



Consulta pública previa: Estrategia de almacenamiento

Introducción

Batteryplat (www.batteryplat.com) es la Plataforma Tecnológica Española de Almacenamiento de Energía, que cuenta con reconocimiento del Ministerio de Ciencia e Innovación (expediente PTR-208-001092). Sus funciones son las de fomentar el desarrollo en España de tecnologías de almacenamiento energético, fortalecer toda la cadena de valor en las distintas etapas de madurez tecnológica y coordinar las actuaciones con agentes internacionales equivalentes.

Batteryplat se pone a disposición del Gobierno de España para contribuir a la elaboración de la Estrategia de Almacenamiento y a la implementación de las medidas que se establezcan. Para ello Batteryplat contempla entre las actividades a realizar durante 2021 y 2022 su capacidad de colaborar con los organismos competentes del Gobierno de España en cuantas tareas sea necesario dentro de sus posibilidades y con el marco de sus funciones como Plataforma Tecnológica Española.

Respuestas a las preguntas planteadas en la consulta pública

1. ¿Qué aspectos considera que debe recoger la estrategia de almacenamiento?

Los aspectos generales que, a juicio de BatteryPlat debe recoger la estrategia de almacenamiento son los siguientes:

- ✓ **La estrategia debe mantener la calidad del servicio, el desarrollo de nuevos negocios y el menor coste para el sistema.**

- ✓ **Creación de un grupo de trabajo especializado a nivel ministerial-BatteryPlat con capacidad de:**
 - Monitorización de la inversión
 - Definición de líneas de ayudas con convocatoria anuales, y sus características, tan pronto como sea posible
 - Interactuación con grandes multinacionales asiáticas, dominantes en el sector de las baterías hoy en día
 - Asesoramiento o representación en las reuniones a mantener en el futuro próximo con los socios europeos
 - Con influencia en Bruselas

- ✓ **Realización de un DAFO que sea dinámico:** Identificar las fortalezas y debilidades en la cadena de valor del almacenamiento de energía en España. Probablemente no haya una



cadena de valor única para cada tecnología, por lo que sería conveniente elaborar ese estudio de fortalezas y debilidades para cada una de las principales tecnologías.

Detectar las oportunidades y amenazas en los mercados potenciales de almacenamiento de energía. A partir de ese análisis de oportunidades y amenazas, la estrategia de almacenamiento debería proponer estrategias competitivas para esos mercados que sean acordes con las fortalezas y debilidades de las cadenas de valor. Estas estrategias deben ser sostenibles a largo plazo.

- ✓ **Programas que incentiven la creación, instalación y expansión de empresas en nuestro territorio en toda la cadena de valor del almacenamiento.** Para ello, se ha de potenciar mecanismos de apoyo a nivel local, que den un impulso inicial al despliegue de sistemas de almacenamiento a nivel de usuario. Para el caso del almacenamiento con baterías de Litio-ion, España es fuerte en la tecnología de electrónica de potencia para los convertidores necesarios para conectar este tipo de almacenamiento a la red, pero dependemos completamente de la importación, sobre todo de China, para las celdas y packs de baterías que se usan en almacenamiento estacionario.
Dado que las necesidades energéticas cambian, siendo la energía el principal motor de un país, será necesario **impulsar con desarrollos propios** de forma que se pueda explotar mejor los recursos sin tener que depender de terceros países creando una estrategia robusta que cubra todas las necesidades energéticas con la ventaja de poder disponer de este vector energético con costes muy reducidos en comparación con otros países donde tengan unos costes mayores en la producción eléctrica.
- ✓ **Programas de I+D:** que permitan el estudio y desarrollo de distintas tecnologías de almacenamiento (en distintos niveles de TRL), y su acoplamiento/hibridación con otros sectores energéticos. La promoción/creación de Centros de I+D para el ensayo de sistemas de almacenamiento con capacidad de realizar ensayos de todo tipo. Potenciar desarrollos propios que se basen en recursos nacionales para evitar la dependencia exterior.
- ✓ **Inicialmente se podrían pensar en mecanismos de subvención a nivel local,** de forma similar a como se ha hecho en los últimos años para el autoconsumo FV o eficiencia energética en el sector industrial, que den un impulso inicial al despliegue de sistemas de almacenamiento a nivel de usuario.
- ✓ **Economía Circular:** Sin considerar el cierre del ciclo de vida de los sistemas de almacenamiento para la recuperación de materiales y componentes evitando el uso de vertedero, la Estrategia de Almacenamiento no será completa. Se ha de abordar la obligación y la responsabilidad de realizar un correcto tratamiento de todos los sistemas de almacenamiento una vez llegan a su final de vida, tanto si es un primer uso como de otro posterior. Esta obligación pasa por que todos los residuos sean tratados en instalaciones adecuadas y con garantías de control y trazabilidad además de tener una correcta financiación para evitar la pérdida de los mismos en otros mercados exteriores.

- ✓ **La promoción de Másteres y Cursos** específicos para la formación de tecnólogos en el campo de los Sistemas de Almacenamiento. Los ingenieros que van a trabajar en la selección de la tecnología(s) de almacenamiento, el dimensionamiento de las instalaciones, la supervisión del funcionamiento del equipamiento, etc. debe contar con una formación específica que en la actualidad no se incluye en los Planes de Estudio.

2. **En su diseño, ¿qué retos y oportunidades existen en la actualidad que deba afrontar la estrategia de almacenamiento?**

Desde BATTERYPLAT se identifican los siguientes RETOS:

- ✓ Falta de una definición tanto del almacenamiento como de los servicios que éste puede proporcionar, teniendo en cuenta las distintas tecnologías de almacenamiento que existen.
- ✓ **Faltan estándares en muchos de los sistemas de almacenamiento.** La falta de estándares crea incertidumbre sobre las garantías para la búsqueda de financiación de los proyectos y para el producto o los servicios asociados, la amortización de los activos y su valor residual.
- ✓ **Recogida efectiva al final de la vida útil de los sistemas de almacenamiento.** Se ha de evitar que estos equipos se fuguen de nuestras fronteras sin control o que se depositen en vertederos con el daño ambiental y económico que eso causa.
- ✓ **Reciclaje de los de los sistemas de almacenamiento.** Todo sistema de almacenamiento ha de ser reciclado para intentar recuperar y poner en el mercado sus componentes y/o materiales logrando un doble objetivo: evitar la sobreexplotación de recursos naturales y la dependencia exterior de materias primas.
- ✓ **Traer a España la fabricación y ensamblaje de piezas/componentes clave.** Para eso es necesario fomentar la creación de empresas líderes con centros de fabricación y ensamblaje en España, así como fortalecer a los centros de investigación (existentes o incluso nuevos) asociados a las mismas.
- ✓ **Dificultad para fijar objetivos a largo plazo.** Las causas son una evolución tecnológica rápida e impredecible, la carencia de herramientas de análisis de políticas de almacenamiento energético y una experiencia limitada en un sector nuevo.

También se identifican las siguientes OPORTUNIDADES:

- ✓ **Concienciación por crear sociedades más sostenibles y saludables.** Esta concienciación que abarca a la ciudadanía, las empresas y las administraciones públicas, incrementa la demanda de herramientas que faciliten la descarbonización de la sociedad, la implantación masiva de las energías renovables y los vehículos eléctricos.

- ✓ **Creación de empleo especializado, de calidad y estable.** Creación de un tejido laboral / industrial de alto valor añadido, con personal bien formado, bien pagado y con visión de largo plazo. Puede ser especialmente valorizar oportunidades de desarrollo industrial en territorios de poco arraigo social (la España vacía) con la implantación de nueva industria.
 - ✓ **Las empresas y consumidores necesitan reducir sus costes energéticos.** Las empresas necesitan reducir sus costes energéticos en electricidad, climatización o transporte para aumentar su competitividad y también están obligadas a cumplir sus objetivos de sostenibilidad y respeto al medio ambiente dentro de su estrategia de responsabilidad corporativa.
 - ✓ **Un sistema eléctrico con una alta penetración de generación renovable necesita más flexibilidad.** Con una penetración de generación renovable y sobre todo de solar FV tal alta como la que prevé el PNIEC, la flexibilidad será crucial para la operación del sistema, y por tanto una gran oportunidad para el almacenamiento.
 - ✓ **Sinergias con otras industrias.** España cuenta con grandes capacidades en las industrias automovilística y de energías renovables que pueden generar sinergias con la industria del almacenamiento. Además, unos costes energéticos competitivos pueden atraer a nueva industria internacional para implantarse en España.
 - ✓ **Aparición de nuevos mercados para diversas aplicaciones finales del almacenamiento (transporte, redes eléctricas, autoconsumo, IOT, robótica, logística...).** El almacenamiento de energía ofrece una amplia gama de servicios a la red eléctrica (respuesta de frecuencia a la red, respuesta a la demanda, servicios auxiliares, soporte para microrredes y autoconsumo solar, soporte al sistema de transmisión y distribución de energía, uso cuando la electricidad está en su precio más alto y carga cuando es más bajo), al transporte (vehículos eléctricos y apoyo a puntos de recarga), IoT (sensorización y alimentación de antenas) entre muchos otros.
3. **En la “Estrategia de Almacenamiento”, se incluirán las medidas que sea necesario adoptar para que los sistemas de almacenamiento contribuyen a la transición a la descarbonización. Desde su punto de vista, ¿qué medidas tendría que incluir la Estrategia?**

Los aspectos generales que, a juicio de BatteryPlat debe recoger la estrategia de almacenamiento son los siguientes:

- ✓ **Apoyar los sistemas de almacenamiento con una huella de carbono lo más baja posible.** Para que las tecnologías de almacenamiento de energía contribuyan de forma efectiva a la descarbonización con una perspectiva global, es necesario que sean a su vez tecnologías con una baja huella de carbono.



- ✓ **Incentivar la combinación de autoconsumo fotovoltaico con almacenamiento distribuido.** El almacenamiento de los excedentes de energía fotovoltaica a pie de instalación de generación de autoconsumo elimina las pérdidas en las redes y le evita al autoconsumidor la complejidad administrativa de los intercambios.
- ✓ **Desincentivar el almacenamiento de energía de origen no renovable.** Las energías no renovables ya tienen capacidad de almacenamiento ex-ante en su energía primaria de origen (combustibles) por lo que el almacenamiento de electricidad debe reservarse para las energías renovables.
- ✓ **Apoyar a toda la cadena de valor, tratando de que todas las etapas aporten riqueza en España. Fomentar transitoriamente la cooperación internacional para cubrir etapas en las que no somos fuertes.** España no debe perder ninguna oportunidad de generación de riqueza en cualquiera de las etapas tecnológicas de las tecnologías de almacenamiento (investigación, desarrollo, innovación, fabricación de componentes, fabricación de elementos auxiliares y sistemas de control, reciclado). Por desgracia, hay etapas industriales en las que a día de hoy España no cuenta con capacidad. Para captar oportunidades de captación de capacidad industrial puede ser útil recurrir, de forma transitoria, a la cooperación internacional con otros países para formar cadenas de valor conjuntas en grandes proyectos regionales.
- ✓ **Apoyar la I+D+i en tecnologías no maduras para que las entidades españolas las puedan llevar al mercado.** Las tecnologías del almacenamiento distribuido de energía aún están en su infancia comercial y el mercado ofrece soluciones que han sido pensadas y desarrolladas para otros sectores con necesidades diferentes, como las baterías de iones de litio, desarrolladas para la electrónica de consumo por grandes grupos industriales asiáticos. España tiene la oportunidad de fomentar el desarrollo de tecnologías no maduras diseñadas específicamente para las necesidades del sector energético.
- ✓ **Favorecer la economía circular de los sistemas de almacenamiento, para que las materias primas que se recuperen por reciclaje queden en España.** Las tecnologías de almacenamiento electroquímico presentan grandes retos al final de la vida útil de los equipos. El reacondicionamiento para una segunda vida y el reciclado ofrecen oportunidades tecnológicas e industriales para España. La capacidad de obtener valor de un residuo no sólo es sostenible medioambientalmente, sino que también es un factor de riqueza.
- ✓ **Fomentar la servitización del almacenamiento para liberar al consumidor de la gestión de residuos.** El final de la vida útil de una batería no debe suponer una carga para el consumidor, pues en ausencia de soluciones cómodas y económicas el almacenamiento perdería su atractivo comercial. Una posible solución sería liberar al consumidor de la propiedad del activo, permitiendo que un operador industrial obtuviese economías de escala en las etapas finales de la vida de la batería.



- ✓ **Fomentar tecnologías de almacenamiento térmico para el ahorro en hogares e industrias.** No todas las tecnologías de almacenamiento tienen porque implicar una segunda transformación en energía eléctrica. El almacenamiento de energía térmica para su posterior empleo sin transformación es además un factor de ahorro y eficiencia energética que contribuye a obtener edificios de consumo casi nulo. Además, hay sectores industriales en los que la descarbonización será más difícil y cualquier tecnología que permita aprovechar el calor residual producido ayudará a reducir la huella de carbono específica de la energía útil final.
 - ✓ **Fomentar la movilidad eléctrica de todo tipo y el “vehicle to grid” ó “vehicle to home” para la reducción de emisiones.** La electrificación del transporte es sin duda una de las transformaciones con mayor impacto de descarbonización. El empleo de las baterías de los vehículos para devolver energía eléctrica a la red o a las instalaciones interiores permite por una parte dar dos usos al mismo activo, y por lo tanto aumenta su rentabilidad, y por otro lado contribuye a mejorar la continuidad de suministro en las redes eléctricas de baja tensión.
4. En su opinión, ¿cómo debería ser el almacenamiento en el sector eléctrico? ¿Qué medidas serían necesarias para impulsar exitosamente el despliegue de activos de almacenamiento, así como la innovación en modelos de negocio con impacto en el sector eléctrico y más allá?

Para los miembros de BatteryPlat, los aspectos a considerar son:

- ✓ **Todos los agentes, tanto los actuales como futuros, deben poder beneficiarse de las tecnologías de almacenamiento.** Todos los agentes que realizan actividades del sector eléctrico tanto actuales (generación, transporte, distribución, comercialización, consumidores) como futuros (agregadores de oferta y de demanda) pueden beneficiarse del empleo de las tecnologías de almacenamiento en sus funciones. Impedir a algún agente que emplee estas tecnologías va en detrimento de la eficiencia y flexibilidad del sistema energético.
- ✓ **El almacenamiento debería servir como una herramienta de flexibilidad y de seguridad de suministro para el operador de red y como un elemento de optimización económica sostenible para el generador renovable y el usuario final.** Los operadores de red pueden utilizar tecnologías de almacenamiento para garantizar de forma flexible la continuidad del suministro sin interferir en los flujos económicos ni introducir distorsiones de mercado. Son otros agentes los que emplearán las tecnologías de almacenamiento como herramienta de mercado.
- ✓ **La descentralización del almacenamiento dará un papel más activo al distribuidor y a las comunidades locales de energía, utilizando la conexión a la red de transporte como otro**



elemento más de flexibilidad. Cuanto más cerca esté el almacenamiento del consumo final más capacidad tendrá el consumidor y las comunidades locales de energía de tener un papel activo en la gestión. Pero al mismo tiempo debe buscarse un equilibrio con el almacenamiento a pie de planta de generación renovable que hace que ésta sea más gestionable, lo que favorece su rentabilidad.

- ✓ **Todas las tecnologías de almacenamiento deben tener cabida y deben competir entre sí en igualdad de condiciones.** Las distintas opciones tecnológicas deben demostrar su viabilidad económica en condiciones de mercado, sin distorsiones que favorezcan a una determinada tecnología.
- ✓ **El sector eléctrico precisa tecnologías de almacenamiento concebidas específicamente para sus necesidades. Esto crea oportunidades tecnológicas para España en tecnologías aún inmaduras.** A día de hoy el mercado ofrece soluciones que han sido pensadas y desarrolladas para otros sectores con necesidades diferentes, como las baterías de iones de litio, desarrolladas para la electrónica de consumo por grandes grupos industriales asiáticos. El sector eléctrico tiene la oportunidad de fomentar el desarrollo de tecnologías no maduras diseñadas específicamente para sus necesidades.

El almacenamiento permite crear valor en la capacidad y los servicios de red, más que en la energía.

Una instalación de almacenamiento vinculada al autoconsumo que garantice el 100% del suministro tendría que estar sobredimensionada, lo que supone un esfuerzo inversor excesivo para el consumidor. La conexión a la red se convierte así en una garantía de suministro, que proporciona valor como reserva de capacidad.

5. **¿Qué papel puede tener el almacenamiento para favorecer la participación activa de la ciudadanía y el conjunto de sectores en el sector eléctrico, y cómo puede aprovecharse este potencial?**
- ✓ **El almacenamiento favorece la participación activa de la ciudadanía a través de los sistemas de autoconsumo residencial (behind the meter), de las instalaciones industriales y del vehículo conectado a la red eléctrica (V2G).** Si se establecen formas de retribuir a los consumidores que aporten flexibilidad al sistema desde el lado de la demanda se reforzará el papel del almacenamiento en los hogares e industrias y puede asociarse, en un futuro cercano, al vehículo eléctrico y al desarrollo de estrategias V2G.
 - ✓ **Para los consumidores finales,** les dará un papel relevante al pasar de ser un mero receptor de tarifa a un elemento activo capaz de cambiar su perfil de consumo en función de las necesidades o rentabilidades económicas. Para el caso de clientes que no quieren un rol tan activo, otros entes como los agregadores podrían jugar este papel en representación de sus clientes.
 - ✓ **Para el TSO,** el almacenamiento es una herramienta fundamental para la gestión del sistema eléctrico que en gran medida ahorra inversiones en nuevas redes de transmisión



- ✓ **Para los DSO,** permitirá la solución de restricciones técnicas en baja y media tensión. Con el aumento de la generación distribuida este tipo de problemas se volverán más acuciantes para los DSO.
- ✓ **Para el sector industrial,** hay una oportunidad clara de seguir participando en los esquemas de demanda interrumpible sin poner en riesgo su capacidad de producción dado que REE podría aplicar cortes de suministro. La integración del almacenamiento permitirá al sector industrial contar con procesos productivos más robustos y mejorar la productividad disminuyendo los costes de potencia y energía contratados.
- ✓ **Para las comercializadoras,** podrían abrir la puerta al uso de baterías a gran escala tomando las baterías como Proveedor de Servicios de Balance (BSPs) para reducir sus costes de desvíos y a su vez participar en los servicios de balance.
- ✓ **Para los desarrolladores/tecnólogos,** el impulso del almacenamiento tendrá efectos muy positivos en los costes de las soluciones de almacenamiento y, tan pronto haya señales de rentabilidad por parte del regulador habrá múltiples promotores con diferentes soluciones tecnológicas.
- ✓ **Para los inversores,** la oportunidad es muy atractiva si los riesgos están acotados y las expectativas de rentabilidad se mueven en rangos razonables. Aunque la financiación tardará en llegar, al ser proyectos que de momento no tendrán una financiación garantizada.

6. **¿Qué tecnologías de almacenamiento y factores son claves para el sector industrial en España?**

- ✓ **Alm. térmico para calor residual industrial y generación solar de concentración.**
 - Tecnologías de baja temperatura para aprovechamiento del calor residual de procesos industriales
 - Tecnologías de alta temperatura para concentración solar (CSP). España es una potencia mundial en estas tecnologías.
- ✓ **Alm. electroquímico para excedentes de generación renovable que se quieran utilizar a corto plazo (almacenamiento diario).** Para el almacenamiento diario (hasta 4 horas), a día de hoy, la tecnología clave son las baterías de ion-Litio. Sobre todo, acoplada con generación fotovoltaica. Este tipo de almacenamiento además puede ayudar a otra generación renovable, como eólica o hidroeléctrica, a ser más flexible en cuanto a consignas de potencia y reserva. España cuenta con integradores de packs para usos estacionarios, pero no con fabricantes de celdas. Además, en España hay industrias de fabricación de baterías Zinc-aire primarias y Plomo-ácido. A menor escala, se fabrican y comercializan baterías de flujo. El



posicionamiento industrial dentro de la cadena de valor de fabricación de nuevas tecnologías de baterías avanzadas (de litio y post-litio) vaya a ser clave para España. El uso de baterías de ion-Litio de segunda vida puede ser clave ya que permite abordar la descarbonización del sector de las baterías nuevas, muy intensivo en emisiones en su fabricación, y relocalizar fácilmente su fabricación en España.

- ✓ **Alm. electroquímico para la industria automovilística.** Las baterías de ion-Litio son clave para el vehículo eléctrico. España cuenta con integradores de packs par automoción, pero no con fabricantes de celdas. Esa es una carencia grave que se extiende a toda Europa.
- ✓ **Alm. mecánico o químico para excedentes de generación renovable que se quieran utilizar a medio plazo (almacenamiento mensual o estacional).**
El bombeo hidráulico es la tecnología dominante de almacenamiento, pero dadas las capacidades hidrográficas de España habrá que ver qué potencial de ampliación de la capacidad es viable. El almacenamiento con Aire Líquido es una opción tecnológica que está tomando mucho impulso en los últimos años para almacenamiento estacional a media escala. La producción de hidrógeno vía electrólisis a partir de excedentes de eólica y fotovoltaica reduciría los vertidos. Además, en España existen importantes infraestructuras de gas que podrían permitir el almacenamiento y transporte del hidrógeno como tal o como gas natural tras un proceso de metanación (Power-to-Gas).

7. En el sector de transporte, ¿qué aspectos será necesario considerar para el desarrollo del almacenamiento?

Uno de los factores clave de desarrollo en este sector serán las innovaciones en el ámbito del reciclaje de las baterías del sector y el fomento de su segunda vida, además de la aplicación de sus sistemas de almacenamiento On-Board para ofrecer otra serie de servicios, por ejemplo siendo parte de los elementos de flexibilidad del sistema energético mediante las tecnologías de Smart Charging (recarga inteligente) y Vehicle-to-Grid (V2G), ofreciendo nuevas funcionalidades además de las ligadas exclusivamente al transporte.

Es importante disponer de fabricantes nacionales en toda la cadena de valor, fomentando la reducción de costes de fabricación y de desarrollo tecnológico.

Dentro de las tecnologías utilizadas, para el caso de la automoción destacan las baterías de alta energía basadas en cátodos NMC.

Además, es importante potenciar el sector apostando y promoviendo la compra de vehículos eléctricos y la implantación de una red de cargadores inteligentes multi potencia: Domésticos, públicos, estaciones de servicio, comunidades de vecinos...

Por último, es relevante diferenciar el apoyo por sectores de aplicación teniendo en cuenta la idoneidad de cada tecnología para cada caso de uso. En este sentido, a día de hoy, cobra más

importancia el almacenamiento eléctrico para aplicaciones como el transporte ligero, mientras que el hidrógeno o el gas natural se erigen como tecnologías más idóneas para transporte pesado y marítimo y es importante por tanto desarrollar una red de hidrogeneras y potenciar la industria para el desarrollo de materiales y sistemas de almacenamiento de H2.

8. En el sector de la edificación, ¿qué tecnologías de almacenamiento pueden ser útiles y qué papel pueden tener?

Para los miembros de BatteryPlat, las tecnologías más importantes de cara al sector de la edificación son:

- ✓ **El almacenamiento térmico de baja temperatura.** Así, el uso del almacenamiento térmico mediante la electrificación del calor y frío puede ser una opción muy interesante en edificación. Un simple termo con un control inteligente y tratado de forma agregada puede servir a la red como un elemento flexible de almacenamiento (térmico) en caso de excedente de generación renovable. A la par, una mayor implantación de bombas de calor junto con tanques de frío y calor para calefacción y refrigeración centralizada de edificios e industrias es otra tecnología que permitiría el almacenamiento térmico de los excesos de energía renovable en el sector de la edificación.

Dentro del almacenamiento térmico, también se han de considerar:

Los importantes logros tecnológicos obtenidos en los últimos años en el ámbito de nanomateriales avanzados para el control solar dinámico y el almacenamiento térmico están permitiendo la puesta en marcha de unas nuevas tecnologías de acristalamiento inteligentes capaces de adaptarse a las variaciones climáticas y de regulando selectivamente la propiedades ópticas y térmicas para minimizar el consumo de energía y maximizar el confort térmico y visual.

Estas tecnologías de fachadas "*self-adaptive*" permiten evitar el sobrecalentamiento y recoger y almacenar energía térmica "excedente" y reutilizarla en varias instalaciones del edificio. La estrategia de almacenamiento térmico en los edificios de nueva generación pasa por la integración de componentes que incorporan dos funcionalidades sinérgicas:

- Ventanas dinámicas inteligentes (por ejemplo, electrocrómicas o termocrómicas) que permiten la regulación de la cantidad de radiación solar visible y del infrarrojo cercano, para filtrar la radiación térmica durante los días calurosos de verano o para permitir que entre en el edificio durante los días fríos de invierno.
- Módulos de almacenamiento de energía térmica que regulan el intercambio de calor entre el exterior y el interior basados por ejemplo en materiales a cambio de fase ("*phase-changing materials*", PCM) que permiten almacenar la radiación solar en exceso absorbida por la fachada en las/los horas/días más calurosas/os para devolverla en las/los horas/días más frías/os, reduciendo así las cargas sobre los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC).
- Estas tecnologías se integrarán sinérgicamente en fachada de doble piel a través de oportunos sistemas de intercambio de energía térmica capaces de

- recuperar el flujo de calor filtrado por la ventana inteligente y transferirlo al módulo de almacenamiento.
- Estos sistemas estarán regulados por controladores digitales conectados directamente al sistema general de regulación energética del edificio (BEMS) a través de un gestor de datos multivariable optimizado y interconectado con el resto de los servicios energéticos del edificio (p.ej. HVAC y aparatos de iluminación).
- ✓ **El almacenamiento electroquímico** como complemento a los edificios y naves industriales con instalaciones de generación renovable a partir de fotovoltaica o minieólica. En este sector, la realidad pasa por las baterías de Litio-ión. El uso de supercondensadores y de baterías de flujo. Ambas tecnologías pueden tener su cabida en los edificios asociados a la maquinaria de ascensores (ya implementado con supercondensadores); o en estrategias de gestión activa de la demanda (con baterías de flujo claramente superiores a las de Litio-ión para aplicaciones de más de 4h de tiempo de acumulación).
- ✓ **El almacenamiento químico** mediante hidrógeno o biogás o una combinación de ambas como almacenamiento a gran escala y largo plazo. Los edificios (viviendas, oficinas, hospitales, ...) son altos consumidores de energía lo que hace imprescindible una mejora de las medidas de eficiencia energética que permita un mayor nivel de descarbonización. Esto pasaría por una sustitución de los sistemas de calefacción por bombas de calor, descarbonizando el gas mediante hidrógeno o biogás o una combinación de ambas como almacenamiento a gran escala y largo plazo.
- ✓ **El almacenamiento geotérmico** de baja entalpía podría ser una excelente opción para la climatización de viviendas y naves industriales.
9. **¿Qué papel puede desempeñar España en el liderazgo tecnológico e industrial del almacenamiento? ¿Cómo se puede optimizar el acompañamiento de este desarrollo y su implantación desde las administraciones públicas?**

Según el documento publicado de "IMPACTO ECONÓMICO, DE EMPLEO, SOCIAL Y SOBRE LA SALUD PÚBLICA DEL BORRADOR ACTUALIZADO DEL PLAN NACIONAL INTEGRADO DE ENERGÍA Y CLIMA 2021-2030":

Hay un impacto económico relacionado con las inversiones asociadas al desarrollo de las políticas y medidas para lograr los objetivos del PNIEC, las cuales alcanzarán los 241 mil millones de euros (M€) entre 2021-2030. Estas inversiones se pueden agrupar por medidas y se reparten de la siguiente forma: renovables: 38%, ahorro y eficiencia: 35%, redes y electrificación: 24% y resto medidas: 3%.

El incremento de la inversión tanto en energías renovables como en electrificación no se entienden sin almacenamiento energético asociado. Por tanto, es una palanca importante en el desarrollo y liderazgo industrial español.

En un escenario tendencial, el PNIEC generaría un aumento del PIB entre 16.500-25.700 M€ al año (un 1,8% del PIB en 2030). El impacto positivo proviene principalmente del impulso económico que generan las nuevas inversiones en renovables, ahorro y eficiencia y redes.

El impacto en cuanto a empleos en transporte y almacenamiento estaría en el entono de 15.000 personas/Año.

Desde las administraciones públicas, el desarrollo tecnológico puede venir de:

- ✓ Mediante el desarrollo de Políticas regulatorias de incentivación a la integración del almacenamiento en la red eléctrica y entornos domésticos e industriales.
- ✓ Potenciando la implantación de una fuerte industria del reciclaje y reutilización, valorizando su potencial segunda vida.
- ✓ Potenciando la participación de los agentes relevantes del sector en la los diferentes foros europeos e internacionales, estableciendo un grupo de trabajo interministerial con comunicación directa con el Ministerio.
- ✓ Potenciando la industrialización para la reducción de los costes del almacenamiento
- ✓ Impulsando proyectos que desarrollen sistemas de almacenamiento (fabricación, ensamblaje, etc). No es posible tener un papel tecnológico en el almacenamiento si no hay empresas de fabricación de baterías
- ✓ Impulsando el Hidrogeno renovable atendiendo a nuestro potencial para generar electricidad renovable, la disponibilidad de agua dulce, la capacidad para construir la infraestructura y nuestra situación geográfica.

10. A su juicio, ¿qué oportunidades presenta el acoplamiento de sectores para el almacenamiento?

El almacenamiento es transversal y el acoplamiento de los sectores establece grandes oportunidades y puede servir para aprovechar sinergias entre los diferentes vectores energéticos, como el térmico, químico, o en forma de gas, y el vector eléctrico. Esto permitiría la optimización de la operación del sistema a nivel global, mejorando el beneficio global del conjunto del sistema energético.

A su vez, el acoplamiento de sectores y la hibridación de tecnologías permitiría minimizar debilidades de un sector aprovechando oportunidades de otro, disminuyendo la desigualdad y la incertidumbre, potenciando la industria nacional, aprovechando nuevas oportunidades de negocio y posicionándose en la transición energética a través de la colaboración.

11. ¿Qué oportunidades presenta el almacenamiento en el camino hacia la neutralidad climática?



Batteryplat considera que las contribuciones del almacenamiento a la neutralidad climática son:

- ✓ **El almacenamiento ayuda a que la generación renovable se gestione mejor y aproveche el recurso renovable en mayor medida.** Cuanto más gestionable sea una planta de generación renovable mejores oportunidades tendrá de participar en los mercados y mayor será su rentabilidad. Por lo tanto, el almacenamiento a pie de planta de generación permite acelerar los procesos de transición energética.
- ✓ **El almacenamiento ayuda a reducir las pérdidas en las redes favoreciendo la generación renovable descentralizada cerca del consumo.** El almacenamiento de los excedentes de energía fotovoltaica a pie de instalación de generación de autoconsumo elimina las pérdidas en las redes y le evita al autoconsumidor la complejidad administrativa de los intercambios.
- ✓ **El almacenamiento permite que los usuarios gestionen su confort térmico sin emplear combustibles fósiles.** Tanto las tecnologías de almacenamiento electroquímico como térmico permiten aprovechar la radiación solar para proporcionar energía térmica cuando se necesite.
- ✓ **El almacenamiento térmico contribuye a que los edificios sean energéticamente neutros.** No todas las tecnologías de almacenamiento tienen porque implicar una segunda transformación en energía eléctrica. El almacenamiento de energía térmica para su posterior empleo sin transformación es además un factor de ahorro y eficiencia energética que contribuye a obtener edificios de consumo casi nulo.
- ✓ **El almacenamiento térmico permite recuperar el calor que se pierde en los procesos industriales que emplean combustibles fósiles, reduciendo las emisiones específicas por unidad de energía utilizada.** Hay sectores industriales en los que la descarbonización será más difícil y cualquier tecnología que permita aprovechar el calor residual producido ayudará a reducir la huella de carbono específica de la energía útil final.
- ✓ **Las baterías permiten la movilidad eléctrica, desplazando a la movilidad con combustibles fósiles.** La electrificación del transporte es sin duda una de las transformaciones con mayor impacto de descarbonización. Las condiciones exigentes del mercado del automóvil suponen un reto para el desarrollo de baterías baratas, seguras, ligeras, de larga duración, con gran capacidad y de fácil reciclado. Se abren así oportunidades de investigación y desarrollo para las entidades españolas.
- ✓ **El almacenamiento de energía eléctrica renovable en forma de hidrógeno aumenta la viabilidad de su empleo.** La producción de hidrógeno a partir de electricidad de origen renovable no sólo persigue la obtención de un combustible que no producirá emisiones o de una fuente de energía para la movilidad, sino que tiene un componente físico de almacenamiento en sí mismo que le permite ser un vector energético. Esta función de

almacenamiento mejora la rentabilidad de los activos de producción, almacenamiento y transporte de hidrógeno.

12. En su opinión, ¿Qué nuevos retos a nivel de ciberseguridad y protección de datos de carácter personal pueden emerger con la creciente conectividad y digitalización de las redes que implican estas nuevas tecnologías? ¿Cuál debe ser el papel de la Administraciones Públicas?

Gracias a la disrupción e integración de las tecnologías de la información y comunicaciones (ICT), nuevos sensores e Internet de las Cosas (IoT), el sistema eléctrico está evolucionando radicalmente. Con estos nuevos elementos y los desarrollos de nuevos actuadores, se abren nuevas funcionalidades para el sistema. La digitalización y la conectividad conlleva grandes ventajas, pero provee un gran riesgo como es la ciberseguridad. Al tener la necesidad de compartir información y datos a través de internet o las redes de comunicación locales, éstas se convierten la puerta de entrada a potenciales ciberataques.

Por tanto, la mayor conectividad de dispositivos que requieren las redes inteligentes es sin duda un reto a nivel de ciberseguridad y protección de datos, ya que abre puertas a ataques a estos sistemas que pueden poner en peligro la seguridad del suministro, y/o al robo de datos sobre el perfil de consumo del consumidor. Por tanto, la digitalización de las redes eléctricas implicará nuevos retos, principalmente en dos grandes áreas:

1) Problemas técnicos en la red de suministro:

La red general de distribución en España es un recurso clave para la economía, ya que todos los demás dominios dependen de la disponibilidad de electricidad, por tanto, un corte de energía puede tener un impacto directo en la disponibilidad de otros servicios (por ejemplo, transporte, finanzas, comunicación, suministro de agua). La transición a un sistema energético digital implica el uso creciente de dispositivos digitales, comunicaciones avanzadas y sistemas interconectados, con lo que aumentará el número de puntos de acceso (por ejemplo, medidores inteligentes, IoT) y la red estará cada vez más expuesta a amenazas externas. Sin las medidas apropiadas de defensa cibernética, se podría violar el acceso a los sistemas (por ejemplo, con la propagación del malware sobre el sistema) y puede causar cortes de energía, daños y efectos en cascada en los sistemas interconectados y los servicios de energía. Por lo tanto, con una mayor digitalización, la red se enfrenta a una variedad cada vez mayor de amenazas, que requerirán una evaluación atenta del riesgo de seguridad cibernética que permita tomar las contramedidas adecuadas. Incluso si se han realizado mejoras de seguridad desde su creación, los sistemas de control heredados como SCADA / ICS (Sistema de control de supervisión y adquisición de datos / Sistemas de control industrial) no tienen medidas de ciberseguridad integradas porque están diseñadas en momentos en que la ciberseguridad no era parte de las especificaciones técnica de diseño del sistema. Actualmente, un sistema de control en la red central que está bajo ataque podría no desconectarse fácilmente de la red, ya que esto podría ocasionar problemas de seguridad, cortes de suministro o incluso apagones. Por tanto, con la



descentralización que conduce a un sistema de energía distribuido, las operaciones de microrredes y / o la isla podrían explotarse aún más contra los ataques cibernéticos y los efectos en cascada en la red central.

No obstante, la descentralización de la red implica a su vez la redistribución de cargas estáticas, que pasan a ser regulables, dando lugar a la aparición de nuevos activos que pueden participar en gestión de la red eléctrica como, por ejemplo, las baterías y los vehículos eléctricos, donde el almacenamiento de energía juega un papel esencial. En este sentido, los sistemas de almacenamiento de energía, principalmente baterías, son especialmente susceptibles a sufrir ciberataques que podrían tener consecuencias drásticas para el suministro y la seguridad del usuario. A nivel técnico de sistema, los controles del BMS pueden verse comprometidos poniendo en riesgo la integridad del activo, en este caso la batería, con una degradación del estado de salud de las baterías o fallo global del sistema, con el consecuente impacto técnico y económico para los usuarios.

2) Violación de la privacidad y manipulación de datos de carácter personal:

La mayor conectividad de dispositivos que requieren las redes digitales puede dar lugar, además de los problemas técnicos descritos anteriormente, al robo de datos sobre el perfil de consumo del consumidor y consiguiente violación de las leyes de protección de datos personales. La digitalización de las redes eléctricas va a generar grandes cantidades de datos que permitirán recoger información detallada sobre los perfiles de consumo de los hogares y las empresas. Si esa información se utiliza de forma desagregada entraría en conflicto con las leyes de protección de datos personales, pudiendo suponer además un riesgo para la seguridad de los usuarios.

Consecuentemente, las Administraciones Públicas deben:

- ✓ Promover medidas de estandarización, así como el uso de tecnologías robustas con capacidades de seguridad especiales, el uso protocolos de seguridad con niveles de cifrado y seguridad elevados, y la aplicación de nuevos estándares de seguridad en las tecnologías de comunicación. Se recomienda dar soporte al uso y aplicación de normativas y recomendaciones que fomenten la ciberseguridad, tales como la IEC 62351, específica para sistemas eléctricos.
- ✓ Desarrollar normativa de calidad específica para los sistemas conectados que contemple la ciberseguridad como parámetro de diseño en las instalaciones y aplicaciones, a nivel de hardware y software.
- ✓ Incentivar la instalación de microrredes seguras de forma que se pueda contraatacar de forma efectiva las amenazas de forma local y de esta forma evitar o mitigar los efectos en cascada que un ataque podría producir en la red general.
- ✓ Establecer regulaciones que dificulten y desincentiven las malas prácticas en materia de ciberseguridad y protección de la información de carácter personal. En este contexto no solo

se debe garantizar el acceso al uso del servicio, sino también es necesario garantizar la Propiedad y la Privacidad de los datos del usuario por parte de las Administraciones públicas.

- ✓ Proteger y regular el marco de tratamiento de datos que se establezca más general, eso sí, obligando a los receptores de dicha información (distribuidoras, comercializadoras, gestores de la demanda, nuevos actores...) a ser extremadamente confidenciales en el tratamiento de dichos datos y muy restrictivo en el uso que se haga de los mismos.
- ✓ Definir cuáles, cuándo y cómo los datos de un usuario pueden ser accesibles por la distribuidora o por otro ente, ya que los datos de consumo energético son datos personales que deben estar protegidos al hacer referencia a costumbres de conducta privadas del consumidor. Con ellos se puede saber, por ejemplo, si esa persona vive sola o los horarios en los que se encuentra en casa.
- ✓ Establecer normativa clara que obligue a los operadores de las nuevas microrredes a identificar y justificar debidamente los propósitos, las condiciones y los medios de operación de las aplicaciones o sistemas conectados a la red que tienen un impacto en los Datos personales, de acuerdo con la LGPD.
- ✓ Establecer normativa que proteja al usuario de abusos. Las empresas deberían tener protocolos de seguridad robustos y con respuestas a incidencias rápidas.
- ✓ Prestar un apoyo extra a las compañías que están creciendo y tienen datos personales de usuarios para hacer de estos entornos, entornos seguros. La existencia de conexiones HTTP, protocolos como TLS 1.1 y bases de datos sin cifrado deberían desaparecer del panorama industrial.

13. ¿Qué aspectos transversales, es decir, sociales, medioambientales, de equidad deben considerarse? ¿En qué aspectos puede contribuir la Estrategia de Almacenamiento a alcanzar los objetivos de la Estrategia de Transición Justa?

- ✓ Se debe prestar especial atención tanto a las **barreras económicas** como a una incorrecta distribución de las ayudas pues alejarán a los sectores menos favorecidos.
- ✓ La **promoción de un almacenamiento** distribuido y descentralizado puede contribuir a una mayor equidad, de forma que se pueda generar empleo mediante empresas en toda la cadena de valor repartidos en todo el territorio nacional (ingenierías, instaladores, etc). Posteriormente este tipo de instalaciones requerirán de un mantenimiento y operación, ofreciendo nuevas oportunidades de empleo. El almacenamiento puede permitir también el reforzamiento de redes eléctricas en zonas rurales o incluso la creación de microrredes sin la necesidad de crear la infraestructura de distribución, lo que podrían fomentar la actividad económica en la España rural.

- ✓ **Dirigir las ayudas a zonas rurales** servirán para fortalecer mediante instalaciones de autoconsumo con baterías la resiliencia de estas zonas y evita por un lado la concentración alrededor de grandes urbes y también la despoblación de zonas rurales.
 - ✓ La estrategia de almacenamiento debe también **analizar cuidadosamente las posibilidades de una desconexión total** de la red, para lo cual los consumidores deben recibir una retribución equitativa a cambio de proporcionar una mayor flexibilidad en la demanda y de contribuir al mantenimiento de las infraestructuras eléctricas. Si el acceso generalizado al autoconsumo llega a suponer la desconexión total de la red eléctrica, el mantenimiento de las infraestructuras no se podrá hacer a través de la tarifa eléctrica sino a través de otros impuestos. La estrategia de almacenamiento debe desincentivar la tentación de una desconexión total de la red, para lo que los consumidores deben recibir una retribución equitativa a cambio de proporcionar una mayor flexibilidad en la demanda y de contribuir al mantenimiento de las infraestructuras eléctricas.
 - ✓ Se ha de poner especial énfasis en el **cuidado de los residuos generados** al final de su vida útil que garantice la sostenibilidad de la Estrategia de Almacenamiento mediante la recuperación de CRM y otros materiales menos interesantes para disminuir la dependencia exterior de materias primas. Si la utilización masiva de baterías y otros elementos de almacenamiento supone la generación de residuos peligrosos al final de su vida útil, habrá que tener un sistema de recogida y tratamiento de esos dispositivos que evite riesgos para el medioambiente y garantice la sostenibilidad de la propia estrategia de almacenamiento.
 - ✓ La estrategia debe tener **sensibilidad social** con la conciencia ciudadana de cara al cuidado de los recursos naturales.
14. **¿Qué factores y/o criterios de análisis es necesario contemplar y tener en cuenta para comparar soluciones de almacenamiento, sus beneficios e impactos en un sentido amplio?**
- ✓ **Factores técnicos.** Entre los factores técnicos a considerar están los distintos tipos de tecnologías que se caracterizan por sus distintos rangos de capacidad y potencia, distintos tiempos de respuesta y su eficiencia en cada ciclo completo de carga y descarga. Es muy importante la duración de los sistemas de almacenamiento, tanto en años de vida como en número de ciclos de carga y descarga que pueden soportar durante su vida útil. Un tercer factor técnico esencial lo determina la posibilidad de reutilización o reciclado al final de la vida útil del sistema.
 - ✓ **Factores económicos.** El principal factor económico es el coste de propiedad, ya sea calculado como el coste ponderado del almacenamiento (LCOS) o como Life Cycle Cost (LCC). Otro aspecto económico importante es el ahorro por reducción de las importaciones de



materias primas críticas, petróleo o gas. También es importante estimar los beneficios que puede proporcionar al consumidor y a la red a través de servicios de flexibilidad, calidad de suministro u otros. Este factor se complementa con la reducción de los costes de climatización y de la tarifa eléctrica de viviendas e industrias, con el consiguiente ahorro para los consumidores. Otro aspecto económico a considerar proviene de conocer qué tecnologías son las más rápidas de implantar y son más fácilmente escalables / modulables para ganar economías de escala.

- ✓ **Factores medioambientales.** Que se derivan de una evaluación lo más amplia posible a través de análisis de ciclo de vida (LCA) que permita conocer la reducción potencial de emisiones de CO₂, NO_x y otros contaminantes; la reducción del consumo de materias primas críticas; y la reducción del volumen de residuos producidos a lo largo de todo el ciclo de vida.
- ✓ **Factores sociales.** Entre los principales factores sociales a tener en cuenta está la creación de empresas de base tecnológica que generen empleos de calidad; la reducción de enfermedades asociadas a la mala calidad del aire o la contaminación de aguas y suelos; y no menos importante mantener la trazabilidad de todos los componentes desde su origen para evitar situaciones de empleo precario o incluso de explotación infantil (p.ej. la minería del Cobalto).