

Sumario de actividades 2025 – Proyecto OntzHi-II

Durante el primer semestre del proyecto OntzHi-II se han llevado a cabo las actividades prioritarias necesarias para la consecución de los objetivos técnicos establecidos. La ejecución realizada aporta una base sólida que permitirá consolidar los desarrollos durante la segunda anualidad del proyecto.

Las principales actuaciones y resultados se han estructurado conforme a las distintas vías de trabajo del proyecto:

Recubrimientos barrera en metales para prevenir la fragilización por hidrógeno

- CIDETEC ha desarrollado distintos tratamientos superficiales orientados a optimizar la adherencia entre capas en recubrimientos dúplex. Asimismo, se ha definido una metodología para la preparación y caracterización, mediante GD-OES, de recubrimientos cerámicos destinados a actuar como capa superior del sistema dúplex, con el objetivo de profundizar en el conocimiento de su comportamiento en contacto con hidrógeno.
- TEKNIKER ha definido los sistemas a depositar mediante tecnología PECVD, así como las configuraciones de bonding-layer y las estructuras monocapa y multicapa que serán objeto de análisis. Estas configuraciones están orientadas a maximizar la adherencia al sustrato y minimizar la permeabilidad, reduciendo el riesgo de fragilización por hidrógeno. Adicionalmente, se han diseñado nuevas configuraciones de recubrimientos con propiedades optimizadas para soportar cargas de fatiga. De forma paralela, se ha establecido un protocolo de ensayos de permeabilidad electroquímica que permitirá caracterizar las distintas tipologías de trampas presentes en el material, diferenciando entre trampas reversibles e irreversibles durante el propio ensayo. Estas caracterizaciones se aplicarán a los sustratos en estudio en 2026 y, posteriormente, a los recubrimientos depositados, siempre que la señal de detección lo permita.
- TECNALIA ha investigado diferentes configuraciones de recubrimientos barrera depositados mediante tecnología PVD-HiPIMS, analizando sus propiedades físicas, microestructurales y composicionales. Los resultados iniciales apuntan a claves relevantes sobre el comportamiento barrera frente a la permeación de hidrógeno. Además, se han puesto a punto y realizado ensayos tribológicos dinámicos preliminares bajo hidrógeno y en medios comparativos (inertes y con humedad). Los resultados muestran un comportamiento significativamente distinto de los materiales en función del medio, tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo, incluyendo tipología de desgaste y niveles de fricción.

Recubrimientos para prevenir la permeación y fuga de hidrógeno en metales y compuestos

- TECNALIA ha definido formulaciones de recubrimientos híbridos mediante método sol-gel para prevenir la permeación y la fuga de hidrógeno en metales y materiales compuestos, adaptando sus características a cada sustrato específico (por ejemplo, módulo elástico y temperatura de curado). Asimismo, se han definido los métodos de evaluación para el análisis comparativo de los materiales con y sin recubrimiento. En particular, se están planificando ensayos de fragilización en materiales metálicos.

Alternativas en materiales compuestos y procesos sostenibles e innovadores

- TECNALIA ha incorporado en su celda flexible de encintado AFP un perfilómetro de triangulación láser que permitirá monitorizar en tiempo real la evolución de la capa de encintado en el refuerzo exterior de tanques tipo IV para almacenamiento de hidrógeno, mejorando el control del proceso y la calidad de la deposición.
- GAIKER ha puesto en marcha una estación de caracterización multimodal DMA-DEA

equipada con un módulo de irradiación UV y ha iniciado el desarrollo de formulaciones de curado UV basadas en resinas reactivas reciclables para la obtención de estructuras mediante impresión 3D. Paralelamente, se ha comenzado la caracterización cinética y de las prestaciones mecánicas de resinas de impresión 3D por tecnologías DLP/LCD.

Soluciones de tuberías

- TECNALIA ha fabricado probetas a partir de una tubería industrial real de acero al carbono X52. Estas probetas se encuentran en fase de envejecimiento superficial controlado con el fin de reproducir distintos grados de corrosión y serán posteriormente ensayadas en atmósfera de hidrógeno a una presión de 160 bar. Adicionalmente, se han realizado las soldaduras necesarias para el estudio del tratamiento térmico post-soldadura (PWHT) en tuberías resistentes a la fragilización por hidrógeno y para investigar el efecto de la amplitud de carga en la localización del inicio de grieta. Los ensayos mecánicos asociados se desarrollarán en 2026.
- TEKNIKER ha llevado a cabo simulaciones por elementos finitos para determinar la configuración óptima de los estudios con probetas huecas, considerando diseños con agujero pasante y ciego, así como el efecto de la presión interna en la caracterización a fatiga. Cada configuración implica un sistema específico de alimentación de gas, cuyo diseño se abordará en la próxima anualidad junto con el estudio del impacto de la rugosidad interna en ensayos dinámicos.
- CIDETEC ha seleccionado las condiciones óptimas para la carga electroquímica ex situ de hidrógeno en probetas metálicas destinadas al estudio de su comportamiento mecánico. Asimismo, se ha puesto a punto el montaje experimental para el acoplamiento de sensores acústicos no destructivos, optimizando la adquisición de ondas elásticas durante los ensayos mecánicos.

Modelos computacionales predictivos y técnicas de caracterización mecánica

- MULTIVERSE COMPUTING ha desplegado los recursos computacionales en la nube necesarios para el procesamiento de grandes volúmenes de datos y el entrenamiento de modelos de inteligencia artificial, incluyendo almacenamiento en AWS S3 y capacidad de cálculo GPU en AWS EC2, así como la comunicación directa entre ambos servicios.

Asimismo, se han preseleccionado conjuntos de datos del Open Catalyst Challenge de Meta (OC20 y OC22) y se han analizado con el fin de comprender su estructura, variables y tareas de predicción susceptibles de ser abordadas mediante modelos de IA. Otros conjuntos de datos recientes, como AQC25 de SandBoxAQ, han sido descartados debido a incompatibilidades de licencia para una posible aplicación comercial.

- Por su parte, TECNALIA avanza en el diseño de un ensayo de equivalencia entre carga electroquímica y carga en fase gas, incluyendo la definición del procedimiento, la geometría de las muestras y la selección de un acero al carbono para la calibración del modelo, mediante ciclos de carga progresivos.

La estrecha coordinación entre los centros de investigación y el Consejo Asesor Industrial a lo largo de 2025 ha garantizado la alineación sectorial y la aplicabilidad de los resultados en entornos industriales reales.

Esta primera anualidad ha permitido consolidar las bases metodológicas necesarias para abordar la fase de maduración tecnológica prevista para 2026, asegurando el cumplimiento de los objetivos estratégicos del proyecto OntzHi-II.