

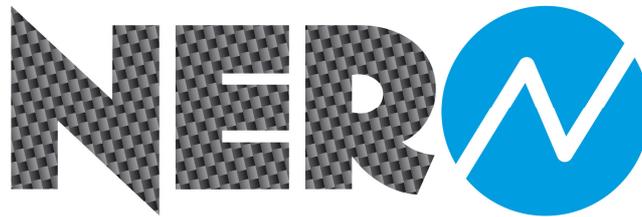


Unión Europea  
Fondo Europeo  
de Desarrollo Regional  
"Una manera de hacer Europa"



XUNTA DE GALICIA  
CONSELLERÍA DE ECONOMÍA,  
EMPREGO E INDUSTRIA

SUBVENCIONADO POR:  
**gain**  
GALICIA  
INICIATIVA 4



## DESARROLLO DE SISTEMAS AVANZADOS DE MONITORIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN Y COMPORTAMIENTO EN SERVICIO DE COMPOSITOS BASADOS EN SENSORES EMBEBIDOS NO INVASIVOS

(IN852A 2018/47)

NERO está desarrollando **sistemas avanzados de monitorización basados en sensores embebidos no invasivos**, que permitan llevar a cabo **procesos de fabricación y reparación de estructuras de material composite más eficientes y medioambientalmente sostenibles**, y que a su vez, **proporcionen información del comportamiento estructural durante la vida en servicio de las estructuras fabricadas**.

La iniciativa NERO, nace de la necesidad de controlar y monitorizar los procesos de fabricación, reparación y vida en servicio de estructuras producidas en materiales compuestos, un ámbito en plena expansión y que está experimentando en los últimos años un crecimiento vertiginoso.

Los materiales compuestos están considerados actualmente como unos de los materiales estratégicos en los procesos de fabricación del futuro, por el alto impacto funcional y de reducción de peso que aportan en un gran abanico de sectores. De esta forma, los sistemas de monitorización que se están desarrollando en el proyecto contribuirán a salvar algunas de las principales barreras para la introducción de estos materiales en el entorno industrial, como son, el elevado consumo de recursos, bajos ratios de automatización y un alto porcentaje de rechazos, lo que incrementa de manera significativa los costes de producción.

En base a estos antecedentes, el proyecto NERO está desarrollando, mediante técnicas de monitorización ad hoc basadas en sensores de fibra óptica y movilidad iónica, sistemas de monitorización y control de los procesos de fabricación y reparación de composite en distintos casos de uso y sectores

industriales de relevancia en Galicia, en los que se utilizan de forma intensiva los materiales compuestos: fabricación de embarcaciones (sector naval), fabricación de depósitos de almacenamiento de líquidos (sector químico) y reparación de palas eólicas (sector energías renovables). Además, se está diseñando un sistema de monitorización del comportamiento estructural en servicio de los depósitos de almacenamiento para detectar fugas, mediante el diseño de un sistema de alerta.

Los resultados alcanzados en el marco del proyecto NERO durante las anualidades 2018-2019 son expuestos a continuación:

- Monitorización de la evolución del curado de composites mediante el uso de dos tecnologías: sensores DC de movilidad iónica y sensores basados en Bragg Gratings (FBG).
- Estudio del embebido de ambos sensores: DC de movilidad iónica para detectar la llegada resina y evolución del curado mediante medidas de resistividad, y fibra óptica mediante el uso de sensores multiplexados para medir el esfuerzo generado durante el proceso de curado.
- La caracterización físico-química de las resinas mediante Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC) para un estudio de la exotermia del proceso, así como del calor total de la reacción de diversas resinas que será la referencia para cuantificar en la siguiente anualidad el avance de curado en el tiempo.
- Estudio de la correlación de las señales de los sensores embebidos en el material (resina y resina-refuerzo) con el avance del curado para obtener información cualitativa del grado de curado.
- Este estudio abarca un gran abanico de combinaciones para evaluar el efecto de diversos parámetros en el curado. Todo ello, se ha realizado con los materiales empleados habitualmente por los usuarios finales (Galventus, Fiberglas y Astilleros Triñanes), así como con otras resinas y refuerzos que puedan mejorar los procesos empleados actualmente por dichos usuarios (RCastro).
- Una vez fabricadas las probetas, se realizaron ensayos de tracción en el centro tecnológico AIMEN para evaluar las propiedades mecánicas de cada caso de estudio y relacionarlas con los materiales empleados, curado, efecto sensores embebidos en las propiedades finales de las piezas, etc. Así mismo se monitorizó el ensayo de tracción mediante sensores FBG embebidos en las probetas Caracterizar mecánicamente el material compuesto con sensores embebidos para detectar las microdeformaciones que tienen lugar hasta la rotura del material.
- Así mismo, se validaron los resultados de escala laboratorio a escala real mediante la monitorización en las instalaciones de Triñanes durante la fabricación de un barco de composite. Para ello, se embebieron sensores DC y FBG en la zona interior de proa y zona de máquinas y se monitorizó la evolución del curado durante un proceso de laminación manual.
- Similarmente, se realizó un estudio de monitorización de la reparación de una pala eólica en las instalaciones de Galventus. El daño objeto de estudio fue una reparación del borde de ataque mediante el uso de dos tecnologías: laminación manual e infusión.

- Se realizó un tratamiento de los datos de todas las pruebas en las que fueron embebidos los sensores. Posteriormente, se sometieron a un análisis estadístico a través de técnicas de aprendizaje supervisado mediante algoritmos Machine Learning para la creación del software en la siguiente anualidad (TECDESOFT).

### CONSORCIO NERO

Para afrontar este ambicioso reto, se ha consolidado un **consorcio multisectorial de empresas gallegas**, todas ellas PYMEs, con las capacidades complementarias y el conocimiento necesario para cubrir toda la cadena de valor del proyecto:



**GALVENTUS SERVICIOS EÓLICOS**, líder del consorcio, con amplia experiencia en procesos de inspección, mantenimiento, reparación y peritaje de piezas de materiales compuestos en el sector eólico y que en el ámbito del proyecto será usuario final del sistema de monitorización para la reparación de palas eólicas.

**ASTELEIROS TRIÑANES**, astillero que fabrica y repara embarcaciones de composite de distinta tipología (dornas, pesqueros, auxiliares de acuicultura) y usuario final del sistema de monitorización NERO para la fabricación de barcos.

**FIBERGLAS**, empresa pionera en la fabricación de productos de poliéster reforzado con fibra de vidrio, plásticos reforzados y termoconformados y usuario final del sistema de monitorización en fabricación y comportamiento en servicio de depósitos de almacenamiento de líquidos.

**RESINAS CASTRO**, empresa especializada en la fabricación y comercialización de todo tipo de productos relacionados con el sector de los composites y que aportará su know-how en el comportamiento y monitorización de estos materiales.

**TECDESOFT**, ingeniería especializada en el tratamiento de datos provenientes de sistemas sensores o desarrollo de plataformas de supervisión a tiempo real, para numerosos sectores, que se encargará de la integración del software de control en los sistemas de monitorización.

El consorcio cuenta con la colaboración de **AIMEN Centro Tecnológico**, centro especializado en el diseño, caracterización y desarrollo de materiales de

altas prestaciones, así como en el desarrollo de sistemas de sensorización y tratamiento de datos para procesos de fabricación avanzada.

#### **FINANCIACIÓN DEL PROYECTO:**

El proyecto NERO, enmarcado en el programa **CONECTAPEME 2018**, está financiado por la Xunta de Galicia a través de la Axencia Galega de Innovación (GAIN) y el apoyo de la Consellería de Economía, Emprego e Industria y está cofinanciado con cargo a Fondos FEDER en el marco del eje 1 del programa operativo Feder Galicia 2014-2020.



**Unión Europea**

Fondo Europeo  
de Desarrollo Regional  
"Una manera de hacer Europa"



**XUNTA DE GALICIA**  
**CONSELLERÍA DE ECONOMÍA,**  
**EMPREGO E INDUSTRIA**

SUBVENCIONADO POR:

