

## Formación e investigación en rehabilitación: un campo para la colaboración interuniversitaria

### Training and research in rehabilitation: a field for inter-university collaboration

Montserrat Bosch González<sup>1</sup>, Joan Ramón Rosell Amigó<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sub.dir Política Científica, Responsabilitat Social i Promoció EPSEB-UPC, [montserrat.bosch@upc.edu](mailto:montserrat.bosch@upc.edu);

<sup>2</sup> Responsable del Máster MUDIATEC, EPSEB-UPC, [joan.ramon.rosell@upc.edu](mailto:joan.ramon.rosell@upc.edu)

---

#### Abstract

*The recent Master's degree in Diagnosis and Intervention Techniques in Building Construction (MUDIATEC), which is offered at the Barcelona School of Building Construction (EPSEB-UPC), provides complementary training to the degrees of Architecture, Technical Architecture and Civil Engineering. The teaching program incorporates fundamental aspects of rehabilitation and restoration, without forgetting the necessary skills to understand and delve into construction processes.*

*We are presenting the Master MUDIATEC at the 1st Congress of Schools of Building and Technical Architecture of Spain with the following objectives:*

- Encourage collaboration and the exchange of successful experiences in the field of diagnosis and rehabilitation in building among the faculty of the different schools, incorporating invited sessions in online format and participation in teaching activities such as the co-tutoring of Master's Final Projects.*
- To promote research in such a strategic area as rehabilitation, identifying the lines demanded by the economic, social, and environmental situation related to the building sector.*
- Share the field of action of the Building Construction Schools' own master's degrees in order to identify the map of strengths and generate synergies for exchange and consolidation.*

**Keywords:** *mobility, interuniversity collaboration, diagnosis, innovation*

## **Resumen**

*El reciente Máster Universitario en Diagnóstico y Técnicas de Intervención en la Edificación MUDIATEC (Máster Oficial), que se imparte en la Escuela Politécnica Superior de Edificación de Barcelona (EPSEB-UPC), ofrece una formación complementaria a los grados de Arquitectura, Arquitectura Técnica e Ingeniería Civil. El Programa docente incorpora aspectos fundamentales de la rehabilitación y la restauración, sin olvidar las competencias necesarias para entender los procesos constructivos y ahondar en ellos.*

*Presentamos el Máster MUDIATEC en el 1 Congreso de Escuelas de Edificación y Arquitectura Técnica de España con los siguientes objetivos:*

- *Favorecer la colaboración y el intercambio de experiencias exitosas, en el ámbito de la diagnóstico y la rehabilitación en edificación, entre el profesorado de las distintas escuelas, incorporando sesiones invitadas en formato on line y la participación en actividades docentes como la co-tutoría de Trabajos Finales de Máster*
- *Fomentar la investigación en un ámbito tan estratégico como la rehabilitación, con la identificación de las líneas que demanda la situación económica, social y ambiental relacionada con el sector de la edificación*
- *Compartir el campo de acción de los másters propios de las escuelas de edificación para identificar el mapa de fortalezas y generar sinergias de intercambio y consolidación.*

**Palabras clave:** *movilidad, colaboración interuniversitaria, diagnóstico, innovación*

## 1. Introducción

El sector de la edificación y la construcción en Europa sigue siendo un potente vector de crecimiento económico. El subsector de la rehabilitación y el mantenimiento de edificios se muestra cada día más importante y, en momentos de crisis, se ha revalorizado e impulsado estratégicamente.

La intervención en edificios existentes es un sector muy dinámico en todos los países europeos, con una actividad media superior al 50% de todo el sector. Sin embargo, se observa que los datos no son iguales para cada país: en algunos casos las cifras alcanzan el 20% mientras que otras superan el 70% de la actividad total (Diagnosis Project , 2020).

La rehabilitación se había orientado, tradicionalmente, hacia los aspectos estructurales de los edificios y su seguridad. Hoy en día, múltiples acuerdos internacionales, como la última Cumbre Climática COP21 de París (Climate Summit COP21 of Paris) o la actualización de la Directiva Europea sobre eficiencia energética de los edificios 2018/844 (Unión Europea, 2018), han optado por acelerar la renovación de los edificios existentes para reducir los consumos energéticos y alcanzar un sistema energético sostenible, competitivo, seguro y descarbonizado.

Pero el empujón definitivo hacia la rehabilitación del parque edificado la ha dado, paradójicamente, la pandemia COVID 19 (Ver Figura 1), que ha funcionado como palanca para el impulso del sector, mediante el Pacto Verde Europeo y la publicación de la Oleada de Renovación, que se propone reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en al menos el 55% para 2030 y que Europa sea climáticamente neutra de aquí a 2050 (Comisión Europea, 2020).

Las prioridades para alcanzar los objetivos son:

- Dar respuesta a la pobreza energética, que reducirá las facturas de los ciudadanos
- De ahora a 2030, podrían renovarse 35 millones de edificios y crearse 160.000 empleos verdes en el sector de la construcción
- Reducir las emisiones y el uso de energía
- Mejorar la calidad de vida, la salud y el bienestar
- Hogares descarbonizados, digitalizados y más inteligentes
- Diseño sostenible asequible



Figura 1 Elementos de la European Green Deal: Fuente: Comisión Europea

En estas circunstancias hay que añadir, a la cuestión energética, nuevas exigencias en cuanto a confort, accesibilidad y muchos otros parámetros que los edificios del siglo XXI deben ofrecer. Estos cambios indispensables son una excelente oportunidad para incorporar mejoras en los sistemas de gestión del sector e introducir, por ejemplo, el BIM (Building Information Modelling) como un modelo de trabajo estándar de gran utilidad, o la Metodología Lean para mejorar la productividad del proceso constructivo y reducir residuos, desperdicios, tiempo, materiales y recursos.

En este contexto, parece evidente que hay que ofrecer formación especializada a los profesionales del sector de la edificación en rehabilitación y que las escuelas de Arquitectura Técnica deben liderar estratégicamente y a poder ser de manera conjunta estas líneas de futuro que consoliden la profesión.

## 2. Objetivos

Esta presentación tiene un objetivo principal: aprovechar este encuentro para presentar el Máster Universitario en Diagnóstico y Técnicas de Intervención en la Edificación, MUDIATEC (EPSEB, 2021), que se imparte desde el curso 2020/21 en la Escola Politècnica Superior d'Edificació de Barcelona EPSEB (Universitat Politècnica de Catalunya-Barcelona Tech), y que ofrece una formación complementaria a los grados de Arquitectura, de Arquitectura Técnica y/o a los estudios del ámbito de la Ingeniería Civil.

También tiene otros tres objetivos más concretos:

## 2.1 Favorecer la colaboración y el intercambio

Favorecer la colaboración entre escuelas y profesorado del ámbito de la rehabilitación y la restauración y compartir, por ejemplo, experiencias exitosas, en el ámbito de la diagnosis y la rehabilitación en edificación.

Desde la Coordinación del Máster MUDIATEC, nos gustaría invitar al profesorado de las distintas escuelas a mostrar intervenciones singulares, que sirvan de ejemplo de buenas prácticas, e incorporarlas en sesiones invitadas en formato on line, al modo que está haciendo, por ejemplo, el Foro Cerámico Hyspalit con sus “LECCIONES APRENDIDAS: EL ARQUITECTO CUENTA SU OBRA” en colaboración con la Universidad de Sevilla (*Foro Cerámico Hyspalyt, 2021*).

Otra posible colaboración podría consistir en la cotutoría de Trabajos Finales de Máster que pueden desarrollarse en formatos diversos y que, en relación a la investigación, podrían favorecer las relaciones entre grupos de investigación.

## 2.2 Fomentar la investigación

En un ámbito tan estratégico como la rehabilitación, se hace imprescindible identificar las líneas de investigación que demanda la situación económica, social y ambiental relacionada con el sector de la edificación. Evidentemente, hay líneas claramente identificadas en las que los distintos grupos de investigación consolidados de las diversas escuelas trabajan desde hace años y con éxito evidente: la caracterización y el desarrollo de nuevos materiales y todo el ámbito relacionado con la eficiencia energética y los mecanismos y sistemas para reducir los consumos o mejorar las prestaciones de los edificios.

La investigación en temas relacionados con la rehabilitación, tiene un largo recorrido evidente en nuevas temáticas como la monitorización, las simulaciones y los gemelos digitales para detectar, por ejemplo, los problemas asociados a los Sistemas de Aislamiento Térmico por el Exterior (SATE) frente al riesgo de incendios; o el metabolismo de los edificios y su optimización; y los nuevos campos de investigación en neuroarquitectura e inteligencia artificial entre otros.

Para acometer estos nuevos retos es necesaria la colaboración y la comunicación académica. Y los másters son una excelente oportunidad para identificar aquellos profesionales que están haciendo el esfuerzo de realizar un segundo ciclo, para incorporarlos a la investigación universitaria, y promover la realización de tesis doctorales.

## 2.3 Compartir el campo de acción

La proliferación de Másters desde las diversas escuelas es una excelente oportunidad para dar continuidad a la formación en Arquitectura Técnica y sería muy interesante disponer de un mapa de titulaciones y una puesta en común para que, respetando la independencia de los distintos centros, se pudiese promover la movilidad de profesorado y estudiantado según los intereses personales y profesionales de cada uno.

Una breve búsqueda en las páginas web de las distintas escuelas en las que se imparte Arquitectura Técnica muestra que estamos ofreciendo: Máster Universitario en Gestión

Integral de la Edificación y Máster Universitario en Seguridad Integral en Edificación (Sevilla), Máster en Edificación (Valencia); Máster en Ciencia y Tecnología del Patrimonio Arquitectónico, Máster en Estructuras, Máster en Ingeniería Acústica, Máster en Prevención de Riesgos Laborales, Máster en Rehabilitación Arquitectónica, más los dobles másters (Granada); Máster en Innovación Tecnológica en Edificación, Máster en Gestión en Edificación, Máster en Ejecución de Obras de Rehabilitación y Restauración (Madrid), y el Máster universitario en Construcción Avanzada en la Edificación más el Máster Universitario en Diagnóstico y Técnicas de Intervención en la Edificación (Barcelona).

Sería deseable favorecer y promover la movilidad de profesorado y estudiantado de manera que se puedan cursar asignaturas o participar en actividades conjuntas en aquellos másters que tengan objetivos y contenidos similares. Aprovechando las tecnologías de la Información y la Comunicación, y lo mucho aprendido durante la pandemia, se debería promover la posibilidad de cursar los másters con algún cuatrimestre a distancia, lo que permitiría al estudiantado un menor esfuerzo económico y personal.

También para el estudiantado de máster que proviene de los países de habla hispana, puede ser un interesante aliciente realizar el Máster en una ciudad como Barcelona y luego realizar su Trabajo Final de Máster en otra ciudad como Sevilla o Granada, por poner dos ejemplos suficientemente lejanos y diversos, con una cotutoría desde las dos universidades.

### **3. Desarrollo de la investigación**

El máster MUDIATEC se ha gestado a partir de la experiencia previa en diagnóstico y rehabilitación en edificación y pensando en el futuro inmediato del sector de la arquitectura y la construcción.

Responder al amplio y complejo espectro de exigencias que debe afrontar una correcta rehabilitación no es una tarea fácil y la mayoría de los profesionales del sector tienen dificultades para hacerlo. El aspecto clave, a la hora de hablar de edificios existentes, es llegar a un buen conocimiento de estos edificios y de sus componentes, por lo que una necesidad importante de este sector está relacionada con la falta de un perfil profesional específico: un experto en diagnóstico y en técnicas de intervención que se ajusten y den respuesta a las necesidades de los proyectos de rehabilitación y/o restauración.

El máster MUDIATEC es la consecuencia final de un largo recorrido que arranca, si no antes, el curso 89/90 (hace más de 30 años) con la oferta del “Máster en patología, diagnóstico y técnicas de rehabilitación del patrimonio construido”, con carácter bianual y que se impartió durante 7 ediciones. Mientras que las técnicas y la metodología de análisis para la intervención en el patrimonio arquitectónico y la restauración de monumentos encontraban su “hábitat” en las escuelas de arquitectura, las cuestiones más tecnológicas, relacionadas con el diagnóstico, la patología o la rehabilitación y el mantenimiento de la arquitectura doméstica se centralizaron en las escuelas de arquitectura técnica, o como mínimo, así ocurrió en la Politécnica de Catalunya.

A pesar de las fluctuaciones y las idas y venidas en los contenidos de los planes de estudios, en la EPSEB se ha mantenido siempre una línea de investigación y de docencia muy vinculada a la diagnosis en edificios, por diversas circunstancias, que en los últimos años se ha consolidado con las líneas de especialización y los Diplomas de Ampliación de Competencias en Rehabilitación en el anterior Plan de Estudios del Grado en Arquitectura Técnica y Edificación (GATE), o el desgajo de las asignaturas del Máster Universitario en Construcción Avanzada en Edificación centradas en la rehabilitación, en el nuevo Máster MUDIATEC

El MUDIATEC, incorpora aspectos fundamentales de la diagnosis, la rehabilitación y la restauración, sin olvidar las competencias necesarias para entender los procesos constructivos, ahondar en ellos y mejorar la capacitación profesional. También proporciona, como es de esperar en un Máster Universitario, formación dirigida hacia la investigación, lo que permite, a los titulados en Arquitectura Técnica y/o Ingeniería de la Edificación progresar en la carrera académica mediante un segundo ciclo específico y propio de la profesión (Ver Figura 2).

### Máster universitario en Diagnosis y Técnicas de Intervención en la Edificación

Asignaturas	créditos ECTS	Tipo
<b>Primer cuatrimestre</b>		
Análisis Histórico-Arquitectónico-Constructivo de la Edificación Existente	5	Obligatoria
Evaluación Integral del Edificio Existente. Análisis Estructural	5	Obligatoria
Levantamiento Gráfico de la Edificación Existente	5	Obligatoria
Procesos Patológicos y de Diagnosis	5	Obligatoria
Rehabilitación Energética	5	Obligatoria
Técnicas de Diagnosis y Caracterización de Materiales	5	Obligatoria
<b>Segundo cuatrimestre</b>		
Proyecto de Intervención	6	Obligatoria
Técnicas de Intervención en la Edificación Existente (1)	6	Obligatoria
Técnicas de Intervención en la Edificación Existente (2)	3	Obligatoria
Trabajo de Fin de Máster	15	Proyecto

Fuente: Elaboración propia

**Figura 2 Plan de Estudios del Máster MUDIATEC. Fuente EPSEB**

## 4. Resultados

La larga experiencia en el campo de la rehabilitación, la diagnosis y las técnicas de intervención nos han permitido acceder y conseguir dos proyectos Erasmus+: el proyecto "DIAGNOSIS Innovating a crucial profession in Building and construction sector" (2017/2019) (RehabiMed, 2019) cuyo objetivo era definir el perfil profesional de un experto en diagnosis de edificios; y actualmente el proyecto "SMART Rehabilitation 3.0" (2019/2022) (Rehabimed, 2020), planteado como una segunda etapa y orientado a la fase de proyecto y ejecución de la rehabilitación, y con la novedad de la producción de cursos on line en abierto (Massive On Line Open Courses, MOOCs). La proyección europea también debe ser un objetivo colectivo en el que trabajar conjuntamente.

Pero también el recorrido personal del profesorado de la EPSEB, y en especial el vinculado al Laboratori de Materials, es un resultado académico que ha consistido en más de 30 años de transferencia de tecnología y, en consecuencia, en experiencia y conocimiento muy estrechamente vinculados a la profesión.

Desde el Laboratorio de Materiales se han estado ofreciendo servicios en relación al estudio, determinación, diagnóstico o caracterización de materiales y sistemas constructivos. Por ejemplo, se han realizado estudios para evaluar el comportamiento estructural de los sistemas de construcción tradicionales como las paredes de carga de ladrillo y mampostería o las estructuras porticadas de hormigón y hormigón armado. También se han desarrollado metodologías de diagnóstico y ensayos para forjados unidireccionales, estudios del comportamiento higratérmico de distintas soluciones de cubiertas o fachadas y sus causas, caracterización de los hormigones y su patología, o problemas de deterioro e incluso colapso de elementos de madera.

Estos tipos de trabajos también son el fundamento para establecer líneas específicas de investigación que, a partir de los casos puntuales, permiten desarrollar herramientas de diagnóstico que sirven para nuevos proyectos, y en algunos casos incluso son lo suficientemente innovadores como para hacer una publicación de carácter técnico o científico, que deberá servir a los profesionales del sector en el desarrollo de sus tareas.

Y el Laboratorio de Materiales, junto con otros laboratorios de la EPSEB (Laboratorio de Acústica y ahorro energético, o Laboratorio del fuego, entre otros) son también laboratorios docentes que dan soporte y permiten, al estudiantado de máster y doctorado, desarrollar sus etapas investigadoras en el propio centro, con el acompañamiento del Personal Docente e Investigador (PDI) y el Personal de Administración y Servicios (PAS), lo que facilita la investigación en los temas estratégicos definidos por el centro.

Los resultados de la primera edición del Máster MUDIATEC aún no son suficientemente completos, ya que el estudiantado matriculado ha superado las asignaturas del primer curso pero aún está por entregar el Trabajo Final de Máster (TFM), a excepción de uno de los estudiantes que ya ha entregado el documento, con una buena cualificación, y que ha consistido en una investigación sobre nuevos materiales para aislamiento térmico a partir de residuos agrícolas. Este TFM es un buen ejemplo del uso que hace el estudiantado de los Laboratorios universitarios.

Sí podemos constatar, a partir de las diversas reuniones formales e informales que hemos mantenido con el estudiantado, que el grado de satisfacción con lo aprendido es muy elevado. El estudiantado procedente de titulaciones universitarias españolas de Arquitectura Técnica, considera que la formación recibida complementa muy adecuadamente sus conocimientos en diagnosis y rehabilitación de edificios. El estudiantado extranjero (latinoamericano, la mayoría arquitectos) han descubierto un campo profesional que desconocían y han valorado muy positivamente toda la parte experimental y aplicada de la formación.

Por nuestra parte, como docentes nos sentimos satisfechos con lo conseguido, implicados en la mejora y trabajando en la actualización constante de contenidos debido a las situaciones cambiantes propias de los tiempos. Y el hecho de trabajar sobre un edificio durante todo el curso, aplicando lo aprendido en un caso real, y concluyendo con un documento formal, también ha dado un excelente resultado con una presentación final de los trabajos a los técnicos municipales responsables de patrimonio.

## 5. Conclusiones

Muy probablemente, el mayor reto al que deberán enfrentarse los profesionales de la arquitectura y la edificación en los próximos 30 años sea combatir el cambio climático mediante todas las estrategias posibles que reduzcan los impactos ambientales y, entre ellas, la necesidad de reducir la actividad extractiva. La realidad demográfica de Europa nos sugiere, además, que tal vez ya esté casi todo construido y lo que necesitamos es mantener, mejorar y adaptar el parque edificado a las nuevas y mayores necesidades y exigencias de habitabilidad, confort y salubridad.

La rehabilitación es un sector en el que somos clave. Aunemos esfuerzos, capacidades, diversidades y pongamos el conocimiento al alcance de nuestro estudiantado y del profesorado, de manera imaginativa, cooperativa, con todos los medios que tengamos al alcance y divirtámonos aprendiendo y enseñando.

## Referencias

- Climate Summit COP21 of Paris. [En línea] <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement> <https://www.gouvernement.fr/en/paris-climate-conference>.
- Comisión Europea. 2020. Oleada de renovación: duplicar la tasa de renovación para reducir las emisiones, impulsar la recuperación y disminuir la pobreza energética. 2020.
- Diagnosis Project . 2020. *Un nuevo perfil profesional para el sector de la edificación y la construcción en Europa*. Barcelona : Diagnosis Project 2017-1-ES01-KA203-038254, 2020.
- EPSEB. 2021. Escola Politècnica Superior d'Edificació de Barcelona, Universitat Politècnica de Catalunya. [En línea] UPC, 2021. [https://epseb.upc.edu/es/estudios/mudiatec/mudiatec?set\\_language=es](https://epseb.upc.edu/es/estudios/mudiatec/mudiatec?set_language=es).
- Foro Cerámico Hispalyt. 2021. Foro cerámico Hispalyt. Lecciones Aprendidas. [En línea] Forocerámico, 2021. [https://www.foroceramico.es/lecciones-aprendidas/calendario?utm\\_campaign=lecciones-aprendidas-febrero-marzo-2020&utm\\_medium=email&utm\\_source=acumbamail](https://www.foroceramico.es/lecciones-aprendidas/calendario?utm_campaign=lecciones-aprendidas-febrero-marzo-2020&utm_medium=email&utm_source=acumbamail).
- RehabiMed. 2019. DIAGNOSIS PROJECT. Programa Erasmus+ de la Union Europea. Cooperación para la innovación y el intercambio de buenas prácticas y cooperación estratégica. [En línea] 2019. <http://www.erasmus-diagnosis.eu/>.

*Formación e investigación en rehabilitación: un campo para la colaboración interuniversitaria-  
Training and research in rehabilitation: a field for inter-university collaboration*

Rehabimed. 2020. SMART REHABILITACION 3.0. PROJECT. Programa Erasmus+ de la Union Europea. Asociación estratégica para la educación superior. [En línea] 2020. <https://smart-rehabilitation.eu/>.

Unión Europea. 2018. Directiva (UE) 2018/844 del Parlamento Europeo y del Consejo. *Directiva relativa a la eficiencia energética de los edificios*. s.l. : Boletín Oficial de la Unión Europea, 2018.