21/09/20

Proyecto RESTRUCTMAD:

Investigación y desarrollo de soluciones innovadoras de reparación y refuerzo para estructuras de madera

Coordinador del proyecto y contacto: Miguel Ángel Abián
mabian@aidimme.es

Newsletter # 1-2020/21

Difusión de proyectos

En cooperación con empresas y entidades valencianas, AIDIMME investiga y desarrolla en este proyecto soluciones innovadoras de reparación y refuerzo de estructuras de madera, con mejoras sustanciales respecto a las ya existentes.

La financiación del proyecto de I+D en cooperación con empresas **RESTRUCTMAD** (Investigación y desarrollo de soluciones innovadoras de reparación y refuerzo para estructuras de madera) ha sido recientemente aprobada por el **IVACE** (Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial). El proyecto está también cofinanciado por el Programa Operativo **FEDER** de la Comunidad Valenciana 2014-2020. El proyecto tiene una duración prevista de 1 año (julio 2020-junio 2021).

El objetivo general del proyecto consiste en investigar y desarrollar **soluciones innovadoras de reparación y refuerzo de estructuras de madera, con mejoras sustanciales respecto a las ya existentes**: mayor resistencia y capacidad portante, menor impacto medioambiental, menor coste y uso de materiales, menor tiempo de ejecución, aplicación directa en obra, etc.

Motivación del proyecto

En numerosos edificios, algunos de ellos de gran valor patrimonial e histórico, la estructura es total o parcialmente de madera. La necesidad de conservar y rehabilitar dichos edificios ha sido y es muy importante en el sector de la arquitectura. Hasta ahora, cuando se detectan deterioros en la estructura de un edificio o cambian las necesidades estructurales de este (por cambio de uso, por ejemplo), se sustituyen los elementos de madera por otros de hormigón o acero, o se interviene la estructura mediante sistemas de hormigón o metálicos, convirtiendo en decorativa la estructura de madera. **Dichas soluciones son costosas, a menudo desproporcionadas y requieren emplear innecesariamente grandes cantidades materiales no sostenibles ni reciclables**. Por otra parte, a veces son difíciles de

ejecutar por la geometría del edificio, y suelen ocasionar grietas en los muros y pilares, e incluso hundimientos de los cimientos. Por último, el cálculo estructural de las estructuras reparadas o reforzadas con esos sistemas es difícil de realizar, pues no existe documentación de los sistemas constructivos usados originalmente, y resulta inabordable en el caso de edificios patrimoniales o de carácter singular.

Imagen 1. Viga de carga de madera antigua que sufre una rotura que debería ser reparada por seguridad y para que el elemento mantenga su función.

Por los problemas mencionados, existe una **necesidad de disponer de soluciones innovadoras para las estructuras de madera**, que eviten los inconvenientes mencionados. Estas soluciones deben ser lo bastante generales para aplicarse también a **edificios modernos y actuales** (es decir, no antiguos ni patrimoniales), pues son numerosos los edificios con estructuras de madera o materiales derivados (madera laminada encolada, contralaminada, etc.) que presentan problemas estructurales por desconocimiento del material, por diseño erróneo, deficiencias en el cálculo estructural o ejecución incorrecta, o bien por una combinación de todos estos factores.

Imagen 2. Cercha de madera laminada encolada en un edificio construido recientemente. La madera presenta grietas porque el elemento está mal diseñado y sufre una carga excesiva para su resistencia. Se necesitan soluciones de refuerzo y reparación que puedan aplicarse* in situ *en cualquier edificio, independientemente de su antigüedad. Fuente: IKTK

Asimismo, son numerosos los edificios antiguos y modernos que cambian de uso (y en consecuencia de **exigencias estructurales y normativas**), y requieren soluciones de reparación y refuerzo que permitan adecuar la estructura existente a las nuevas exigencias, sin incurrir en costosas rehabilitaciones o en problemas derivados del uso de otros materiales para los cuales no fue diseñada ni calculada la estructura. Esta situación de **cambio de uso** es cada vez más frecuente en ciudades y municipios de la Comunitat Valenciana.

Con las soluciones innovadoras que se desarrollarán en el proyecto se conseguirá **reparar y reforzar los elementos de cualquier estructura de madera** (vigas, viguetas, cerchas, pares, etc.), **incluyendo puentes, pasarelas, naves industriales y agrícolas, etc**., con mejoras sustanciales respecto a las soluciones ya existentes. Igualmente, en el proyecto se determinará la resistencia mecánica de los elementos reparados o reforzados, para que puedan usarse con seguridad y fiabilidad, cumpliendo el **Código Técnico de la Edificación**.

La falta de caracterización mecánica de los elementos reparados con las soluciones actuales impide que puedan usarse ampliamente y con seguridad. Esto ocasiona que la mayoría de los profesionales opten por la sustitución de los elementos de madera, en lugar de por su reparación o refuerzo.

Imagen 3. Viga de madera reforzada con una capa de polímero con fibra de carbono. Fuente: Rescalvo et al. *(2017).*

En resumen, las soluciones propuestas permitirán ejecutar las **rehabilitaciones y modernizaciones de estructuras de madera** (antiguas, patrimoniales, modernas y actuales), con ventajas relevantes respecto a los ya existentes en tres aspectos fundamentales: sostenibilidad, competitividad y fiabilidad.

Las estructuras de madera a las que se refiere el proyecto corresponden a edificios, puentes, pasarelas, naves agrícolas, naves industriales, etc. Las soluciones innovadoras que se desarrollarán serán lo bastante generales para aplicarse **tanto a edificios antiguos y patrimoniales como a edificios modernos y actuales**, pues son numerosos los edificios con estructuras de madera o materiales derivados que presentan problemas estructurales por desconocimiento del material, por diseño erróneo, deficiencias en el cálculo estructural o ejecución incorrecta, o bien por una combinación de todos estos factores.

Asimismo, son numerosos los edificios antiguos y modernos que cambian de uso (y en consecuencia de exigencias estructurales y normativas), y **requieren soluciones de reparación y refuerzo que permitan adecuar la estructura existente a las nuevas exigencias**, sin incurrir en costosas rehabilitaciones o en problemas derivados del uso de otros materiales para los cuales no fue diseñada ni calculada la estructura.

Imagen 4. Ejemplo de prótesis de madera en las viguetas de la cubierta del Palacio Godoy. Fuente: Javier Plans

Según destaca Miguel Ángel Abián, coordinador y director técnico del proyecto y jefe del Departamento de Tecnología y Biotecnología de la Madera de AIDIMME, "las soluciones propuestas permitirán ejecutar las rehabilitaciones y modernizaciones de estructuras de madera (antiguas, patrimoniales, modernas y actuales), con ventajas relevantes respecto a las ya existentes en tres aspectos fundamentales: sostenibilidad, competitividad y fiabilidad".

Objetivos específicos

Para conseguir el objetivo general del proyecto, expuesto anteriormente, se proponen los siguientes **objetivos específicos**:

- **Investigar las soluciones actuales para reparar y reforzar estructuras de madera**.
- **Desarrollar soluciones de reparación y refuerzo con ventajas sustanciales respecto a las existentes** (mayor resistencia y capacidad portante, menor impacto medioambiental, menor coste y uso de materiales, menor tiempo de ejecución, aplicación directa en obra, uso de madera reciclada o de restos de madera, etc.). Estos sistemas y soluciones serán aplicables a estructuras de madera antiguas, patrimoniales, modernas y actuales; y tendrán en cuenta tanto la madera aserrada como otros materiales modernos derivados de ella (madera laminada encolada, contralaminada, etc.).
- **Aplicar las soluciones desarrollados a elementos que presenten daños, deterioros o requieran mayor resistencia estructural**.
- **Ensayar los elementos reparados/reforzados para caracterizarlos mecánicamente según el CTE**.
- **Difundir de forma efectiva el proyecto y sus resultados**.

- **Transferir y promover los resultados a empresas de la Comunitat Valenciana,** escogiendo los canales más adecuados para que la transferencia tenga el mayor impacto posible.

Resultados esperados

Los resultados esperados del proyecto son los siguientes:

- **Un análisis de las propiedades mecánicas de la madera** en estructuras antiguas y modernas.
- **Un análisis de las situaciones más frecuentes en las estructuras que requieren refuerzo o reparación.**
- **Un estudio de las soluciones actuales para reparar y reforzar estructuras de madera.**
- **Fichas técnicas de las soluciones actuales** para reparar y reforzar estructuras de madera.
- **Soluciones innovadoras de refuerzo y reparación,** con ventajas sustanciales respecto a los existentes en tres aspectos: sostenibilidad, competitividad y fiabilidad.
- Una **guía de aplicación** de las soluciones desarrolladas.
- La **aplicación de las soluciones desarrolladas** a elementos con baja resistencia, degradados o con roturas o principios de rotura.
- **La caracterización mecánica, según el CTE, de los elementos reparados/reforzados.**
- La **difusión** de forma efectiva del proyecto y sus resultados.
- La **transferencia y promoción de los resultados** a empresas de la Comunitat Valenciana.

Novedad y relevancia técnica e industrial

La **novedad** de los objetivos del proyecto radica en varios aspectos:

- La **innovación en soluciones de reparación y refuerzo para estructuras de madera de todo tipo, uso y antigüedad.**
- La **especificación de cómo aplicar las nuevas soluciones (materiales y procedimientos)** de forma reproducible, estandarizada y trazable.
- **La caracterización mecánica, según el CTE, de los elementos reparados/reforzados.** Este es el primer paso para el comienzo de una futura actividad prenormativa para madera reparada/reforzada, con vistas a su normalización y clasificación, como sucede con la madera convencional. Dicha caracterización mecánica es también la base imprescindible que permitirá el futuro **modelado matemático-computacional de los elementos reparados/reforzados y de las estructuras a las que pertenecen,** lo que resulta **totalmente novedoso para el sector de la arquitectura y de la ingeniería.** Los programas actuales de cálculo según el CTE, incluso los más avanzados, no permiten modelar ni calcular elementos reparados o reforzados.

Los resultados del proyecto serán **relevantes para el estado de conocimiento en madera y específicamente en madera reforzada o reparada para uso arquitectónico e ingenieril,** porque permitirán caracterizar, modelar y calcular estructuralmente los elementos reforzados o reparados, así como **mejorar sustancialmente** las soluciones aplicadas hasta ahora en rehabilitación de madera.

La **guía de aplicación de las soluciones desarrolladas en el proyecto** permitirá a profesionales y empresas de rehabilitación **aplicar con fiabilidad y de forma estandarizada y trazable** las soluciones en elementos degradados o con roturas o principios de ellas, o bien que necesiten mayor resistencia mecánica (por ejemplo, por cambio de uso o modernización del edificio). Hasta ahora no existen guías similares.

Además, la **relevancia técnica e industrial** de los resultados será elevada porque:

- Las soluciones innovadoras podrán ser utilizada por las PYMEs, porque no requieren materiales costosos ni métodos complejos de aplicación.
- Los arquitectos e ingenieros podrán usar la caracterización mecánica de los elementos reforzados/reparados para hacer **cálculos estructurales** con seguridad y **cumplir el CTE**.
- Las soluciones innovadoras de reparación y refuerzo proporcionarán **ventajas técnicas y económicas** a las empresas dedicadas a rehabilitación, dada su aplicación directa en obra. A menudo, hasta ahora se sustituye el elemento de madera por uno de hormigón o acero inoxidable, lo que conlleva gastos de transporte y de apuntalamientos mientras se procede a la sustitución.

Retorno a la sociedad y el fomento de la cohesión del territorio

El retorno a la sociedad y el fomento de la cohesión del territorio de la inversión en I+D del presente proyecto radica en los siguientes aspectos:

- La transferencia del conocimiento adquirido en el proyecto a las empresas y a la sociedad en general, relativo a las soluciones de refuerzo y reparación de la madera, supondrá el **incremento de la concienciación y formación de los agentes implicados en la conservación y rehabilitación de los edificios,** desde los arquitectos y empresas hasta los propietarios.
- La mejora del conocimiento de las soluciones de refuerzo y reparación de la madera **repercutirá de forma positiva en los proyectos de rehabilitación** de edificios antiguos con estructura de madera, al simplificar la rehabilitación y por tanto reducir las molestias a los vecinos. Asimismo, **repercutirá positivamente en los proyectos de rehabilitación de edificios actuales con estructura de madera o derivados** que presenten problemas de diseño, ejecución o sobrecargas; o bien que necesiten ser rehabilitados para **usos distintos a los previstos inicialmente**, situación cada vez más frecuente en las ciudades y municipios de la Comunitat Valenciana.
- La aplicación de los resultados del proyecto en **edificios patrimoniales** de núcleos urbanos de ciudades y pueblos, **muy presentes en la Comunitat Valenciana, fomentará la conservación, promoción y la relación entre distintos ayuntamientos** con problemas similares. De esta forma se abrirá la puerta a la colaboración entre entidades públicas, lo cual fomenta la cohesión del territorio.

Los principales resultados de RESTRUCTMAD estarán disponibles, a medida que vayan obteniéndose, **de forma abierta, pública y gratuita** en la página electrónica de AIDIMME.

Para más información sobre el proyecto contacte con AIDIMME.

GENERALITAT VALENCIANA | TOTS A UNA veu
IVACE INSTITUT VALENCIÀ DE COMPETITIVITAT EMPRESARIAL
UNIÓN EUROPEA Fondo Europeo de Desarrollo Regional
Una manera de hacer Europa
"Proyecto cofinanciado por los Fondos FEDER, dentro del Programa Operativo FEDER de la Comunitat Valenciana 2014 - 2020"