

# Cuestionario 2023



## Instalaciones de ensayos mecánicos en ambientes de hidrógeno – Foro TECC

**OBJETIVO:** Desde PLATEA, se quiere informar a los miembros de la Plataforma sobre la posibilidad y disponibilidad que existe en España para ensayar y determinar propiedades de los materiales en contacto con hidrógeno a presión.

Nos referimos a instalaciones tales como equipamiento que permiten realizar ensayos mecánicos bajo presión de hidrógeno, ensayos de permeación bajo presión de hidrógeno gaseoso, reactores que permiten la carga de hidrógeno gaseoso bajo presión y temperatura, etc. (solo hidrógeno a presión, no incluir otros equipos de carga electroquímica de hidrógeno).

<b>DENOMINACIÓN DEL EQUIPO/INSTALACIÓN</b> <b>Sistema de ensayo con autoclave integrado a alta presión y temperatura en ambiente de hidrógeno</b>
<b>ENTIDAD DE LA QUE DEPENDE EL EQUIPO Y PERSONA DE CONTACTO</b> Universidad de Burgos, parque científico-tecnológico, laboratorio de tecnologías de hidrógeno <b>Contacto:</b> Iván Cuesta ( <a href="mailto:icuesta@ubu.es">icuesta@ubu.es</a> ) <a href="https://www.ubu.es/integridad-estructural-gie/laboratorio-de-tecnologias-del-hidrogeno">https://www.ubu.es/integridad-estructural-gie/laboratorio-de-tecnologias-del-hidrogeno</a>
<b>CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO (Presión de H<sub>2</sub>, temperatura, etc.)</b> Permite realizar una amplia variedad de ensayos normalizados para evaluar las propiedades mecánicas de los materiales en ambiente de hidrógeno gaseoso a alta presión y temperatura
<b>PROPIEDADES QUE SE PUEDEN DETERMINAR (bajo presión de H<sub>2</sub>)</b> Ensayos a tracción, con probetas lisas o entalladas, ensayos de fractura y ensayos de fatiga
<b>CONDICIONES Y LIMITACIONES DE LOS ENSAYOS</b> Hasta 300 bares y 300°C
<b>TIPO Y TAMAÑO DE LAS PROBETAS OBJETO DE ENSAYO</b> Tamaño de probeta fijo, establecido según normativa. Consultar
<b>INFORMACIÓN ADICIONAL (si se estimara necesario)</b> Para finales de 2023 se prevé la instalación de nuevo equipamiento para la realización de ensayos de permeación bajo presión de hidrógeno gaseoso y autoclave que permitirá la carga de hidrógeno bajo presión y temperatura.
<b>DISPONIBILIDAD DE USO</b> Disponible

# Cuestionario 2023



Instalaciones de ensayos mecánicos en ambientes de hidrógeno – Foro TECC

<p>DENOMINACIÓN DEL EQUIPO/INSTALACIÓN</p> <p><b>Autoclave para ensayos estáticos con gas hidrógeno a alta presión</b></p> <p>Fabricante: Cortest, Inc.</p>
<p>ENTIDAD DE LA QUE DEPENDE EL EQUIPO Y PERSONA DE CONTACTO</p> <p>Tecnalia: Plataforma de materiales para condiciones extremas / hidrógeno, materiales y procesos</p> <p><u>Responsable:</u> Raúl Caracena/Nicolás Larrosa</p>
<p>CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO (Presión de H<sub>2</sub>, temperatura, etc.)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Autoclave fabricado en 316L SS, que lleva incorporado una cámara de guantes para carga de probeta compacta bajo deformación constante tipo CT-WOL</li><li>- Presión de ensayo hasta 200 bar</li><li>- Temperatura de ensayo hasta 100 °C</li><li>- 11 litros de capacidad (205 mm ID x 355 mm)</li><li>- Atmósfera cámara de guantes: &lt; 5ppm O<sub>2</sub> y &lt;50 ppmH<sub>2</sub>O</li></ul>
<p>PROPIEDADES QUE SE PUEDEN DETERMINAR (bajo presión de H<sub>2</sub>)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Umbral del factor de intensidad de tensión bajo desplazamiento constante (<math>K_{TH}</math>), mediante probeta prefisurada CT-WOL (ASTM 1681)</li><li>- Umbral de tensión por debajo del cual no aparecen grietas en probetas bajo deformación constante tipo C-ring, 4pd.</li><li>- En general, compatibilidad de materiales/componentes en presencia de gas hidrógeno a presión.</li></ul>
<p>CONDICIONES Y LIMITACIONES DE LOS ENSAYOS</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Probetas de tamaño/número limitado a las dimensiones del autoclave (205mm ID x 355mm)</li><li>- Temperatura: ambiente hasta 100 °C</li><li>- Presión máxima de ensayo 300 bar</li></ul>
<p>TIPO Y TAMAÑO DE LAS PROBETAS OBJETO DE ENSAYO</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Probetas tipo CT-WOL (ASTM 1681, ISO 7539-6)</li><li>- Probetas C-ring (ISO 7539-5, ASTM G38)</li><li>- Probetas 4pb (ISO 7539-2)</li><li>- En general probetas y componentes cuyo tamaño está limitado a las dimensiones del autoclave (205mm ID x 355mm)</li></ul>
<p>INFORMACIÓN ADICIONAL (si se estimara necesario)</p>
<p>DISPONIBILIDAD DE USO</p> <p>Disponible aprox. a partir de enero de 2024</p>

# Cuestionario 2023



Instalaciones de ensayos mecánicos en ambientes de hidrógeno – Foro TECC

<b>DENOMINACIÓN DEL EQUIPO/INSTALACIÓN</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Autoclave para ensayos de tracción a baja velocidad de deformación, SSRT/Ensayos de fatiga (2 equipos)</b></li></ul>
<b>ENTIDAD DE LA QUE DEPENDE EL EQUIPO Y PERSONA DE CONTACTO</b> Tecnalia: Plataforma de materiales para condiciones extremas / hidrógeno, materiales y procesos <u>Contacto:</u> Raul Caracena
<b>CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO (Presión de H<sub>2</sub>, temperatura, etc.)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Volumen: 3L</li><li>• Temperatura hasta 300°C. Presión hasta 300 bar</li><li>• Capacidad de carga: 10 000 Lb</li><li>• Frecuencia nominal a fatiga: 1Hz</li></ul>
<b>PROPIEDADES QUE SE PUEDEN DETERMINAR (bajo presión de H<sub>2</sub>)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• SSRT (ASTM G129 y G142) tensile strength, notched tensile strength, elongation, reduction in area etc.</li><li>• Tenacidad a fractura bajo carga creciente, <i>K, J CTOD</i> (ASTM E1820)</li><li>• Velocidad de crecimiento de grieta por fatiga (ASTME E647): <math>da/dN</math> vs <math>\Delta K</math></li></ul>
<b>CONDICIONES Y LIMITACIONES DE LOS ENSAYOS</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Temperatura hasta 300°C. Presión hasta 300 bar</li><li>• Célula de carga: 10 000 Lb</li><li>• Frecuencia hasta 5 Hz</li></ul>
<b>TIPO Y TAMAÑO DE LAS PROBETAS OBJETO DE ENSAYO</b> Según el ensayo que se hace el tipo de probetas es distinto, limitado por el volumen de la cámara de gas.
<b>INFORMACIÓN ADICIONAL (si se estimara necesario)</b>
<b>DISPONIBILIDAD DE USO</b> A partir de mayo de 2024

# Cuestionario 2023



Instalaciones de ensayos mecánicos en ambientes de hidrógeno – Foro TECC

<p>DENOMINACIÓN DEL EQUIPO/INSTALACIÓN</p> <p><b>Sistema de ensayo multiprobeta (<i>Curved Compact Tension Specimen, CCTS</i>) a alta presión en ambiente de hidrógeno</b></p>
<p>ENTIDAD DE LA QUE DEPENDE EL EQUIPO Y PERSONA DE CONTACTO</p> <p>Centro de Investigación en Materiales Estructurales (CIME), de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM).</p> <p><u>Contacto:</u> Juan Carlos Suárez-Bermejo (<a href="mailto:juancarlos.suarez@upm.es">juancarlos.suarez@upm.es</a>) <a href="https://blogs.upm.es/cime/">https://blogs.upm.es/cime/</a></p>
<p>CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO (Presión de H<sub>2</sub>, temperatura, etc.)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Equipo a presión fabricado en 316 SS. Homologado.</li><li>- Permite ensayar probetas con curvatura, extraídas directamente de las tuberías en servicio</li><li>- Dispone de utillaje diseñado y construido para ensayar hasta 5 probetas CCTS simultáneamente, siguiendo la metodología del <i>National Institute of Standards and Technology, NIST</i> (EEUU).</li><li>- Célula de carga en el interior de la cámara de ensayo, además de la exterior.</li><li>- Presión de ensayo hasta 100 bar</li><li>- Temperatura de ensayo de acuerdo con grupo de material (ASME B16.34): 100 bar a +38 °C.</li><li>- Cámara de ensayo en ambiente de hidrógeno con 11 litros de capacidad</li></ul>
<p>PROPIEDADES QUE SE PUEDEN DETERMINAR (bajo presión de H<sub>2</sub>)</p> <p>Ensayos a tracción, con probetas lisas o entalladas, ensayos de tenacidad a la fractura y ensayos de fatiga.</p>
<p>CONDICIONES Y LIMITACIONES DE LOS ENSAYOS</p> <p>Hasta 100 bar en mezclas con hidrógeno u otras atmósferas de interés, con hasta 100 % de H<sub>2</sub>, y temperatura ambiente.</p>
<p>TIPO Y TAMAÑO DE LAS PROBETAS OBJETO DE ENSAYO</p> <p>Tamaño de probeta fijo, establecido según normativa (ASME VIII Div. 3 KD-10; ASTM E647, ASTM E1681, ASTM E1820).</p>
<p>INFORMACIÓN ADICIONAL (si se estimara necesario)</p> <p>Operación en remoto desde sala de control.</p> <p>Sistemas de detección de hidrógeno y extracción forzada.</p> <p>Software de control y adquisición de datos desarrollado específicamente para este equipo.</p>
<p>DISPONIBILIDAD DE USO</p> <p>El equipo está siendo utilizado en exclusiva para la realización de ensayos de fatiga durante los próximos 2 años (2023 y 2024).</p>

# Cuestionario 2023



Instalaciones de ensayos mecánicos en ambientes de hidrógeno – Foro TECC

<b>DENOMINACIÓN DEL EQUIPO/INSTALACIÓN</b>  <b>Equipo para carga de hidrógeno a alta presión y temperatura</b>
<b>ENTIDAD DE LA QUE DEPENDE EL EQUIPO Y PERSONA DE CONTACTO</b> Fundación Idonial, Avilés Rubén Coto González
<b>CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO (Presión de H<sub>2</sub>, temperatura, etc.)</b> Hasta 200 bar y 500°C
<b>PROPIEDADES QUE SE PUEDEN DETERMINAR (bajo presión de H<sub>2</sub>)</b>  Ensayos de disbonding en materiales metálicos recargados
<b>CONDICIONES Y LIMITACIONES DE LOS ENSAYOS</b> Hasta 200 bar y hasta 500°C
<b>TIPO Y TAMAÑO DE LAS PROBETAS OBJETO DE ENSAYO</b> Limitado por el tamaño del depósito. Máximo de 70 mm de diámetro y 200 mm de longitud
<b>INFORMACIÓN ADICIONAL (si se estimara necesario)</b>
<b>DISPONIBILIDAD DE USO</b> Equipo disponible y operativo

# Cuestionario 2023



Instalaciones de ensayos mecánicos en ambientes de hidrógeno – Foro TECC

<b>DENOMINACIÓN DEL EQUIPO/INSTALACIÓN</b> <b>Equipo para realización de ensayos mecánicos en condiciones de hidrógeno a presión</b>
<b>ENTIDAD DE LA QUE DEPENDE EL EQUIPO Y PERSONA DE CONTACTO</b>  Fundación Idonial, Avilés Rubén Coto González
<b>CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO (Presión de H<sub>2</sub>, temperatura, etc.)</b> Temperatura ambiente y 400 bares de presión.
<b>PROPIEDADES QUE SE PUEDEN DETERMINAR (bajo presión de H<sub>2</sub>)</b> Cálculo del factor K umbral ( $K_{1H}$ ) y ensayos SSRT.
<b>CONDICIONES Y LIMITACIONES DE LOS ENSAYOS</b> Temperatura ambiente. Capacidad de carga hasta 50 kN
<b>TIPO Y TAMAÑO DE LAS PROBETAS OBJETO DE ENSAYO</b> Probetas CT de 32x13 mm Probetas cilíndricas de 6 mm de diámetro
<b>INFORMACIÓN ADICIONAL (si se estimara necesario)</b> ASTM G142-98(2022); ASTM G146-01(2018); ASTM E1681-03(2020); ASTM G129-21; UNE-EN ISO 11114-1:2021; ASME International Boiler and Pressure Vessel Code. SECTION VIII Rules for Construction of Pressure Vessels. Division 3 Alternative Rules for Construction of High Pressure Vessels.
<b>DISPONIBILIDAD DE USO</b>  Equipo disponible