

Anexo N°1

Evaluación de impacto económico de la metodología de costo de oportunidad BESS

Junio 2025

1.1 Impacto económico

Con el objetivo de cuantificar el impacto económico de la metodología basada en el costo de oportunidad de Sistemas de Almacenamiento de Energía, se realizó el ejercicio de estimar cómo hubiese respondido el sistema, en términos de sobrecostos de operación y costos de operación, ante una mayor participación de estas tecnologías en Servicios Complementarios. Lo anterior, en consideración a análisis de sensibilidad realizados sobre las bases de la Programación de la Operación solicitadas al Coordinador Eléctrico Nacional, en adelante, el “Coordinador”, mediante Oficio Reservado¹ CNE RES N° 01/2025, del 01 de abril de 2025.

Posteriormente, se seleccionaron dos semanas representativas: del 7 al 11 de octubre de 2024 y del 3 al 7 de febrero de 2025, ambas correspondientes a cinco días hábiles, con el fin de reflejar las condiciones típicas de los periodos de deshielos y verano, respectivamente.

1.2 Consideraciones y escenarios de estudio

Para efectos de este análisis, se definieron dos escenarios:

- a) **Escenario Base:** corresponde a la base de Programación de la Operación solicitada al Coordinador, considerando que las ofertas de las subastas de SSCC realizadas en el día se mantienen constantes durante todo el horizonte de simulación.
- b) **Escenario BESS:** se construye a partir del Escenario Base, incorporando los siguientes ajustes:
 - Se habilitó la participación de BESS en los SSCC de Control Secundario de Frecuencia (CSF) y Control Terciario de Frecuencia (CTF).
 - Se utilizó la modelación de sistemas de almacenamiento empleada en la Programación de la Operación. Sobre esta modelación se incorporaron restricciones asociadas a que la prestación de SSCC cumpliera en todo momento con la capacidad máxima y mínima de inyección de la instalación.
 - Se incorporaron factores de activación a los SSCC de subida (CSF+ y CTF+).
 - Se consideró que el valor de las ofertas de SSCC de los BESS sería de 2 USD/MWh para todas las horas del día, de acuerdo con los valores máximos vigentes para los Sistemas de Almacenamiento de Energía.

¹ Se solicitó al Coordinador una serie de bases de datos del software Plexos utilizadas de la Programación de la Operación. Esta información ha sido tratada por esta Comisión de manera estrictamente confidencial, considerando que dentro de los antecedentes solicitados se incluye información relacionada a las ofertas presentadas en las subastas de SSCC que, conforme con lo señalado en la normativa vigente, no son de carácter público en su totalidad.

- Se consideraron habilitados para prestar CSF y CTF los siguientes sistemas de almacenamiento de energía:

Tabla 1. Sistemas de Almacenamiento considerados para prestar SSCC de control de frecuencia

Instalación	Potencia [MW]	Capacidad de Almacenamiento [Horas]
BESS Alfalfal VR2	49,3	4,0
BESS Andes 2B	112,5	5,0
BESS ANDES_4_FV	133,3	4,9
BESS Don Humberto	60,0	2,0
BESS La Cabaña	32,0	2,0
BESS El Manzano	60,0	2,0
BESS San Andrés	35,0	5,0
BESS Tamaya	68,3	6,2
Total	550,4	4,2

Sobre los resultados de las simulaciones, se determinó cómo variaban entre escenarios los costos de operación asociados a centrales térmicas y sobrecostos por operación a costo variable superior al costo marginal (operación a mínimo técnico).

La diferencia de sobrecostos de operación se determinó directamente como resultados de las simulaciones.

Para determinar los pagos asociados sobrecostos por operación a costo variable superior al costo marginal, se utilizó la metodología que emplearía el Coordinador para calcularlos en los balances de transferencias de energía y servicios complementarios. En ese sentido, se aplicó la siguiente metodología:

- Se identificaron, hora a hora y para cada escenario, aquellas unidades que, como resultado de la operación, no lograban cubrir sus costos variables (CV) a plena carga.
- Posteriormente, se ajustaron sus CV por los CV a mínimo técnico, de acuerdo con la información del Programa de Operación de cada semana considerada. Lo anterior, debido que en la Programación solo se utiliza el CV a plena carga para representar el costo de las unidades, por lo que no distingue las ineficiencias de reducir el punto de operación de una máquina térmica.
- Luego, se determinaron los costos no cubiertos por la operación a costo marginal.
- Se hace presente que los sobrecostos determinados corresponden solo a centrales térmicas.

1.3 Resultados

A partir de las consideraciones y escenarios de estudios presentados en la sección anterior, en la siguiente figura se muestran los costos totales de operación para cada uno de los escenarios evaluados:

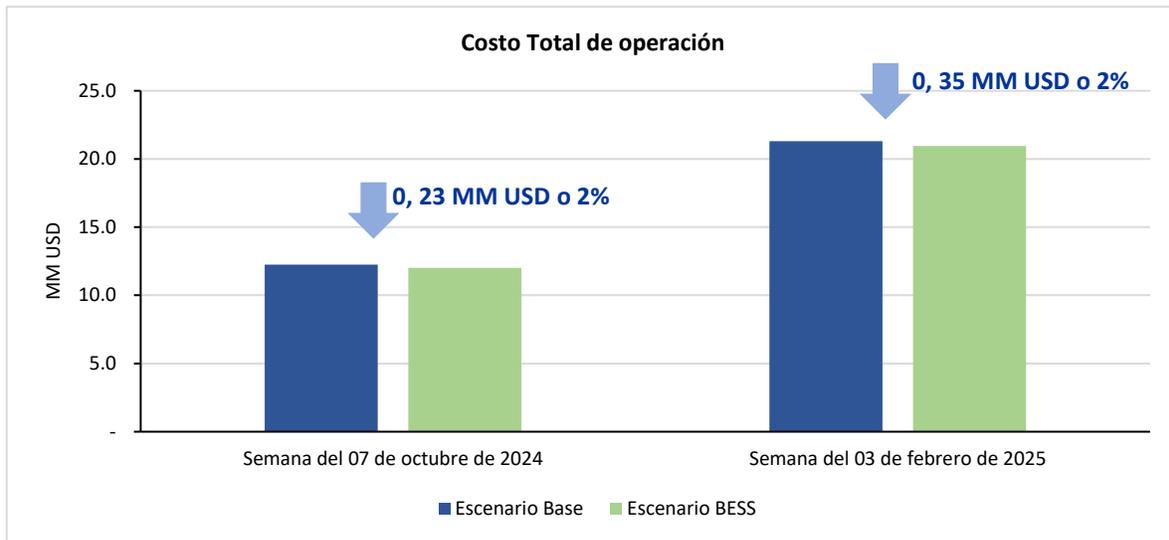


Figura 1. Costos totales de operación para cada uno de los escenarios evaluados considerando una semana de 5 días hábiles.

En la figura anterior, se observa que la habilitación de sistemas de almacenamiento de energía en términos de costos totales de operación permite una operación más eficiente, reduciendo los costos totales de operación en torno de un 2%.

Posteriormente, se aplicó la metodología de costo de oportunidad de sistemas de almacenamiento de energía para determinar las compensaciones de costo de oportunidad para cada uno de los sistemas de almacenamiento señalados en la Tabla 1.

Tabla 2. Compensación por costo de oportunidad a sistemas de almacenamiento

Semana	Costo de Oportunidad [MM USD]
Semana del 03 de febrero de 2025	0,186
Semana del 07 de octubre de 2024	0,193

Es importante mencionar que el ejercicio considera el cálculo de costo de oportunidad dentro de una ventana de valorización que inicia a las 8:00 de cada día y finaliza a las 7:59 horas del día siguiente. Dado lo anterior, en un periodo de 5 días hábiles solo es posible determinar el costo de oportunidad para 4 días. Por ello, el resultado se escaló para representar cinco días de operación.

Luego, se utilizó el procedimiento señalado en la sección anterior para determinar los sobrecostos de operación. La siguiente figura presenta los sobrecostos de operación para cada uno de los escenarios evaluados.

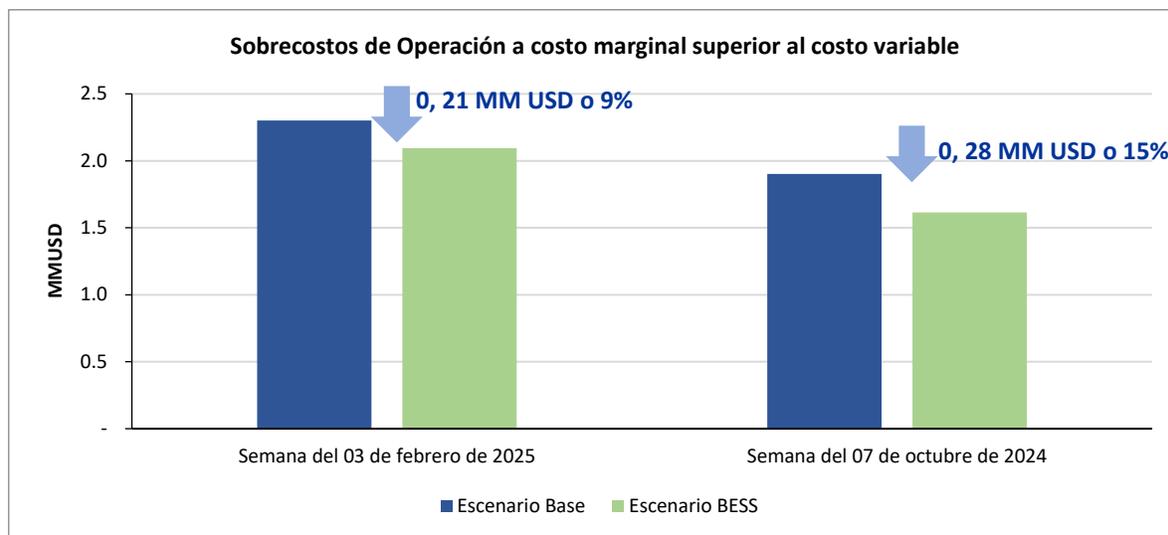


Figura 2. Sobrecostos de operación para cada uno de los escenarios evaluados considerando una semana de 5 días hábiles.

De la figura anterior, se observa que la habilitación de sistemas de almacenamiento de energía en servicios complementarios permitiría reducir los pagos laterales asociados a mínimo técnico. Esto se debe a que los sistemas de almacenamiento pueden asumir parte del requerimiento de control de frecuencia, lo que reduce la necesidad de mantener unidades encendidas operando a niveles de mínimo técnico para proveer posteriormente servicios de control de frecuencia. Además, esta habilitación permite reducir la asignación de recursos con mayores costos de operación, mejorando así la eficiencia económica del despacho.

En la siguiente tabla, se muestra la evaluación de costos y beneficios de la participación de sistemas de almacenamiento en SSCC.

Tabla 3. Evaluación de sobrecostos de operación y costo de oportunidad BESS

Semana	Ítem	Escenario Base [MM USD]	Escenario BESS [MM USD]	Ahorro [MM USD]	Variación (%)
Semana del 07 de octubre de 2024 [5 días hábiles]	Sobrecostos MT	1,902	1,616	0,286	-15%
	Costo de Oportunidad BESS	-	0,193	-0,193	-
	Beneficios	1,902	1,808	0,093	-5%
Semana del 03 de febrero de 2025 [5 días hábiles]	Sobrecostos MT	2,302	2,095	0,207	-9%
	Costo de Oportunidad BESS	-	0,186	-0,186	-
	Beneficios	2,302	2,281	0,021	-1%

De la tabla anterior, se observa que la incorporación de Sistemas de Almacenamiento en SSCC genera beneficios por sobre los sobrecostos de la metodología de costo de oportunidad. A su vez, permite un margen para que los sobrecostos de la metodología puedan variar (manteniendo los sobrecostos MT fijos) producto de cambios en la hidrología, demanda u otros.

Finalmente, es relevante tener a la vista los siguientes antecedentes:

- La modelación de los factores de activación se implementó modificando el perfil de inyección de los sistemas de almacenamiento, de modo que las instalaciones deben entregar parte de su reserva como energía cuando se les asigna un SSCC. A partir de esta modelación, se observaron situaciones en que la prestación de reservas durante el bloque solar implicaba inyecciones de energía con costos marginales igual a cero. Si bien dicha operación fue considerada en los resultados presentados, en la práctica, la utilización de estos recursos debiera responder a criterios de eficiencia económica y seguridad, por lo que su operación en estos periodos debiera estar restringida a condiciones estrictamente necesarias.
- Es importante tener presente que la metodología se aplica considerando los resultados de la operación real. En este contexto, dicha metodología permite reconocer los precios que habría obtenido el sistema de almacenamiento si la operación programada hubiese coincidido con la operación real. No obstante, esto no encuentra internalizado en el presente ejercicio.