

Soluciones Swagelok para H₂

Swagelok®





Jordi Díaz Nivera

Clean Energy Field Engineer

jordi.diaz@swagelok.com

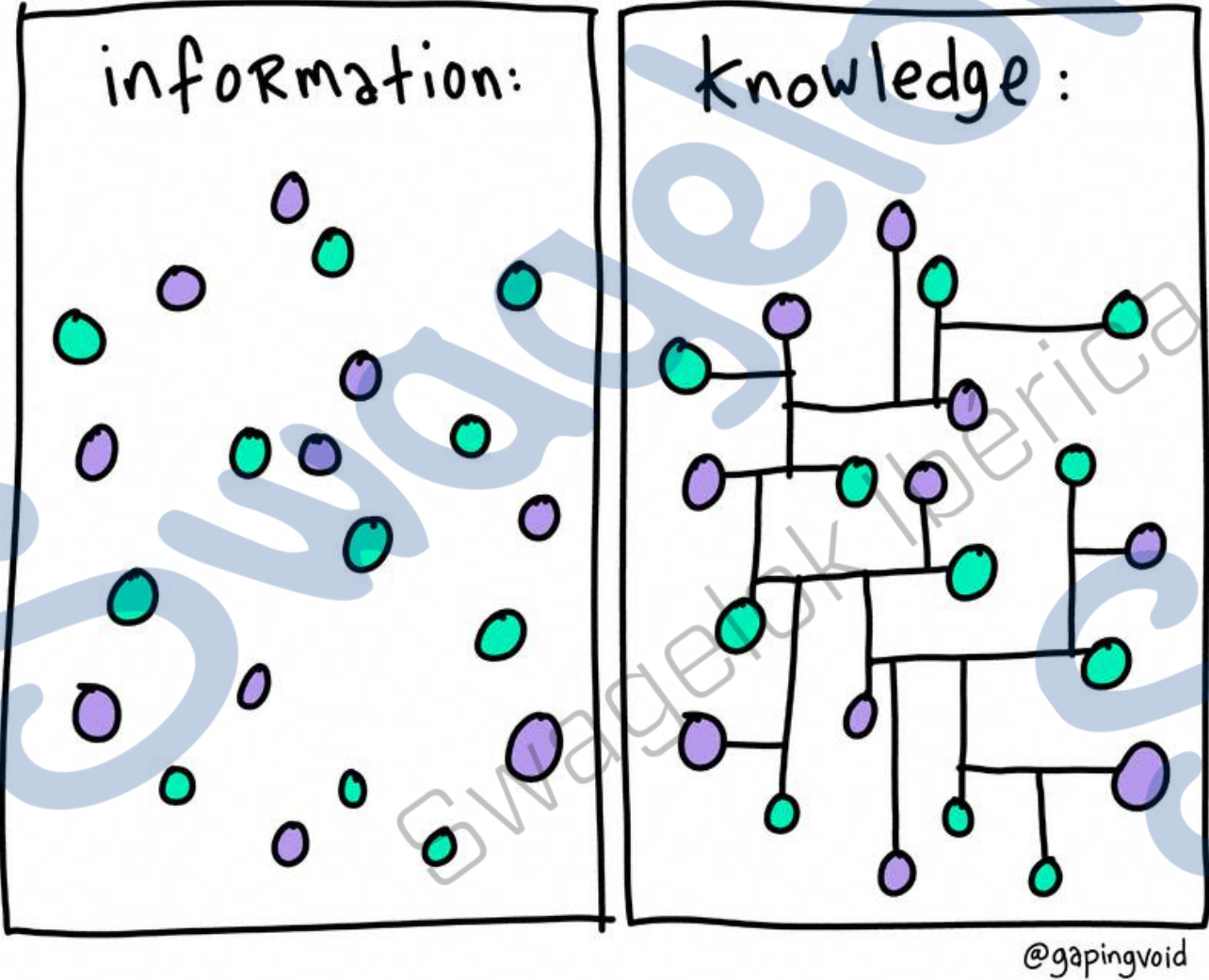


Tech Talks Swagelok Ibérica

- Swagelok Ibérica ofrece programas de formación desde hace más de 30 años, con reconocido prestigio en la industria de sistemas de fluidos.
- Apostamos por la formación continua como herramienta para mejorar la seguridad y eficiencia de estos sistemas.



Objetivos de los Tech Talks

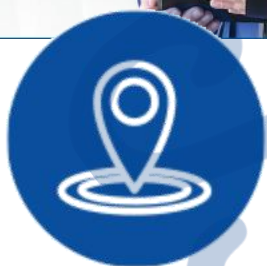


Soluciones Swagelok para H₂

Swagelok®



Servicios Swagelok para aplicaciones de H₂ [®]



**Servicios de
Ingeniería en
Campo**



**Servicios de
Diseño y
Montaje de
Sistemas**



**Servicios de
Formación**



**Servicios Para
Grandes
Proyectos
Globales**

Servicios de Ingeniería de Campo



Field Engineering / Servicios en Planta

¿Necesitas optimizar tu sistema de fluidos?

Aprovecha la experiencia de Swagelok:

- **Ingenieros de campo** para identificar problemas e ineficiencias
- **Planes de optimización y reducción de costes**
- Formación práctica para mantener sistemas **seguros, eficientes y rentables**



Servicios de Diseño Y Montaje de Sistemas



Optimiza el diseño de tu sistema de fluidos con nuestros servicios de Ingeniería y Montaje

Deja que Swagelok fabrique tu sistema de fluidos por ti.

Recibirás una solución profesionalmente diseñada, repetible, completa con pruebas, inspección y embalaje que promueve un rendimiento óptimo y menores costes de producción.

¿Qué puedes esperar de Swagelok?:

- Capacidad para ensamblajes pequeños o grandes
- Pruebas de rendimiento del sistema
- Componentes de la más alta calidad
- Integración perfecta de componentes adicionales:
 - Automatización
 - Cableado
 - Transmisores
 - TPRD's
 - Boquereles
 - Etc.



Servicios de Formación



Formación para la industria del hidrógeno

Equipos bien entrenados garantizan **seguridad, eficiencia y sistemas sin fugas.**

Ofrecemos cursos prácticos y virtuales sobre:

- Uso de herramientas
- Técnicas de instalación
- Protocolos de seguridad

Modalidades: en nuestras instalaciones, en tu planta o online.

Beneficios: menos retrabajos, mejor rendimiento y máxima seguridad.



Oportunidades de formación

- Instalación e inspección de racores
- Doblado de tubo
- Fundamentos de válvulas y reguladores
- Ciencia de materiales
- Diseño y mantenimiento de sistemas de muestreo

Grandes Proyectos Globales



Construya Globalmente. Construya con Confianza. Construya con Swagelok.

Soporte integral para proyectos internacionales de sistemas de fluidos

Gestión global para EPC y contratistas

Soluciones para:

- Entrega a tiempo
- Cumplimiento normativo
- Control de costes
- Eficiencia operativa



Swagelok: alcance global, experiencia y calidad para proyectos complejos.

Producto

Selección de materiales para servicio de H₂



Swagelok®

Adecuada selección de componentes

- Las condiciones a las que se somete a los componentes de un sistema de hidrógeno son exigentes y desafiantes
 - Presiones
 - Esfuerzo y vibración
 - Seguridad
 - Mantenimiento
- Conclusión: Un diseño y unos materiales de calidad son fundamentales, ya que los componentes deben ofrecer un rendimiento sin fugas que dure años (¡o décadas!).



"HyLYZER 1000" Imagen propiedad de ACCELERA by Cummins - <https://www.accelerazero.com/electrolyzers>



“Reglas Generales”

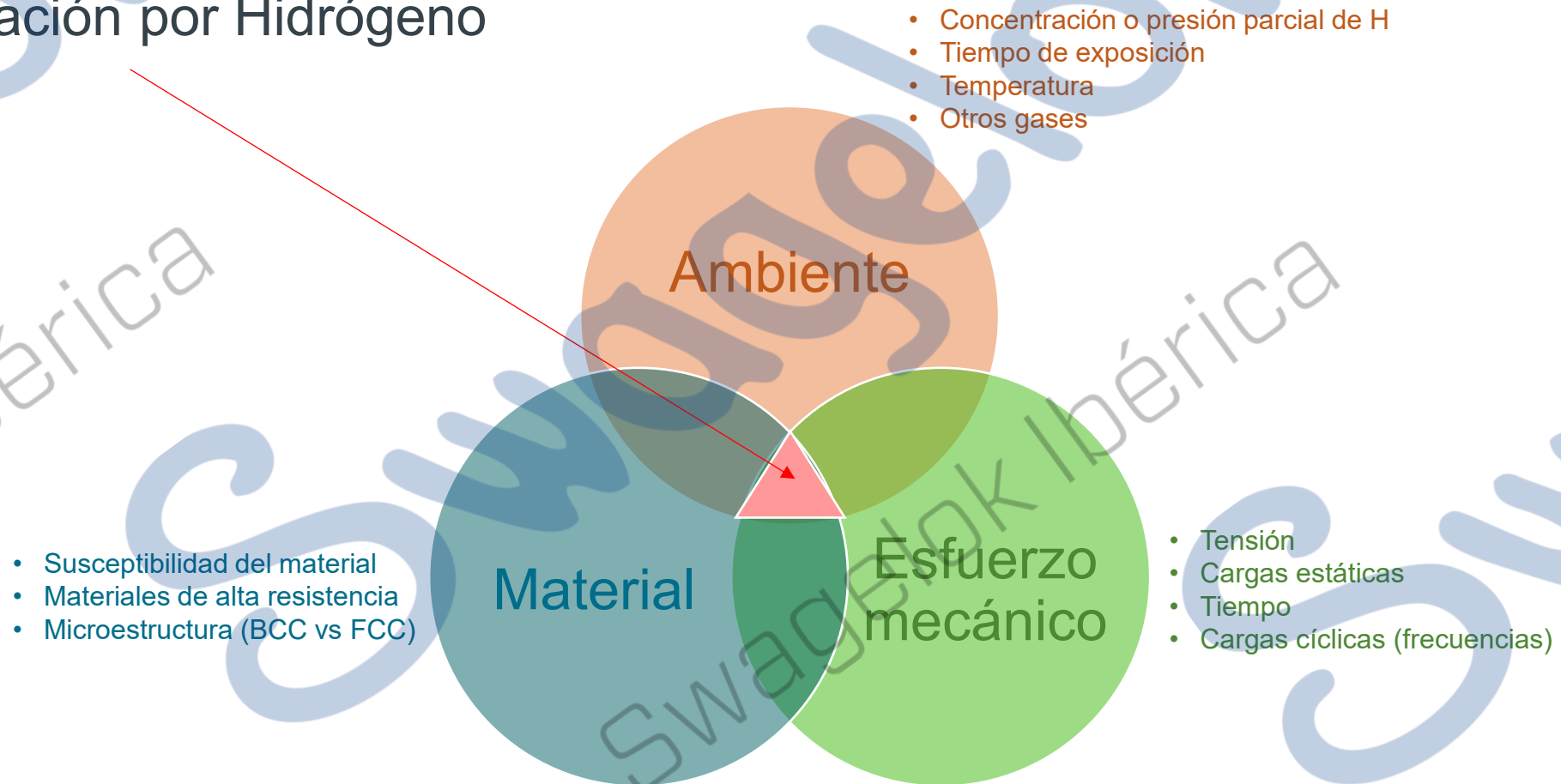
- **<30 Bar:** Catálogo completo de Swagelok
- **<100 Bar:** Evaluar la expectativa de vida útil y las condiciones de operación para considerar componentes específicos para H₂
- **>100 Bar:** Componentes específicos para hidrógeno. Por ejemplo:
 - Vástagos N50
 - Cambiar Elastómeros
 - Cambiar Muelles



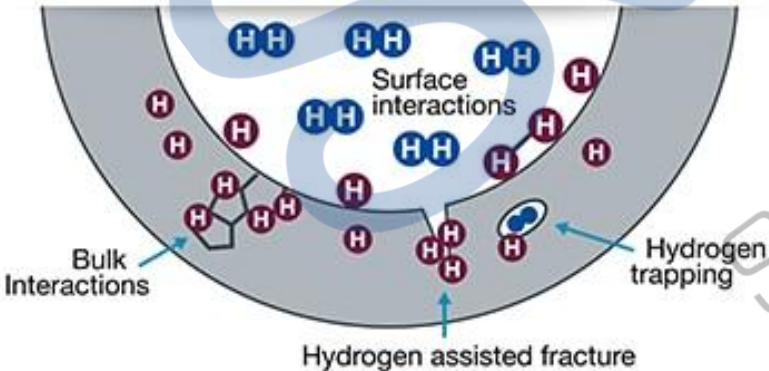
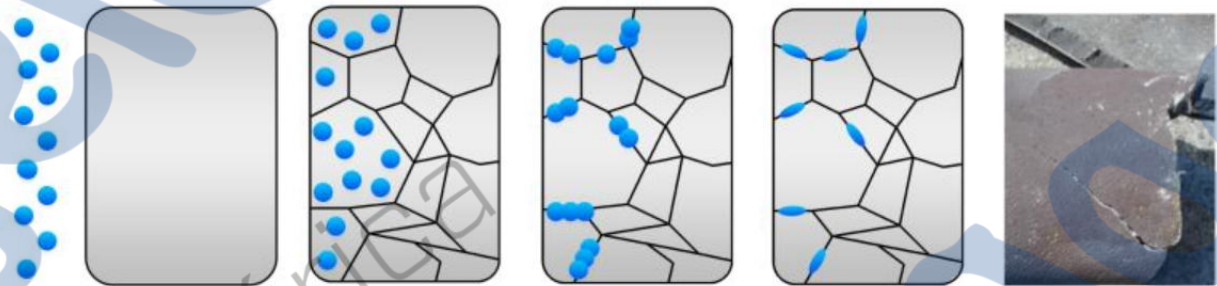
RULE OF THUMB

Materiales metálicos para Hidrógeno

- Fragilización por Hidrógeno

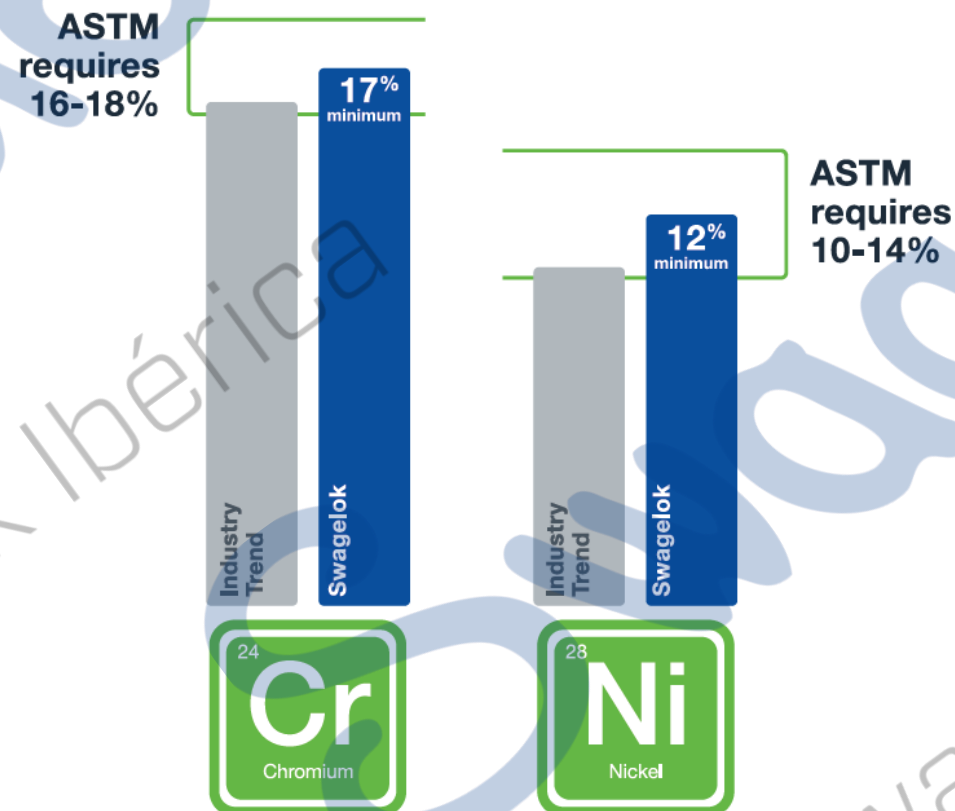


Fragilización por Hidrógeno



Características de Rendimiento: Integridad del Material

- **Aleaciones de acero inoxidable 316/316L:**
 - **Níquel:** estabiliza la estructura cristalina del acero
 - **Cromo:** aporta resistencia a la corrosión
 - **Molibdeno:** refuerza la protección contra la corrosión
- **Protección frente a fragilización por hidrógeno y corrosión:**
 - Mayores concentraciones de **Ni** y **Cr** ofrecen mayor ductilidad
 - Requisitos mínimos según ASTM para acero 316:
 - **>10% Ni**
 - **>16% Cr**



Resumen Materiales Metálicos

Material	Comentarios
Acero Inoxidable 316 (316L, 316Ti incl.)	Buena resistencia. Reducción de vida a fatiga en H ₂
Acero Inoxidable 304 (304L, 321, 347 incl.)	Resistencia razonable. Gran reducción de vida a fatiga
Aluminio y Aleaciones de Aluminio	Buena resistencia en H ₂ seco. Precaución con la humedad
Acero Inoxidable A286	Utilizar con precaución. Depende del tratamiento térmico
Aleaciones de Nickel no endurecidas por precipitación (825, 800, 600, 400, C-276, 625, etc.)	Resistencia moderada. Utilizar sólo cuando otras aleaciones no pueden ser utilizadas.
Cobre y Aleaciones de Cobre	Grados libres de oxígeno OK. Grados de mecanizado libre EVITAR
Aceros al Carbono y de baja aleación	Utilizar con precaución. Se necesitan criterios de diseño adecuados
Aleaciones de Nickel Endurecidas por precipitación (718, X-750)	EVITAR, excepto si se han probado satisfactoriamente
Acero Inoxidable Duplex (2507, 2205, etc.)	Utilizar con precaución. Se necesitan criterios de diseño adecuados
Acero Inoxidables Endurecidos por Precipitación (17-4, 17-7, etc.)	EVITAR
Aceros Inoxidables 410, 416, 430	EVITAR
Nickel Puro (200, 201)	EVITAR
Titanio y Aleaciones de Titanio	EVITAR

Elastómeros/Materiales Plásticos

Los materiales elastoméricos y plásticos no sufren **fragilización por hidrógeno**, y el hidrógeno no los ataca químicamente.

No consultes las guías de resistencia química para la compatibilidad química de materiales elastoméricos y plásticos frente a la exposición al hidrógeno.

DUPONT HOME Chemical Resistance Guide Elastomer Basics

Home > General Chemical Resistance Guide

PRINT CONTACT US

General Chemical Resistance Guide

Start typing a chemical name in the box below, or select from the list:

Hydrogen Gas x

- Gallic Acid
- Gasoline
- Gelatin
- Glauber's Salt (aq)
- Glucose
- Glue
- Glycerin
- Glycols
- Green Sulfate Liquor
- Halowax Oil
- N-Hexaldehyde
- Hexane
- N-Hexene-1
- Hexyl Alcohol
- Hydrazine
- Hydraulic Oil (Petroleum)
- Hydrobromic Acid
- Hydrobromic Acid 40%
- Hydrochloric Acid (Cold) 37%
- Hydrochloric Acid (Hot) 37%
- Hydrocyanic Acid
- Hydrofluoric Acid (Conc.) Cold
- Hydrofluoric Acid (Conc.) Hot
- Hydrofluoric Acid-Anhydrous
- Hydrofluosilicic Acid (Fluosilicic Acid)
- Hydrogen Gas

Ratings are at a room temperature. For information on Kalrez® products at other temperatures, refer to the Kalrez® Application Guide.

DuPont Elastomers	Rating
Perfluoroelastomer (Kalrez® FFKM)	1
Ethylene Acrylic Elastomers (Vamac® AEM)	---

Other Elastomers	Rating
Butadiene Styrene, Butadiene (SBR, BR)	1
Butyl (IIR)	1
Chlorinated Polyethylene (CM, CPE)	---
Chlorosulfonated Polyethylene (CSM)	1
Epichlorohydrin (CO, ECO)	---
Ethylene Propylene (EPM, EPDM)	1
Fluoroelastomer (FKM) Dipolymer	1
Fluoroelastomer (FKM) Terpolymer	1
Fluorosilicone (FSI, FVMQ)	3
HNBR	---
Natural Rubber, Isoprene (NR, IR)	2
Nitrile (NBR)	1
Polyacrylate (ACM)	2
Polychloroprene (Neoprene CR)	1
Polysulfide (T)	3
Silicone (SI, VMQ)	3
Tetrafluoroethylene/Propylene (TFE/P)	---
Urethane (AU, EU)	1

Rating Legend

1 Little to Minor Effect, 0 to 5% Volume Swell	3 Moderate to Severe Effect, 10 to 20% Volume Swell	---	No Data Available
2 Minor to Moderate Effect, 5 to 10% Volume Swell	4 Not Recommended		

“Reglas Generales” para los Polímeros

- PTFE da buenos resultados, pero permea
- PEEK da buenos resultados, pero es difícil de “sellar”



RULE OF THUMB



Eligiendo el Polímero/ elastómero correcto

Compuesto real vs Marca comercial



- PTFE, PFA, FEP, etc.



- FKM Dipolímero o Terpolímero, FPM, APA, etc..



- FFKM, 6375, 4079, 2035, 1050LF, etc...

Conclusiones

- Cierre Efectivo
 - Lo que funciona para otros fluidos, seguramente no lo hace para H_2
 - Cuidado con tecnologías diseñadas para líquidos y/o aplicaciones sin vibraciones.
- Siempre hay que evaluar los materiales
 - Permeabilidad
 - Fragilización por hidrógeno
- Todos los materiales pueden verse afectados por el H_2 . Hay que valorar la expectativa de vida útil.
- Aceros austeníticos con $>12\%Ni$
- Las marcas comerciales de elastómeros no son suficiente para saber si son adecuados.
- Cuidado con “Google” o IA
- En Swagelok contamos con expertos en materiales y aplicaciones de H_2 que pueden ayudarte con tus retos.

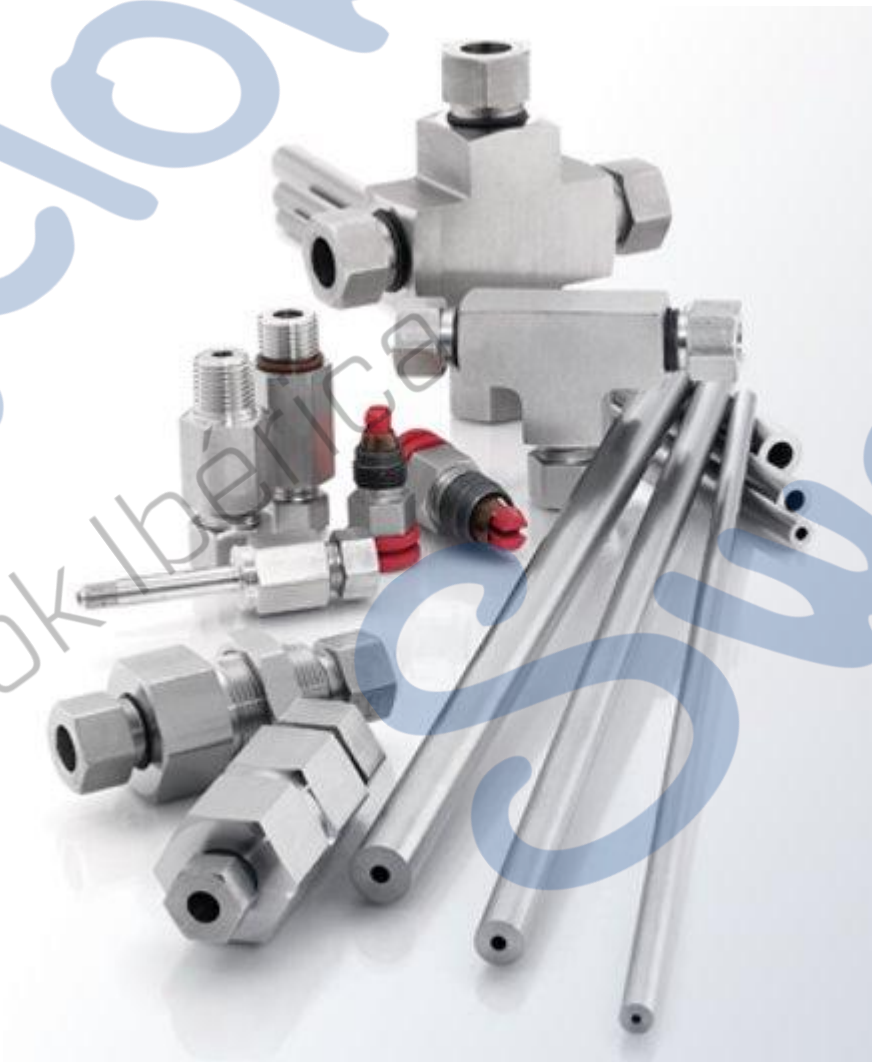


Soluciones Swagelok para H₂

Componentes y Soluciones

Swagelok®

Componentes para H₂



Componentes para H₂

Hydrogen FK Check Valve



Designed for use in hydrogen refueling station applications, this check valve delivers unidirectional flow and highly reliable shut-off of small-molecule gases. When the differential drops below the cracking pressure, the check valve prevents reverse flow. **Note:** Not for use as a relief valve.

Features

- Maximum allowable working pressure to 1050 bar (15 229 psig)
- Passed third-party hydrogen testing per ISO-19880-3
- High flow coefficient: up to 4.5 C_v
- Temperature range: -40° to 85°C (-40° to 185°F)
- Body material construction: 316 SS > 12% Ni
- Available with 1/4, 3/8, 1/2, 9/16, 3/4 in. Swagelok® FK series medium-pressure tube fitting end connection
- All-metal body seal for leak-tight integrity
- Patented seat design and spring isolated from flow path to minimize damage and increase service life
- Fixed cracking pressure: < 2 bar (29 psig)

Temperature		Elevated Temperature Factors ¹	
°F	°C	Heavy-Wall Annealed 316 SS Tubing	Cold-Drawn 1/8 Hard 316 SS Tubing
185	85	1.0	1.0

¹ Elevated temperature factor = suggested allowable working pressure at elevated temperature/suggested allowable working pressure at room temperature.



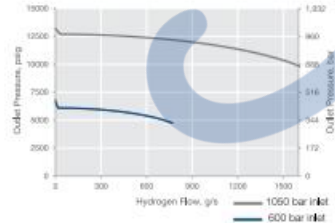
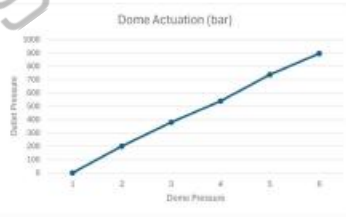
Ramp Regulator for Hydrogen Applications



The Swagelok® ramp regulator is intended for use in hydrogen refueling station applications in accordance with SAE JS2601. It provides controlled pressure during hydrogen vehicle refueling and is designed to communicate with the dispenser unit to reach the required pressure control profile. **Note:** Not for use as a shut-off valve.

Regulator Features

- Maximum allowable working pressure (MAWP) to 1050 bar (15 229 psig) inlet and 875 bar (12 690 psig) outlet ASME B31.3 (2022) Chapter IX
- Temperature range -40° to 85°C (-40° to 185°F)
- Designed for high flow C_v = 1.95 capable of 300g/s flow^{*}
- Body material construction 316SS > 12% Ni
- 9/16 in. cone and thread; 1/2 in. FK end connections
- Patented removable cartridge design allows servicing without removing the product from the dispenser system
- Optional PID control unit communicates with dispenser
- HAZLOC certification pending
- Actuation driven by 6 bar compressed air supply



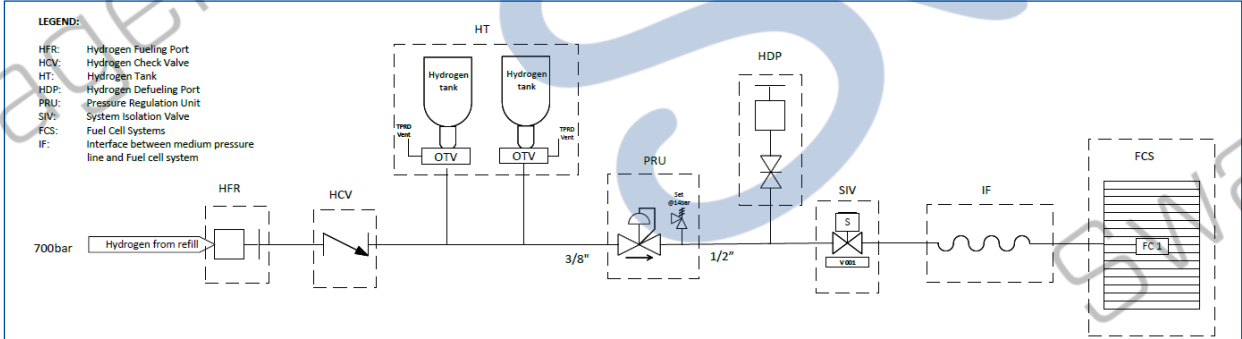
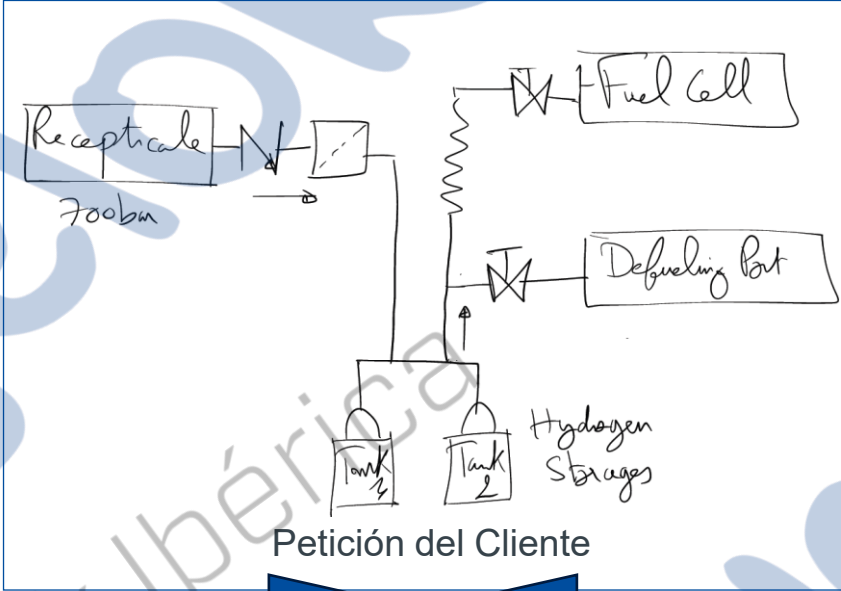
Optional PID Controller Features

- Input 4-20mA control signal
- 24 VDC & 7-30 bar air supply
- Direct or flexible hose connection

Componentes para H₂



Servicios Swagelok para aplicaciones de H₂



Swagelok's Light Duty Design Proposal

Soluciones para Hidrógeno Swagelok

Grab Sampling: toma de muestras segura y eficiente

- Paneles configurables, diseñados para **rendimiento constante**
- Opciones para **cilindros presurizados** o **botellas de laboratorio**
- Sistemas intuitivos, fáciles de mantener y con **una sola referencia / código**
- Construidos con racores y componentes Swagelok para **minimizar fugas**

Tipos de sistemas:

GSM: circuito cerrado con cilindros presurizados



GSL: muestreo líquido en botellas con septum (electrolito)



Soluciones para Hidrógeno Swagelok

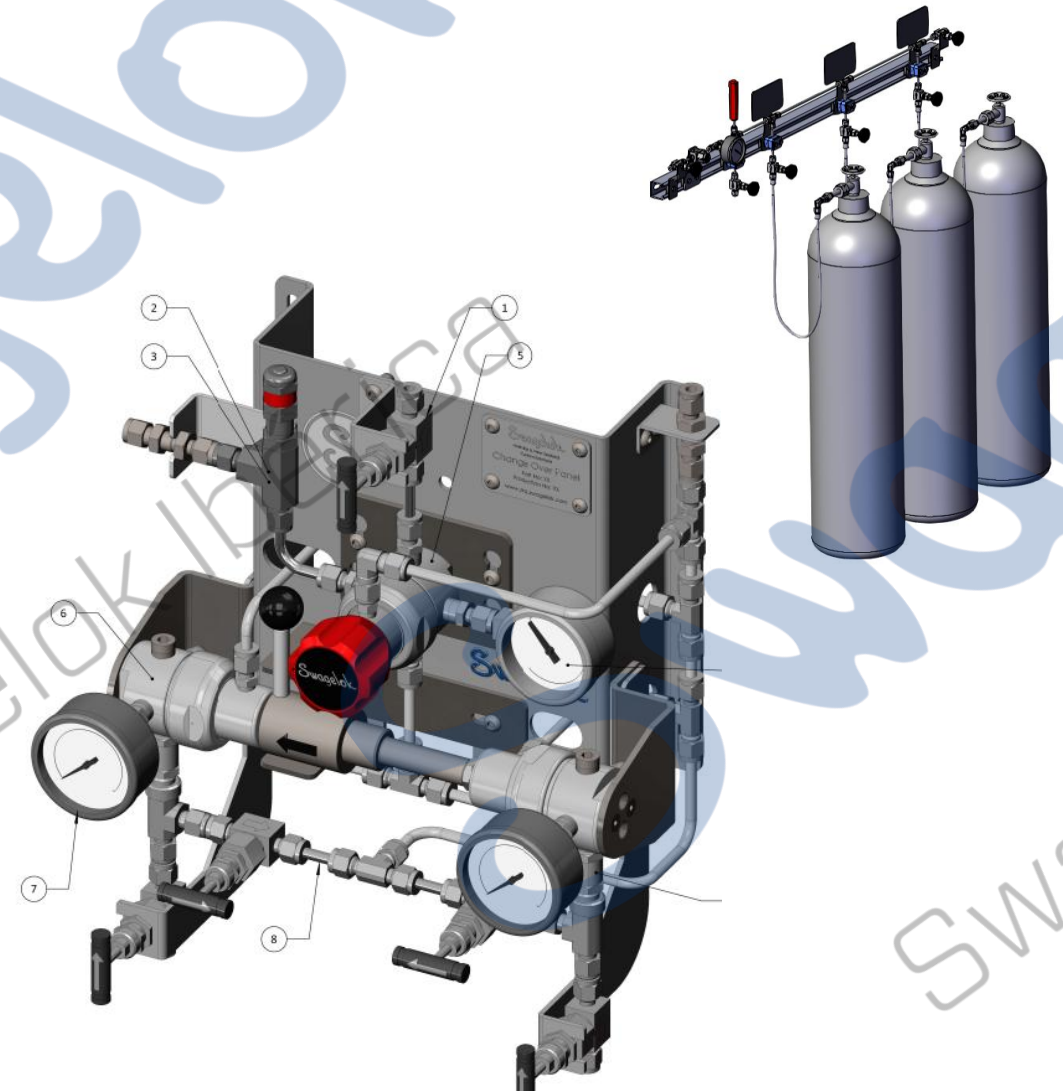
Sistemas de Distribución de Gas Swagelok®

Llevamos gases desde fuentes de alta presión hasta el punto de uso con **seguridad y eficiencia**.

- **Inertización con N₂** en paradas o mantenimiento
- Paneles estándar **ensamblados y probados**
- Fácil pedido con una sola referencia / código

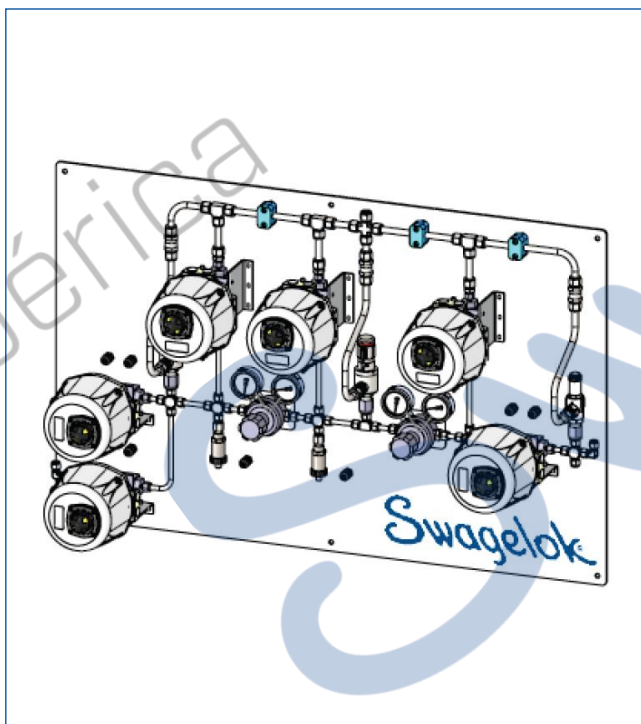
Subsistemas clave:

- **SSI:** Conexión segura y purga para botellas o racks
- **SGP:** Reducción inicial de presión, modular y fácil de mantener
- **SCO:** Cambio automático entre fuentes (botellas) sin interrupción
- **SPU:** Control final de presión en el punto de uso



Soluciones para Hidrógeno Swagelok

Stationary High-Pressure Applications for Clean Energy



Priority Panel
for a Fuel Cell
Test Bench

Mobile High-Pressure Applications for Clean Energy



Mobile Hydrogen
Overflow System
for Refueling
Vehicles

Mobile Hydrogen
Sampler from Fuels
Station – per ASTM
D7606

Conclusiones

• Cierre Efectivo en H₂

- Lo que funciona para otros fluidos, seguramente no lo hace para H₂
- Cuidado con tecnologías diseñadas para líquidos y/o aplicaciones sin vibraciones.

• Materiales para H₂

- Evaluar Permeabilidad
- Evaluar Fragilización por hidrógeno
- Aceros austeníticos con >12%Ni

• Ingeniería para H₂

- Escoger al socio apropiado para la “aventura” del hidrógeno debe basarse en las capacidades de Ingeniería y Conocimiento.

• Swagelok en H₂

- En Swagelok contamos con expertos especialmente formados en materiales y aplicaciones de H₂ que pueden ayudarte con tus retos, (Dimensionamiento de líneas, materiales, componentes)
- En Swagelok hemos obtenido las certificaciones necesarias y participamos activamente en la discusión y redacción de las normativas.



Gracias por su atención

¿Preguntas?



Jordi Díaz Nivera

jordi.diaz@swagelok.com

Swagelok Ibérica

910 991 334 – 935 896 000

www.swagelok.com/iberica

info@iberica.swagelok.com

Síguenos en:



