INFORME DEL PROYECTO REF.SV-23-GIJÓN-1-07

``Modelo numérico para predecir la fractura de uniones soldadas en instalaciones de transporte de hidrógeno. FRACTHWELD”

Fechas inicial y final del proyecto:
01 / 09 / 2023 al 31 / 12 / 2023

Investigador/a Principal:
Covadonga Betegón Biempica

Otros investigadores:
Lucas Castro García

Personal contratado:
Sergio Martínez Olivar

Fechas inicial y final de contratación:
01 / 09 / 2023 al 31 / 12 / 2023

Empresas o instituciones colaboradoras:
KNOW-HOW INNOVATIVE SOLUTIONS S.L.
Felguera Calderería Pesada S.A.

Resumen Gráfico

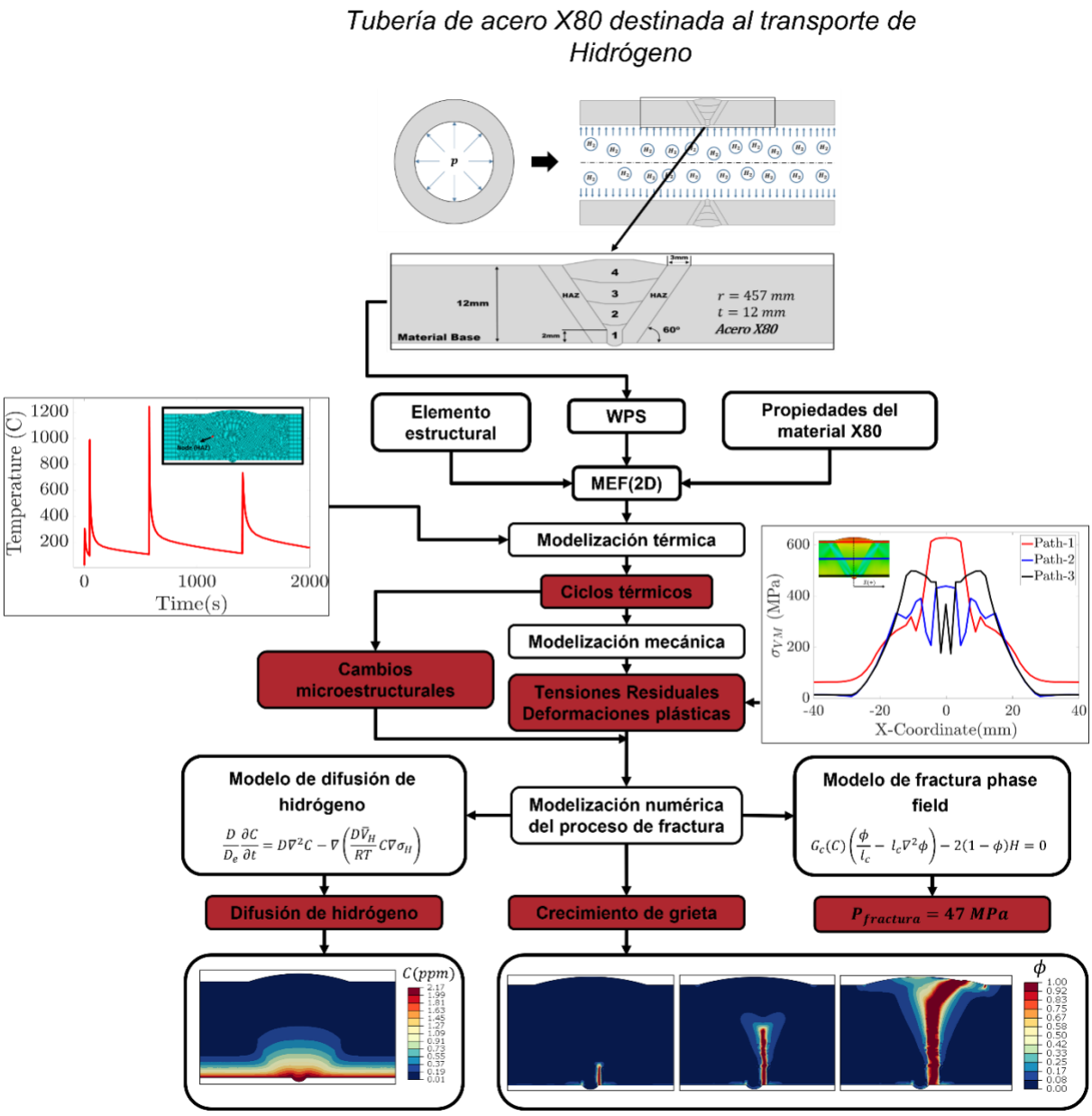

Figura 1. Resumen gráfico de la metodología llevaba a cabo para analizar el comportamiento a fractura de una tubería de acero X80 destinada al transporte de Hidrógeno.

Memoria descriptiva del proyecto

1. Resumen ejecutivo

El proyecto ‘’Modelo numérico para predecir la fractura de uniones soldadas en instalaciones de transporte de hidrógeno’’, liderado por la catedrática Covadonga Betegón Biempica de la Universidad de Oviedo, se enfoca en el desarrollo de un modelo numérico capaz de predecir la fractura de uniones soldadas en elementos destinados al transporte de hidrógeno. El proyecto busca aportar avances

significativos en la comprensión y predicción del comportamiento de aceros sometidos a procesos de soldeo en ambientes agresivos como el transporte de hidrógeno. La metodología del proyecto se divide en varias fases. Se inicia con la simulación numérica del proceso de soldadura en elementos estructurales, seguido por la determinación de propiedades mecánicas considerando cambios microestructurales. Posteriormente, se implementa el método phase field para modelizar la fractura en presencia de hidrógeno en la tubería soldada. La colaboración estrecha con empresas locales, KNOW-HOW INNOVATIVE SOLUTIONS y Calderería Pesada S.A., fortalece la validación de simulaciones y abre vías de explotación de hallazgos científicos. El proyecto no solo busca avances científicos y tecnológicos, sino también contribuir al prestigio académico de la Universidad de Oviedo, fortalecer colaboraciones internacionales con el Imperial College, y abrir puertas a futuras investigaciones y financiamientos. La planificación temporal se distribuye en tareas específicas, desde el desarrollo del modelo numérico hasta la publicación de resultados en artículos científicos y la participación en congresos. Este proyecto se proyecta como un pilar fundamental para la investigación en el campo de la mecánica de materiales y su comportamiento a fractura, con potenciales beneficios tanto académicos como industriales. Su impacto se extiende a nivel local, colaborando estrechamente con empresas en Gijón y contribuyendo al avance tecnológico y científico en la emergente economía del hidrógeno.

2. Objetivos iniciales del proyecto y grado de consecución

Tipo	Objetivo	Grado de consecución
Principal	Desarrollar un modelo numérico para prever la fractura de uniones soldadas en elementos de transporte de hidrógeno.	100%
Secundario/ Específico	Simular numéricamente el proceso de soldadura en elementos estructurales dedicados al transporte de hidrógeno.	100%
Secundario/ Específico	Determinar las propiedades mecánicas de los puntos del elemento estructural considerando cambios microestructurales.	100%
Secundario/ Específico	Implementar el método phase field para modelizar la fractura en presencia de hidrógeno de la tubería soldada.	100%
Secundario/ Específico	Colaborar estrechamente con empresas locales (KHISGROUP y Calderería Pesada) para validar simulaciones y explorar vías de explotación de hallazgos científicos.	100%
Secundario/ Específico	Redactar un artículo científico en colaboración con el Imperial College, destacando las principales conclusiones del estudio.	100%

Tabla 1. Objetivos del proyecto y grado de consecución.

3. Tareas realizadas:

Fase 1: Modelo Numérico del Proceso de Soldadura

- *Tarea 1.1:* Duración 1 mes. Participantes: SMO, CBB, LCG. Justificación: Familiarización con el entorno del método de los elementos finitos y definición de variables del proceso de soldadura. Aplicación del modelo de simulación numérica del proceso de soldadura.

Fase 2: Simulación Numérica de Cambios Microestructurales

- *Tarea 2.1:* Duración 1 mes. Participantes: SMO, CBB, LCG, Empresas Colaboradoras. Justificación: Utilización de resultados previos para determinar propiedades evolución de las propiedades mecánicas de la estructura soldada considerando cambios microestructurales.

Fase 3: Modelo Numérico del Proceso de Fractura en Presencia de Hidrógeno

- *Tarea 3.1:* Duración 2 meses. Participantes: SMO, CBB, LCG. Justificación: Desarrollo e implementación del modelo de fractura phase field considerando cambios microestructurales y fragilización por hidrógeno.

.

ID	Descripción	MESES					
		1	2	3	4	5	6
Fase 1	**Modelo Numérico del Proceso de Soldadura**						
Tarea 1.1	Definición de parámetros de soldadura y aplicación del modelo.						
Fase 2	**Simulación Numérica de Cambios Microestructurales**						
Tarea 2.1	Determinación de las propiedades mecánicas con considerando cambios microestructurales						
Fase 3	**Modelo Numérico del Proceso de Fractura en Presencia de Hidrógeno**						
Tarea 3.1	Implementación del modelo Phase Field para analizar el comportamiento a fractura de la unión soldada considerando la fragilización por Hidrógeno						

Tabla 2. Distribución temporal de las fases del proyecto.

4. Resultados obtenidos:

1) Desarrollo del Modelo Numérico del Proceso de Soldadura:

Se logró un avance significativo en el desarrollo del modelo numérico para simular el proceso de soldadura en elementos estructurales destinados al transporte de hidrógeno. El método de elementos finitos, con acoplamiento térmico-mecánico, permitió representar con precisión el ciclo térmico y las tensiones residuales generadas durante el proceso de soldadura. La simulación proporcionó un entendimiento detallado de cómo el material se ve afectado en diferentes puntos del elemento, considerando variables como el tipo de soldadura, el aporte térmico y el número de pasadas.

2) Simulación Numérica de Cambios Microestructurales:

Utilizando los resultados del modelo de soldadura, se llevó a cabo la simulación de los cambios microestructurales en el material. Se determinaron las propiedades mecánicas de distintos puntos del elemento estructural, considerando la variación de la microestructura debido al proceso de soldeo. La colaboración estrecha con las empresas colaboradoras, KHISGROUP y Calderería Pesada S.A., fue esencial para validar y mejorar la precisión de las simulaciones, teniendo en cuenta su experiencia en comportamiento mecánico y térmico de aceros sometidos a distintos tratamientos.

3) Modelo Numérico de Fractura en Presencia de Hidrógeno:

Se desarrolló el modelo numérico de fractura considerando la técnica phase field, considerando la variación de propiedades mecánicas y las tensiones residuales obtenidas en las etapas anteriores. La implementación del modelo phase field permitió analizar el comportamiento a fractura de una tubería soldada dedicada al transporte a presión de hidrógeno. Se obtuvieron condiciones de fallo del elemento estructural, teniendo en cuenta la influencia del hidrógeno, un medio agresivo que modifica la tenacidad y resistencia mecánica de los aceros.

4) Contribuciones a la Comunidad Académica y Empresarial:

La colaboración con el Imperial College y las empresas colaboradoras aseguró la validez y relevancia de los resultados. Se espera que los hallazgos científicos se traduzcan en al menos un artículo científico de alta calidad, que será publicado en una revista de alto impacto en el campo de la mecánica de materiales.

5. Trabajos o necesidades futuras

1. Optimización de procesos de soldadura:

- Explorar enfoques para optimizar los parámetros del proceso de soldadura, como el aporte térmico y el tipo de estrategia de soldadura, con el objetivo de mejorar las propiedades mecánicas y minimizar las tensiones residuales.
- Investigar cómo variaciones controladas en el proceso de soldadura pueden influir en la microestructura y, por ende, en el rendimiento a fractura de las uniones soldadas.

2. Estudio detallado de la Fragilización por Hidrógeno:

- Profundizar en el estudio de la fragilización por hidrógeno, analizando cómo afecta a la tenacidad y resistencia mecánica de los aceros en diferentes condiciones ambientales y de carga.
- Considerar la interacción entre el hidrógeno y las tensiones residuales generadas durante el proceso de soldadura, evaluando su impacto en la propensión a la fractura.

3. Validación Experimental:

- Realizar ensayos experimentales para validar los resultados obtenidos mediante simulaciones numéricas. Comparar los datos experimentales con las predicciones del modelo desarrollado para garantizar su precisión y confiabilidad.
- Colaborar estrechamente con laboratorios y empresas especializadas en pruebas y ensayos mecánicos para llevar a cabo la validación experimental.

4. Aplicación a otros materiales y contextos:

- Adaptar la metodología desarrollada para su aplicación a diferentes materiales utilizados en la industria del transporte de hidrógeno, como aleaciones especiales o materiales compuestos.
- Extender la investigación a otros contextos de aplicación, como estructuras en la industria aeroespacial o marina, donde la soldadura y la presencia de ambientes agresivos son factores críticos.

6. Divulgación de los resultados

Título	Autores	PTT	Congreso	Lugar y fecha
Numerical simulation of the welding process and phase field fracture modelling of welded pipes	Lucas Castro García, Covadonga Betegón , Yousef Navidtherani, Emilio Martínez Pañeda, Sergio Martínez Olivar	PTT Oral	*ECCOMAS*	Lisboa(Portugal), Junio 2024

Figura 2. Divulgación de resultados.

Memoria económica:

1. Gastos:

Concepto	Gasto
Personal (IUTA)	3000 €
Fungibles	-
Amortización	-
Otros (Desplazamientos, Inscripciones a Congresos, etc)	-
TOTAL GASTOS	**3000 €**

Tabla 3. Gastos del proyecto.

2. Ingresos:

Entidad/Empresa financiadora Ref. Proyecto/Contrato	Concepto	Ingreso
IUTA	Ayuda IUTA: Contratación de personal	3000 €
Otras entidades / empresas financiadoras		-
Financiación propia		-
	TOTAL INGRESOS	**3000 €**

Tabla 4. Ingresos del proyecto.

BETEGON BIEMPICA COVADONGA - 10835925G

Firmado digitalmente por BETEGON BIEMPICA COVADONGA - 10835925G
Fecha: 2024.01.23 09:12:29 +01'00'