



Todo lo que hay que saber sobre automóviles a hidrógeno.

- Sinergias con los vehículos eléctricos a batería
- Flexibilidad equivalente a la de los modelos a combustión
- Una tecnología más que apoya la transición a la neutralidad en carbono

¿Manejar un coche eléctrico y solo tener que parar unos minutos para recargar? ¿Es eso posible? Claro que sí, con coches a hidrógeno como el BMW iX5 Hydrogen. Pero ¿cómo funciona un coche a hidrógeno? ¿Qué es un sistema de celda de combustible? ¿Qué ventajas ofrece esta tecnología y qué desafíos enfrenta? Vamos a responder las preguntas clave para usted.

Menos contaminantes, menos ruido, el mismo placer de conducir: los vehículos eléctricos ofrecen muchas ventajas para los clientes y el medio ambiente. Al hablar de electromovilidad, la mayoría de las personas piensan automáticamente en vehículos con una gran batería cargada por electricidad de un enchufe de pared. Sin embargo, los expertos en transporte también tienen grandes expectativas para otra tecnología de propulsión emocionante: una alternativa sin emisiones y sin largos tiempos de carga. Específicamente, esto se refiere a motores eléctricos que obtienen su energía a partir de hidrógeno, a través de celdas de combustible.

¿Cómo funciona un vehículo a hidrógeno?

Los coches a hidrógeno con celdas de combustible están impulsados por un motor eléctrico y, por lo tanto, se clasifican como coches eléctricos. La abreviatura común es FCEV, que significa "**Fuel Cell Electric Vehicle**" (**Vehículo Eléctrico de Celda de Combustible**), en contraste con los coches eléctricos alimentados por batería, o Battery Electric Vehicles (Vehículos Eléctricos a Batería), BEV por sus siglas en inglés.

Es importante recordar que BMW Group tiene varias décadas de experiencia en la investigación de vehículos que utilizan hidrógeno como fuente de energía, y recientemente, a medida que ha avanzado la tecnología para los BEV, se ha pasado del uso de hidrógeno como combustible para motores de combustión a su utilización para obtener electricidad en celdas de combustible.

Hay una diferencia crucial con otros vehículos eléctricos: los vehículos a hidrógeno producen la electricidad ellos mismos. Esto significa que su energía no proviene de una batería incorporada, como es el caso de los vehículos puramente eléctricos o vehículos híbridos conectables, que pueden cargarse desde una fuente de energía externa. En cambio, los coches a hidrógeno tienen efectivamente su propia planta de energía eficiente a bordo, que convierte el hidrógeno del tanque de combustible en electricidad, y esta planta de energía es la celda de combustible.

Un proceso conocido como electrólisis inversa tiene lugar en una celda de combustible. El hidrógeno reacciona con el oxígeno en el proceso. El hidrógeno proviene de uno o más tanques en el coche, mientras que el oxígeno proviene de la atmósfera. Los únicos productos de esta



reacción química son energía eléctrica, calor y agua, que sale por el escape en forma de vapor de agua, sin emisiones contaminantes, o de efecto invernadero de ningún tipo.

La electricidad generada en la celda de combustible toma dos rutas, dependiendo de lo que la situación de conducción específica demande. Fluye hacia el motor eléctrico y mueve directamente al vehículo y/o carga una batería que actúa como almacenamiento temporal hasta que se necesite la energía para la conducción. Esta batería "intermedia" es significativamente más pequeña que la batería de un coche totalmente eléctrico, lo que significa que también es más ligera. Además, está siendo constantemente recargada por la celda de combustible.

Como otros coches eléctricos, los vehículos a hidrógeno también pueden recuperar la energía de frenado. En este proceso, el motor eléctrico se convierte en un generador al desacelerar y convierte la energía cinética del coche de nuevo en energía eléctrica, alimentando a la batería intermedia.

Las ventajas y el potencial de los coches a hidrógeno

Los coches a hidrógeno están impulsados puramente por electricidad y se conducen con cero emisiones locales. Por lo tanto, la experiencia de conducción es similar a la de los coches eléctricos. Es decir, excelente y prácticamente silenciosa aceleración, ya que los motores eléctricos proporcionan su par máximo incluso a bajas velocidades.

La principal ventaja – y la mayor ventaja competitiva – es el corto tiempo de recarga. A diferencia del tiempo de carga de los coches eléctricos, que depende tanto del modelo como de la infraestructura, solo se necesitan de tres a cuatro minutos para llenar el tanque de hidrógeno de un BMW iX5 Hydrogen (parte de una flotilla de vehículos de prueba). Con esto se iguala la disponibilidad y flexibilidad del vehículo con las de un coche a gasolina o diesel.

Los vehículos a hidrógeno con celdas de combustible tienen un alcance similar a los coches eléctricos con baterías muy grandes. Una sola recarga de hidrógeno en el BMW iX5 Hydrogen permite recorrer 504 kilómetros según el ciclo WLTP. La autonomía de los vehículos a hidrógeno no depende de la temperatura exterior, por lo que no se ve afectada por climas extremos.

Los coches a hidrógeno con celdas de combustible pueden ayudar también a impulsar la infraestructura sobre una base más amplia para satisfacer la creciente demanda de estaciones de carga eléctrica para todos los BEVs. El hidrógeno también es una de las formas más eficientes de almacenar y transportar energía renovable, por lo que juega un papel importante en el futuro suministro de energía.



Los FCEVs utilizan el mismo impulso eléctrico que los BEVs, pero difieren en la forma en que almacenan energía. Esto significa que la comercialización de coches a hidrógeno beneficia tanto a las tecnologías de celdas de combustible como a las de baterías por igual, generando economías de escala que reducirán los costos para todos a largo plazo.

Potencial de crecimiento

El hidrógeno en forma gaseosa se suministra a través de bombas especiales. Esta infraestructura se está expandiendo constantemente en todo el mundo. Estudios realizados para Alemania demuestran que una infraestructura con estaciones de carga eléctrica y de repostaje de hidrógeno es en general más barata que una infraestructura puramente de carga eléctrica. Fabricantes de vehículos como BMW se han unido con productores de hidrógeno y operadores de estaciones de servicio en la iniciativa Clean Energy Partnership para impulsar la expansión de la infraestructura. H2 MOBILITY se encarga de la planificación y operación de estaciones de llenado de hidrógeno en Alemania.

¿Cuánto cuestan los coches a hidrógeno y por qué?

Los pocos modelos impulsados por celdas de combustible que ya están disponibles en el mercado todavía cuestan más que los coches eléctricos comparables con baterías o motores de combustión interna.

Hay varias razones por las cuales los coches a hidrógeno son actualmente más caros. La industrialización en la producción aún no está completamente desarrollada y la demanda de platino también juega un papel. Este metal precioso actúa como un catalizador en la generación de electricidad. Sin embargo, la cantidad de platino necesaria para las celdas de combustible automotrices se ha reducido considerablemente; además, el platino recuperado a través del reciclaje de convertidores catalíticos también está regresando cada vez más al ciclo de materiales. Los bajos volúmenes de producción también son un factor que aumenta el costo, aunque de forma temporal. La tecnología de hidrógeno es muy similar en la forma en que se utiliza para muchas aplicaciones, por ejemplo, vehículos comerciales, trenes, aviones o incluso soluciones de ubicación fija, por lo que se puede asumir que los volúmenes de producción aumentados producirán beneficios. También es significativo que hay menos dependencia de materias primas que con los BEVs.

Además de los costos de adquisición, los costos operativos juegan un papel importante en la rentabilidad y la aceptación de una tecnología de movilidad. En el caso de un coche a hidrógeno, estos dependen no menos del precio del combustible. Un kilogramo de hidrógeno cuesta actualmente alrededor de 14 euros. Un coche de celda de combustible puede recorrer unos 100 kilómetros con un kilogramo de hidrógeno. Esto hace que el costo por kilómetro de un coche de



hidrógeno actualmente sea aproximadamente el mismo que para los vehículos de combustión. Si la producción de hidrógeno aumenta a nivel mundial, como se prevé actualmente, el precio por kilogramo en Alemania podría caer razonablemente a alrededor de 4 a 6 euros para 2030.

¿Qué tan ecológicos y sostenibles son los vehículos a hidrógeno?

Un coche que solo utilice energías regenerativas y no genere emisiones nocivas sería ideal desde un punto de vista ecológico. ¿Qué tan cerca está el coche de celda de combustible de alcanzar este ideal en comparación con otros tipos de propulsión?

Por ley, los vehículos de energías alternativas deben estar diseñados para reducir la emisión de contaminantes, en particular el CO₂ perjudicial para el clima, pero también otros gases nocivos para la salud, como los óxidos de nitrógeno. Los gases de escape de un coche a hidrógeno consisten en vapor de agua puro. Por lo tanto, la movilidad basada en celdas de combustible es localmente libre de emisiones. Esto significa que mantiene el aire en las ciudades limpio.

El hidrógeno en automóviles ¿Protege al mismo tiempo el clima?

Eso depende de cómo se produjo el hidrógeno. La producción de hidrógeno requiere energía eléctrica. En el proceso de electrólisis, la energía eléctrica descompone el agua en sus componentes separados de hidrógeno y oxígeno. Si la electricidad utilizada proviene de energías renovables, la producción de hidrógeno tiene una huella de carbono neutra. Si, por otro lado, se utilizan combustibles fósiles, esto finalmente tiene un impacto adverso en la huella climática de un coche de hidrógeno. Qué tan fuerte es este impacto depende de la mezcla de energía utilizada. En este sentido, el coche a hidrógeno no es diferente de otros vehículos eléctricos.

Una desventaja de la producción de hidrógeno es cuánto se pierde durante la electrólisis. La eficiencia de toda la cadena energética, desde la producción de la electricidad hasta la operación del vehículo, es actualmente solo la mitad de la de un BEV. Aunque si se considera todo el ciclo de vida de los FCEV y los BEV, no están muy lejos.

Sin embargo, el hidrógeno se puede producir en momentos en que hay un excedente de electricidad de fuentes de energía renovable, cuando la energía eólica o solar que se está produciendo excede la movilidad demanda. El potencial para esto es enorme. El hidrógeno también es un subproducto en numerosos procesos industriales, y con demasiada frecuencia se trata como un desperdicio, es decir, no se le da ningún uso adicional. La movilidad basada en celdas de combustible ofrece una manera de mejorar la utilización del hidrógeno que de otra forma no se aprovecha. En el caso de la producción de hidrógeno a partir de combustibles fósiles, también existe la oportunidad de almacenar el CO₂ resultante ("captura y



almacenamiento de carbono") o incluso utilizarlo ("captura y utilización de carbono") – a este hidrógeno se le llama hidrógeno "azul".

El balance energético de los coches de celda de combustible también incluye el transporte y almacenamiento del hidrógeno. Dependiendo de la tecnología de transporte utilizada (líquido vs. gaseoso), surgen diferentes costos para la compresión, enfriamiento, transporte y almacenamiento. Sin embargo, aún es mucho más complejo y requiere más energía transportar y almacenar el hidrógeno que la gasolina o el diésel. En contraste con los combustibles fósiles, sin embargo, el hidrógeno se puede producir en cualquier lugar donde haya acceso a electricidad y agua, incluso directamente en las estaciones de servicio, como muestran ejemplos en Amberes (Bélgica) y Fürholzen (Alemania). Las distancias de transporte podrían acortarse significativamente en el futuro a medida que la infraestructura se expanda aún más.

En conclusión, la movilidad basada en hidrógeno tiene el potencial de ser ecológicamente sostenible. Sin embargo, esto depende específicamente del uso de energías renovables en la producción de hidrógeno y de la expansión de la infraestructura para lograr rutas de transporte más cortas.

¿Existen riesgos asociados con los vehículos a hidrógeno?

¿Qué sucede cuando el hidrógeno reacciona de manera incontrolable con el oxígeno? Como muchos saben por las clases de química: ocurre una reacción química que genera Oxihidrógeno. Esto significa que el hidrógeno es inflamable. Para evitar que el hidrógeno y el oxígeno reaccionen fuera de control durante la operación de un coche de celda de combustible, el hidrógeno en el vehículo se almacena en forma gaseosa en tanques de paredes gruesas, que son particularmente seguros. Numerosas pruebas de choque han validado la seguridad de este diseño: los tanques no sufrieron daños y no se filtró hidrógeno.

La tecnología del hidrógeno no es nueva, está probada y comprobada en una variedad de áreas. Las refinerías, por ejemplo, ya utilizan grandes cantidades de hidrógeno como gas de proceso al procesar petróleo crudo. Los oleoductos y las instalaciones de almacenamiento de hidrógeno también han estado en funcionamiento durante décadas. Como siempre con BMW: la seguridad es nuestra máxima prioridad. Los vehículos a hidrógeno cumplen con los mismos altos estándares de seguridad que todos los vehículos de BMW Group.

¿Qué rol jugarán los coches a hidrógeno en el futuro?

BMW está convencido de que el hidrógeno puede hacer una contribución cada vez más importante a la movilidad sostenible, complementando los vehículos impulsados por baterías, siempre que se disponga de la infraestructura de hidrógeno adecuada y precios competitivos



para el gas y para los vehículos. Cuando esto suceda, los FCEV pueden ser la tecnología de cero emisiones que permita a los usuarios disfrutar de una flexibilidad como la que disfrutan en los modelos con motor de combustión.

Es importante señalar: BMW Group ve a los FCEV como un complemento de los coches eléctricos impulsados por batería, no como un competidor. En especial, los FCEV serán una solución adecuada para conductores que recorren grandes distancias y necesitan alta flexibilidad. BMW Group también está investigando la utilización de la tecnología de hidrógeno para producción y logística.

El Hydrogen Council, una iniciativa global de miembros de compañías líderes en energía, transporte e industria, también comparte nuestra visión. El Hydrogen Council ve al hidrógeno no solo como un impulso sostenible para vehículos en el futuro, sino también como una fuente de energía limpia para calefacción, electricidad e industria.

Según un informe de la AIE (Agencia Internacional de Energía), el hidrógeno tiene un gran potencial como portador de energía del futuro en el contexto de las actividades globales para la transición energética. Su capacidad de almacenamiento y transporte hace que el hidrógeno sea adecuado para su uso en una amplia variedad de aplicaciones.

Cada conductor tiene diferentes necesidades y aspiraciones para su movilidad. Oliver Zipse, Presidente del Consejo de Administración de BMW AG, lo expresa de esta manera: "Para nosotros, la pregunta central es: ¿Qué tipos de vehículos y qué tecnologías querrán nuestros clientes en el futuro? ¿Y cómo logramos el mejor resultado para el clima en esta transición?"

La respuesta de BMW Group es la apertura tecnológica a múltiples conceptos de propulsión, y el hidrógeno desempeñará un papel clave en la transición energética como fuente de energía versátil. "Deberíamos aprovechar el potencial del hidrógeno para acelerar también la transformación del sector de la movilidad. El hidrógeno es la pieza del rompecabezas que falta para una movilidad libre de emisiones; después de todo, ninguna tecnología será suficiente por sí misma para lograr la movilidad carbono-neutral a nivel mundial", dice Zipse.

Acerca de BMW Group

Con sus cuatro marcas BMW, MINI, Rolls-Royce y BMW Motorrad, BMW Group es el fabricante Premium líder mundial de automóviles y motocicletas, ofreciendo también servicios financieros y de movilidad Premium. La red de producción de BMW Group comprende más de 30 centros de producción en todo el mundo y la empresa tiene una red de ventas global en más de 140 países.

En 2023, BMW Group vendió más de 2.55 millones de vehículos y más de 209,000 motocicletas en todo el mundo. La ganancia antes de impuestos en el ejercicio 2023 fue de 17.1 mil millones de euros sobre unos ingresos de 155.5 mil millones de euros. Al 31 de diciembre de 2023, BMW Group tenía una plantilla de 154,950 empleados.



El éxito de BMW Group siempre se ha basado en un pensamiento a largo plazo y la acción responsable. La compañía marcó el rumbo del futuro desde el principio y siempre hace de la sostenibilidad y la gestión eficiente de los recursos un elemento central de su dirección estratégica, desde la cadena de suministro, pasando por la producción hasta el final de la fase de vida útil de todos los productos.

www.bmwgroup.com

Facebook: <http://www.facebook.com/BMWGroup>

Twitter: <http://twitter.com/BMWGroup>

YouTube: <http://www.youtube.com/BMWGroupView>

Instagram: <https://www.instagram.com/bmwgroup>

LinkedIn: <https://www.linkedin.com/company/bmw-group/>

Acerca de BMW Group Latinoamérica

BMW Group es líder en productos y servicios de tecnologías de movilidad individual Premium en Latinoamérica, donde comercializa sus tres marcas BMW, MINI y BMW Motorrad. BMW es la marca automotriz Premium favorita en Latinoamérica, con más de uno en cada tres vehículos vendidos en la región. En 2023, la marca ha comercializado 41,284 unidades. MINI ha vendido 7,250 unidades en el mismo periodo. BMW Motorrad ha comercializado 26,378 motocicletas en la región estableciendo un récord de ventas. BMW es la marca Premium más vendida en Brasil, México y Mercados Importadores. BMW Motorrad ha tenido récord de ventas y hoy cuenta con 3 de sus 15 principales mercados globales en Latinoamérica: Brasil, México y Mercados Importadores. Con la electrificación como uno de los pilares del Grupo, alrededor de 25% de las ventas de BMW Group en Latinoamérica son de vehículos eléctricos o híbridos conectables. BMW Group ha entregado alrededor de 45 mil equipos de carga personales o corporativos en la región.

El Grupo cuenta con 4,700 colaboradores en la región de Latinoamérica. Sus oficinas de ventas se localizan en Argentina, Brasil y México (donde se ubica la oficina regional). Las plantas de producción de BMW Group en la región se encuentran ubicadas en Brasil y México. Brasil cuenta con dos plantas, una ubicada en Araquari -Santa Catarina, con enfoque en la producción de automóviles; la otra planta en Manaus - Amazonas, la cual es la 1^a instalación que fabrica motocicletas fuera de Alemania. En México se anunció la inversión de mil millones de dólares para la construcción y operación de una planta de BMW Group en San Luis Potosí en julio de 2014. Este sitio de producción inició operaciones en 2019 con la producción del BMW Serie 3; en 2021 se comunicó la ampliación de su operación para incluir la fabricación del BMW Serie 2 Coupé y en 2022 del BMW M2, ambos exportados a todo el mundo. A partir de 2027, la planta de San Luis Potosí incorporará la producción de vehículos eléctricos y baterías con una inversión de 800 millones de dólares.

Como información adicional Brasil cuenta con un equipo de Ingeniería para apoyar desarrollos globales, además de los retos en la región y organización de soporte al cliente, que ofrece atención a consumidores.

Datos actualizados a Marzo 2024 referentes a cierre de año 2023.

Para mayor información favor de contactar a:

Comunicación Corporativa - BMW Group Latinoamérica

Joao Veloso

joao.veloso@bmw.com.mx

Juan Bernardo Vázquez Mellado

bernardo.vazquezmelladobmw.com.mx

Julián Argüelles

julian.arguelles@bmw.com.mx

Erika Ferrer

erika.ferrer@bmw.com.mx

Comunicación Corporativa - BMW Group Planta San Luis Potosí (México)

Elizabeth Arreguín

elizabeth.arreguin@bmw.com.mx

Miroslava Rivas

miroslava.rivas@bmw.com.mx

Comunicación Corporativa - BMW Group Argentina



Gonzalo Di Gregorio

gonzalo.di-gregorio@partner.bmw.com.ar

Comunicación Corporativa - BMW Group Brasil

Fabiano Severo

fabiano.severo@bmw.com.br

Paula Cichini

paula.cichini@bmw.com.br

Agencia de relaciones públicas regional - INK PR

Equipo INK PR - BMW Group Latinoamérica

BMWGroupLatAm@inkpr.com.mx

BMW Group Planta San Luis Potosí (México) - Agencia de relaciones públicas INK PR

Equipo INK PR - BMW Group Planta SLP

plantabmwsdp@inkpr.com.mx

BMW Group Brasil - Agencia de relaciones públicas JeffreyGroup

Equipo JeffreyGroup - BMW Group Brasil

grupobmw@jeffreygroup.com

BMW Group PressClub

www.press.bmwgroup.com/mx.html

www.press.bmwgroup.com/latin-america-caribbean?language=es

www.press.bmwgroup.com/argentina/

www.press.bmwgroup.com/brazil/