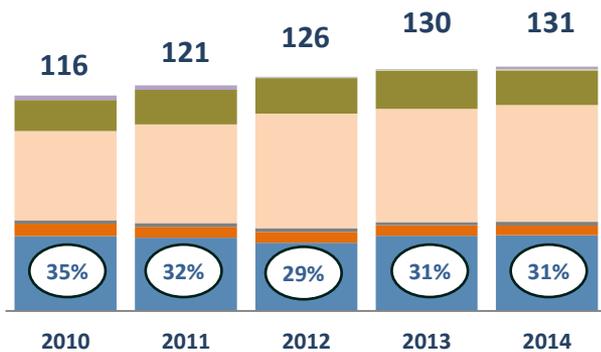
Participación Hidro en otros países LATAM

Mayor al aporte Chileno

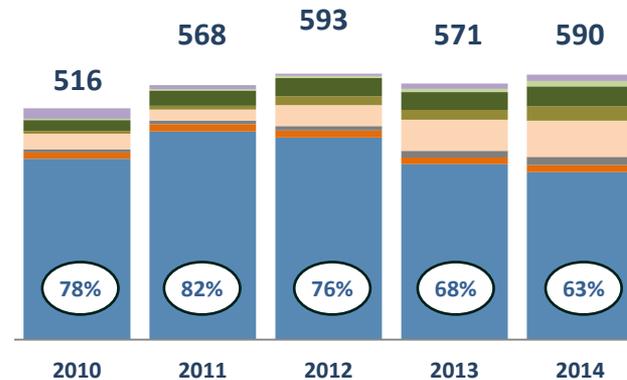
Cifras en TWh

■ Hidro
 ■ Nuclear
 ■ Carbón
 ■ Gas Natural
 ■ Petróleo y derivados
 ■ Biomasa
 ■ Solar y Eólico
 ■ Importación y Otros

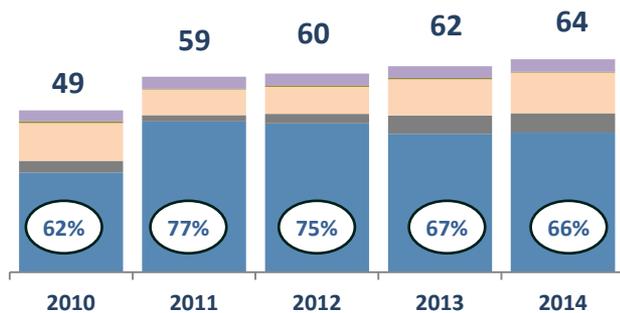
Argentina



Brasil



Colombia



Perú

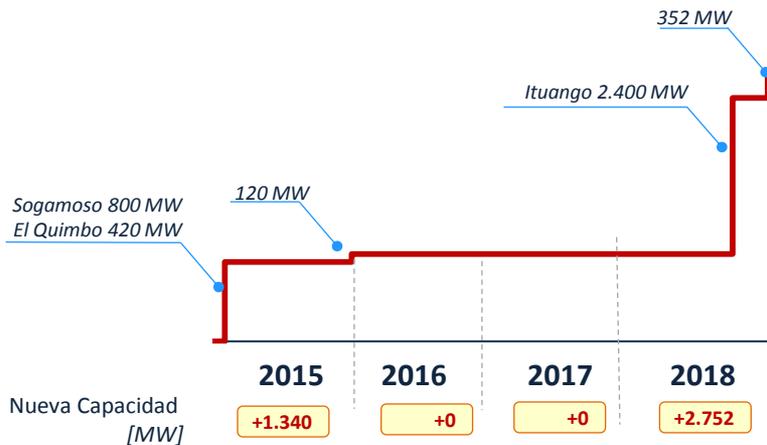


Latinoamérica tiene un interesante potencial de crecimiento

Desarrollo de proyectos hidro en otros países latinoamericanos

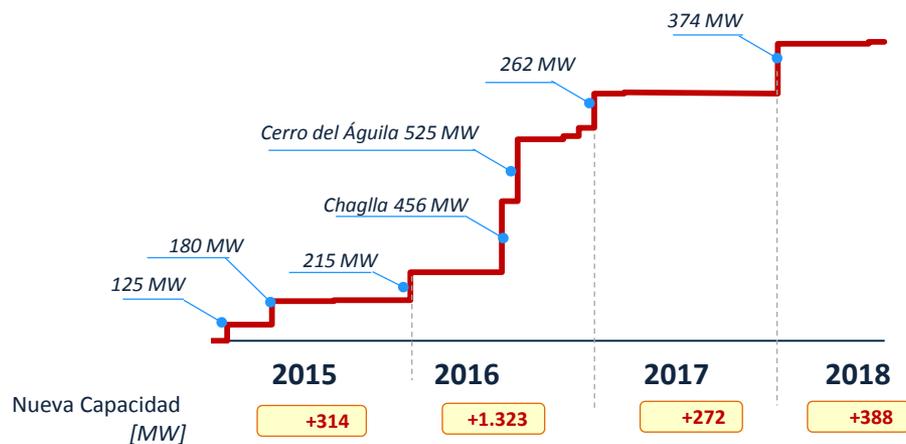
Colombia

4.092 MW



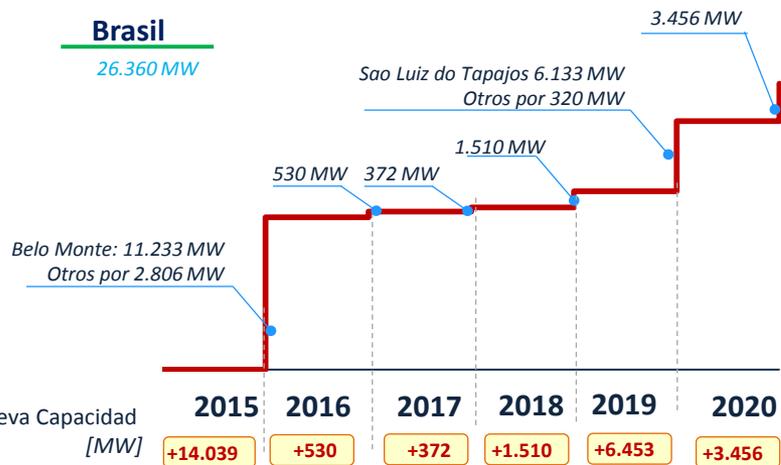
Perú

2.497 MW



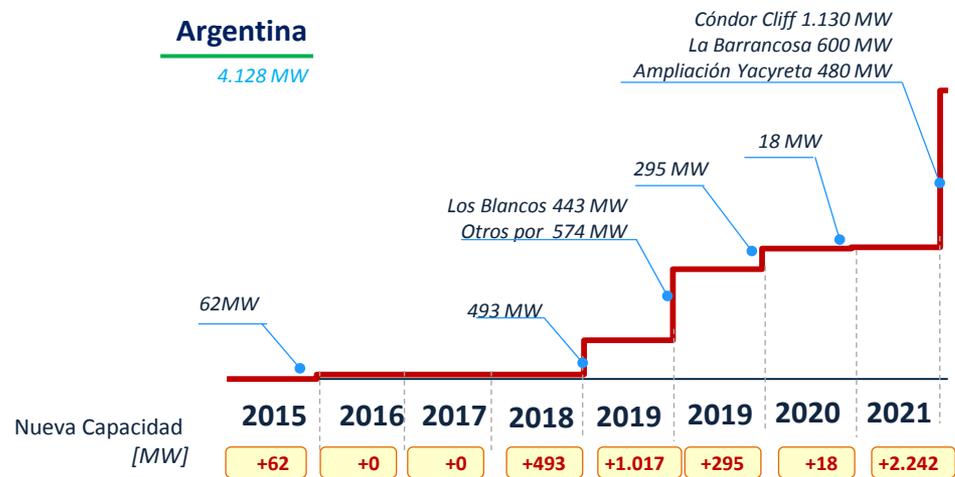
Brasil

26.360 MW

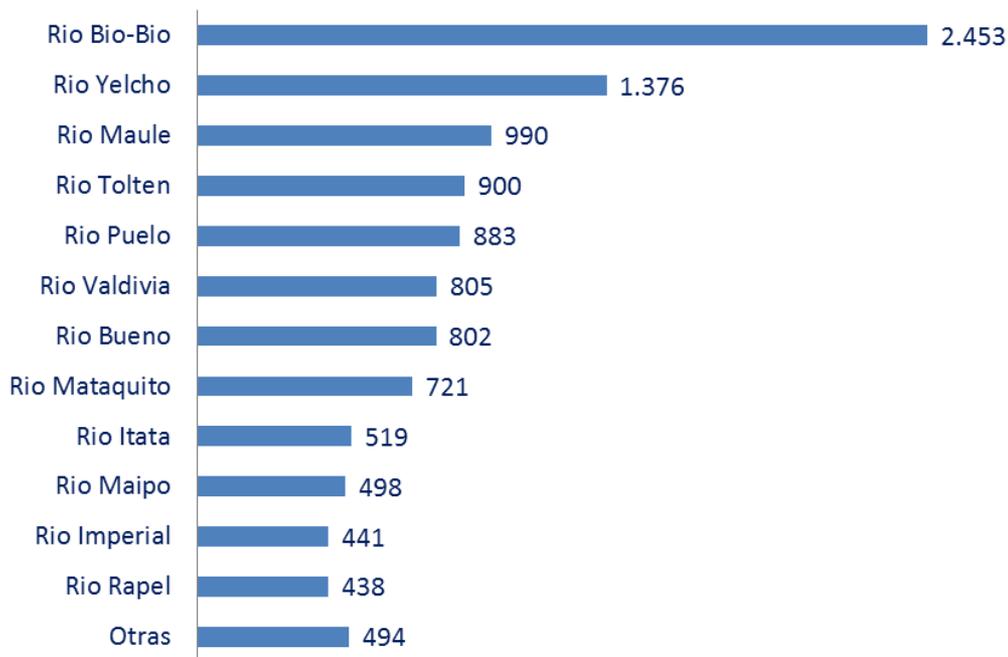


Argentina

4.128 MW



Entre los ríos Maipo y Yelcho potencial hidro es de 11.320 MW



A lo que se suman otros

4.480 MW

en tres cuencas en Aysén

- Análisis de los derechos de aguas no consuntivos
- **11.320 MW de potencial disponible**
- Aysén son 4 GW adicionales.
- Si se suma Aysén el potencial calculado **aumenta en un 40%.**

A pesar del alto potencial de desarrollo

Comparativamente Chile está desarrollando muy poco proyectos Hidroeléctricos



Potencial hidroeléctrico teórico de ~16 GW

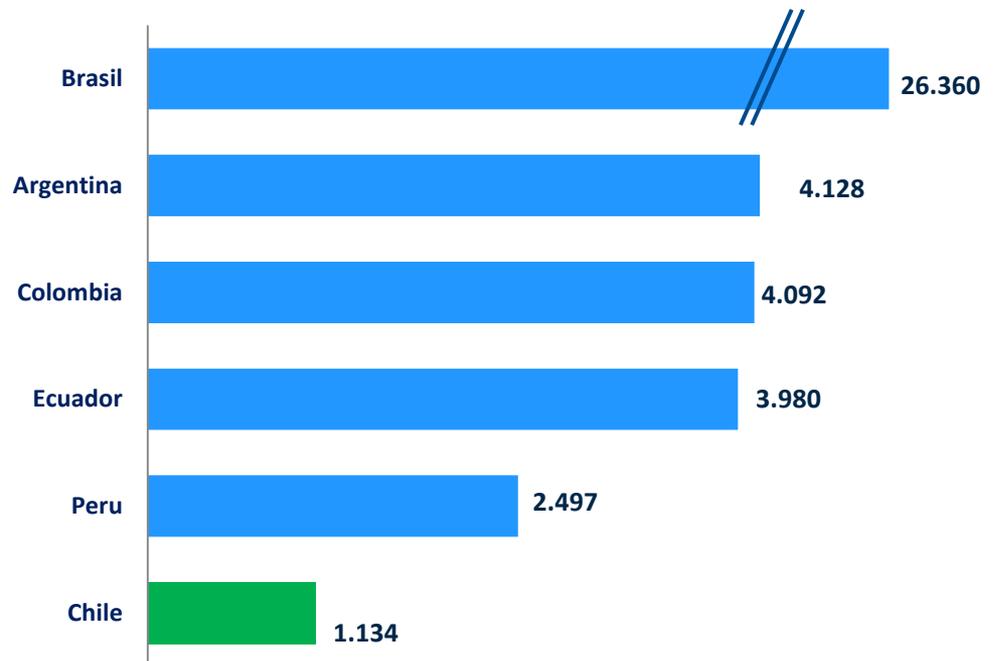
Mucho Potencial Teórico...



Pero pocos desarrollos en ejecución



Proyectos Hidroeléctricos en Construcción 2015-2022 (MW)

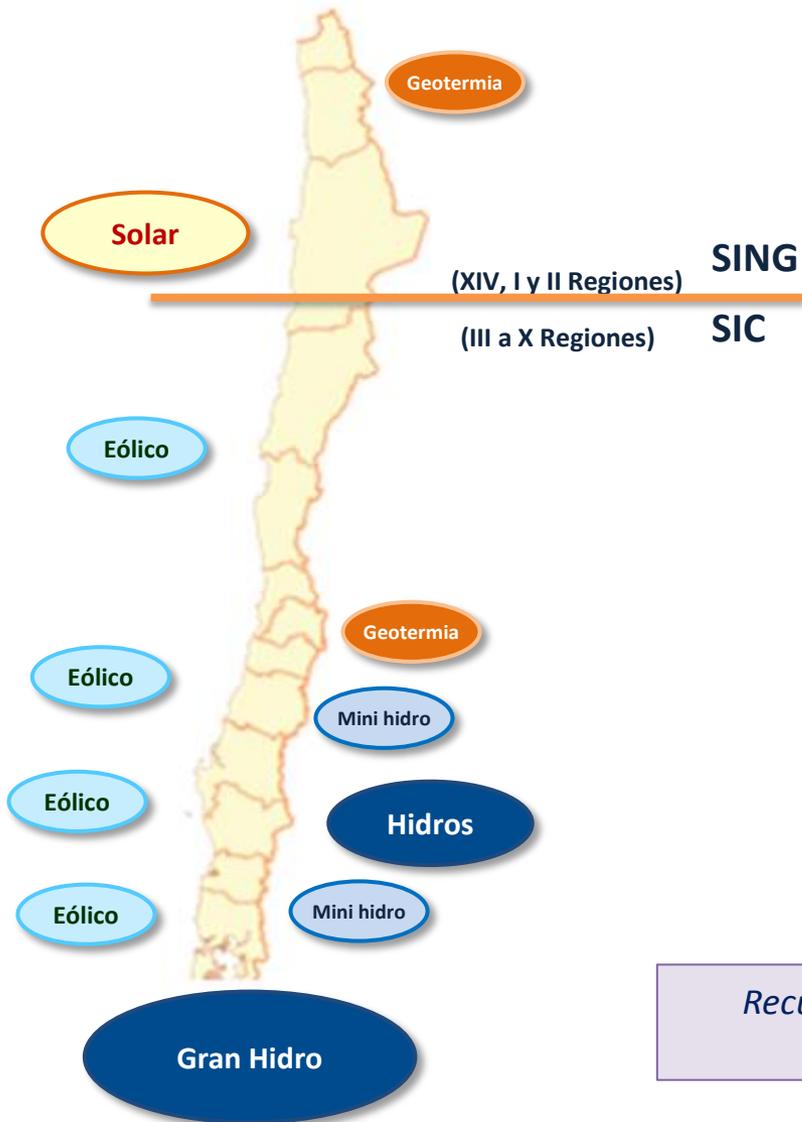


Chile concentra solo el **2,7%** de los 42 mil MW hidroeléctricos que se construirán en América Latina al 2022



Hidroelectricidad y Polos de Desarrollo

Forma parte íntegra de las tecnologías asociadas a Polos de Desarrollo



Polo Solar

- Gran potencia para su desarrollo
- Necesitan respaldo para las horas que no generan.

Polo Eólico

- Amplio sector costero aprovechable.
- Necesitan respaldo para las horas que no generan
- No se complementa con la energía solar

Polo Geotérmico

- Zonas de alta actividad geológica
- Inversiones altas en exploración de potencial
- Alejadas de zonas de conexión

Polo Hidro

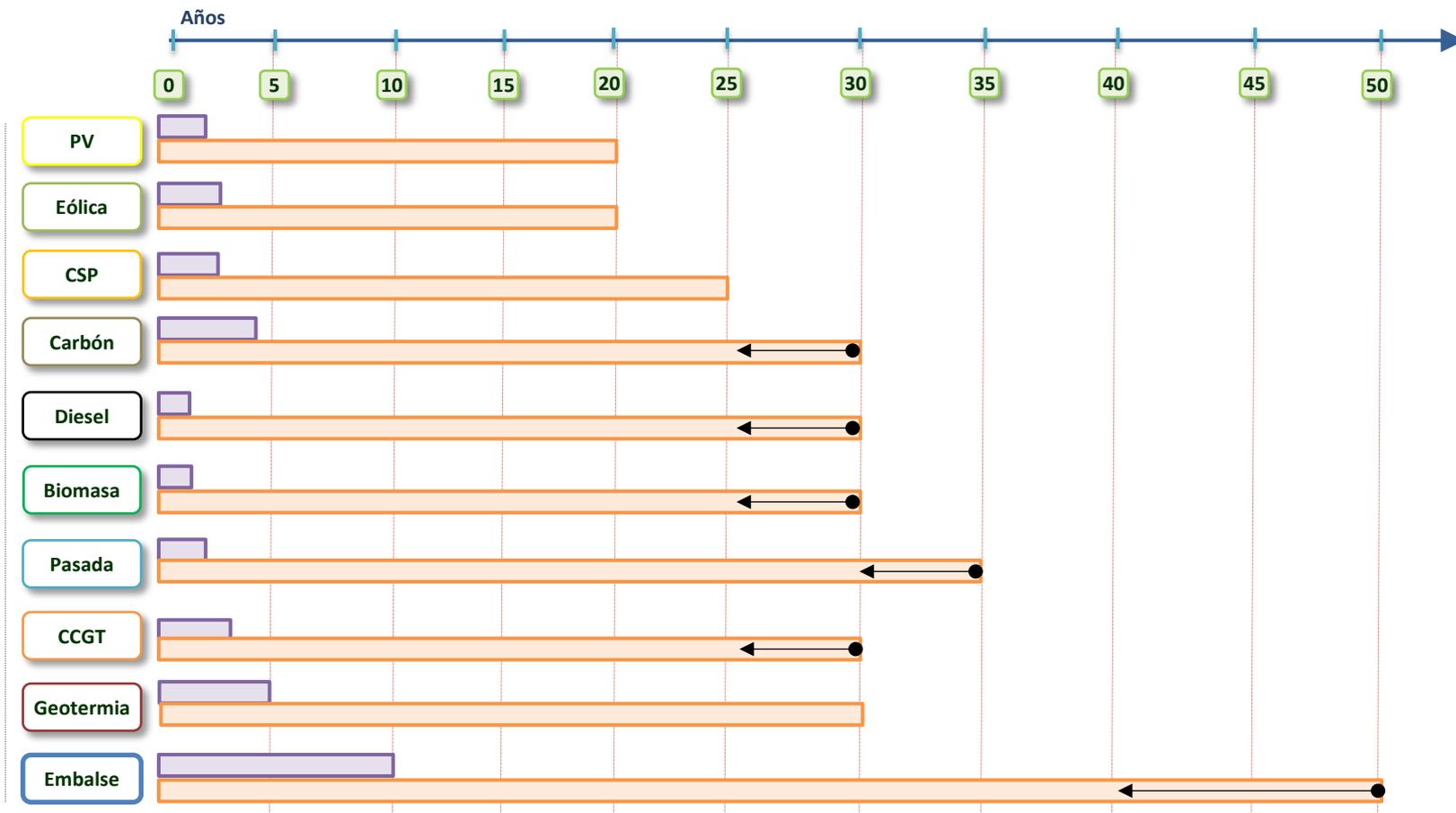
- Ubicados en la zona centro-sur del país
- Ofrece buenos factores de planta
- Gran potencial aun no desarrollado

Recurso hídrico tiene **gran potencial** para el desarrollo a gran escala



Hidroelectricidad y vida útil

La más larga de todas las tecnologías



- Vida útil de centrales en años
- Tiempo de desarrollo de centrales en años
- Rango de variación en vida útil

El ciclo de vida de una central de embalse se estima en **40-50 años**.
Mientras que el de las de pasada es entre **30-35 años**.

(*). Incluye estudios, y trámites administrativos

Hidroelectricidad y Emisiones

Cómo aporta a su reducción

Una central de **150 MW**

Operación reduce **625.000 ton de CO2 eq. / año** (2)

Equivalente al retiro de más **150.000 vehículos**

Cifra cercana **al 9% del total de vehículos en la Región Metropolitana** (3)



Para lograr el mismo efecto con proyectos ERNC se debe:

Construir de 363 MW en ERNC

149 MW de Eólico + 202 MW de Solar + 11 MW de mini hidro (4)

2,4 veces la capacidad de la central

Significará un **mayor** costo para el país de **1,6 veces**

(1) VCS: Verified Carbon Standard

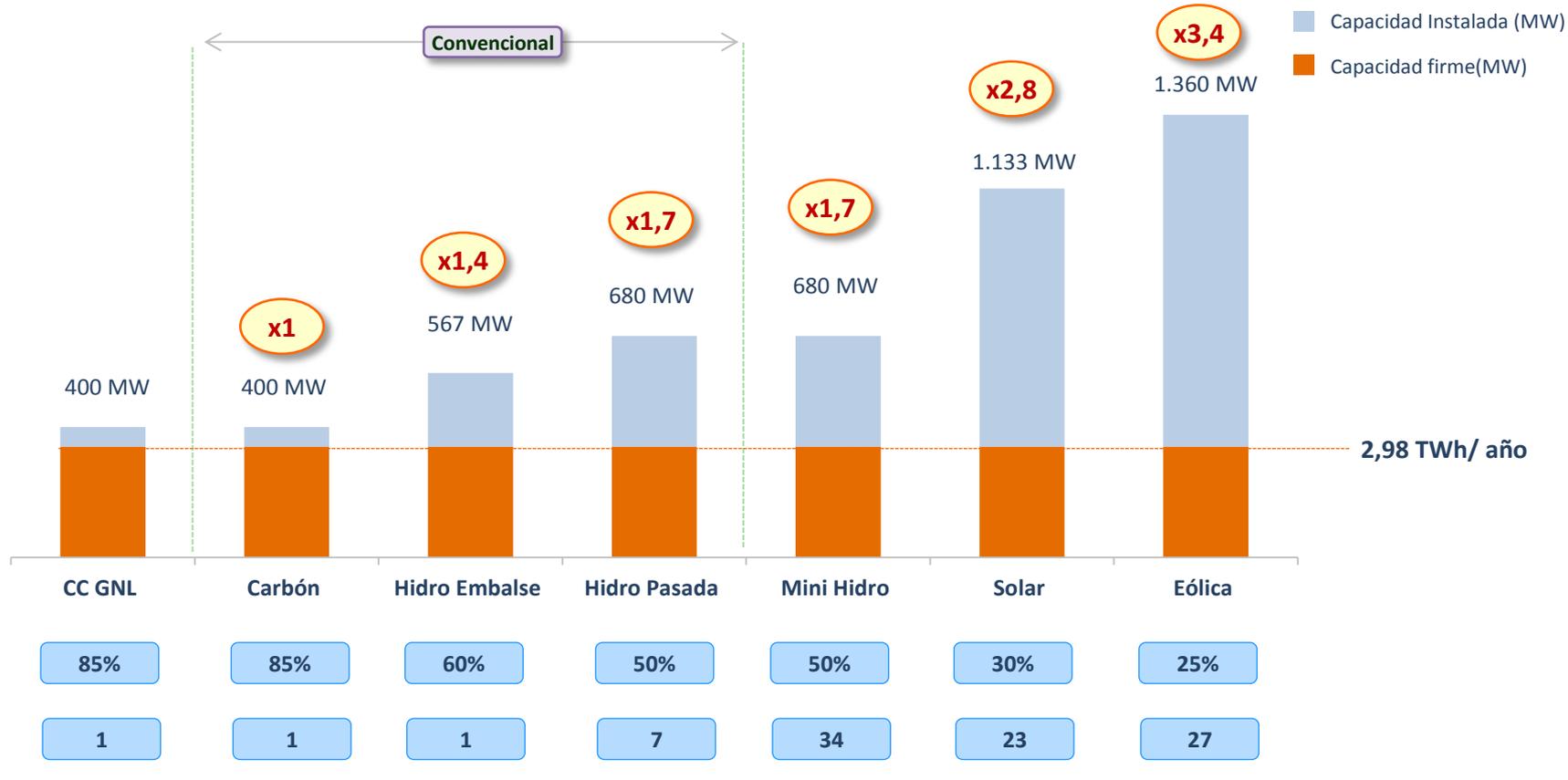
(2) Cifra acreditada oficialmente ante la VCS. Consiera como años base de cálculo el 2008, 2009 y 2010.

(3) Considerando vehículos motorizados en circulación, en el año 2013, fuente INE

(4) Se considera la proporción entre proyectos solares, eólicos, y mini hidro que se espera su entrada según los planes de obras de SIC y SING para período 2015-2025. Factores de planta de 30% 50% 30% para solar, mini hidro y eólico, con una generación media de 935 GWh para la central

Hidroelectricidad y firmeza

Comparativamente mejor firmeza que otras tecnologías



(1) Se consideraron como la capacidad de central tipo, las siguientes por tecnología: CC GNL= 400 MW, Carbón = 350 MW, Hidro Embalse= 400 MW, Hidro Pasada= 100 MW, Mini Hidro = 20 MW, Solar= 50 MW, Eólica = 50 MW

Ventajas y desafíos de la Hidroelectricidad

Las ventajas superan a los desafíos

Fortalezas



- **Recurso Natural del país y Renovable**
- **Disminuye la dependencia** actual de fuentes fósiles del extranjero
- **Generación Limpia**, no hay emisiones de Carbono.
- Tecnología **competitiva**.
- Contribuye con la **seguridad de suministro** (regulación)
- **Complemento** para la generación intermitente.
- Activos operativos por períodos largos (vida útil)
- Gran potencial no explotado

Desafíos



- Requiere otorgar **certeza a inversionistas**.
- **Viabilizar potencial teórico**. Reducir incertidumbre para la localización de estos proyectos.
- Desarrollo **socio ambiental sustentable**. Agilización de trámites y relacionamiento con stakeholders.

Desarrollo Hidro

Países desarrollados promueven su potencial hidroeléctrico

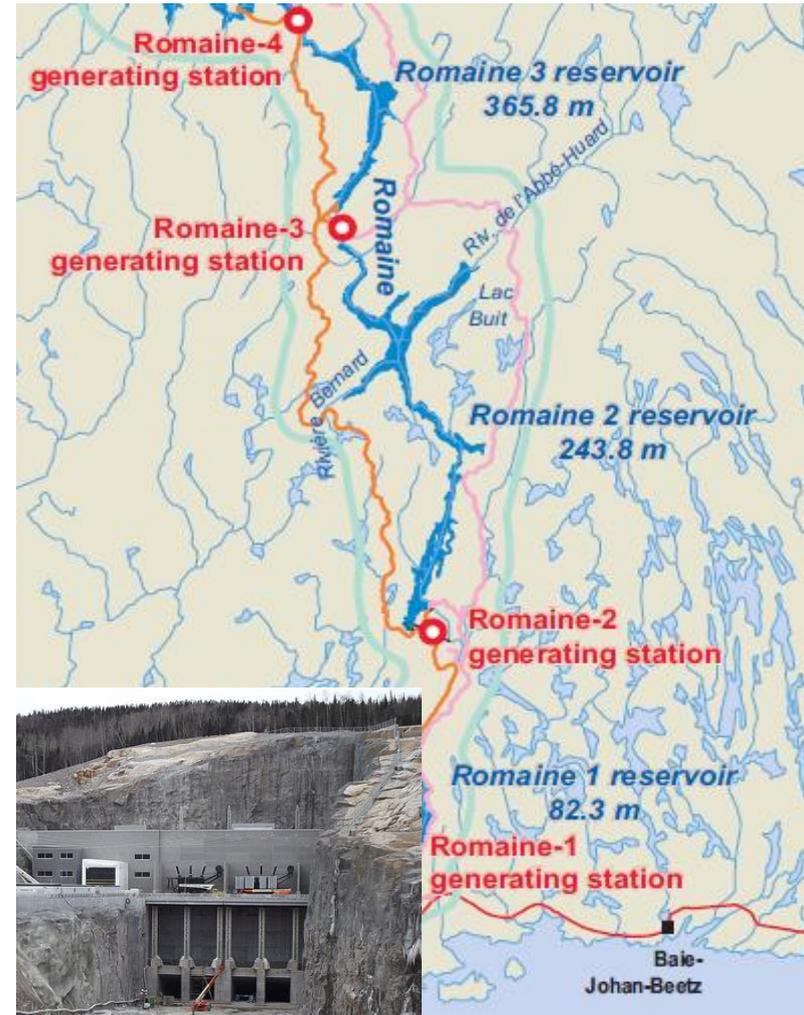
■ Proyecto La Romaine, Canadá:

- HydroQuebec
- Cuatro centrales, 1.550 MW
- La Central N° 2 de la Romaine se puso en servicio en diciembre de 2014

Avant le remplissage



Après le remplissage (simulation)



Fuente: www.hydroquebec.com

Desarrollo Hidro

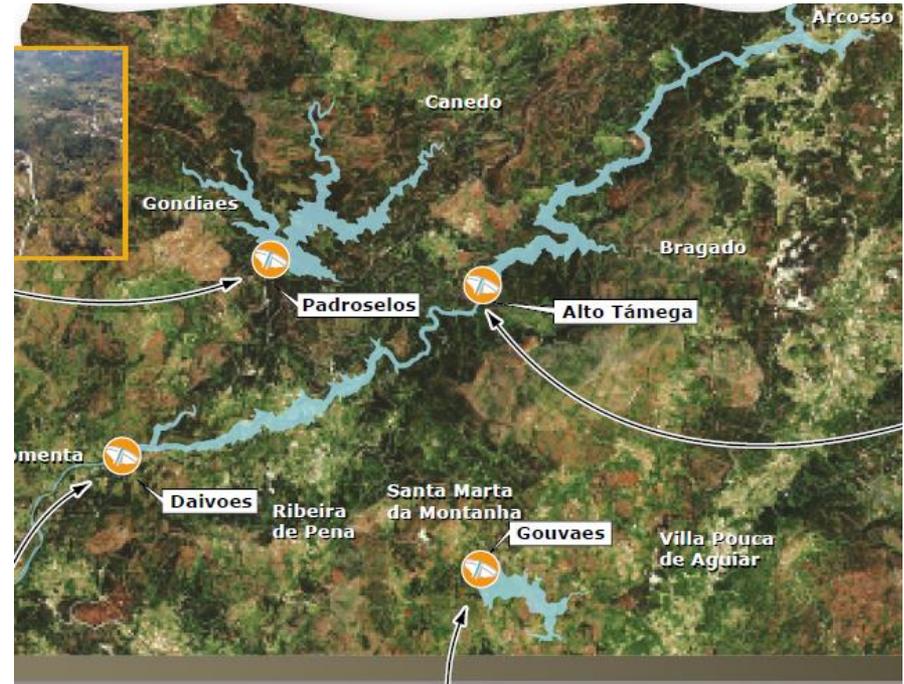
Países desarrollados promueven su potencial hidroeléctrico

■ Alto Tamega, Portugal:

- 1158 MW, Iberdrola
- Firma concesión el 4 de julio de 2014
- Construcción parte en 2015



Fuente: www.iberdrola.com

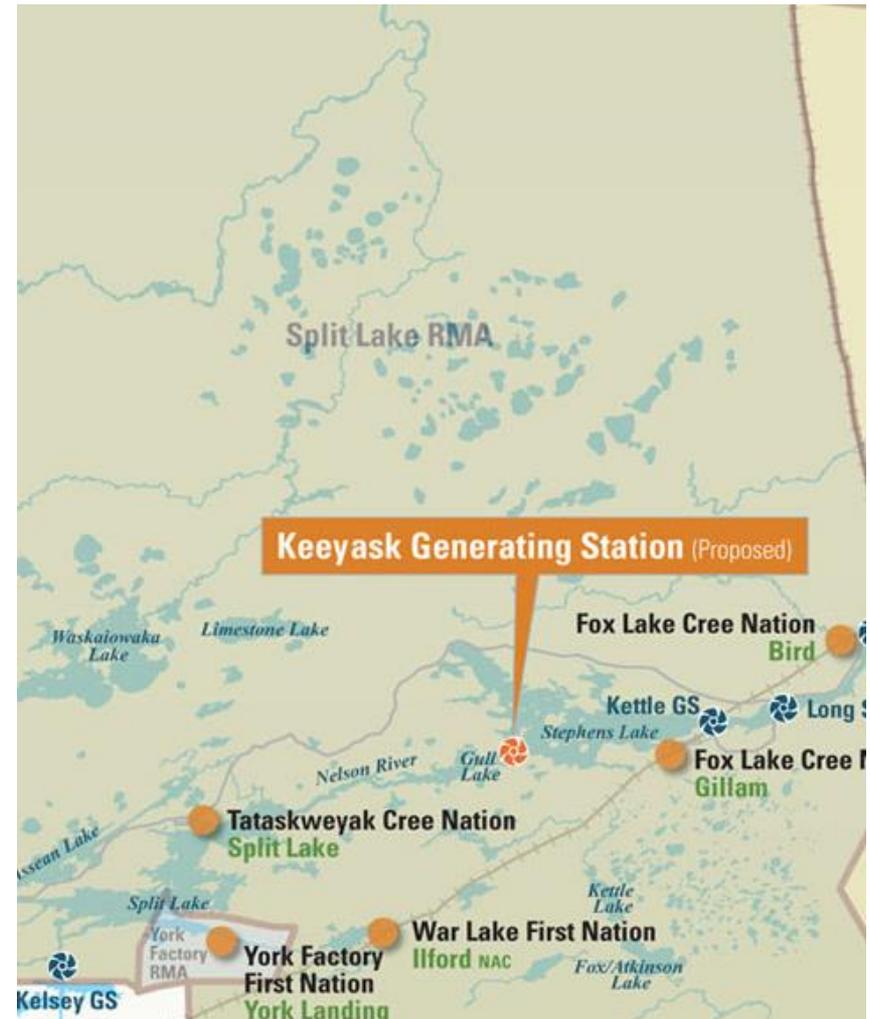


Desarrollo Hidro

Países desarrollados promueven su potencial hidroeléctrico

■ Proyecto Keeyask, Canadá:

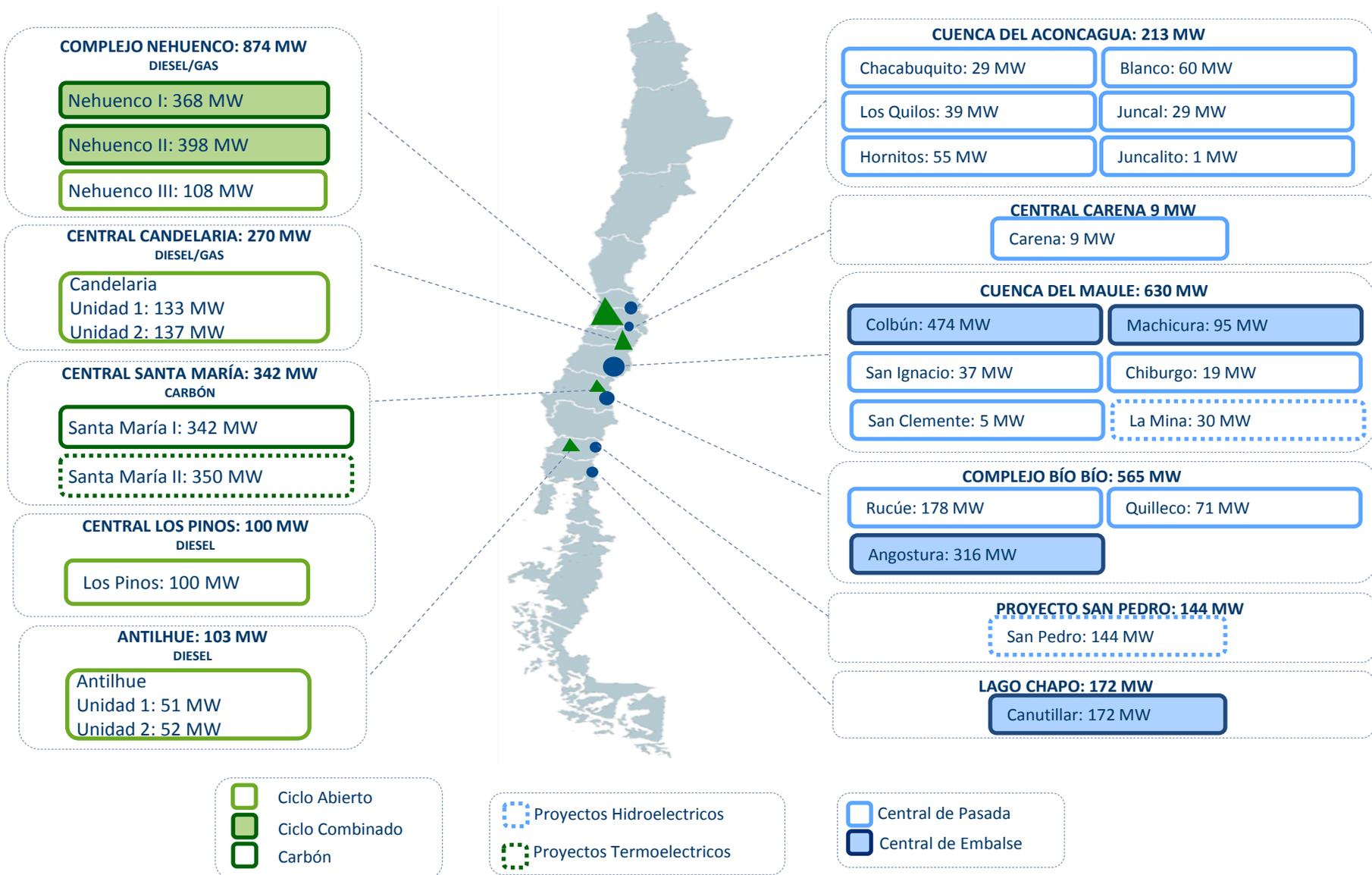
- 695 MW
- En construcción desde 2014



Fuente: www.keeyask.com

Colbún en el SIC

Mapa de Centrales

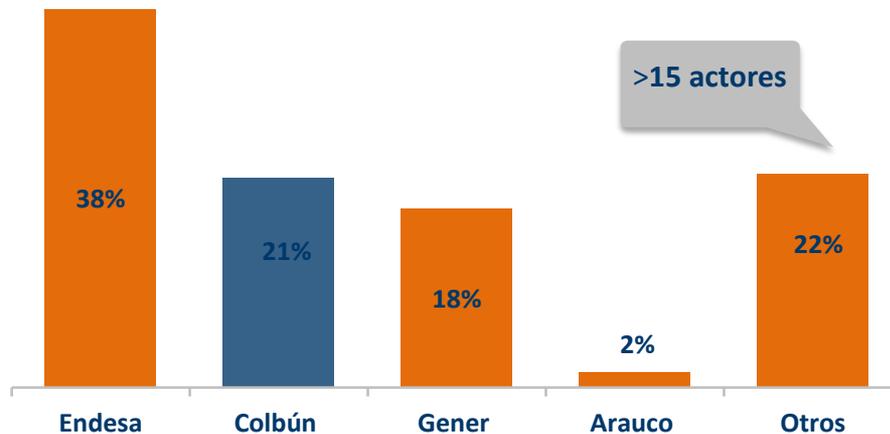


Colbún en el mercado

Actor líder en el SIC

Participación de Mercado en el SIC

% de Capacidad Instalada



- 21% de participación en el SIC
- Capacidad instalada de 3.278 MW
- 16 Centrales hidráulicas en 6 cuencas
- 7 Centrales térmicas en 4 regiones
- Generación 2014: 12.835 GWh
- 51,8% generación hidroeléctrica
- 48,2% generación térmica
- Cerca de 1.000 trabajadores
- Ebitda de US\$536 millones en 2014

Proyecto Central Hidroeléctrica Angostura



- La mayor hidroeléctrica en 10 años
- Aporte de 3% al Sistema Interconectado Central
- Central integrada a su entorno a través de un proyecto turístico

Proyecto Central Hidroeléctrica Angostura

Características Técnicas

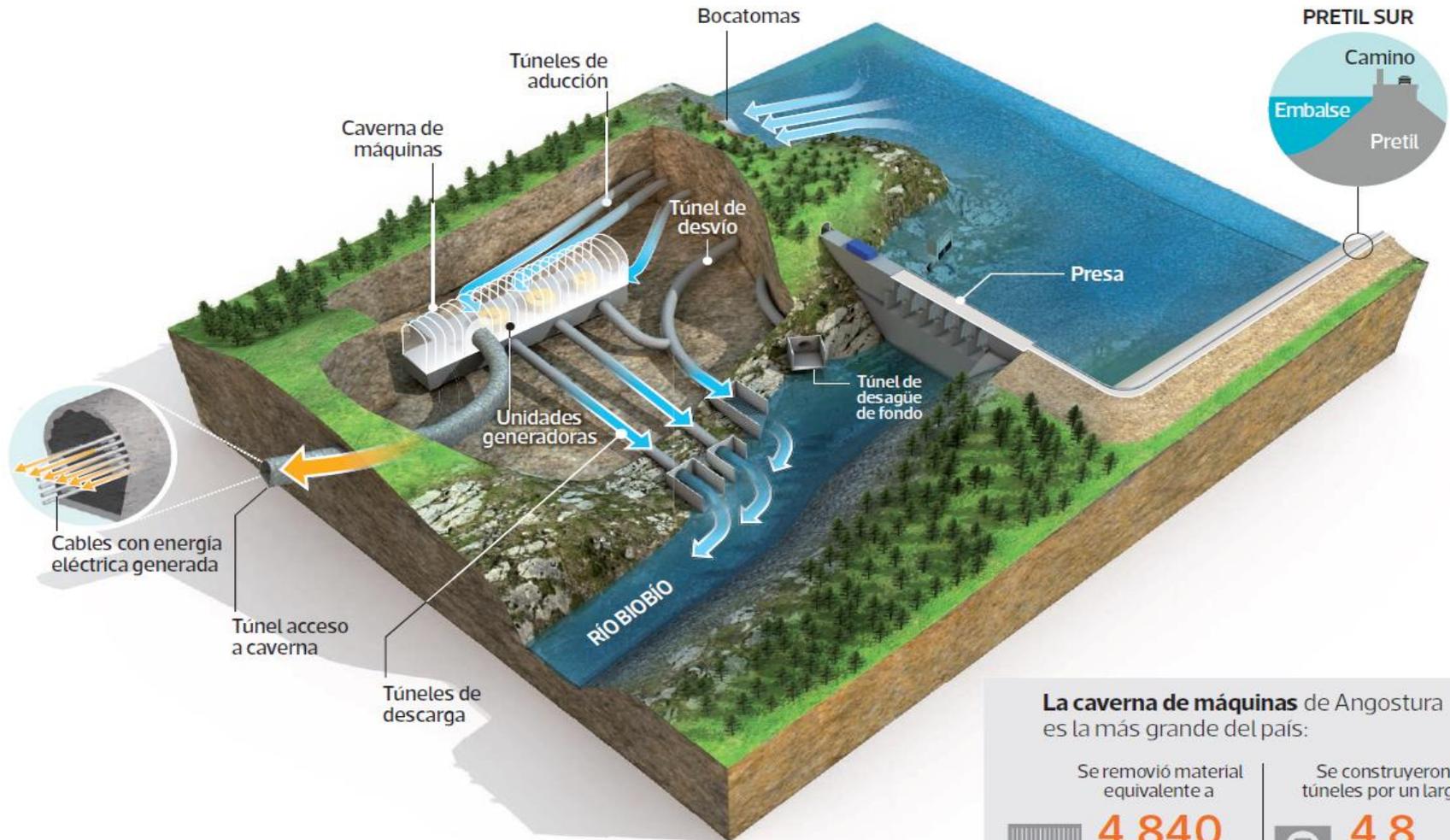
 | **316 MW**

ANGOSTURA: Central hidroeléctrica de embalse de regulación mínima

UBICACIÓN:	Comunas de Santa Bárbara y de Quilaco. Región del Biobío
POTENCIA:	316 MW con 3 Turbinas Francis Vertical, 2 Unidades de 134,9 MW y 1 Unidad de 46,1 MW
ENERGÍA MEDIA ANUAL:	1.542 GWh
CAUDAL DE DISEÑO:	700 m ³ /s
FACTOR DE PLANTA:	58%
EMBALSE:	Cota 317 msnm (Regulación 1 m máximo); 641 ha (180 ha del cauce original); 5 km por río Huequecura y 16 km por río Biobío; 100 Millones m ³
INVERSIÓN:	USD 710 Millones
PLAZO DE CONSTRUCCIÓN:	49 meses (1.498 días corridos)
INICIO PUESTA EN SERVICIO:	Primer Trimestre 2014

Central Hidroeléctrica Angostura

Vista General de las obras



La caverna de máquinas de Angostura es la más grande del país:

Se removió material equivalente a



4.840
contenedores

Se construyeron túneles por un largo



4,8
kilómetros

Central Hidroeléctrica Angostura – Reposición de caminos

Vista general con proyecto



REPOSICIÓN
RUTA Q-61-R
ALTO BIOBÍO

REPOSICIÓN
RUTA Q-685
LO NIEVE

Angostura: Inserción ambiental y social

Mitigación

- Ruido y Material Particulado
- Calidad del Agua
- Restauración de Paisaje

Compensación

- Reposición de Vialidad
- Reposición de Infraestructura Comunitaria
- Plan de Reasentamiento
- Plan de Desarrollo Económico
- Plan de Desarrollo Turístico

Regulación de Transmisión

- Reforestación de Bosque Nativo y Exótico
- Rescate 4 Sitios Arqueológicos
- Rescate 9 animitas
- Rescate Fauna
- Manejo de Residuos

✓ **Compromisos ambientales RCA y RSE: 237 Medidas para la Etapa de Construcción**

✓ **Compromisos sociales RCA y RSE: 48 Medidas**

Total medidas 285

Angostura: Inserción ambiental y social

Algunas claves en el desarrollo del proyecto



- Socialización previa al EIA
- Trabajo público-privado: mesa de turismo de Angostura
- Plan de reasentamiento individual
- Apoyo a capital humano y emprendimiento local

Angostura: Inserción ambiental y social

Plan de Reasentamiento

Objetivo: proporcionar a reasentados una condición similar o mejor que la original

46 familias reasentadas

- 22 Propietarios
- 24 Allegados u Ocupantes
- 38 Bajo la Línea de la Pobreza (83%)
- 31 En condición de Indigencia

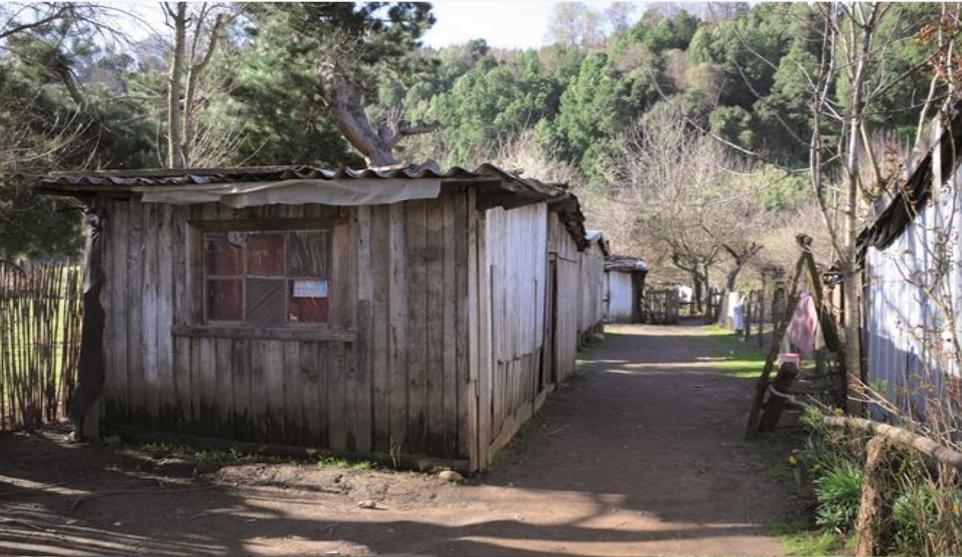
80,26 hectáreas
afectadas

230,5 hectáreas
compensadas

El Primer Plan de Reasentamiento Individual

- ✓ Equipo de 17 personas dedicadas al Plan de Reasentamiento
- ✓ Negociación y acuerdo individual
- ✓ Programas de apoyo psicológico, social, salud y económico
- ✓ Seguimiento y monitoreo periódico y a futuro

Angostura: Plan de reasentamiento



Angostura: Inserción ambiental y social

Plan de Desarrollo Económico

Programa Energía para Emprendedores

- ✓ Más de 80 beneficiados
- ✓ Un equipo de 13 personas dedicadas al Fomento Productivo y al Desarrollo Laboral
- ✓ Cursos Abiertos a la Comunidad
- ✓ Seguimiento y monitoreo periódico

Apoyo Mano de Obra Local

- ✓ Etapa de Construcción con mínimo 30% correspondiente a Mano de Obra Local
- ✓ Capacitación para el 10% de la Mano de Obra
- ✓ Contratación de Mano de Obra Local a través de OMIL y JJVV
- ✓ Operadores y trabajadores Central Angostura



Angostura: reposición infraestructura comunitaria



Antigua Sede Social



Nueva Sede ya construida

Angostura: reposición infraestructura educacional



**Antigua Escuela
Los Notros**



Nueva escuela

Central Angostura

Compatibilidad de la Energía con el turismo



ENERGÍA



TURISMO



CONSERVACION

Angostura: infraestructura turística



Central Angostura

Cifras verano 2014-2015 (Dic – Mar)

Playas: 40.357 visitantes



Sendero y mirador: 26.567 visitantes



Centro de Visitantes: 10.916 personas



Campings: 22.545 visitantes



Central Angostura

Cifras verano 2014-2015 (Dic – Mar)

Visitas guiadas a la caverna de máquinas



Camping : 22.545 visitantes



Central Angostura

Imágenes verano 2014-2015





Desafíos Futuros

Puntos de Reflexión

- ✓ Definir una política pública país sobre la **hidroelectricidad en el sur**
- ✓ **Reforma al Código de Aguas compatible** con el tiempo de desarrollar proyectos hidroeléctricos
- ✓ Definición, participativa e informada, de **cuencas prioritarias**

