

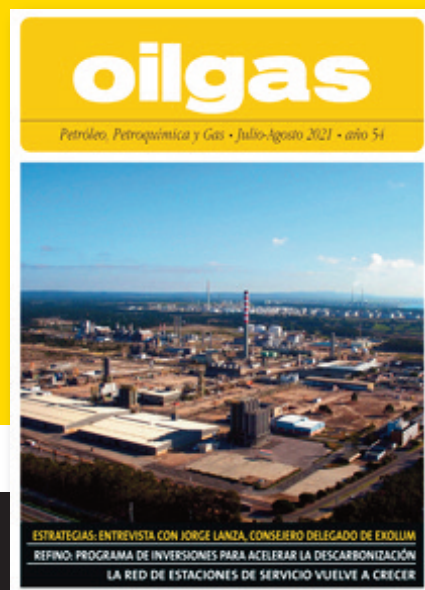
# Cómo los racores adecuados pueden mejorar el rendimiento de los sistemas de combustible de hidrógeno

CHUCK HAYES  
Ingeniero jefe de Desarrollo de Nuevos Productos  
Swagelok Company

CHUCK ERML  
Director de Producto  
Swagelok Company

Artículo publicado en **oilgas**

Número 613  
Edición julio-agosto 2021



[www.oilgas.es](http://www.oilgas.es)

## Cómo los racores adecuados pueden mejorar el rendimiento de los sistemas de combustible de hidrógeno

**CHUCK HAYES**  
Ingeniero jefe de Desarrollo de Nuevos Productos Swagelok Company

**CHUCK ERML**  
Director de Producto Swagelok Company

La estanqueidad, la fuerza de agarre y la facilidad de instalación de un racor pueden mejorar el rendimiento sin fugas y la seguridad.

A medida que se intensifica la investigación sobre los vehículos de pila de combustible de hidrógeno es fundamental reconocer el reto de desarrollar pilas de combustible seguras y fiables, un reto planteado por el propio hidrógeno.

Al ser un gas de pequeña molécula, el hidrógeno puede fugar incluso por las grietas más pequeñas y ser absorbido por los materiales del entorno. En los vehículos impulsados por hidrógeno, se necesitan más de 700 bar de presión para mantener la densidad energética necesaria en las pilas (Figura 1). Cuando el hidrógeno se almacena en las estaciones de servicio, los rápidos cambios térmicos y de presión pueden afectar a la integridad del sistema a medida que el gas se libera y se descomprime.

Por ello, los racores en las aplicaciones de hidrógeno, especialmente los que conectan las partes más críticas de los sistemas de combustible de hidrógeno a alta presión, deben ser capaces de ofrecer altos niveles de rendimiento y fiabilidad. Hoy en día existen opciones especializadas para contribuir a esas mayores exigencias de rendimiento. En este artículo examinaremos cómo son

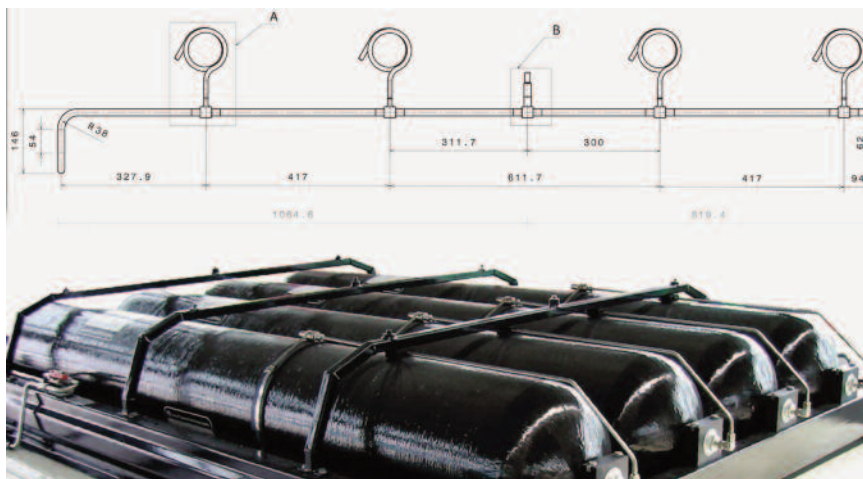


Figura 1. Los sistemas de suministro de combustible para vehículos de hidrógeno almacenan el gas a presiones superiores a 700 bar para conseguir la densidad energética necesaria. Imagen ©Swagelok 2021

estas nuevas opciones de racor en comparación con los accesorios conificados y roscados tradicionales, y también destacaremos algunas características específicas de diseño que hacen que las nuevas opciones sean ideales para las aplicaciones de hidrógeno.

### Estanqueidad del Cierre

Dado que el hidrógeno puede escaparse por las aberturas más pequeñas, la estanqueidad y la resistencia a las fugas son dos de las características más importantes en el diseño y la selección de los racores.

Tradicionalmente las conexiones a tubo tienen una sola línea de contacto de cierre en una superficie estrecha entre el tubo y el racor, que funciona bien para la mayoría de los líquidos y algunos gases. Sin embargo, el hidrógeno tiene características específicas que hacen que estas conexiones sean menos sólidas. Los cierres de una línea también son vulnerables a los daños por vibración.

La contención de hidrógeno requiere diseños que incluyan dos líneas de contacto a través de superficies de sellado más amplias: una en el tubo y otra en el racor, ligeramente inclina-

das para proporcionar el nivel de tensión adecuado para mantener el cierre sin problemas. Algunos tipos específicos de racores para tubo de dos férulas pueden ofrecer ese tipo de cierre.

### Fuerza de Agarre del Tubo

La fuerza con la que el racor sujeta el tubo es otro elemento crítico para determinar si un racor es apropiado para las estaciones de servicio de hidrógeno a alta presión, así como si es capaz de soportar las vibraciones de los vehículos en movimiento.

Para garantizar una fuerza de sujeción adecuada, el diseño ideal de los racores de hidrógeno es una sujeción mecánica de dos férulas con acción de collarín de sujeción (Figura 2). Si la férula delantera del racor está endurecida, la sujeción física en el tubo puede favorecer el servicio a alta presión. La férula trasera permite que el tubo se mueva ligeramente en el racor, lo que se denomina "acción de muelle residual", manteniendo al mismo tiempo un alto nivel de sujeción y agarre en el tubo. Este sistema es resistente a las vibraciones, lo que lo hace idóneo para su uso en vehículos y en las estaciones de servicio, donde los

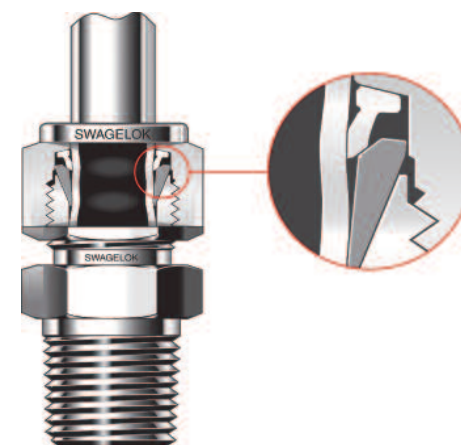


Figura 2. Las dos férulas de este diseño de racor proporcionan una acción de flexión con collarín de sujeción que agarra firmemente el tubo. La férula delantera endurecida (gris oscuro) permite que el racor deforme físicamente el tubo. La férula trasera (gris claro) permite un ligero movimiento en el accesorio manteniendo el agarre y la fuerza. Imagen ©Swagelok 2021



Figura 3. Para facilitar el montaje, el conjunto preensamblado de los racores serie FK incluye una tuerca macho, dos férulas y un eje de plástico extraíble que encaja en el puerto hembra del cuerpo del racor. Imagen ©Swagelok 2021



Figura 4. Los accesorios con cono y rosca exigen que los operarios mecanicen manualmente una superficie de cierre cónica (mostrada) y la rosca en ambos extremos del tubo antes de hacer las conexiones. Imagen ©Swagelok 2021

compresores y las condiciones dinámicas pueden provocar importantes problemas de vibraciones.

El diseño de dos férulas con acción de muelle residual también permite que los racores puedan soportar cambios térmicos drásticos, que a menudo provocan la dilatación o contracción de los materiales. En particular, durante el repostaje las temperaturas del hidrógeno gaseoso pueden oscilar entre



Figura 5. Los instaladores pueden montar los accesorios de compresión serie FK aproximadamente cinco veces más rápido que los accesorios con cono y rosca. Imagen ©Swagelok 2021

-50°C y la temperatura ambiente, lo que puede afectar al rendimiento de los accesorios convencionales con cono y rosca.

### Instalación Simplificada

Los racores bien diseñados también deben ser fáciles de instalar, lo que ayuda a que la instalación y los montajes sean más eficaces. Esto es especialmente importante para los fabricantes de vehículos de pila de combustible de hidrógeno y los desarrolladores de infraestructuras de hidrógeno.

En el mercado actual de los racores, algunos racores de sujeción mecánica se suministran con conjuntos preensamblados (Figura 3), lo que permite a los instaladores hacer instalaciones rápidas con herramientas de uso cotidiano y con pocas posibilidades de error en la instalación. Por el contrario, para instalar conexiones conificadas y roscadas fiables, los instaladores necesitan equipos especializados, además de conocimientos específicos (Figura 4). Además, la instalación de un accesorio con cono y rosca requiere hasta cinco veces más tiempo de montaje y pruebas que un racor de sujeción mecánica como la serie FK de Swagelok (Figura 5). En la fabricación de vehículos de hidrógeno, la velocidad es importante y unos racores más fáciles de instalar ahorran tiempo y dinero.

### Satisfacer las Necesidades de los Sistemas de Hidrógeno

Aunque los tipos de racores actuales pueden utilizarse en los sistemas de combustible de hidrógeno, sólo hay unos pocos en el mercado que estén especialmente diseñados para aplicaciones de hidrógeno.

Para llenar ese vacío, los racores Swagelok serie FK tienen un diseño patentado, certificaciones EC 79 y EIHP y presiones de servicio hasta 1551 bar, específicamente para poder ser utilizados en aplicaciones de hidrógeno. Están fabricados en acero inoxidable 316 con un contenido mínimo de níquel del 12% y, desde su introducción, se han utilizado ampliamente en todos los sectores y aplicaciones, incluida la infraestructura de los vehículos actuales y futuros.

Para garantizar la viabilidad a largo plazo del transporte de hidrógeno es esencial seleccionar y especificar los componentes adecuados para los sistemas de hidrógeno relevantes. Los vehículos y la infraestructura de hidrógeno, seguros, fiables y duraderos, dependen de ello. •

