

# **Análisis de Largo Plazo para el Sistema Eléctrico Nacional de Chile considerando Fuentes de Energía Variables e Intermitentes**

## **Módulo 4: Conclusiones del Análisis**

Preparado para:

Generadoras de Chile AG

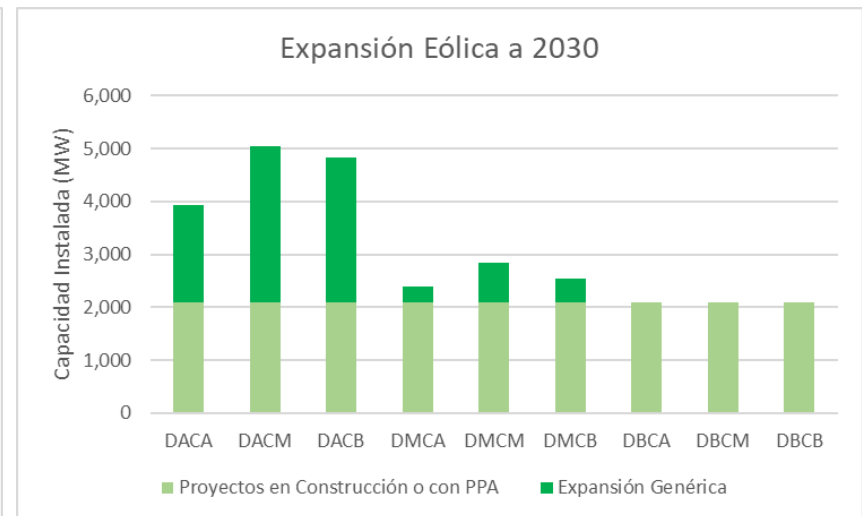
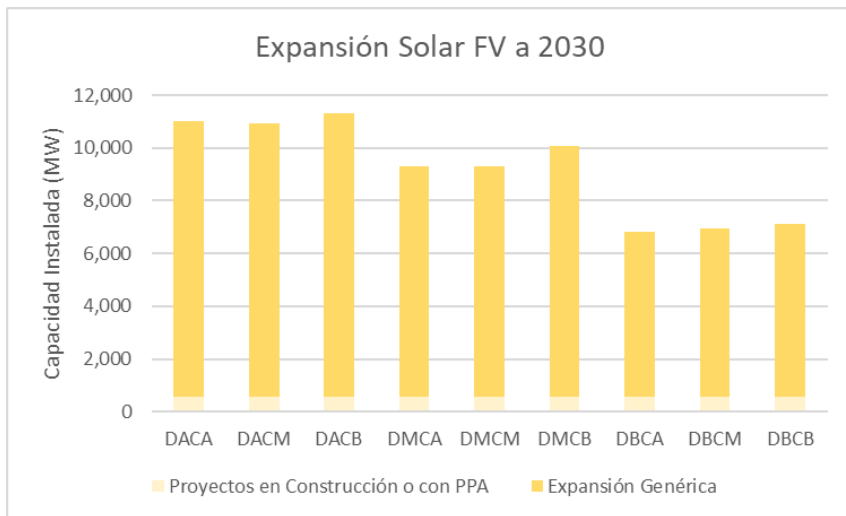


Enero 24, 2018



# 1. Expansión

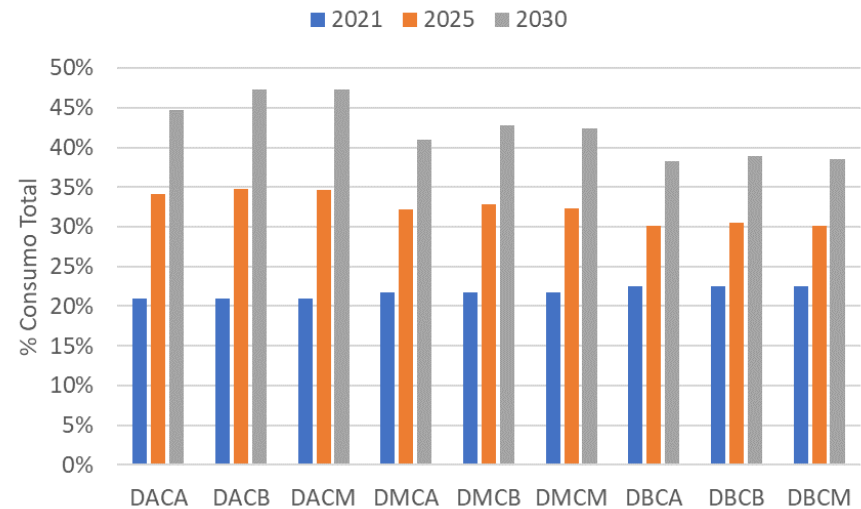
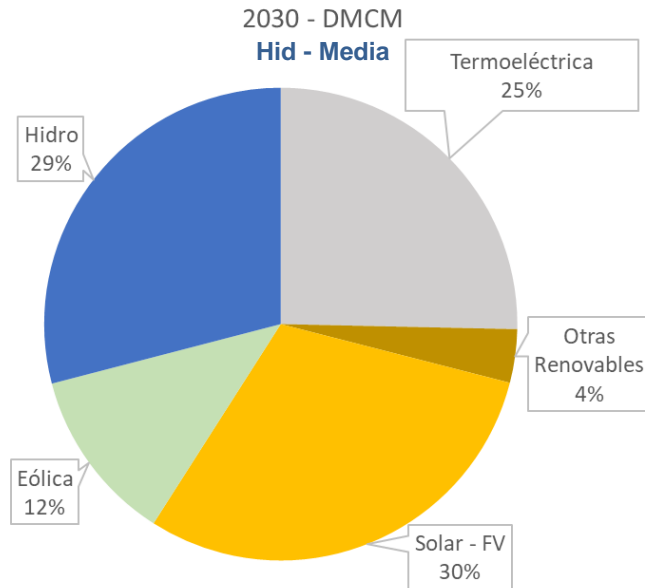
- ▶ En los escenarios modelados, las fuentes de generación Solar-FV y Eólica (SFV-EOL) dominarían la expansión.
  - Capacidad instalada SFV-EOL crece entre 8.800 y 16.000 MW a 2030
  - Potencial de inversión equivalente de US\$ 8.000 a 18.000+ millones
  - Inversión en capacidad de reserva en zona norte (200 – 1000 MW)



Nota. La expansión con sistemas de almacenamiento estuvo muy cerca de resultar económica en 2030, pero bajo los supuestos considerados no fue seleccionada.

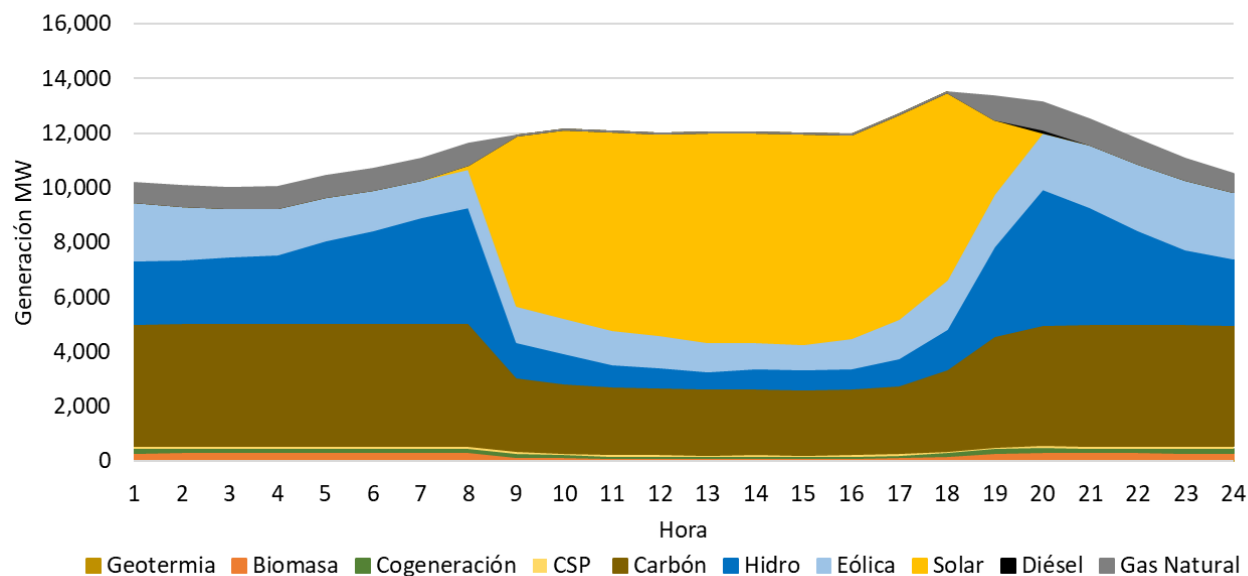
# 2. Despacho Económico

- ▶ El despacho de generación en base a fuentes SFV-EOL alcanzaría una penetración entre 38-47% a 2030.
  - Componente renovable cubre 75% incl. Hidro (DMCM)
  - Costo variable promedio de generación < 10 US\$/MWh
  - Aporte de termoelectricidad es relevante (año seco 33% - DMCM)



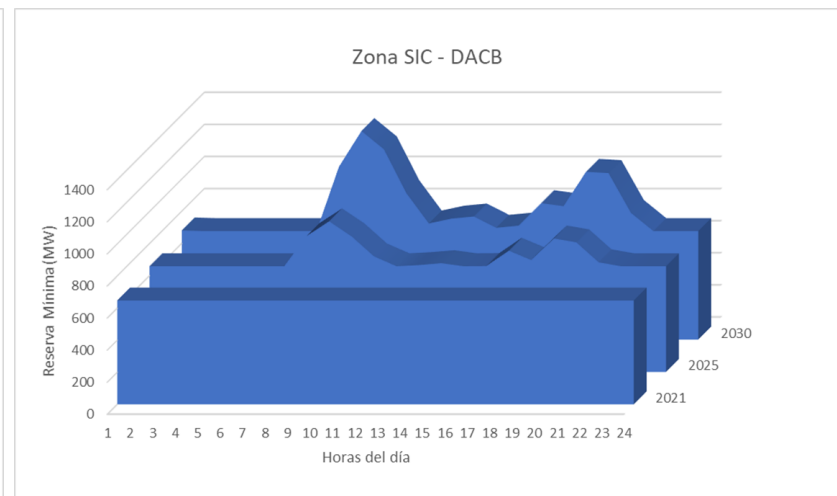
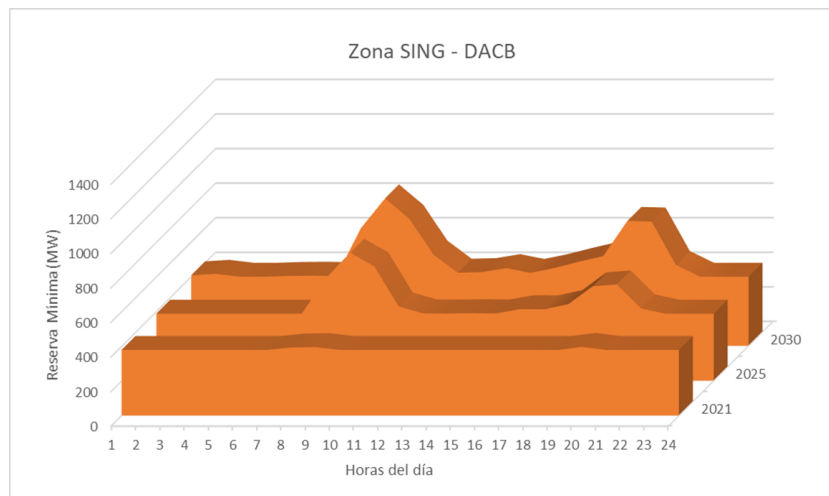
### 3. Requerimiento de Flexibilidad

- ▶ El parque generador termoeléctrico e hidroeléctricas de embalse deberán aportar flexibilidad de una forma creciente.
  - Embalses: Almacenamiento en horario solar.
  - Carbón : Seguimiento/mínimo técnico
  - CC\_GNL : Ciclaje



# 4. Reserva Operativa

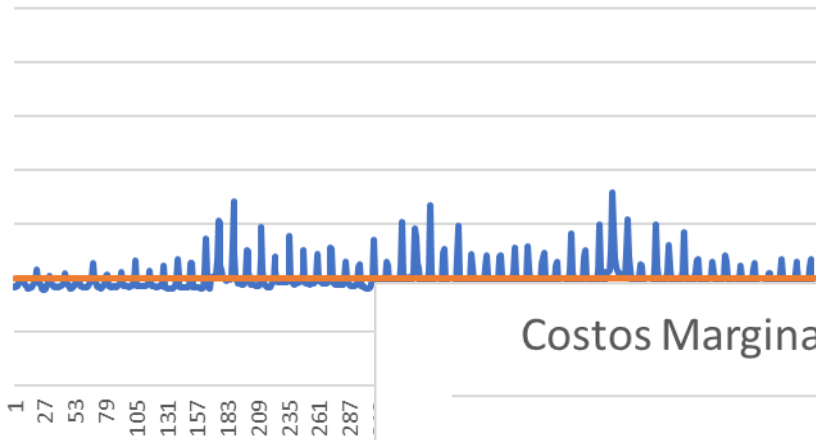
- ▶ Se proyectan aumentos focalizados en momentos de mayor riesgo de variaciones no previsibles (7-9 y 19-21 horas).
  - Criterio de reserva probabilística dinámica es clave para minimizar el requerimiento adicional de reservas.
  - Factores relevantes: complementariedad solar-eólica y correlación entre recursos solar/eólico e hidrología.



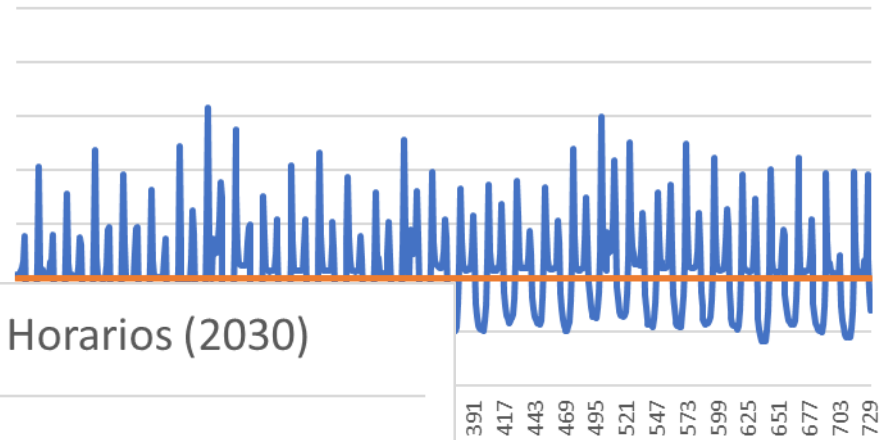
# 5. Costo Marginal – Horario

- Amplitud de la fluctuación se incrementa en el tiempo

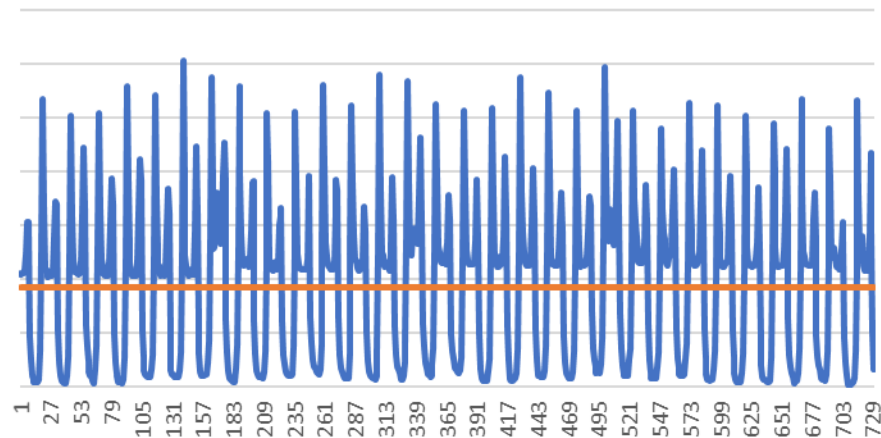
Costos Marginales Horarios (2021)



Costos Marginales Horarios (2025)



Costos Marginales Horarios (2030)

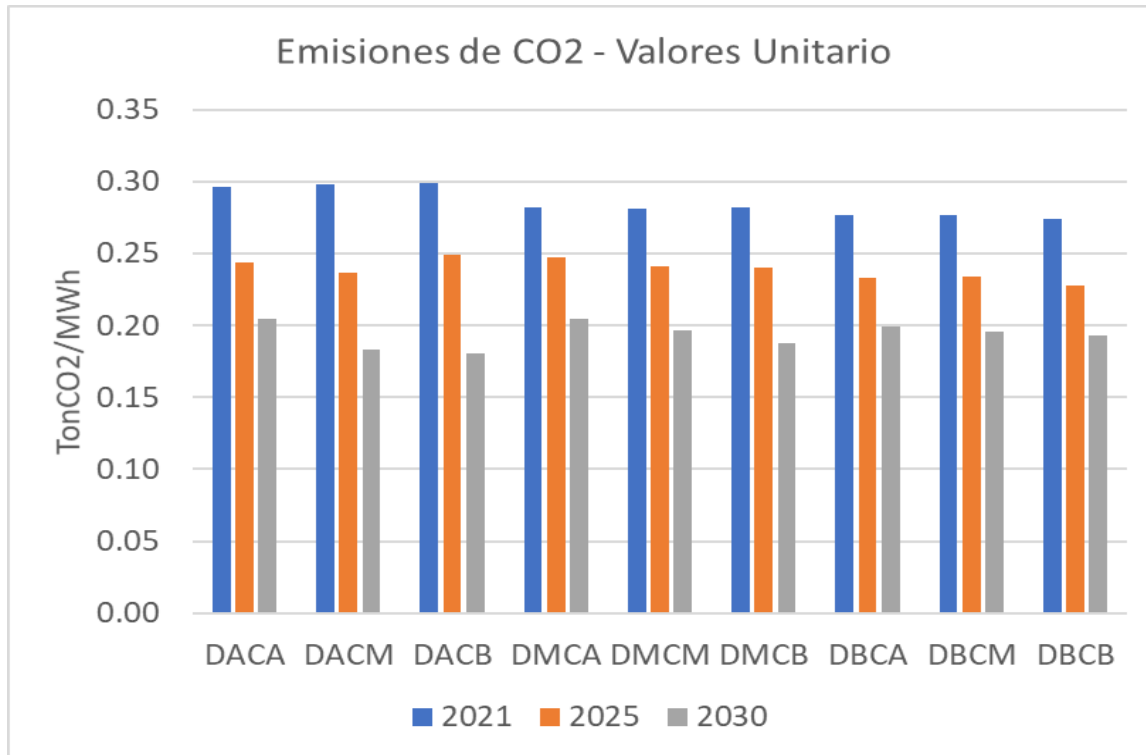


Se observan costos marginales cero en el ciclo solar

Nota: Resultados sobre hidrología media

# 6. Reducción de Emisiones CO2

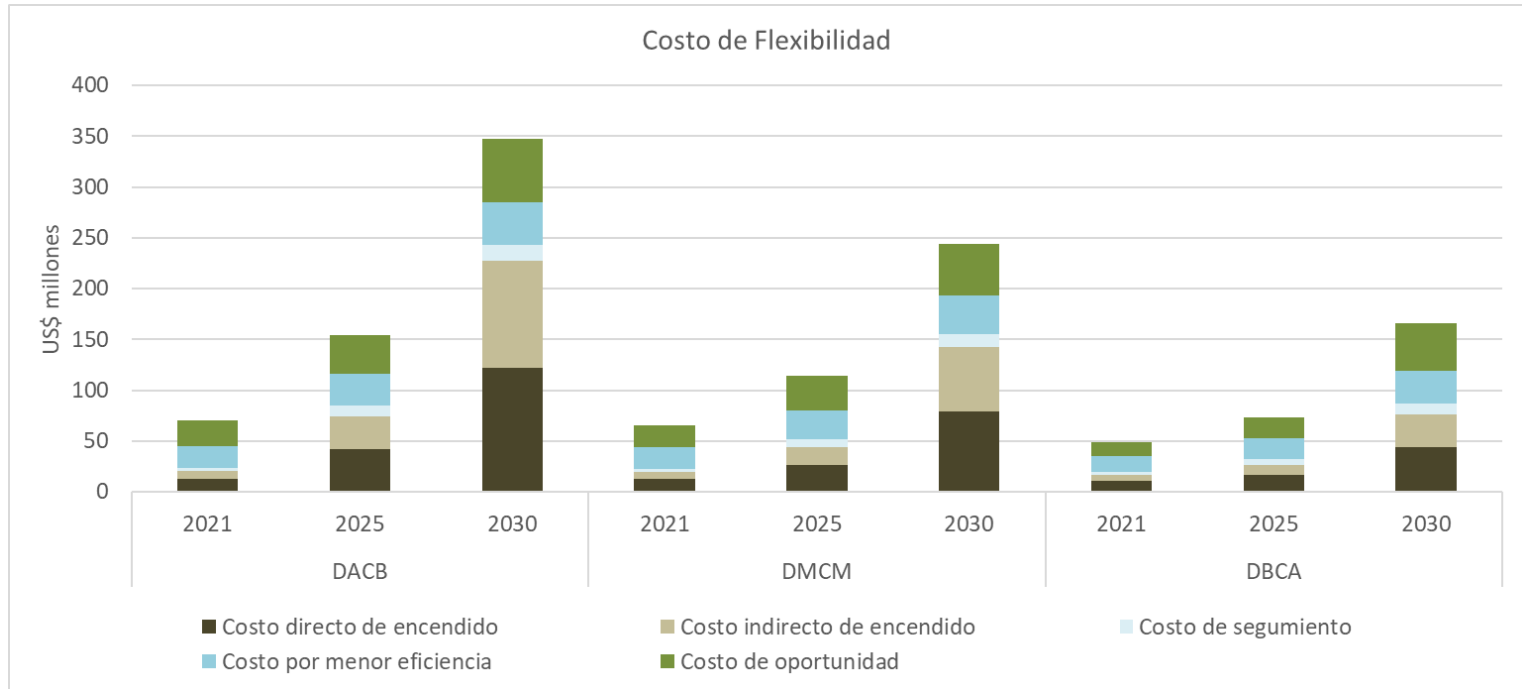
- ▶ Reducción unitaria entre 27 y 40% entre 2021 y 2030 (1 – 14% en términos totales).
  - Reducción de hasta US\$ 16 millones anuales en impuestos de CO2



Año (Caso DMCM)	Costo por impuesto a las emisiones CO2 (MMUS\$)
2021	106
2025	103
2030	98

# 7. Costos de Flexibilidad

- ▶ La generación termoeléctrica enfrentaría costos por flexibilidad entre US\$ 150 y 350 millones anuales en el 2030
  - 70-80% corresponde a costos efectivos (encendido, eficiencia y seguimiento) y restante corresponde a costos de oportunidad<sup>1</sup>

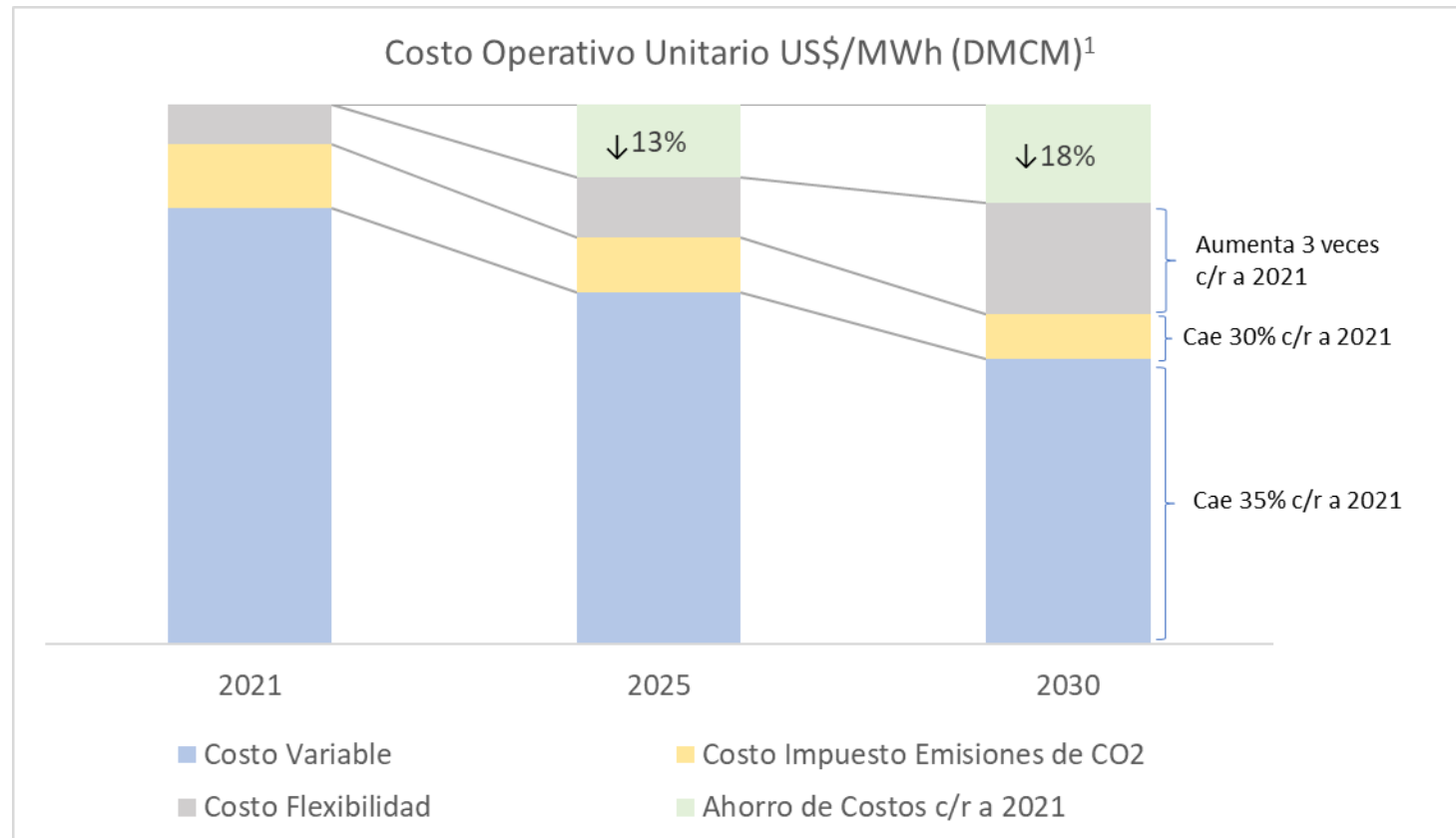


Nota 1: Asociables en cierta proporción a prestación de mayores reservas.



# 8. Costos Operativos

- Costos operativos caerían en un 18% entre 2021 y 2030 por mayor aporte SFV-EOL (incl. costos de flexibilidad)



Nota 1: Costo anual dividido por demanda anual

# 9. Factores Disruptivos

- ▶ Expansión y operación proyectada podría verse afectada por cambios en los siguientes factores:
  - Cambios en el tratamiento y nivel de impuestos al CO2
  - Políticas corporativas de des-carbonización
  - Efectos de cambio climático sobre la hidrología
  - Mayor competitividad de sistemas de almacenamiento
  - Desarrollo de interconexiones internacionales

# 10. Consideraciones Adicionales

- ▶ La expansión óptima presentada presume que existirán los mecanismos regulatorios para viabilizar su desarrollo
  - Costos de operación eficientes serán compensados
  - Reservas requeridas serán remuneradas apropiadamente
  - Inversiones serán apoyadas por mecanismos de largo plazo

# 11. Factibilidad Técnica y Ambiental

- ▶ Actualmente se encuentra en desarrollo un análisis de factibilidad de las proyecciones obtenidas que incluye:
  - Verificación de estabilidad con herramientas especiales (DigSilent)
  - Sensibilidad por cumplimiento de normas de MP en la partida (DS13)
  
- ▶ Este contenido será incluido en el informe final.

# Análisis de Largo Plazo para el Sistema Eléctrico Nacional de Chile considerando Fuentes de Energía Variables e Intermitentes

## Módulo 4: Conclusiones del Análisis

Muchas Gracias!



[www.psr-inc.com](http://www.psr-inc.com)



[www.morayenergy.com](http://www.morayenergy.com)



+55 21 3906-2100



+56 (2) 32451205