Generadoras de Chile

MÓDULO 1

Desarrollo de proyectos de generación de energía renovable

Mayo 2023

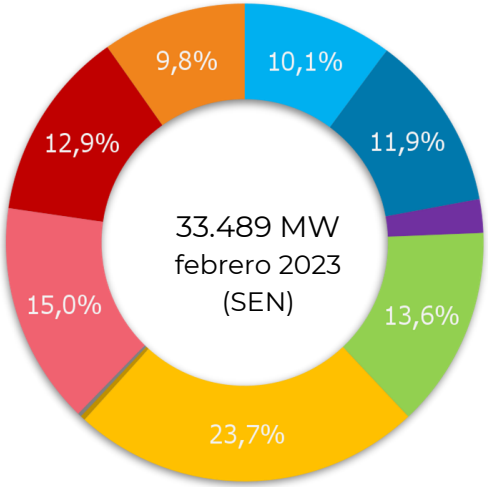
Generadoras de Chile

Contenidos

1. Introducción
2. Mercado Eléctrico
2. Ciclo de vida
3. Tecnologías
4. Construcción
5. Consideraciones finales

Generadoras de Chile

Sistema Eléctrico Nacional

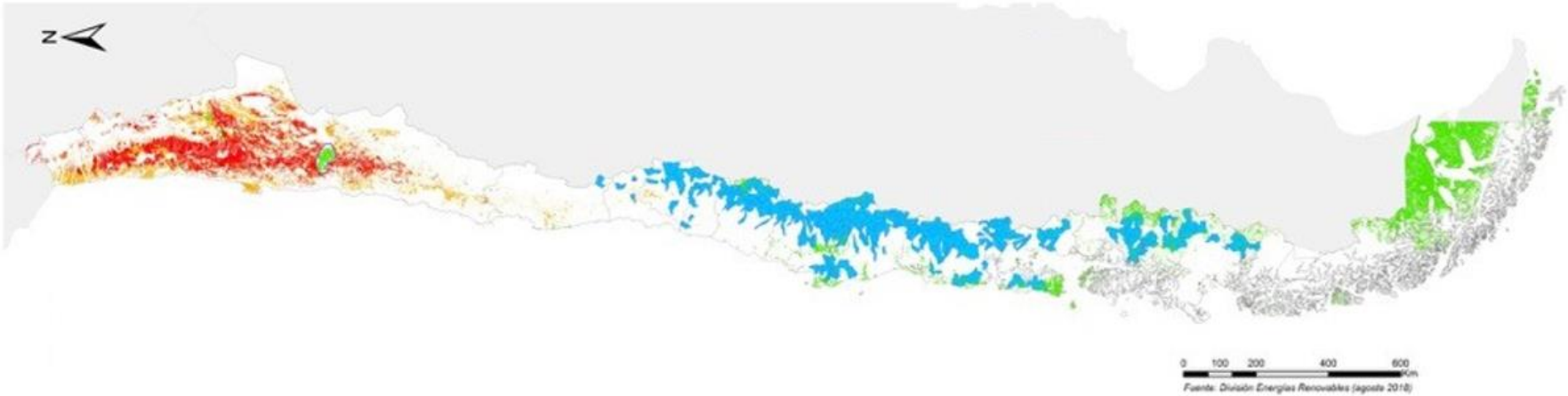


Fuente: Elaboración propia en base a Coordinador Eléctrico Nacional

	Sistemas Eléctricos	Nacional (SEN)	Aysen (SEA)	Magallanes (SEM)
	RENOVABLE	**20.857**	**26**	**3**
	Hidro embalse	3.395		
	Hidro pasada	4.001	23	
	Biomasa	762		
	Eólico	4.563	3	3
	Solar	7.944		
	Termosolar	110		
	Geotérmica	82		
	NO RENOVABLE	**12.632**	**40**	**163**
	Gas natural	5.031		140
	Carbón	4.332		
	Derv. del petróleo	3.270	40	23
	TOTAL	**33.489**	**66**	**166**

A febrero de 2023 el 62.3% de la capacidad instalada en el país corresponden a fuentes renovables.

Importancia de las energías renovables en el contexto actual

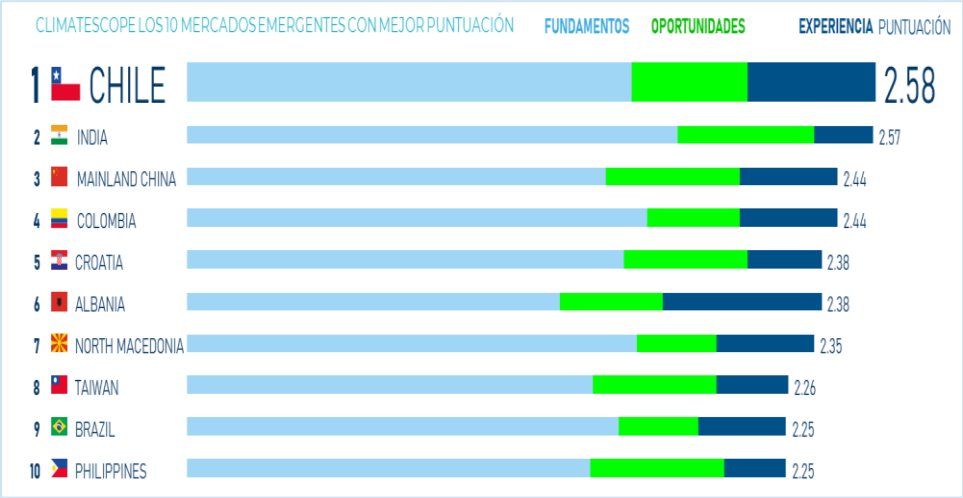


Fuente: Ministerio de Energía, 2015

Importancia de las energías renovables en el contexto actual

Chile obtiene la mejor puntuación entre los mercados emergentes

Climatescope 2022 by BloombergNEF



107 Mercados Emergentes

29 Economías Desarrolladas

21 Mil Millones de dólares

Inversiones en energía limpia en los últimos 7 años.

SECTOR ENERGÉTICO BIEN ESTRUCTURADO

Licitaciones de energía renovable para PPA normalizados que Promotores firmen contratos bilaterales fuera del mercado regulado con grandes consumidores (clientes libres).

UN GOBIERNO COMPROMETIDO A ACELERAR LA DESCARBONIZACIÓN

Cierre de 1.7 GW de plantas a carbón 2024

Eliminación progresiva del carbón Completada 2040

60 % Capacidad Instalada Renovable

40% Generación Energía Limpia 2030

Generadoras de Chile

Contenidos

1. Introducción
2. Mercado Eléctrico
3. Ciclo de vida
4. Tecnologías
5. Construcción
6. Consideraciones finales

Mercado Eléctrico

Generación

...y muchas más

Transmisión

- Celeo Redes
- CGE Transmisión
- ISA
- Transelec
- TEN
- STS/STN (Saesa)

Comercialización

- Empresas de generación
- Abastible
- Antuko
- Cinergia
- ECOM
- Enlasa
- Enerlink
- EMOAC
- Grenergy
- Imelsa Energía
- Lipigas

Distribución

- CGE
- Saesa
- Chilquinta
- Enel Distribución
- EEPA
- CODINER
- Cooperativas de distribución

Consumo

- Minería
- Industria
- Comercial, Público y Residencial
- Electromovilidad
- Transporte

Mercado Eléctrico

Generación – Libre competencia

- Privados deciden Inversiones (ubicación, tecnología, tamaño).

- **Riesgos de Mercado**
- **Riesgos de Tecnología**
- **Riesgos de Construcción**
- **Riesgos de Cambios Normativos**
- **Riesgos de Financiamiento**
- **Riesgos de Congestión de Redes**
- **Riesgos de Recaudación**

Transmisión – Monopolios regulados

- Planificación centralizada por redes de uso común.
- Adjudicación vía licitaciones.
- Retorno de inversión según costos de mercado.
- “Open access” o acceso abierto a redes.

Distribución – Monopolios regulados

- Concesiones por zona geográfica.
- Tarifas reguladas.
- Obligación de dar suministro a clientes regulados.
- Riesgo de gestión de red y recaudación.

Nota: ENAP, empresa estatal, está autorizada para participar de generación y transmisión.

Mercado Eléctrico

Mercado de Contratos (financiero)

Participan Generadores, Distribuidores y clientes libres

Mercado de Contratos 100 % de la demanda

Clientes Libres

- Clientes con capacidad conectada ≥ 5.000 kW.
- Clientes con capacidad > 500 kW y que opten por contratar con un Generador.
- **Los precios y otras condiciones de suministro y se pactan libremente.**

Clientes Regulados

- A través de las distribuidoras, por aquella parte del suministro a clientes < 5 MW (Entre 500 kW y 5 MW pueden optar).
- **Los precios resultan de una Licitación Pública** (Ley Corta II de 2005).

Mercado Físico (spot)

Participan sólo Generadores

Mercado Spot excedentes/déficits de generación con respecto a lo contratado

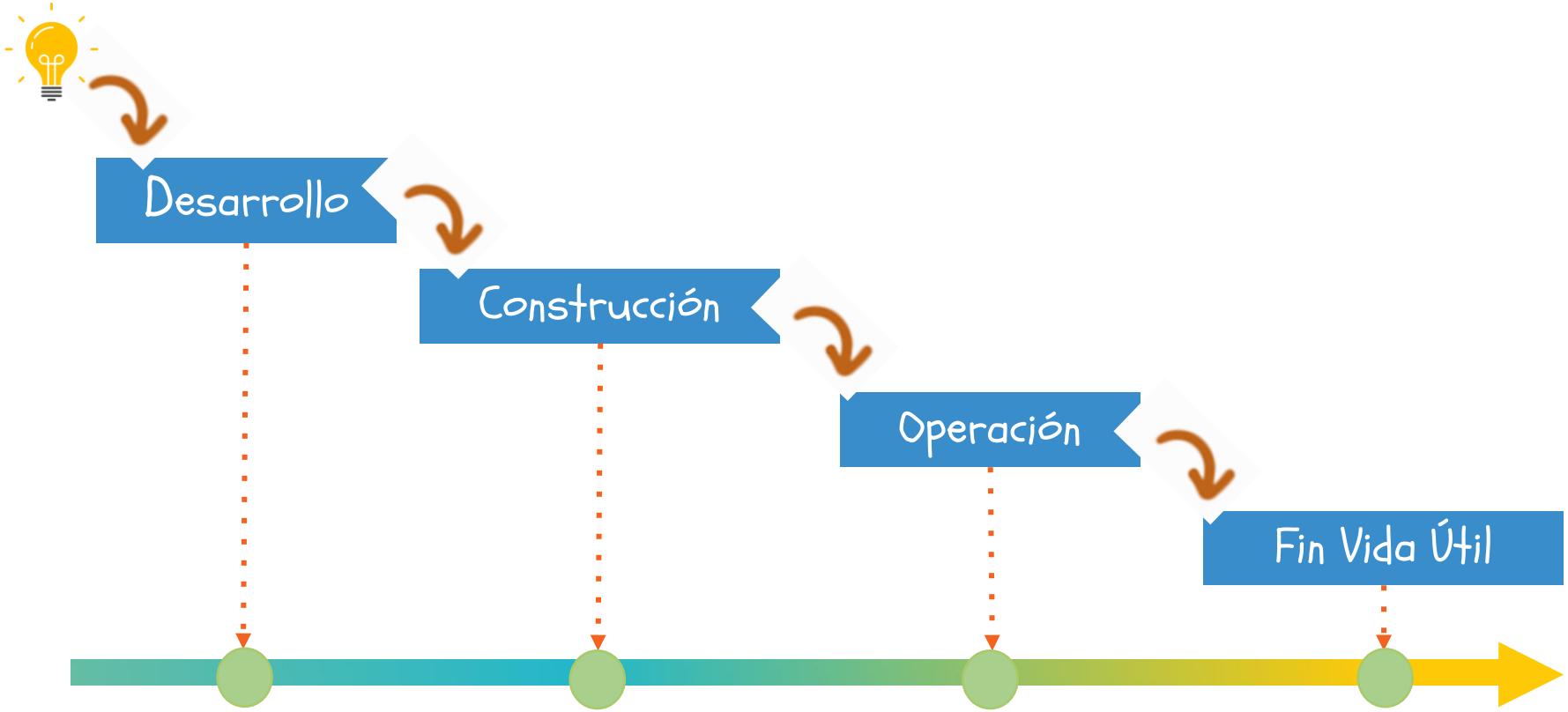
- Transferencias de energía y potencia entre generadores.
- Precio de la Potencia: Precio de Nudo de la Potencia.
- **Precio de energía: Costo Marginal instantáneo.**

Generadoras de Chile

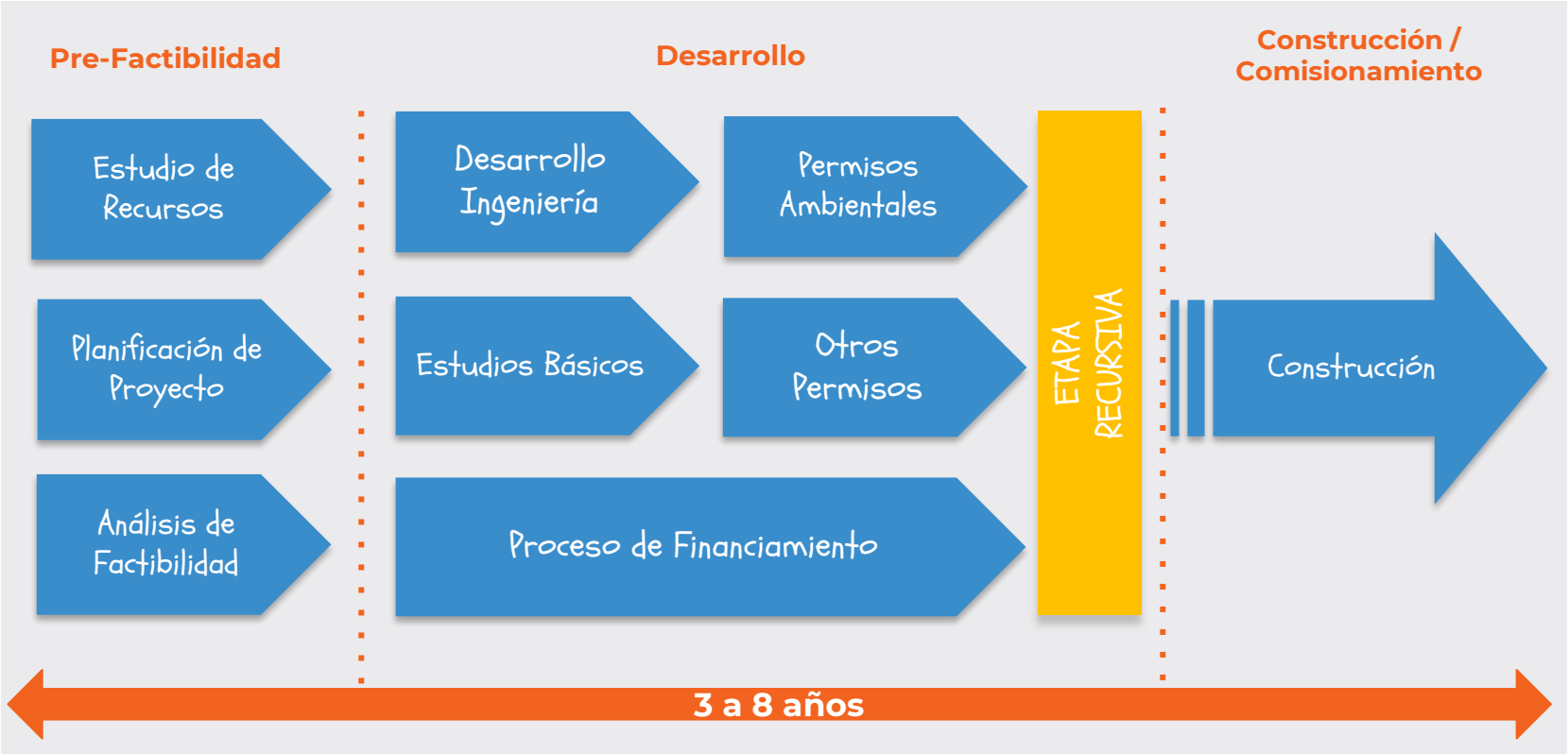
Contenidos

1. Introducción
2. Mercado Eléctrico
3. Ciclo de vida
4. Tecnologías
5. Construcción
6. Consideraciones finales

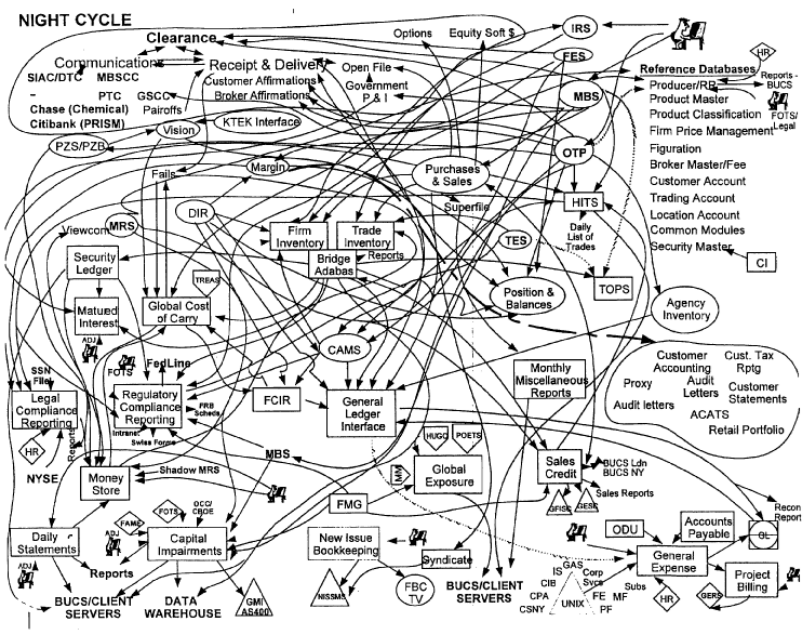
Ciclo de vida de los proyectos de generación



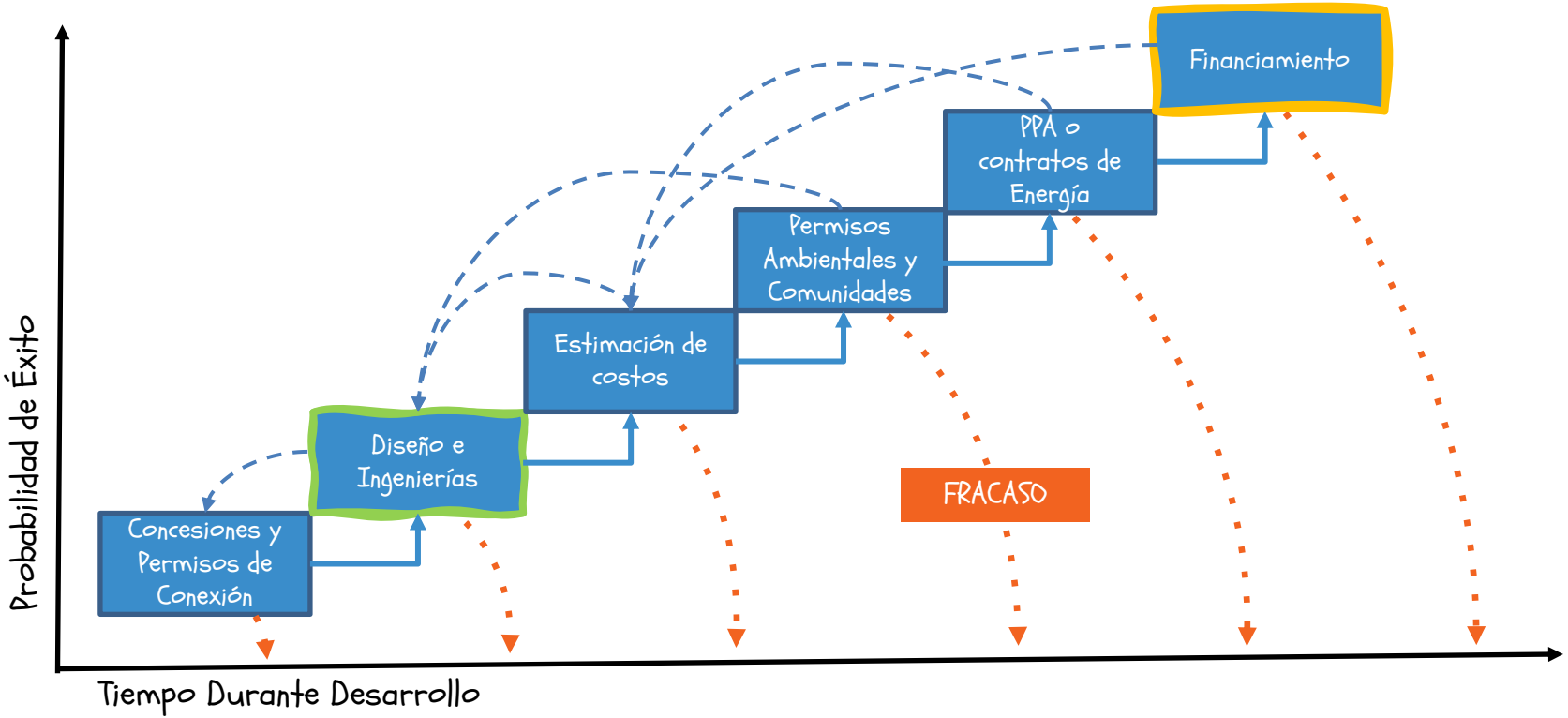
Ciclo de vida de los proyectos de generación



Etapa de Desarrollo

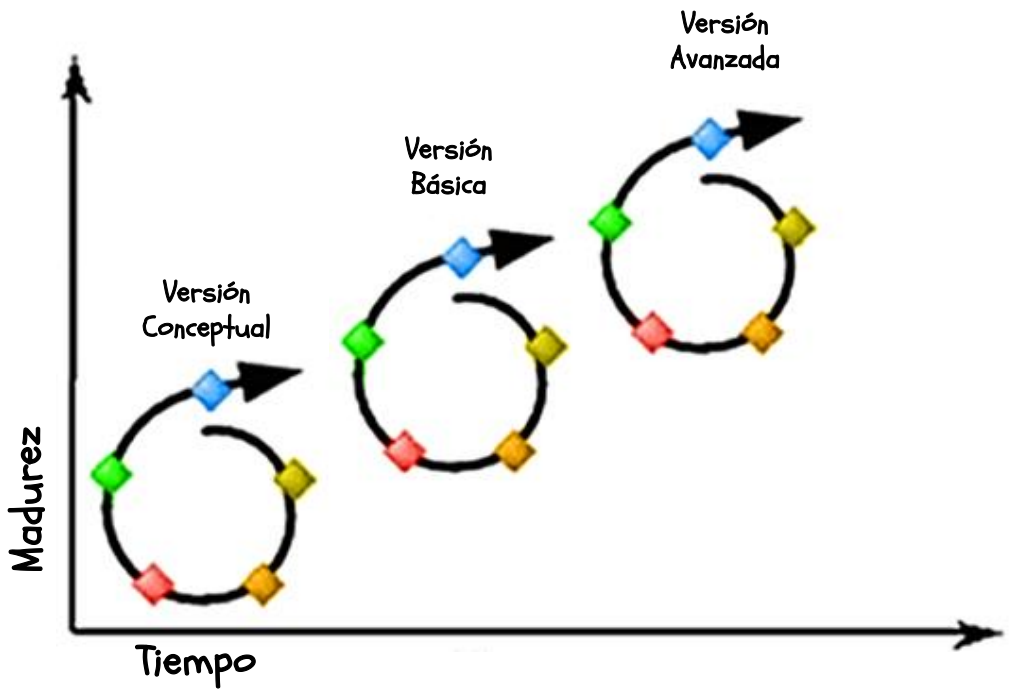


Etapa de Desarrollo



Etapa de Desarrollo

Diseño e Ingenierías



- ✓ Geotecnia
- ✓ Hidrogeología
- ✓ Topografía
- ✓ Riesgo Sísmico

- ✓ Estudios de Conexión
- ✓ Trazados de Líneas AT
- ✓ Trazados de Líneas MT

- ✓ Movimientos de Tierras
- ✓ Caminos
- ✓ Obras Civiles y Fundaciones
- ✓ Ingenierías del Equipamiento

- ✓ Estudios Logísticos
- ✓ Obras Temporales

Etapa de Desarrollo

Financiamiento

Costo por Tecnología de Generación	Inversión US$/kW	Potencia MW	US$ Millones	CLP Millones
Térmica diésel (GMG)	448	100	45	35,840
Térmica a gas natural (CA)	725	100	73	58,000
Térmica a gas natural (CC)	965	100	97	77,200
Conjunto motores a gas	960	100	96	76,800
Térmica a biogás	1,229	100	123	98,320
Térmica a biomasa	3,697	100	370	295,760
Mini-hidráulica	2,471	100	247	197,680
Geotérmica	4,664	100	466	373,120
Solar fotovoltaica	818	100	82	65,440
Eólica	1,248	100	125	99,840
Hidráulica de pasada	4,216	100	422	337,280
Hidráulica de embalse	5,126	100	513	410,080
Solar térmica - @13 hrs	5,673	100	567	453,840

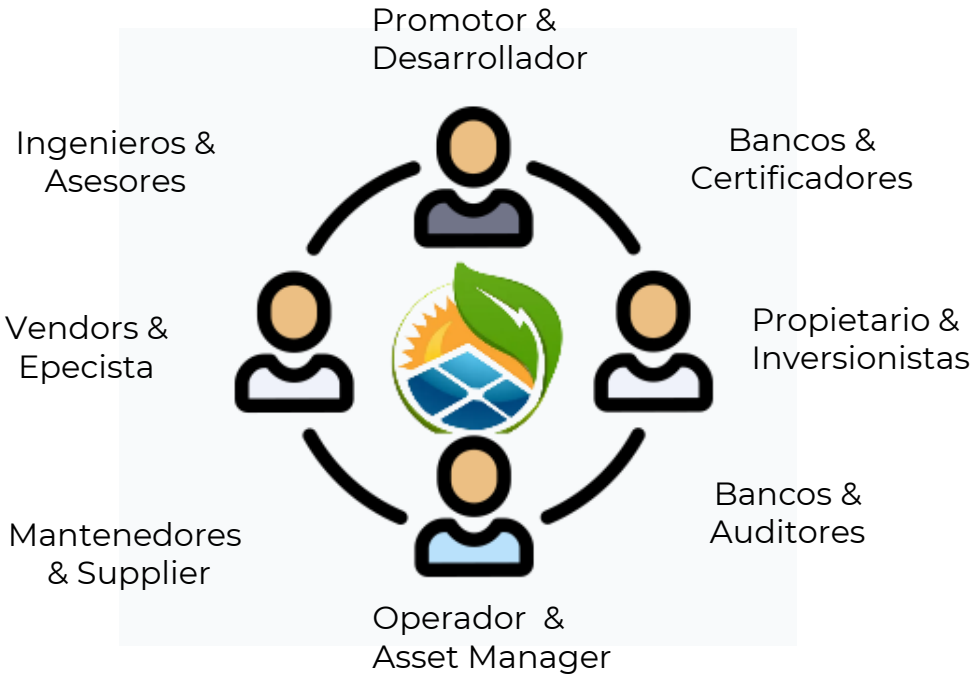
El financiamiento es una parte clave en la viabilidad económica de proyectos renovables.

Los proyectos renovables se suelen caracterizar por ser:

- Grandes en tamaño e intensivos en capital.
- Largas vidas útiles (+25 años).
- Estar dentro de una sociedad única (*Special Purpose Vehicle*).

Estas características permiten que los proyectos renovables se puedan financiar con **préstamos sin recurso o *Project Finance*.**

Etapa de Desarrollo



Generadoras de Chile

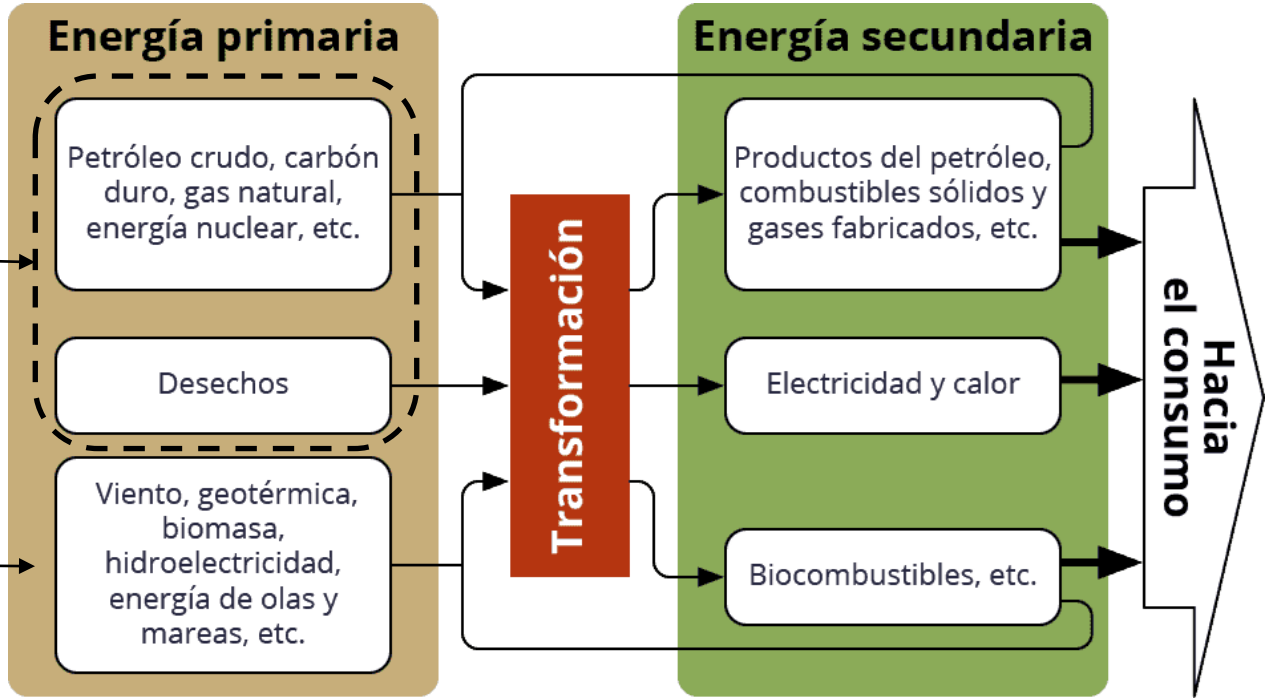
Contenidos

1. Introducción
2. Mercado Eléctrico
3. Ciclo de vida
4. Tecnologías
5. Construcción
6. Consideraciones finales

Principales tecnologías de generación renovable

Térmicas
Utiliza
Combustible

Renovables
Utiliza
Recursos Naturales
Renovables



Generadoras de Chile

Principales tecnologías de generación renovable

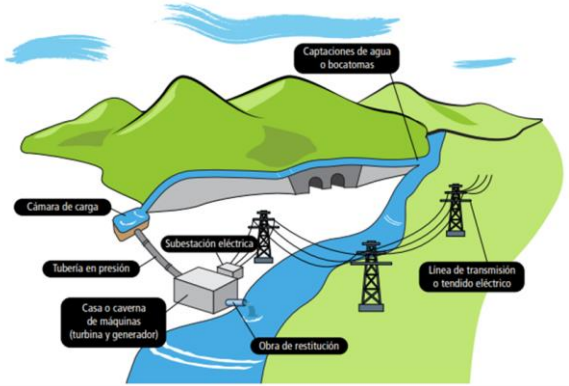
Hidráulica
Solar
Eólica
Térmica
Bioenergía
Geotérmica
Almacenamiento
Hidrógeno verde

Mayo 2023

Principales tecnologías de generación renovable

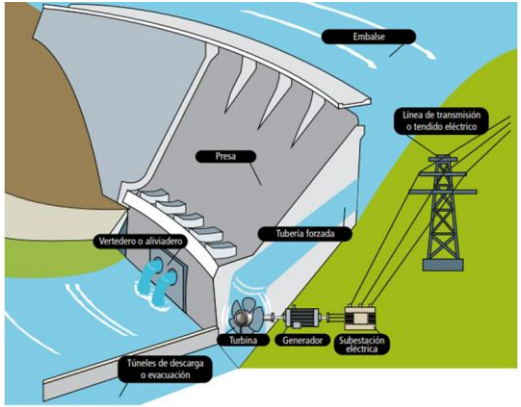
Hidráulica

Clasificación basada en tipo de Flujo

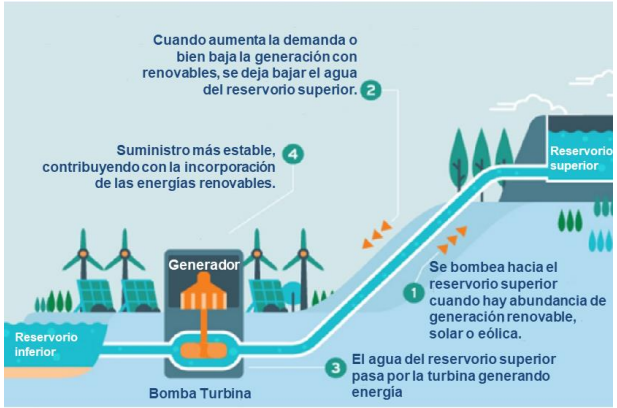


Pasada (Run of River)

Con o sin Pondaje



Embalse (Dam)



De Bombeo (Pump Storage)

Clasificación basada en tipo de Caída

Alta Caída	(High Head)
Media Caída	(Medium Head)
Baja Caída	(Low Head)

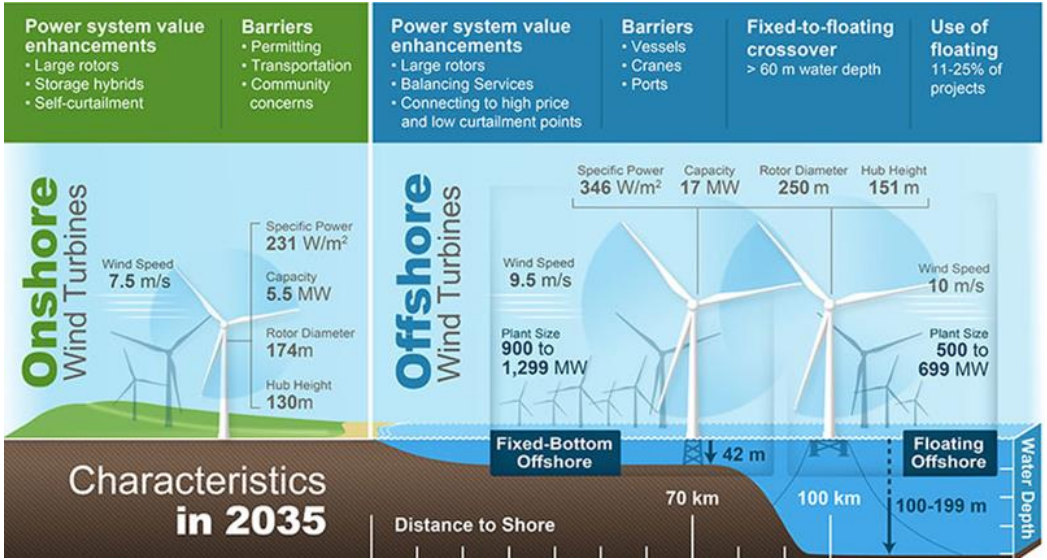
Clasificación basada en el Tamaño

Grande	> 100 MW
Pequeña	< 100 MW
Mini	< 20 MW
Micro	< 300 kW

Principales tecnologías de generación renovable

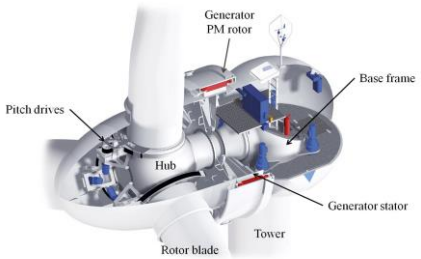
Eólica

Clasificación basada lugar de implementación

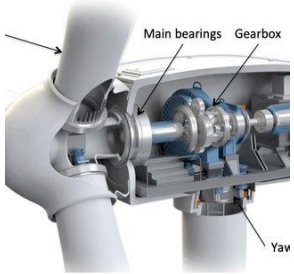


Eje Horizontal (HAWT)

Eje Vertical (VAWT)



Imanes Permanentes (Direct Drive)

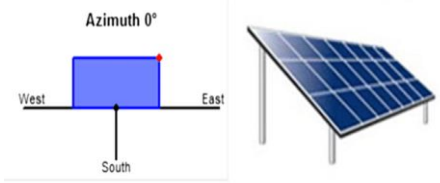


Multiplicadora (Gearbox)

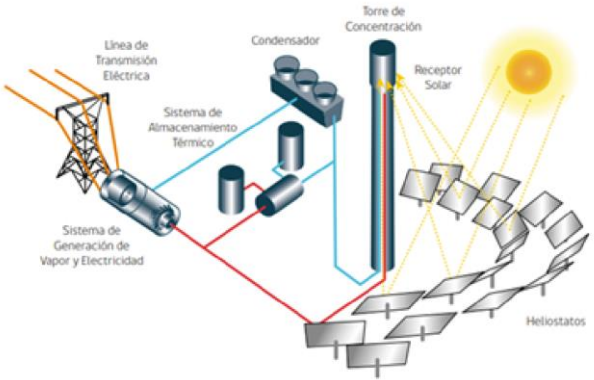
Principales tecnologías de generación renovable

Solar

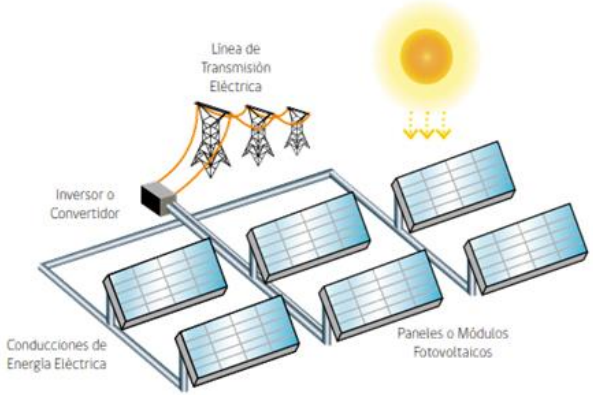
Clasificación por Tipo de Colector



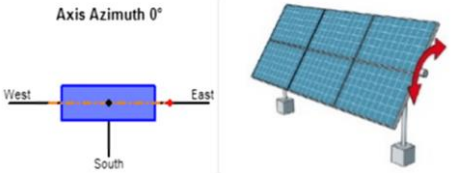
Fijo



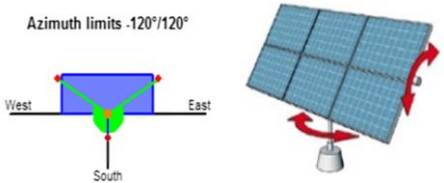
Concentración Solar de Potencia (CCSP)



Solar Fotovoltaica (CSF)



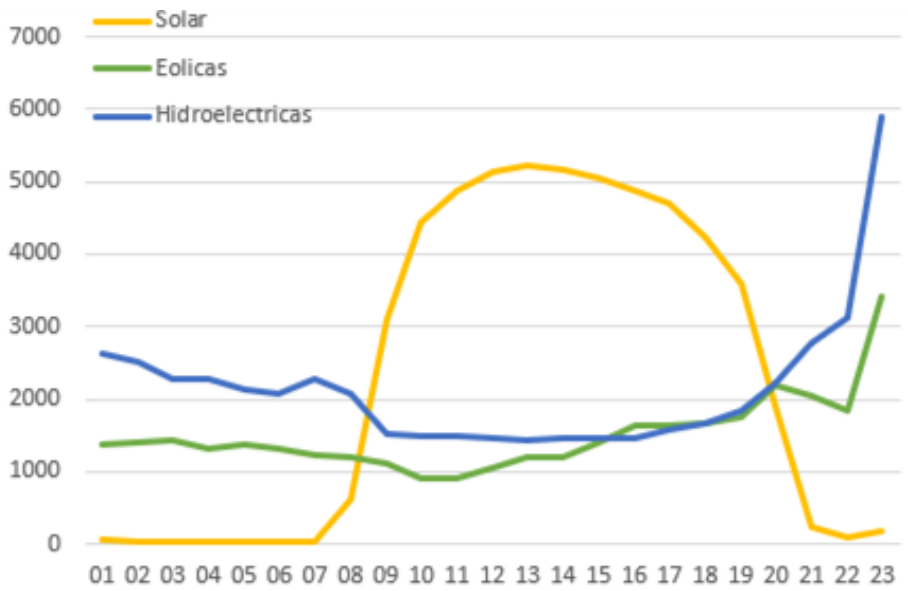
Tracker (1 Eje)



Heliostatos (2 Ejes)

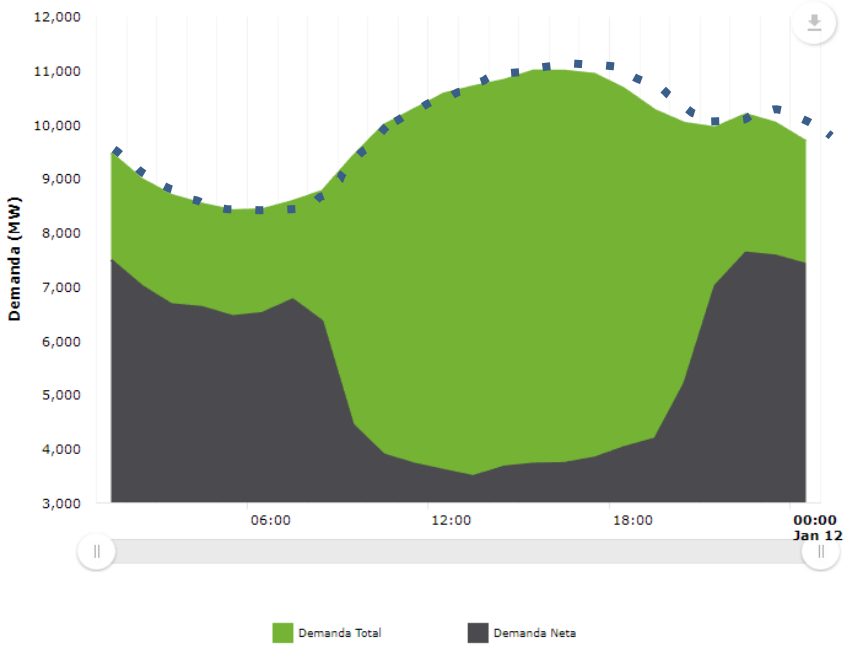
Tecnologías Renovables “Intermitentes”

Perfil de Producción Energías Renovables



Fuente Plataforma de Operación real Coordinador 11/01/23

Perfil de Demanda Típica



Principales tecnologías de generación renovable

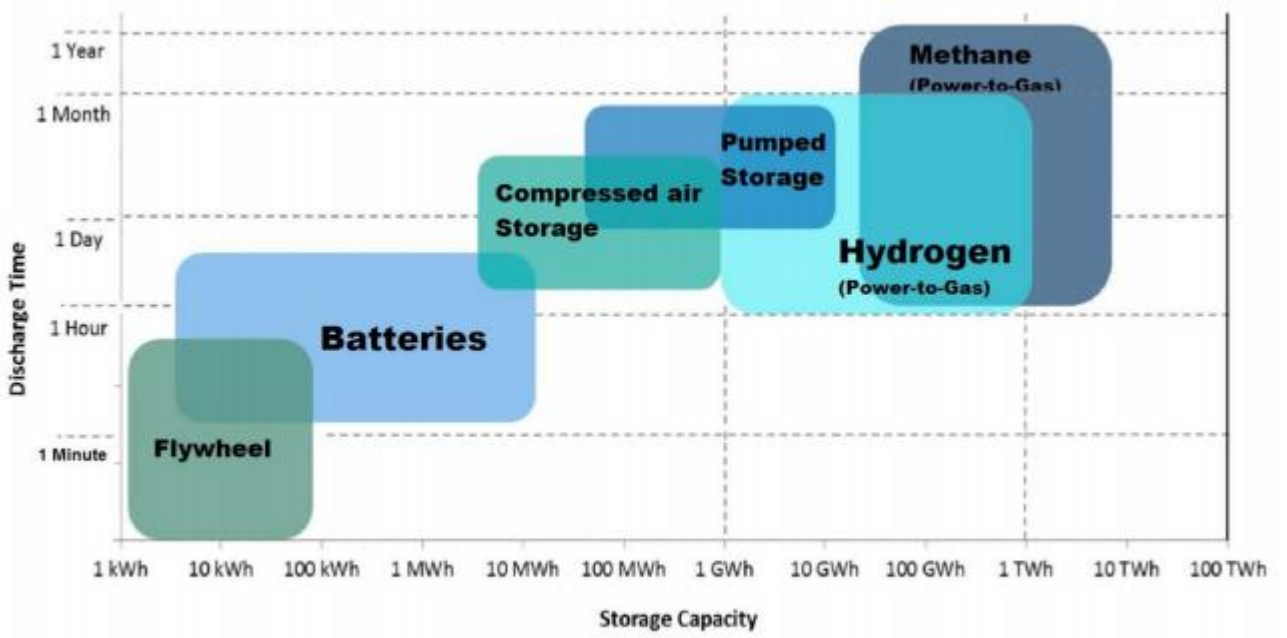
Variabilidad del Recurso Natural

(Diaria – Estacional)

Tecnología	Potencia Instalada (GW)	Energía Producida 2022 (GWh)	FP
Termoeléctricas	13.4	38,843	66%
Geotérmica	0.82	448	62%
Hidroeléctricas	7.4	20,265	31%
Eólicas	4.6	8,739	22%
Solar	8.0	14,010	20%
Total	**33.5**	**82,304**	**28%**

Principales tecnologías de generación renovable

Tecnologías de Almacenamiento

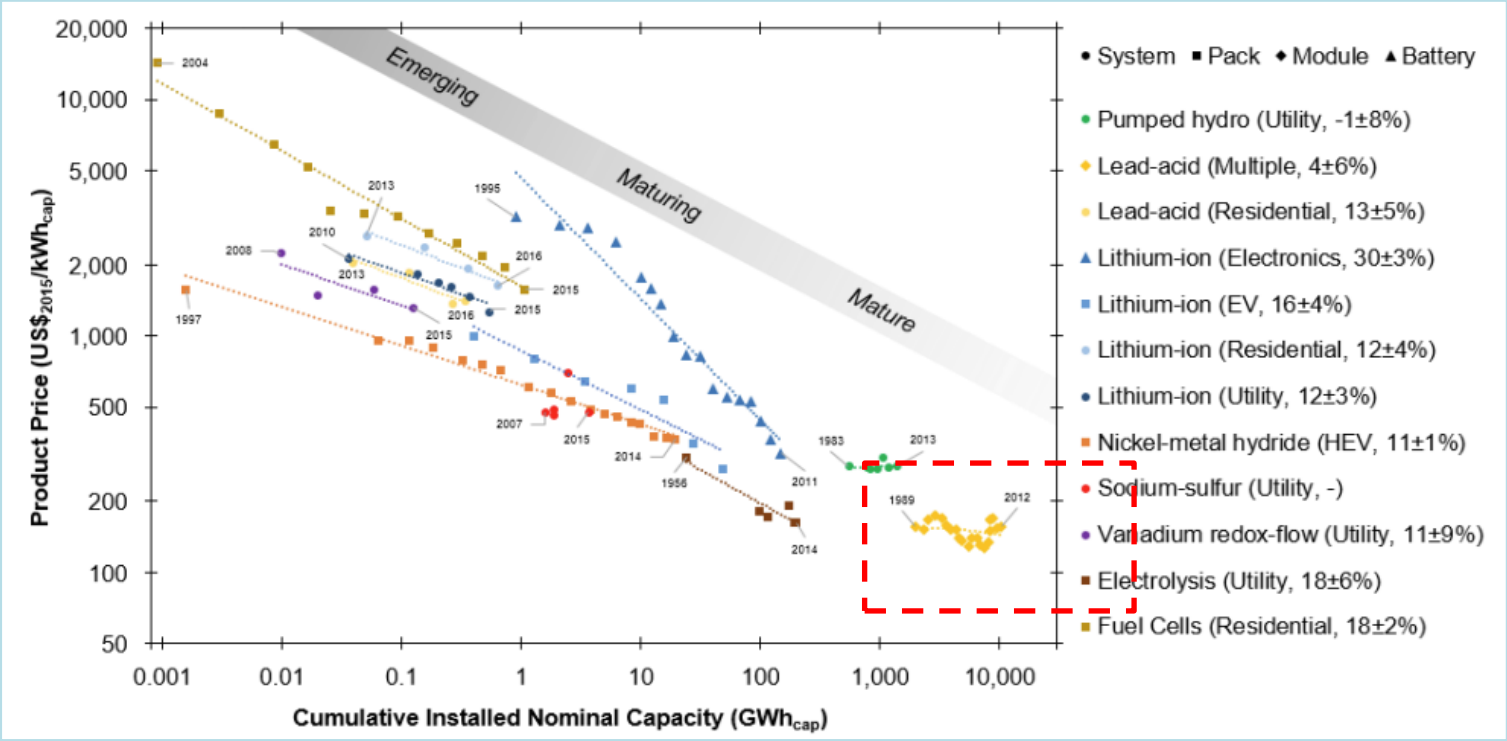


Source: School of Engineering, RMIT University (2015)

Figure 3. Available storage technologies, their capacity and discharge time.

Principales tecnologías de generación renovable

Tecnologías de Almacenamiento



Published: 10 July 2017 The future cost of electrical energy storage based on experience rates

Principales tecnologías de generación renovable

Baterías

Celdas

Cilíndrica (Cylindrical Cells)
Bolsa (Pouch Cells)
Prismática (Prismatic Cells

Modulc

Rack

Contenedor

Principales tecnologías de generación renovable

Baterías

Stand-Alone (Solo)

Integrado a Plantas Renovables

Permite flexibilidad en el perfil de generación
Reutiliza las instalaciones existentes

Generadoras de Chile

Contenidos

1. Introducción
2. Mercado Eléctrico
3. Ciclo de vida
4. Tecnologías
5. Construcción
6. Consideraciones finales

Métodos constructivos según tecnología

Solar

Preparación del Terreno → Hincado de Pilotes → Soportes Tracker → Montaje de Estructuras → Instalación Módulos

Subestación y Línea HV ← Sala de Interconexión ← Cableado AC ← Centro de Transformación ← Cableado DC

Métodos constructivos según tecnología

Eólico

Obras Temporales → Construcción Caminos → Fundaciones → Cableado MT → Traslado de Equipamiento WTG → Pre-armado WTG → Montaje de WTG → Subestación y Línea HV

Métodos constructivos según tecnología

Hidráulica

Obras Provisorias → Obras de Manejo de Rio → Movimiento de Tierras y Obras Civiles → Equipamiento Electo-Hidráulico → Equipamiento Electro-Mecánico → Retiro de Obras Provisorias → Subestación Eléctrica → Línea Interconexión

Generadoras de Chile

Contenidos

1. Introducción
2. Mercado Eléctrico
3. Ciclo de vida
4. Tecnologías
5. Construcción
6. Consideraciones finales

Consideraciones finales

- Para viabilizar la transición energética y cumplir los plazos autoimpuestos por la autoridad, los proyectos de generación de energías renovables son clave.

- Es crucial para la planificación de proyectos de generación renovable y su aumento en la matriz energética nacional, integrar de manera adecuada las nuevas exigencias ambientales y sociales, pero en un escenario claro, que disminuya las incertezas y faltas de claridad, con el fin de disminuir los tiempos que actualmente tiene el ciclo de vida de un proyecto.

- Las tecnologías, sistemas constructivos y dinámicas de operación de los proyectos renovables están en constante avance, por lo cual es esencial las capacitaciones permanentes, en este sentido, la creación de equipos de evaluación especiales por parte de la autoridad podría ser un camino a seguir.

Generadoras de Chile

MÓDULO 1

Desarrollo de proyectos de generación de energía renovable

Mayo 2023