

## FALSOS MITOS ACERCA DEL CONSUMO ENERGÉTICO DE LOS ASCENSORES, LECCIONES APRENDIDAS

Pilar Molina Gaudó, Luis Jiménez Alonso, epic power

### RESÚMEN

La energía que consumen los ascensores que se fabrican, instalan y mantienen ha sido hasta la fecha una temática secundaria y, en cierta medida, lo sigue siendo. En el momento en el que el ascensor instalado se conecta a la red eléctrica y funciona, parece importar relativamente poco el consumo final del mismo, la potencia contratada que es necesaria y qué alternativas se pueden plantear para mejorar en este aspecto. Naturalmente, cada vez más las empresas, motivadas por consumidores responsables, obligaciones regulatorias y/o asociadas a la licitación o requisitos constructivos estamos obligadas a dar respuesta a la pregunta, ¿cuánto consume mi ascensor? ¿Podría consumir menos? ¿Podría ahorrar en la factura de la luz? La EN-25745 – Parte 2 [1], se ha convertido en el documento de referencia para tener en cuenta a este respecto, con un esquema claro de medidas a realizar. En este momento se está trabajando en la nueva versión de esta norma. En algunos casos se sigue valorando en base a la VDI 4707 [2], que se ha quedado obsoleta. Realmente, el primer estudio exhaustivo del consumo de los ascensores se publica en el estudio realizado en el proyecto europeo E4 [3], junto con algunas otras referencias de relevancia en este terreno [4-7]. Algo más recientemente la ELA (*European Lift Association*) ha hecho una publicación al respecto [8], indicando en la misma una estimación de los TWh que consumen los ascensores en Europa, reproducida en la figura 1. Estos datos son de 2020 y no se han actualizado, pero teniendo en cuenta las estadísticas más recientes de número de ascensores instalados y, extrapolar los datos anteriores, el consumo energético de los ascensores europeos estaría actualmente en una horquilla de entre 12 y 16 TWh anuales. Para poner esta cifra en relativo cabe mencionar que aproximadamente el consumo de todo un país como España en un año supone 230 TWh (en cifras de 2022). Sí que es cierto que el ascensor sólo supone entre un 3 y un 7% del consumo general de un edificio [8] y que iniciativas cada vez más populares como BREAM o LEED poco inciden al respecto. Poca es la relación existente entre el sector del ascensor y los consultores de eficiencia energética en edificación.

Este artículo hace referencia únicamente a ascensores de tracción eléctrica y se basa en 10 años de experiencia acumulada en medidas energéticas de ascensores de todo tipo.

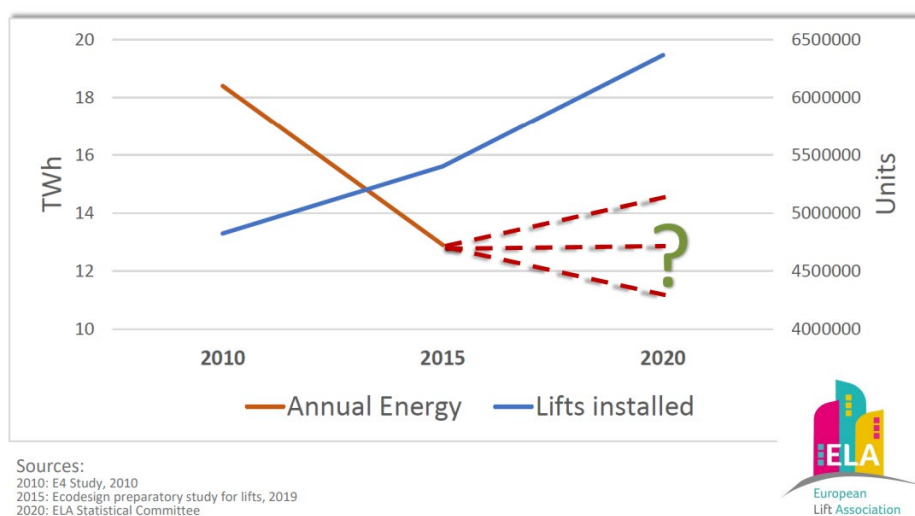
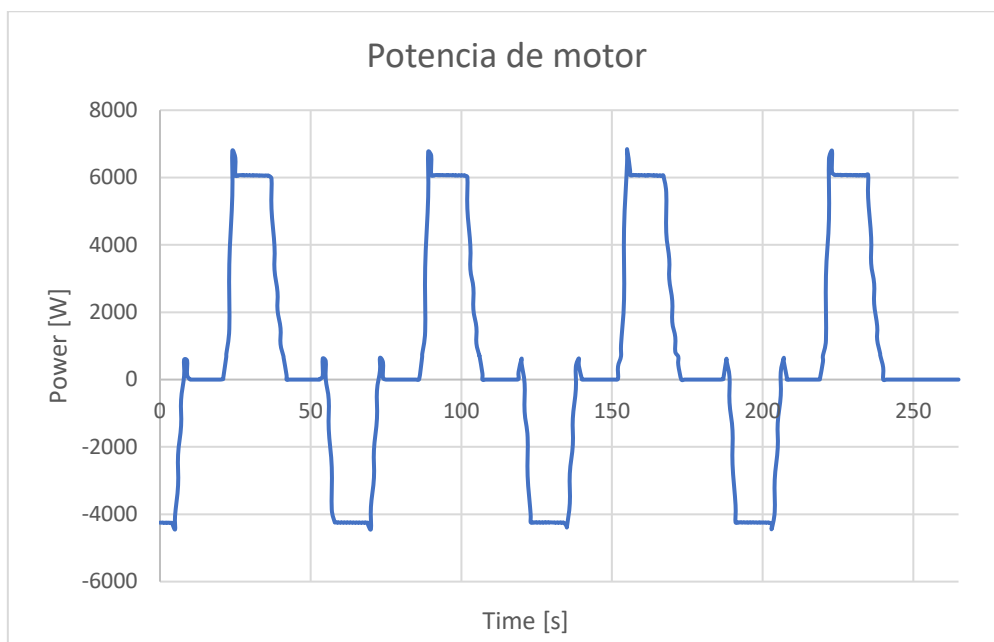


Figura 1. Consumo anual de energía de los ascensores europeos, estimación [8].

## SOBRE EL CONSUMO ENERGÉTICO DE UN ASCENSOR

Con anterioridad a poder hablar del consumo energético de un ascensor, conviene tener en cuenta la idiosincrasia particular de este tipo de sistemas. Para poder valorar de forma precisa el consumo de un ascensor basado en medidas instantáneas de potencia, al menos será necesario un equipo que permita toma de datos en el orden de los centenares de ms, es decir, al menos 10 medidas por segundo. Esta resolución requerida va a depender altamente de la aceleración máxima de los mismos. Obviamente, los datos obtenidos con sistemas de medición instantánea de potencia con resoluciones inferiores producirán datos con ciertos errores, que pueden ser aceptables en función del uso que se vaya a dar a las medidas. La figura 2 muestra varios ciclos de uso, tanto en máximo consumo como en máxima generación, de un ascensor instalado en una torre de pruebas, medidas realizadas en el motor del ascensor que no incluyen consumos de otros subsistemas. La gráfica muestra potencia instantánea (vatios, del inglés Watt, W) durante algunos minutos. La potencia positiva se considera de consumo y la negativa es la de generación. El área encerrada por la gráfica supone la energía consumida (o generada) en Ws y se obtiene por la ecuación (1), resultado de integrar la potencia instantánea (W) respecto del tiempo. La potencia se obtiene como el producto de la corriente por la tensión, motivo por el cual no tiene sentido hablar de consumo en amperios (A), que es únicamente una medida de corriente. Como se puede observar, los ascensores tienen un pico relevante de consumo en los arranques, incluso en los viajes de generación y un sobreconsumo leve en los arranques y en la frenada en todos los casos, incluso en los viajes de generación. En los tiempos entre viajes el consumo será el de stand-by del variador, en el entorno entre los 20W y los 40W, aunque, obviamente, en esta grafica no se observa ya que el punto de conexión del sistema de medida es exactamente en las bornas del motor y el consumo de este es cero en los instantes entre trayectos.

$$E = \int P(t)dt = \int I(t) \cdot V(t)dt \quad (1)$$



*Figura 2. Ejemplo de potencia de motor en tiempo real de un ascensor de pruebas muy eficiente. Datos obtenidos en colaboración con IMEM Lifts. Ascensor de 1000kg, 15m, 1m/s.*

Visualizando el consumo a lo largo de un día entero, en particular en un ascensor de uso medio o bajo, como es el caso de la figura 3, queda patente como un ascensor es un sistema que tiene

una ratio de pico de consumo frente a consumo medio diario muy elevado. Se necesita un dimensionamiento muy elevado de consumo de pico para una media de potencia muy baja (del orden de más de 20 -25 veces para ascensores de tráfico medio/bajo. Este tipo de consumo requiere un sobrecoste de los sistemas eléctricos alto para lo que realmente sería necesario dado el consumo en media.

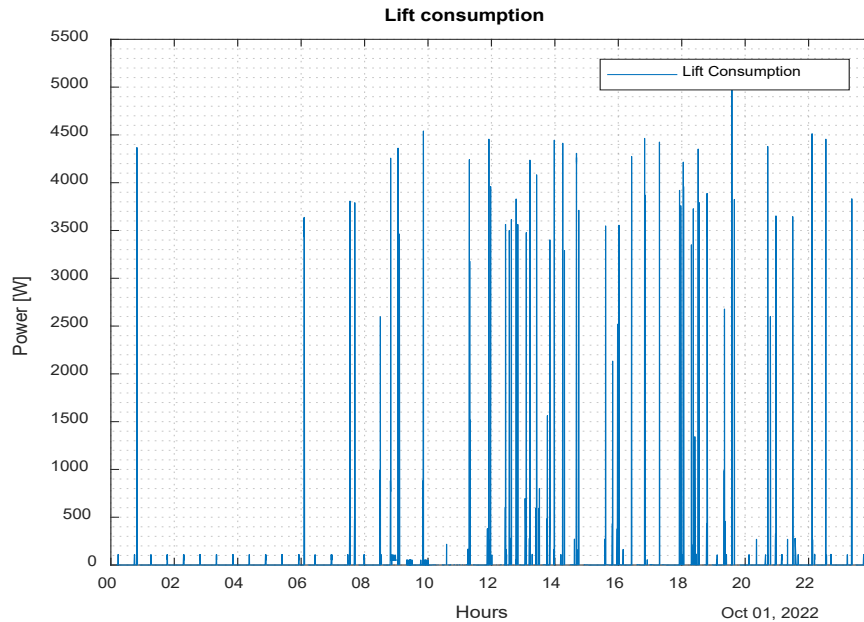


Figura 3. Ejemplo de potencia consumida de la red de un ascensor residencial a lo largo de un día completo. Datos obtenidos en colaboración con Beltrán Ascensores y Montacargas.

Un ascensor eléctrico con contrapeso es realmente un sistema relativamente eficiente en lo que a consumo se refiere. Desde un punto de vista teórico y considerando que no existe rozamiento ni ineficiencias, un ascensor contrapesado al 50% con la mitad de la carga nominal en cabina debería consumir únicamente durante un trayecto, la energía de luces, la maniobra y sistemas auxiliares, pero cero en la parte de tracción. La realidad es obviamente diferente como se va a ver en los siguientes apartados.

### **SOBRE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL ASCENSOR (O CUÁNTO GENERA FRENTE A LO QUE CONSUME)**

Típicamente, la eficiencia mecánica de un ascensor de chasis pórtico se suele considerar en el entorno del 85%. Como eficiencia ( $\eta$ ) se considera lo formulado en las ecuaciones (2) que llevan al tanto por ciento de ahorro que puede generar un ascensor (3).

$$E_{consumida} = \frac{E_{ideal}}{\eta} \quad E_{generada} = E_{ideal} \cdot \eta \quad E_{ideal} = \frac{E_{generada}}{\eta}$$

$$E_{consumida} = \frac{E_{generada}}{\eta^2}$$

y por lo anterior queda definida la eficiencia como:

$$Eff = \eta = \sqrt{\frac{\text{Energía generada en un ciclo de referencia}}{\text{Energía consumida en un ciclo de referencia}}} \quad (2)$$

Suponiendo que la energía generada puede ser devuelta al sistema:

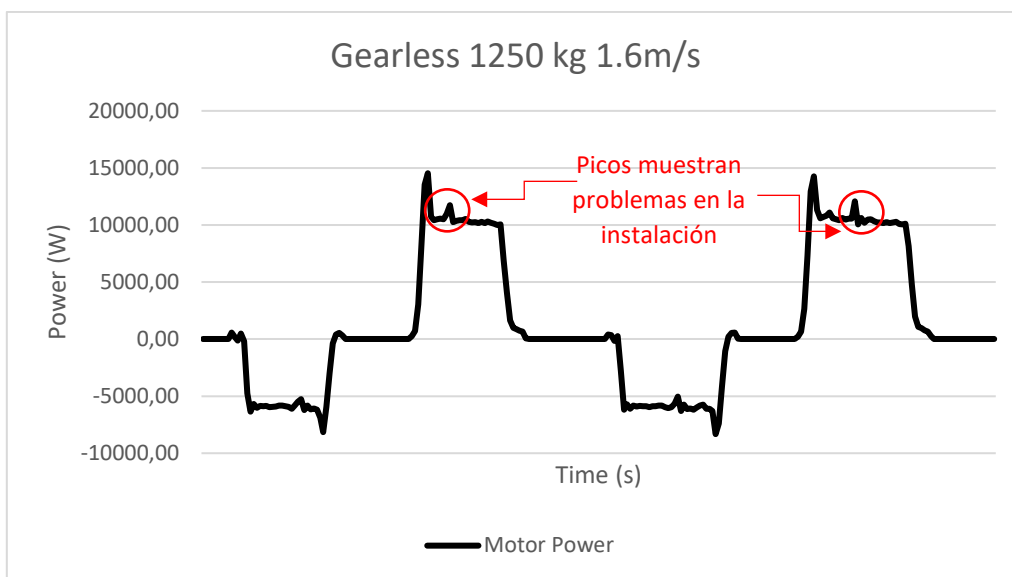
$$Ratio_{ahorro} = \frac{Energía_{generada}}{Energía_{consumida}} \quad (3)$$

Luego:

$$\%_{ahorro} = \eta^2 \quad (4)$$

Como hemos mencionado anteriormente, en un sistema con chasis p3rtico y motor *gearless* la eficiencia se suele considerar en el entorno del 85%. Con esos valores se puede llegar a decir, desde un punto de vista te3rico, que un ascensor puede llegar a regenerar (ahorrar) HASTA el 64% de la energ3a que consume. Esto es un dato resultante de un an3lisis muy te3rico de la situaci3n, asumiendo las eficiencias del 85% del ascensor y considerando un 5% de p3rdidas en el resto de los sistemas el3ctricos y electr3nicos que gestionen la devoluci3n / retorno de esa energ3a (variador de velocidad y sistema de recuperaci3n de energ3a). Hay quien habla de hasta el 70%. En el art3culo [9] se hace un an3lisis exhaustivo de las eficiencias mec3nicas del sistema (sin tener en cuenta las p3rdidas el3ctricas y considerando el motor *gearless* como ideal), donde se mencionan factores como ruedas (*roller*) y deslizaderas (*sliding*) ratio de suspensi3n 1:1 frente a 1:2 u otros, el peso del cable frente a la cabina y el propio peso de la cabina. En el art3culo te3rico se mencionan valores te3ricos de hasta el 86%. Tras 10 a3os de medidas en campo, el ascensor m3s eficiente que hemos podido medir presenta una eficiencia real caracterizada de un 86% y corresponde al de la figura 2 de este art3culo.

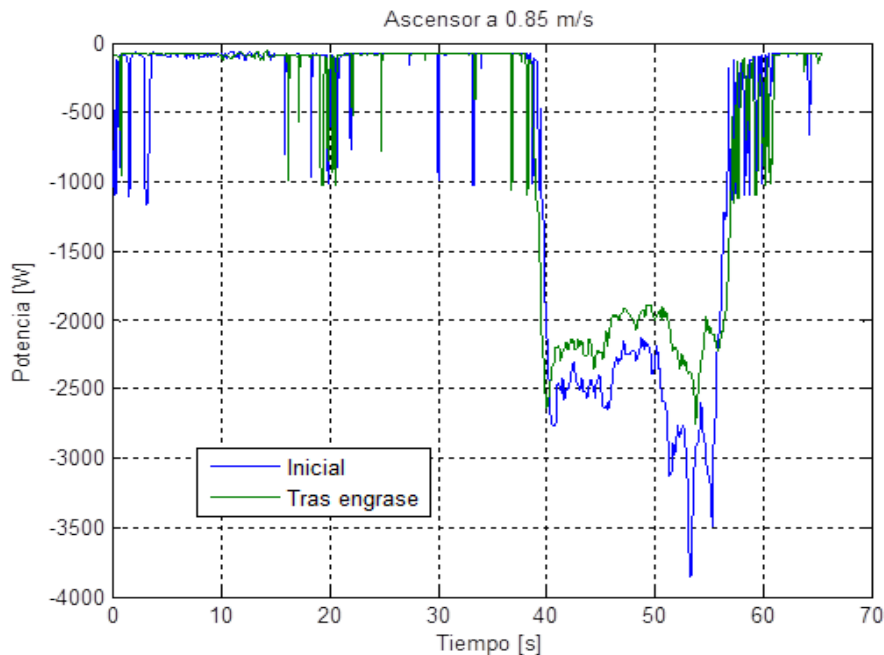
En este sentido, la correcta instalaci3n del ascensor es clave a la hora de mejorar sustancialmente la eficiencia del mismo. Una de las ventajas de la monitorizaci3n en tiempo real del consumo instant3neo del ascensor es poder detectar posibles mejoras en la instalaci3n. La figura 5 muestra el consumo de un ascensor real ya instalado. Se observa, por las gr3ficas de consumo y generaci3n que en determinados puntos del recorrido aparecen ineficiencias, probablemente debidas en este caso a desajustes en las gu3as. Contar con un sistema de monitorizaci3n energ3tica puede ser 3til para mejorar la calidad de la instalaci3n y el mantenimiento de los ascensores que redunde en la vida 3til de los mismos.



*Figura 5. Potencia instant3nea consumida y generada por un motor con picos en el arranque y en ciertos puntos de la trayectoria. Datos obtenidos en colaboraci3n con Wittur Elevator Components en Espa3a.*

En cuanto al mantenimiento del ascensor, a lo largo del tiempo hemos detectado grandes variaciones en la potencia consumida por el ascensor en funci3n de factores c3mo el correcto engrasado de las gu3as. La figura 6 muestra la diferencia de hasta 1000W de pico antes y despu3s de un correcto engrasado. As3 mismo, en un ejemplo de ascensor en el que se cambiaron las

ruedas por deslizaderas, se pudieron llegar a observar diferencias de hasta 900W más de consumo para un ascensor de tipo mochila.



*Figura 6. Potencia consumida por el motor (en negativo por estar medida al revés) antes y después de un engrase de guías. Medidas obtenidas en colaboración con FAIN.*

#### REGEN O NOT REGEN. THAT IS THE QUESTION

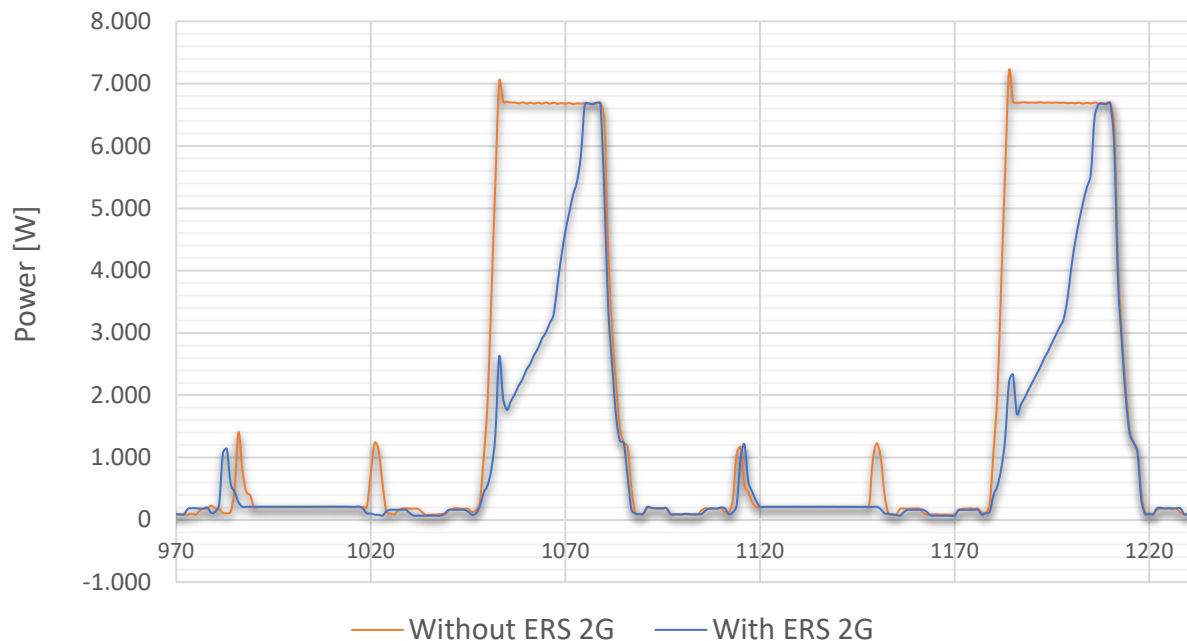
Un variador regenerativo es un producto que se está instalando habitualmente como medida de mejora de la eficiencia energética del ascensor, en algunos casos por defecto. Realmente, un variador regenerativo lo que realmente hace es que, de entrada, el ascensor consuma más que con un equivalente no regenerativo por motivo del alto stand-by de este tipo de variadores. La tabla 1 muestra resultados comparativos de medidas realizadas entre un variador regenerativo y un sistema de recuperación de energía basado en acumulación como es el propuesto por epic power [14]. En algunos casos de variadores regenerativos a red nos hemos encontrado con sistemas que, debido a su calentamiento, dejan de ser regenerativos durante algunos ciclos y por lo tanto disipando la energía en la resistencia de frenado en esos casos.

	[Wh]
10 viajes	136
10 viajes con un variador REGEN	92
10 viajes con ERS 2G	83

*Tabla 1. Comparativa de resultados de 10 viajes siguiendo criterios ISO de medida en un ascensor de torre de pruebas de un fabricante en España.*

La figura 7 muestra el ascensor de la figura 2 incorporando un sistema de ahorro energético por acumulación. Se obtienen ahorros del 70.4% del consumo del motor. Entre otras ventajas, destacan la simplicidad de instalación en cualquier tipo de variador, nuevo o en modernizaciones, ausencia de necesidad de filtro sin alterar las condiciones de la red eléctrica (con normativas cada vez más estrictas al respecto) y simplicidad en su dimensionamiento por simple paralelizado de equipos.

## Mains consumption with and without Energy Recovery System



*Figura 7. Ascensor de la figura 2 incorporando un sistema de recuperación de energía con acumulación. Datos obtenidos en colaboración con IMEM Lifts.*

### SOBRE EL CONTRAPESO Y CÓMO CONTRAPESAR

El contrapeso se suele calcular como un 50% del conjunto del peso de la cabina junto con la carga máxima. Sin embargo, simplemente siguiendo lo que nos indica la ISO [1], los ascensores van a llevar, en media, una carga del 7% y típicamente, es muy improbable que bajen con la totalidad de la carga. Únicamente con esos datos, el contrapeso del ascensor debería ser menor al 50%, redundando en una reducción general del consumo. Es cierto que, en este tipo de situaciones, en caso de carga máxima, el motor estaría trabajando por encima de potencia nominal, pero eso, tal y como se ha visto en el apartado anterior no es un problema para el motor puntualmente. Cierto es que hay otros sistemas afectados. En general hemos llegado a ver ascensores contrapesados incluso por debajo del 40% con buenos resultados.

Al mismo tiempo que el contrapeso, conviene revisar en el consumo del ascensor el efecto que la ausencia de cadena de compensación tiene sobre las gráficas que hemos analizado previamente. La figura 8 muestra las medidas de un ascensor sin cadena de compensación. En este tipo de casos, el consumo de pico es elevado y en ningún caso se llega a un consumo nominal de tipo meseta como hemos visto en casos anteriores.

### INCORPORACIÓN DE FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLES

Las energías renovables presentan grandes ventajas y sobre todo un inconveniente principal, su disponibilidad depende de diferentes factores y no es constante en el tiempo. Para poder maximizar su uso se requiere el concurso de elementos de almacenamiento de energía (buffer) que permita guardar los excedentes para ser utilizados en ausencia de las fuentes. En el caso de energía tanto solar como eólica (micro-eólica para la aplicación de ascensor) el sistema más adecuado de almacenamiento, en general, serán las baterías. Teniendo en cuenta que la potencia media diaria de un ascensor residencial como el de la figura 3 es realmente baja, la cantidad de energía necesaria no es realmente grande, aunque por supuesto dependerá de la

disponibilidad de las fuentes y de la autosuficiencia que se quiera dar al sistema (independencia de la acometida).

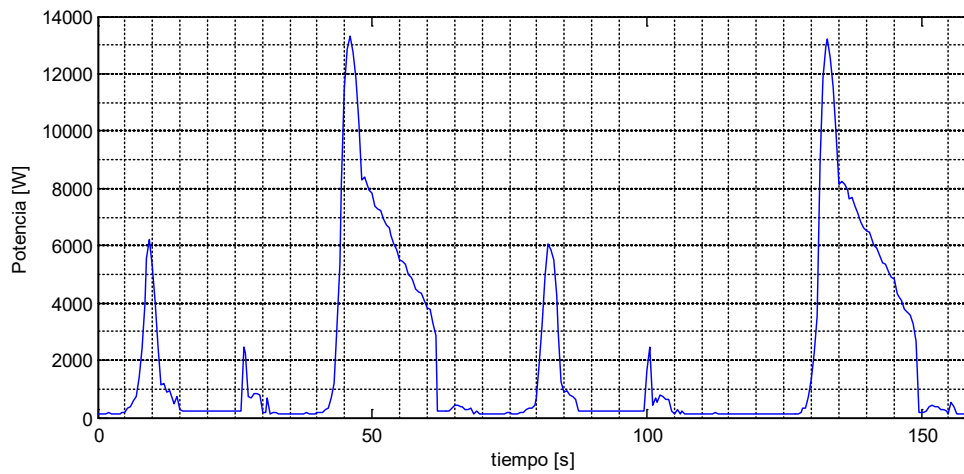


Figura 8. Ascensor sin cadena de compensación, gearless p $\acute{o$ rtico. Carga nominal 1000kg y 2m/s. Datos obtenidos en colaboraci3n con Genera XXI.

Dependiendo del tipo de batera, plomo, ion-litio o bien LiFePO<sub>4</sub>, o LFP, el dimensionamiento de las mismas va a venir realmente determinado por la capacidad de descarga (conocida como xC) en un viaje de m $\acute{a}$ ximo consumo y no tanto por la energa. La figura 9 muestra un ascensor alimentado por 3 paneles solares de 250W y bateras de plomo durante nueve d $\acute{a}$ as (ocho de ellos soleados) utilizando un sistema P2S [13, 15, 16]. La incorporaci3n de bateras de LFP a este ascensor permitiria reducir a cero el consumo durante la noche ya que esta tecnologa admite descargas profundas sin envejecimiento, cosa que en las actuales bateras de plomo se est $\acute{a}$  evitando para conseguir alargar la vida  $\acute{u}$ til de las mismas.

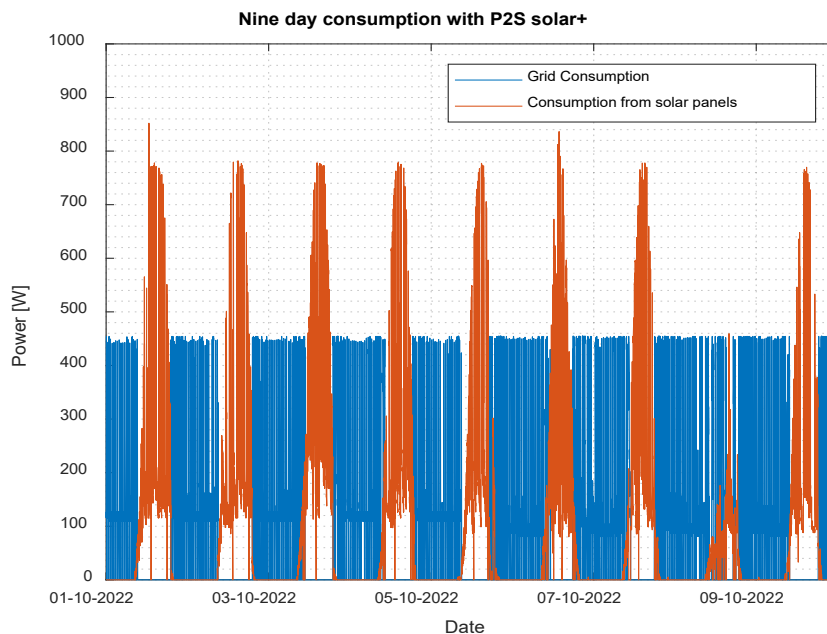


Figura 9. Ascensor solar. En naranja el consumo proveniente de los paneles solares y en azul el consumo de la red al cargador de las bateras. El consumo original de este ascensor era el de la figura 3. Resultados obtenidos en colaboraci3n con Beltr $\acute{a}$ n Ascensores y Montacargas.

## CONCLUSIONES

En este artículo se han presentado varios ejemplos reales de consumo energético de diferentes tipos de ascensores. A través de estos ejemplos se ha querido mostrar que el consumo energético real de un ascensor es difícil de estimar a priori y que depende de una serie de factores que se han identificado y analizado. De todos ellos destaca la eficiencia real del sistema completo, típicamente inferior a la prevista. Destaca la influencia del tipo de instalación, la calidad de la instalación y su mantenimiento (engrasado y mantenimiento de guías, rozaderas y deslizaderas). Dentro del tipo de instalación cabe destacar factores como el tipo de motor, el tipo de instalación (pórtico o mochila, deslizaderas o rozaderas), el contrapeso realmente instalado, si tiene o no, cadena de compensación. Todo lo anterior son factores a conocer y a tener en cuenta para valorar la idoneidad de instalar un sistema de recuperación de energía, un sistema de reducción de pico de consumo o un sistema que permita la incorporación de energías renovables a la instalación con almacenamiento energético para conseguir ascensores de reducido consumo.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] ISO/DIS 25745-2: 2013 Energy performance of lifts, escalators and moving walks Part 2: Energy calculation and classification for lifts (elevators)
- [2] Verein Deutscher Ingenieure - VDI Guideline: VDI 4707 Blatt 2, Lifts - Energy efficiency -Components. 2012
- [3] A. de Almeida, et al. "E4 - Energy Efficient Elevators and Escalators (Technical Report)". March 2010. Final report of Grant Agreement No. EIE/07/111/SI2.466703 with the support of the European Commission. [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/publication/270590105\\_E4\\_-\\_Energy\\_Efficient\\_Elevators\\_and\\_Escalators\\_Technical\\_Report](https://www.researchgate.net/publication/270590105_E4_-_Energy_Efficient_Elevators_and_Escalators_Technical_Report) [Accessed: Feb. 2024]
- [4] Barney, Gina, "An Improved and More Accurate Method to Calculate the Energy Consumption of a Lift Based on ISO/DIS 25745-2". Elevator World Magazine. September 2013
- [5] Lorente, A-M, Nunez, J.L & Barney G.C.: "Energy models for lifts: Determination of average car load, average travel distance and standby/running time ratios"; 2nd Symposium on Lift and Escalator Technologies, 27 September 2013, The University of Northampton
- [6] A. De Almeida, S. Hirzelb, C. Patrãoa, J. Fonga, E. Dütschke, "Energy—efficient elevators and escalators in Europe: An analysis of Energy efficiency potentials and policy measures", Energy and Buildings Journal, vol. 47, 2012, pp. 151–158.
- [7] Bryan Urban, Kurt Roth: "Demonstrating a Net-Zero Solar Energy Elevator in a Boston Office Building. Final Report to Thyssenkrupp". Fraunhofer USA Center for Sustainable Energy Systems. May, 2017
- [8] Roger Beuret "Contribution to an energy efficient world by the lift industry". In 2022 European Lift Association Conference. [Online]. Available: [https://ela-aisbl.eu/images/12\\_Roger\\_Beuret\\_-\\_Contribution\\_by\\_the\\_lift\\_industry.pdf](https://ela-aisbl.eu/images/12_Roger_Beuret_-_Contribution_by_the_lift_industry.pdf) [Accessed: Feb. 2024]
- [9] Razmawar A., Bahram Daraei A.: „Shaft Efficiency Calculation in Elevators. Determining what leads to lost energy". Elevator World. April 2022.
- [10] Gina Barney (Ed.) "CIBSE Guide D Transportation systems in buildings". 2020. Chartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE).
- [11] E. Oyarbide, L.A. Jiménez, P. Molina, R. Gálvez, C. Bernal, Challenges of low-voltage energy storage for lifts, 5th Symposium on Lift and Escalator Technologies 2015, Northampton, UK, 2015
- [12] V. Pacheco, P. Molina, L.A. Jimenez, E. Oyarbide, Improving the Energy Efficiency of Lifts, 5th Symposium on Lift and Escalator Technologies 2015, Northampton, UK, 2015
- [13] E. Oyarbide, L. Jimenez, P. Molina Gaudo, L. Lopez, C. Bernal: "Low-voltage storage for energy intelligent elevators". Elevator World Magazine. Vol. 1, January 2019. [14] Epic Power Converters S.L: Energy Recovery System ERS 2G. 2024. [Online]. Available: [https://epicpowerconverters.com/wp-content/uploads/2023/11/ERS\\_Energy\\_Recovery\\_System\\_EN\\_epic\\_power.pdf](https://epicpowerconverters.com/wp-content/uploads/2023/11/ERS_Energy_Recovery_System_EN_epic_power.pdf). [Accessed: Feb. 204]
- [15] Epic Power Converters S.L: Single-phase Power Supply System P2S. 2024. [Online]. Available: [https://epicpowerconverters.com/wp-content/uploads/2023/11/P2S\\_Single\\_Phase\\_Power\\_Supply\\_System\\_EN\\_epic\\_power.pdf](https://epicpowerconverters.com/wp-content/uploads/2023/11/P2S_Single_Phase_Power_Supply_System_EN_epic_power.pdf) [Accessed: Feb. 204]
- [16] P. Molina, L. Lopez, L. Jimenez, R. Garcia, L. Beltran, E. Sanjuan, V. Ferrer, R. Bou, C. Bru: "Intercompany Innovation in Digitalization and Energy Intelligence of Elevators". International Elevator – Escalator Symposium, Barcelona, De. 2022 [pp. 63-71]