



## K4K Food4Thought:

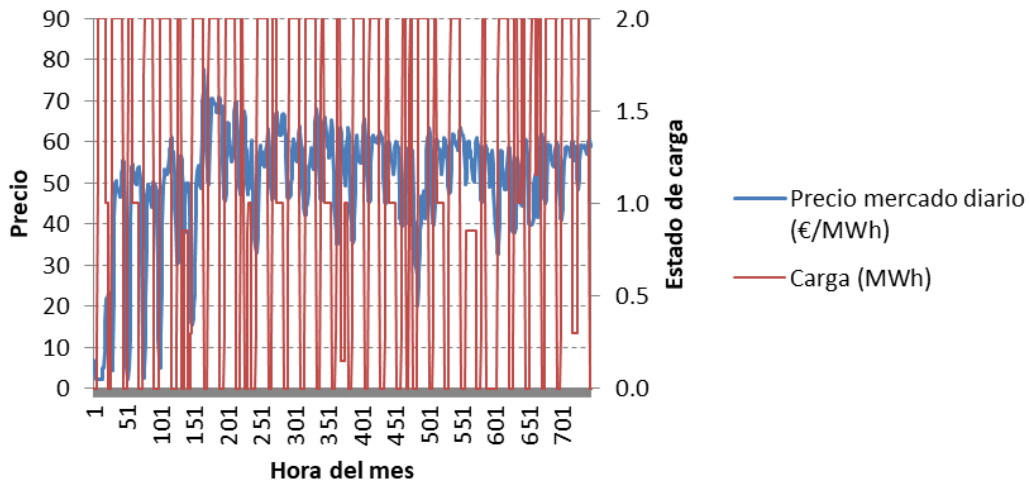
### Empezar a desmitificar los BESS (Sistemas de almacenamiento de energía en baterías)

---

En el sector eléctrico se habla mucho de las soluciones de baterías conectadas a la red. Tanto que, al menos que seas un experto, es fácil perderse. La intención de este artículo es volver a lo más básico y explicar cómo empezar a plantear el negocio de las baterías centrándonos en las oportunidades de arbitraje, es decir, cargar la batería cuando los precios del mercado mayorista de electricidad son bajos y descargarla cuando los precios son altos. Usaremos datos históricos para evaluar cuánto dinero podría haber ganado una batería y cómo variaría con el tiempo.

Antes de entrar en cifras, aclaremos a qué nos referimos cuando hablamos de baterías. Hay mucha jerga técnica, pero en el fondo una batería puede definirse por dos características clave: capacidad de conexión y capacidad de almacenamiento de energía. Entonces una batería de una hora con una capacidad de conexión de 1 MW (potencia) tendrá una capacidad de almacenamiento de 1 MWh (energía), una batería equivalente de dos horas podrá almacenar 2 MWh, etc. Las baterías no son perfectas, por lo que tendrán pérdidas cuando cargan y descargan. Una carga y descarga completa se denomina "ciclo" y los ciclos degradan la batería. ¿Se han dado cuenta de que con el tiempo su cepillo de dientes eléctrico recargable necesita recargarse más a menudo/durante más tiempo? Algo similar ocurre con las baterías conectadas a la red. Al reducir la vida útil de su batería, cada ciclo implica un coste. Y esto es independiente de las pérdidas por ciclo. Por ejemplo, si se carga con 1 MWh, pero sólo se pueden descargar 0,85 MWh más tarde, la pérdida cíclica es del 15%. (Las centrales hidroeléctricas de bombeo no sufren mucho por la degradación, pero tienen pérdidas por ciclo de 20%-30%.)

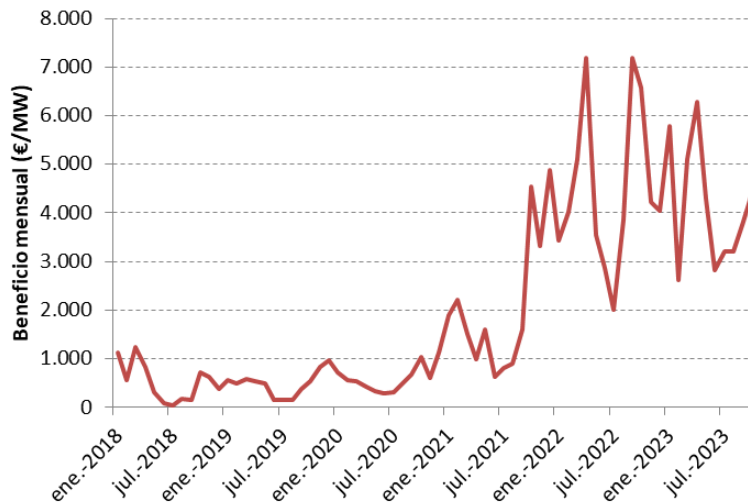
**Gráfica 1: Funcionamiento hipotético optimizado de una batería de 2 horas en enero de 2018**



Fuente: OMIE y cálculos K4K.

La Gráfica 1 muestra el estado de carga y los precios horarios del primer mes de 2018 para la opción de batería con 2 horas de almacenamiento optimizada. En enero de 2018, los ingresos netos obtenidos del arbitraje hubiesen sido €1.130. La Gráfica 2 muestra la evolución de los beneficios mensuales desde entonces.

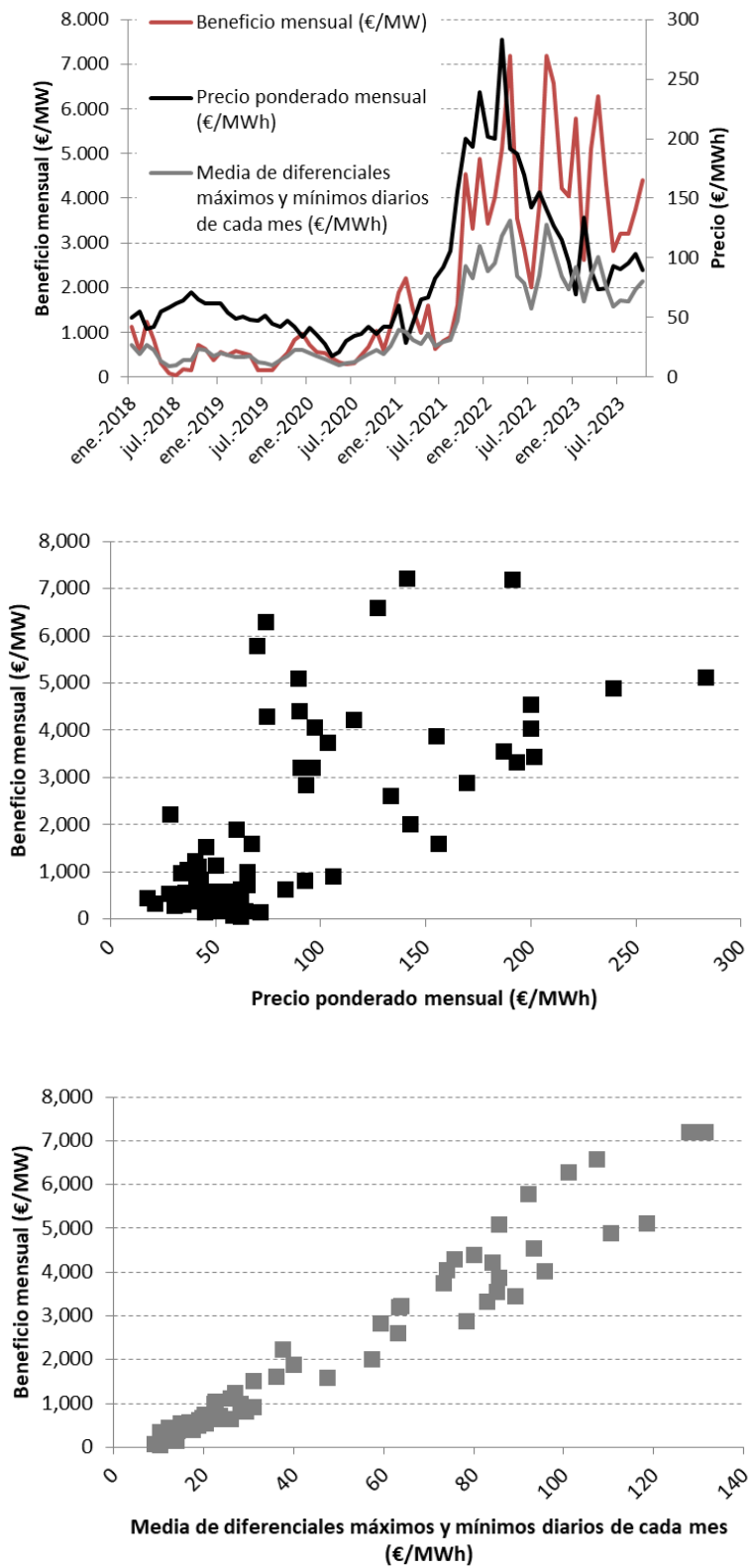
**Gráfica 2: Beneficio mensual para una batería hipotética de 2 horas**



Fuente: OMIE y cálculos K4K.

Hay un cambio notable en los resultados a partir de mediados de 2021, que coincide con la subida de los precios del gas y la electricidad introducida por la creciente tensión con Rusia. Sin embargo, como se ve en Gráfica 3, aunque precios más altos son favorables, es el aumento en la diferencia diaria entre los precios horarios máximos y mínimos que mejor explica la evolución de los beneficios mensuales.

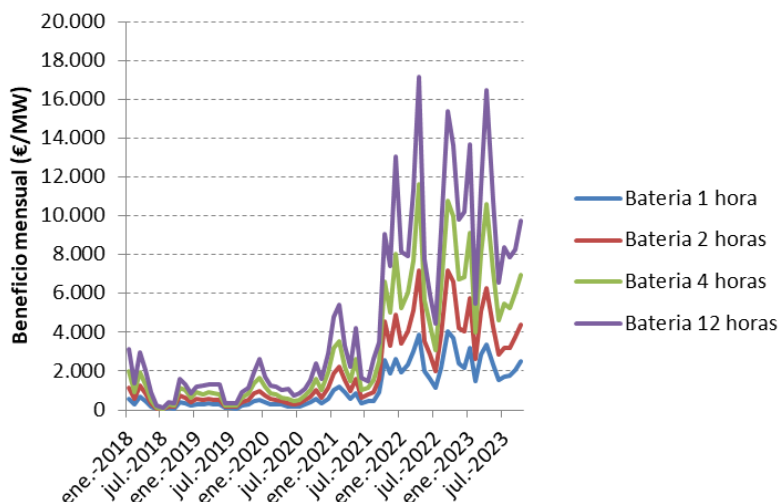
**Gráfica 3: Principales impulsores de los beneficios mensuales de una hipotética batería de 2 horas**



Source: OMIE and K4K calcs.

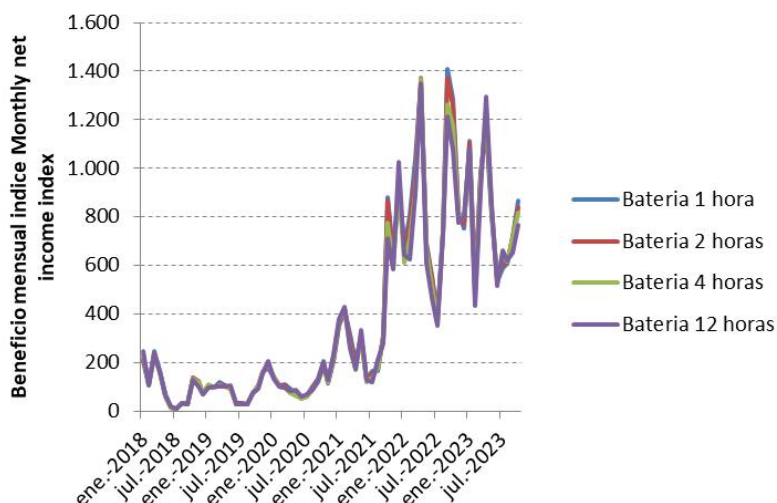
Lo mismo se puede hacer para las demás configuraciones de baterías, como se ve en la Gráfica 4. Esto demuestra que tener más capacidad de almacenamiento se traduce en mayores beneficios. Sin embargo, cuando normalizamos utilizando 2018 como año base, los cuatro índices son notablemente similares, como se ve en la Gráfica 5. Actualmente, la oportunidad de arbitraje es ocho veces más rentable que en 2018.

**Gráfica 4: Beneficios mensuales de baterías con diferentes capacidades de almacenamiento**



Fuente: OMIE y cálculos K4K.

**Gráfica 5: Índice de beneficios mensuales (2018=100)**

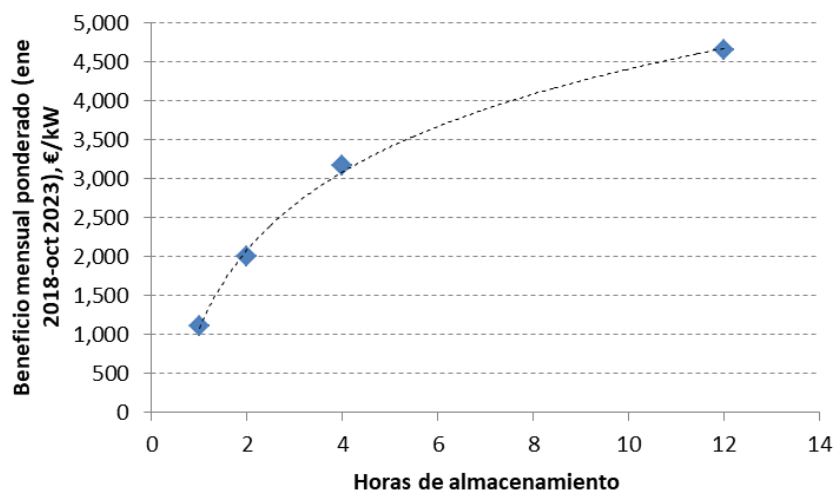


Fuente: OMIE y cálculos K4K.

Por último, se puede calcular el beneficio mensual medio de cada una de las configuraciones de batería durante todo el periodo. Esto se muestra en la Gráfica 6. Aunque los beneficios aumentan con la capacidad de almacenamiento, sufren

rendimientos decrecientes. En otras palabras, el aumento de los ingresos netos disminuye con cada hora de almacenamiento que se añade. Un economista diría que para maximizar los ingresos netos hay que seguir añadiendo capacidad de almacenamiento hasta que el coste incremental de la capacidad de almacenamiento sea igual al incremento en beneficios.

**Gráfica 6: Beneficio mensual medio por configuración de la batería (enero 2018-octubre 2023)**



Fuente: OMIE y cálculos K4K.

Si utilizamos los resultados históricos como referencia del posible rango de ingresos anuales en el futuro, podemos compararlos con el coste anual nivelado de una inversión en baterías. 2.000€/MW para una batería de una hora se traduciría en 24.000 €/MW al año o 24€/kW/año si se prefiere pensar en términos de kW. Estas cifras pueden compararse directamente con el coste de la inversión anual en baterías: X €/kW de capex multiplicado por Y como LRCCR ("Levelised Capital Charge Rate", o coste nivelado de financiación). Si una batería de una hora cuesta 500€/kW (y no digo que sea el caso, sino para simplificar las cosas) y el LRCCR fuera del 9%, estaríamos hablando de 45€/kW/año frente a 24€/kW/año. Esto ayuda a explicar la opinión de muchos que los ingresos procedentes únicamente del arbitraje no son suficientes para justificar una inversión en baterías.

Por supuesto, el pasado no es el futuro, y la expansión de la generación renovable debiese llevar a mayores diferencias en precios horarios. El problema del "missing money" también podría superarse si las baterías pueden obtener ingresos adicionales, por ejemplo, de los mercados de balance y de capacidad. Pero en España, no existe un mercado de Reserva de Contención de Frecuencia ("FCR"), o sea la primaria, ya que las centrales que pueden prestar este servicio deben hacerlo a coste cero para el operador del sistema, Red Eléctrica de España ("REE"). Y el diseño de un mercado de capacidad aún no se ha aprobado aunque la propuesta del gobierno español está siendo revisada por Bruselas y se espera que todo esté listo para su lanzamiento en la segunda mitad de 2024.

No obstante, hay 2,5GW y 6,5GW de nuevos proyectos de almacenamiento por bombeo y nuevas baterías respectivamente con los permisos de conexión y autorización de REE. Así pues, aunque aún queda camino por recorrer, los inversores

están tomando medidas para asegurarse de que, una vez mejoren las condiciones económicas, estarán listos para ponerse manos a la obra.

Sr. Kim Keats Martínez

Madrid, 18 noviembre 2023