

Docencia e investigación en instalaciones y energía en arquitectura.

Teaching and research in facilities and energy in architecture.

- ▲ **Palabras clave/** Docencia, investigación, instalaciones, energía.
- ▲ **Keywords/** Teaching, research, facilities, energy.
- ▲ **Recepción/** 3 marzo 2015
- ▲ **Aceptación/** 6 abril 2015

César Martín-Gómez

Arquitecto, Universidad de Navarra, España.
Doctor Arquitecto Universidad de Navarra, España.
Académico Escuela de Arquitectura, Sección de Instalaciones y Energía, Universidad de Navarra, Navarra, España.
cmargom@unav.es

Isabel Durá Gúrpide

Arquitecta, Universidad de Navarra, España.
Doctora en Arquitectura, Universidad de Navarra, España.
Investigadora posdoctoral en Instituto de Ciencias Humanas, Sociales y Ambientales (INCHUSA), Centro Científico Tecnológico de Mendoza (CCT-Mendoza), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Mendoza, Argentina.
idurag@gmail.com

RESUMEN/ Este texto aporta datos concretos y resultados sobre cómo se realiza la docencia e investigación de los sistemas de instalaciones y energía en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Navarra, de modo que puedan servir de referencia y orientación a profesores e investigadores ligados a estas áreas de conocimiento. Se trata de una metodología expositiva, en orden cronológico, de las actividades que se han realizado desde 2002 en el plano docente y de investigación. Esta secuencia habría que entenderla, por tanto, como una muestra del abanico de posibilidades abiertas a otros docentes e investigadores. **ABSTRACT/** This article provides specific data and findings about teaching and research of energy and facility systems in the Superior Technical School of Architecture of the University of Navarra so that they can be used as a benchmark and guidelines for teachers and researchers involved in these knowledge areas. It is a time sequenced expository approach of teaching and research activities performed since 2002. Hence, the sequence should be understood as a sample of the range of possibilities open to other teachers and scholars.

1. OBJETO Y METODOLOGÍA. Las instalaciones, las infraestructuras, los servicios energéticos y la protección contra incendios representan una materia prima excelente para generar investigación, docencia de calidad y, por ende, avances en la arquitectura y el urbanismo. En el ámbito profesional, esta inclusión de soluciones 'técnicas' ha sido así desde el *impluvium* romano, pasando por la influencia de la seguridad frente a incendios en la arquitectura de acero, del aire acondicionado en la arquitectura del siglo XX o la actual explosión de la arquitectura 'eficiente'. Todos ellos son sólo algunos ejemplos de la heterogeneidad de temas que podrían tratarse (Martín-Gómez, 2012). No obstante, no existe desde las escuelas de arquitectura universitarias, una tradición

continuada para investigar estas cuestiones. En la mayor parte de los casos, este tema ha quedado en manos de arquitectos notables en el ejercicio de la profesión más que en el de sus responsabilidades académicas (Martín-Gómez *et al.*, 2010). Las estrategias metodológicas que se expondrán en este trabajo buscan promover el interés de los alumnos en estas materias. Se plantea con ellas animarlos a participar en el trabajo manual de laboratorio, colaborar con empresas y participar en proyectos de investigación guiados por los profesores responsables. Para los estudiantes involucrados, constituye un ejercicio por sobre el horizonte de sus responsabilidades académicas y que, sin embargo, aceptan entusiasmados en lo que de reto intelectual tiene para ellos.

2. DOCENCIA. Una de las realidades a las que debe enfrentarse un profesor de instalaciones y sistemas energéticos en una escuela de arquitectura es que, en la mayor parte de los casos, estas materias no interesan al alumnado *a priori*: el estudiante de arquitectura comienza sus estudios queriendo hacer edificios y no, por ejemplo, diseñar la electricidad de un espacio polideportivo. Es por ello que muchas de las actividades que se señalan a continuación han nacido de la necesidad de explicar de forma sencilla algo que al estudiante de arquitectura le resulta complejo o, cuando menos, poco atractivo.

2.1. Materias impartidas. Antes de comenzar la exposición de actividades docentes propiamente, procede explicar primero cuál es la docencia que reciben los alumnos en los estudios de arquitectura en el caso que nos ocupa:

- Instalaciones I: Fontanería y Saneamiento (primer cuatrimestre, tercer curso).
 - Instalaciones II: Protección Contra Incendios (segundo cuatrimestre, tercer curso) (Mambrilla y Martín-Gómez, 2011).
 - Instalaciones III: Acondicionamiento Higrotérmico (primer cuatrimestre, cuarto curso).
 - Instalaciones IV: Electricidad y Redes de Control (segundo cuatrimestre, cuarto curso).
 - Diseño de Instalaciones (todo el quinto curso).
 - Proyecto Fin de Grado (los alumnos están obligados a plantear el conjunto de instalaciones que requiere un proyecto de ejecución).
- Este conjunto de materias, salvo la de

Diseño de Instalaciones, son similares a los que reciben los Graduados de Edificación -antiguos Aparejadores y Arquitectos Técnicos según la normativa española- en la misma Escuela.

Las anteriores materias son todas obligatorias para los alumnos de arquitectura. Adicionalmente, aquellos que quieren finalizar sus estudios con las especialidades de Planeamiento y Desarrollo Urbanístico y Paisaje y Medio Ambiente, han de cursar la asignatura de Ingeniería Ambiental Aplicada a la Ciudad, en la que se muestra cómo las infraestructuras urbanas, es decir, las instalaciones de la ciudad al fin y al cabo, influyen en la configuración de los núcleos urbanos y el territorio (Eguaras, 2011).

Por último, durante el curso 2014-2015, se ha puesto en marcha la asignatura denominada Diseño de Instalaciones Hospitalarias, impartida por profesores de arquitectura en la Facultad de Medicina. Se trata de una iniciativa pionera en España, orientada a aquellos médicos que en el futuro dirijan o gestionen centros de salud, clínicas privadas o centros hospitalarios. La asignatura no persigue, por tanto, que el futuro médico aprenda a ejecutar y mantener un hospital, sino que sepa qué pedir a los técnicos con los que trabaje desde el diseño inicial, durante la obra, al final de la misma y durante la gestión del edificio.

2.2. Trabajos con fabricantes. Durante más de diez años, los profesores de estas asignaturas han reservado el 20% de la nota final del alumno para la calificación de un trabajo que debe realizarse junto con un fabricante del entorno cercano. Ha habido un amplio número de compañías

manufactureras participantes del programa con actividad relevante en el desarrollo de tecnologías o servicios del ámbito de las instalaciones: ABB, Daisalux, Movinord, Philips, Tegui, Trox, Volkswagen, etc... (imagen 1).

El objetivo de estos trabajos ha sido estimular a los alumnos en la comprensión de que las instalaciones pueden llegar a constituir el *leitmotiv* del desarrollo de sus proyectos de arquitectura. Los resultados (expresados en la forma de patentes o exposiciones) y su repercusión en los medios, confirman la validez del planteamiento (imagen 2).

2.3. Laboratorio. Se atribuye a Confucio el proverbio según el cual "lo que se oye se olvida, lo que se ve se recuerda, lo que se hace se aprende". Desde esa valoración del trabajo manual como medio de aprendizaje, la Escuela de Arquitectura ha logrado transformar los 1.000 m² de laboratorio con que cuenta -hasta hace poco orientados de modo predominante a la resolución de ensayos para el exterior- en un espacio docente en el que los profesores desarrollan las prácticas del conocimiento teórico expuesto en clase y los alumnos aprenden 'tocando' las instalaciones. Los recursos con los que se cuenta se pueden agrupar así:

- Material para realizar ensayos para las instalaciones de protección contra incendios, electricidad y acondicionamiento higrotérmico (Martín-Gómez *et al.*, 2014) (imágenes 3-6).
- Aula de materiales con más de diez mil muestras de elementos constructivos. Aproximadamente el 15% de ellas referidas a instalaciones y energía.

Movinord analizará la fabricación del trabajo de alumnos para futuros tabiques móviles y desmontables en viviendas

Seis alumnos de 'Diseño de Instalaciones' de quinto de Arquitectura han presentado los trabajos correspondientes al guión planteado por una empresa del ámbito de la edificación. En esta ocasión ha correspondido a la empresa Movinord, dedicada a la fabricación de cerramientos interiores (techos, particiones verticales, suelos técnicos etc) y sistemas de acondicionamiento (techos radiantes), quien planteó como ejercicio para esta asignatura de arquitectura el diseño de un tabique desmontable y/o móvil en la vivienda del siglo XXI.



Tres de los trabajos presentados fueron seleccionados por la empresa debido a su 'importante carga de innovación que representaban'. Así, seis alumnos (dos por trabajo) de esta asignatura dirigida por César Martín, acudieron a una reunión con los responsables de Movinord para presentar sus trabajos. Diego Simón, Débora Vázquez-Sás, María José Aldea, María Aramendia, Estibaliz Urdaín y Fernando Saiz pudieron explicar en primera persona el concepto y el desarrollo constructivo de sus trabajos.

Imagen 1. Nota de prensa de una de las colaboraciones entre la Escuela de Arquitectura y una empresa dedicada al desarrollo de cerramientos interiores. El título del concurso planteado por la empresa fue "El tabique del siglo XXI" (fuente: www.unaves).



Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración



XIII Congreso Iberoamericano de Climatización y Refrigeración

MADRID
28-30 abril 2015

Atecyr Agrupaciones Publicaciones Área Técnica Legislación Formación Revistas Eventos Fundatecyr Contacto

Acceso Socios »»

Bienvenido CÉSAR

» salir

Buscar

SERVICIO EXCLUSIVO A LOS SOCIOS

Últimas noticias

8.3.2011 Entrega del premio Atecyr en colaboración con la Universidad de Navarra

Por cuarto año consecutivo, la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Navarra entregó también el premio ATECYR, concedido a los estudiantes de la asignatura Diseño de Instalaciones que mejor han empleado la eficiencia y ahorro energético en un proyecto presentado en esta materia.

En esta ocasión, el galardón -englobado en el convenio de colaboración entre la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Navarra y la Agrupación de Navarra-La Rioja de la Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración- ATECYR fue para **Paula Olaizola** (Vitoria).

Otras noticias de interés en relación a la Jornada (p.ej. enlaces a las noticias que emita la UN) las puede encontrarlas en el siguiente enlace web <http://www.unav.es/arquitectura/actualidad/noticias/not/0440/>

Imagen 2. Nota de prensa de ATECYR (Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración) que desde hace ocho años entrega anualmente un premio al mejor proyecto desarrollado por un alumno en el que se empleen instalaciones de acondicionamiento higrotérmico (fuente: www.atecyr.org).

2.4. Proyectos de Innovación Docente.

La actividad anterior ha desembocado en la presentación y aprobación de los siguientes Proyectos de Innovación Docente:¹

- “Armario de prácticas de iluminación de emergencia”: curso 2014-2015.
- Publicación de un eBook sobre Diseño de Instalaciones”: curso 2012-2013 (imagen 7).
- “Armario de prácticas de acondicionamiento higrotérmico”: curso 2012-2013.
- “Armario de prácticas de electricidad”: curso 2012-2013.
- “Armario de prácticas de protección contra incendios”: curso 2012-2013.
- “Aplicaciones para la integración de instalaciones y sistemas energéticos en edificación para dispositivos iPhone/iPad”: curso 2011-2012.
- “Sistemas de evaluación innovadores, asignatura: Diseño de Instalaciones I y II”: curso 2010-2011.
- “Publicación de la asignatura: Diseño de Instalaciones en OCW”: curso 2010-2011.
- “Research Training Program”: curso 2010-2011.

Estos proyectos han sido altamente valorados en el sistema de acreditación del profesorado en España.

Una de las cuestiones no contempladas como resultado inicialmente, ha sido la posibilidad de publicar varios de estos proyectos en congresos y seminarios internacionales, e incluso en revistas indexadas en el área de ingeniería, todo lo cual vendría a validar la orientación de estos planteamientos académicos.

3. INVESTIGACIÓN. El concepto que ha guiado el trabajo de los profesores e investigadores aquí es el de “investigar en lo que se enseña y enseñar lo que se investiga”.

El objetivo ha sido en todo momento enseñar a los futuros arquitectos a realizar los edificios más complejos para que, igual que sucede con la Fórmula 1, donde sus avances terminan llegando antes o después del coche convencional, puedan luego trasladar esos conocimientos a cualquier tipo de edificio. Una expresión material de ese propósito han sido los varios proyectos de investigación y trabajos docentes relacionados con el ámbito hospitalario desarrollados en el curso de estos años. Son éstos los edificios más complejos en lo que a instalaciones y sistemas energéticos se refiere, tanto en su dimensionado como en

su tendido y mantenimiento.

El soporte para desarrollar esta dinámica lo ha constituido la traslación de conocimientos desde otras fuentes, conociendo cómo se hacen las cosas en áreas distintas de la arquitectura como el diseño de automóviles, aviones o barcos. Entendemos que el arquitecto -como técnico generalista- no debería pretender desarrollar desde cero tecnologías eficientes aplicadas en la edificación. Hacerlo supondría agudizar la endogamia en arquitectura. Esto es, un arquitecto que tiende habitualmente a no mirar más allá de lo que considera sus propios deseos de ‘innovación’. La realidad es que otras áreas del saber llevan décadas de ventaja en los desarrollos que requiere la edificación. Son muchos los ejemplos de arquitectos que han sabido leer en otras áreas del saber cuáles son los principales avances que debían incorporarse en la arquitectura. Basta recordar en este punto la reflexión de Buckminster Fuller cuando decía: “Encontré que todos estos complejos de barcos eran las herramientas superiores de sus momentos históricos respectivos” (Fuller, 2003).

3.1. Tesis doctorales. Las tesis doctorales constituyen la punta de lanza de la investigación. Para lograr su desarrollo, además de la búsqueda casi obsesiva de fondos económicos, es necesario crear un caldo de cultivo intelectual entre los alumnos de últimos curso para alentar su interés en dedicar varios años de su vida a preparar una tesis.

Las hasta ahora desarrolladas desde la Sección de Instalaciones y Energía tienen los siguientes títulos:

- “El aire acondicionado como factor de diseño en la Arquitectura española” (C. Martín-Gómez, 2009, Universidad de Navarra).
- “La protección contra incendios en edificios como factor de diseño de la arquitectura” (N. Mambrilla-Herrero, 2014, Universidad de Navarra).
- “Los sistemas de calefacción urbana en el urbanismo español del siglo XX” (en curso).
- “Caracterización de un cerramiento activo con células Peltier” (en curso).
- “La mise en lumière des tours: historique, problématique présente et prospective” (en curso, en co-dirección con la École Nationale Supérieure d’Architecture de Paris-Belleville).



Imagen 3. Exterior de los armarios de prácticas desarrollados entre la universidad y una empresa externa que actuó como mecenas tecnológico (fuente: M. Castells).



Imagen 4. Interior del armario de prácticas referido a las instalaciones eléctricas (fuente: M. Castells).

¹ Detalles con la descripción exacta de cada proyecto pueden consultarse en www.unav.edu/web/innovacion-educativa/memorias-pdi.



Imagen 5. Prueba para comprender la generación de llamas en una atmósfera explosiva (fuente: M. Castells).

3.2. Proyectos de investigación.

Los proyectos de investigación realizados en el marco descrito han resultado en patentes, publicaciones y ponencias en congresos. El propósito de este apartado es describir someramente cada proyecto y, sobre todo, transmitir con quién se ha trabajado. En estos años, como arquitectos, hemos tenido la oportunidad de trabajar y aprender con periodistas, ingenieros mecánicos, ingenieros eléctricos, médicos, químicos, matemáticos, informáticos y biólogos, entre otros. El trasvase de conocimiento que se produce alienta resultados extraordinarios. Esta colaboración multidisciplinar real es la que, opinamos, ha de impulsarse desde las escuelas de arquitectura. Se detallan a continuación los datos principales de los proyectos de investigación realizados, como referencia para otros investigadores. Se indica en cada caso el título del proyecto, el tipo de financiamiento, las instituciones con la que se trabajó en colaboración, la duración del proyecto, el monto de recursos involucrados y el número de investigadores participantes:

- Rediseño de la integración de energía en edificios a partir de metabolismos animales.
- Financiación pública.
- Colaboración con el Departamento de Biología de la Universidad de Navarra.
- 12 meses de investigación y 38.000 euros de presupuesto.
- 9 investigadores.

- Fosforescencia con el uso de ciclodextrinas para su aplicación en la señalización de evacuación de edificios.
- Financiación privada.
- Colaboración con el Departamento de Química Aplicada de la Universidad de Navarra.
- 11 meses de investigación y 22.000 euros de presupuesto.
- 5 investigadores.
- Reducción de atascos en caso de evacuación de edificios (imagen 8).
- Financiación privada.
- Colaboración con el Departamento de Física y Matemática Aplicada de la Universidad de Navarra.
- 12 meses de investigación y 25.000 euros de presupuesto.
- 4 investigadores.
- Occupant Aware, Intelligent and Adaptive Enterprises Adapt4EE (imagen 9).
- Financiación pública.
- Colaboración con el Center for Research & Technology Hellas; Fraunhofer - Institut für Angewandte Informationstechnik FIT; BOC Information Technologies Consulting Ltd; ISA; Almende B.V; Hypertech; Universidad de Navarra; Technical University Kosice; Associação Académica de Coimbra.
- 36 meses de investigación y 3.630.000 euros de presupuesto.
- 25 investigadores.
- Elaboración de aplicación sobre protección contra incendios para dispositivos iPhone/iPad (imagen 10).
- Financiación privada.
- Colaboración con Lorem (empresa de servicios informáticos).
- 9 meses de investigación y 7.200 euros de presupuesto.



Imagen 6. Prueba de humo blanco para "ver" cómo se mueve el aire en una instalación de aire acondicionado. Esta prueba tiene una aceptación extraordinaria entre los alumnos. Su ejecución, sin embargo, requiere de medios materiales notablemente sencillos: una bomba manual de aire y una tubería con accesorios de plástico (fuente: C. Martín-Gómez).

Building Services

César Martín Gómez, PhD Architect
Amaia Zuazua Ros, Architect

Imagen 7. Portada del iBook publicado para dispositivos Apple y que recoge los contenidos principales de la asignatura Diseño de Instalaciones (fuente: www.itunes.store.apple.es).

- 4 investigadores.
 - Instalaciones prefabricadas para viviendas de tamaño variable.
 - Financiación privada.
 - Colaboración con ACR (empresa constructora).
 - 9 meses de investigación y 12.750 euros de presupuesto.
 - 4 investigadores.
 - Construcción y monitorización de un prototipo de sistema de acondicionamiento por termoelectricidad (imagen 11).
 - Financiación privada.
 - Colaboración con la Facultad de Comunicación y la Escuela de Ingeniería TECNUN de la Universidad de Navarra.
 - 19 meses de investigación y 62.000 euros de presupuesto.
 - 8 investigadores.
- Se debe reseñar aquí la participación

en el marco intergubernamental COST [Cooperación Europea en Ciencia y Tecnología]. No es propiamente un proyecto de investigación sino una acción de la Unión Europea encaminada a crear una red de investigadores con objetivos afines y que sirve de plataforma para la redacción conjunta de proyectos de investigación. La naturaleza de sus resultados invita a emular esa iniciativa en el ámbito de la arquitectura. La acción en la que se participó se denomina *TUD COST Action TU0904 Integrated Fire Engineering and Response (IFER)*, con la participación de 42 investigadores de 36 países y una duración de cinco años. Esta colaboración ha permitido que estudiantes de arquitectura hagan las siguientes aportaciones:

- Natalia Mambrilla Herrero: "Fire cases studies in the 20th century Spanish architecture."
- Javier Bermejo: "Two pedagogical experiences in fire learning: emergency lightning technical cabinet and fire drills."
- Francisco Javier Nieto Úriz: "Fire safety tools: Mac iOs apps development."
- María Pérez Echeverría: "Fire engineering learning in a school of architecture"



Imagen 8. Alumnos realizando un ensayo de evacuación. Los gorros rojos y las camisetas negras tienen como objeto facilitar la lectura de las trayectorias de las personas con el sistema informático desarrollado durante el proyecto de investigación (fuente: C. Martín-Gómez).



Imagen 9. Portada de la web del proyecto europeo Adapt4EE que busca el ahorro de energía en edificios con la aplicación de tecnologías BIM y BPM (fuente: www.adapt4ee.eu).



Imagen 10. Pantalla de la aplicación para dispositivos Apple que permite definir los principales parámetros de protección contra incendios en un edificio residencial (fuente: Martín-Gómez y Mambrilla, 2012).



Imagen 11. Prototipo de la Patente WO 2013/057353 A1 (publicada el 25 de abril de 2013) referida a un módulo de climatización con células Peltier, ampliamente utilizadas, por ejemplo, en el ámbito médico o aeroespacial (fuente: C. Martín-Gómez).

3.3. Research Training Programs.

Bajo esta definición en inglés, se ha desarrollado durante cuatro años un programa de formación específico para alumnos con un expediente superior a la media y de últimos cursos, que sirva para mostrarles qué supone investigar en la universidad.

El programa tuvo una excelente acogida entre los alumnos, pues se contaba con la colaboración de diferentes empresas y organismos, recibían sesiones de formación específica y debían participar en proyectos de investigación con un límite de 100 horas de trabajo. Por tanto, el fin del programa no era que estos alumnos generasen investigación, sino que fueran testigos de lo que implica investigar en la universidad y explicarles algunas de las herramientas con las que se puede trabajar, sembrando en ellos la pregunta de si querían desarrollar en un futuro próximo una tesis doctoral (imagen 12).

El mejor resumen de esta actividad lo constituye la exposición de los trabajos desarrollados por los propios alumnos:

- Patricia Arbesú Fernández: "Asepsis in operating room."
- Borja Barrutia Goikoetxea: "Bibliographic references in energy design for hospitals."
- Guillermo Arza Otano: "Building modeling and energy analysis using BIM technology."
- Asier Mateo Castillejo: "Efficient outdoor lighting proposal for the TECNUN CEIT Complex."
- Sofia Idoate Domenech: "Energy efficiency housing refurbishments in Europe."
- Javier Bermejo Busto: "Fire safety: Gym Maravillas."
- Koldo Urrutia Azcona: "Fire safety: School of Architecture, University of Navarra."
- Eduardo Pérez Sarasibar: "Fire safety: Torres Blancas."

- Blanca Masdeu López-Cerón: "Fire safety in the Camp Nou."
- Francisco Javier Nieto Uriz: "Hospital engineering programs."
- Omayra Zapata: "Importing fire protection systems that have been used in the naval field."
- Luis Tena Omarremeneria: "Integration of detailed BIM models into the Virtual Reality technologies: Architectural applications."
- Isabel Zabalza Yanguas: "Joints in wood."
- Elena Cuevas de la Hera: "Mobility in sustainable urbanism."
- Iñigo Basarrate González: "Prefabrication with timber."
- Nere Herrera Pujana: "Rehabilitation + Sustainability = Future is possible."
- Asier Elvira Zalduegui: "Simulation software for an active façade envelope with Peltier cells."
- Francisco Verdú Araujo: "Software to obtain shape-optimized structures."
- Marina Martínez de Aguirre Miral: "Study of the building typologies in Pamplona (1940-1980)."
- Ángel Fuertes Valles: "The change of paradigm in design, management and construction."
- Itxaso Larrañaga Beristain: "The heritage of the Modern Movement."
- Paula Olaizola Rebé: "The hospital of the future: Hospital at home."
- Beatriz Olmos Molinero: "Urban resilience teaching."
- Camino Escosa García: "Valencia Building, Javier Carvajal."
- Abigail Santillán: "Water in sustainable urban design."

4. CONCLUSIONES. El texto ha expuesto el trabajo de profesores y alumnos en el área de instalaciones y energía realizado desde 2002 en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Navarra. La variedad de actividades descritas nos permiten sugerir las siguientes conclusiones:

- En un área como la de instalaciones y sistemas energéticos en escuelas de arquitectura, la primera actuación del docente debe ser provocar la ilusión en los alumnos por aprender más de estos sistemas, instarlos a que no los vean como inconvenientes en el proyecto, sino como un dato más que han de incorporar para generar soluciones reales, más cercanas a lo que un profesional necesitará en su quehacer como arquitecto.

RESEARCH TRAINING PROGRAM
SCHOOL OF ARCHITECTURE



HOME
PRESENTATION
PROGRAM
ADMISSION CRITERIA
REGISTRATION



Imagen 12. Web del programa académico con los logos de las empresas y organismos colaboradores (fuente: www.unav.es).

- La transferencia de conocimientos desde otras áreas del saber, evitando innecesarios gastos en la investigación fundamental, se ha revelado a lo largo de estos años como una pieza imprescindible para el desarrollo de la investigación (Fuller, 2003).
- Resulta imprescindible que cada profesor-investigador genere un ciclo cerrado de docencia e investigación, de modo que investigue en lo que da clases e imparta clases de lo que investiga.
- Las escuelas de arquitectura han de propiciar importantes saltos cualitativos en la formación que reciben los futuros arquitectos incorporando la investigación, esto es, poniendo en manos de los futuros

- profesionales las herramientas y soluciones de lo que podrá suceder en los próximos años. Algo imprescindible en áreas tan cambiantes como la de instalaciones y energía.
- A lo largo de estos doce años, la colaboración entusiasta y, en muchos casos, desinteresada de los alumnos participantes, internos y becados de últimos cursos, ha sido la clave de gran parte de los logros expuestos. Sus planteamientos, atrevidos y originales, han sido el detonante intelectual de varios de los proyectos y artículos planteados desde este grupo de investigadores.
- Las variaciones en el rendimiento académico antes y después de la utilización de estas herramientas son evidentes, como lo atestiguan las encuestas de calidad docente realizadas a los alumnos en estos años. Lamentablemente, estas encuestas no pueden ser publicadas por cuestiones de confidencialidad.

- La secuencia de actividades expuesta no debe interpretarse como una colección de logros. De hecho, han sido muchos más los fracasos, entendidos éstos como proyectos que no han podido culminarse. Una interpretación más adecuada sería ver lo expuesto como una muestra del abanico de posibilidades abiertas a otros docentes e investigadores.
- Dado que estas actividades, en el caso del programa descrito, corresponden a tareas 'extra' al currículo tradicional, suponen una importante carga de gestión adicional para el claustro académico que ha de tenerse también en cuenta antes de iniciarlas. Todas estas conclusiones entendemos que podrían ser aplicables por profesores e investigadores en otras escuelas de arquitectura, adaptándolas obviamente a las particularidades de cada caso. **AUB**

REFERENCIAS

Adapt4EE. 2014. The Adapt4EE Project. <www.adapt4ee.eu/adapt4ee/index.html> (consultado: 06.01.2015).

Eguaras, M. 2011. "La necesaria investigación de los sistemas de calefacción urbana en la docencia del urbanismo." IV Jornadas Internacionales sobre Investigación en Arquitectura y Urbanismo, Valencia.

Fuller, B. 2003. *El capitán etéreo y otros escritos*. Murcia: Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Murcia.

Mambrilla, N. y C. Martín-Gómez. 2011. "El dónde y el cómo de la investigación en protección contra incendios." IV Jornadas Internacionales sobre Investigación en Arquitectura y Urbanismo, Valencia.

Martín-Gómez, C., O. Zapata, A. Zuazua, S. Villanueva y P. Olaizola. 2014. "Building services cabinets as teaching material in a degree in architecture." *European Journal of Engineering Education* 39 (2):143-156.

Martín-Gómez, C. y N. Mambrilla. 2012. "Residential building fire safety application for iPhone / iPad devices." Fire Computer Modeling International Congress, Universidad de Cantabria, Santander.

Martín-Gómez, C. y E. Domingo. 2011. "Research Training Programs." IV Jornadas Internacionales sobre Investigación en Arquitectura y Urbanismo, Valencia.

Martín-Gómez, C. 2012. "The logical thinking of Sáenz de Oíza." Building Environment and Interior Comfort in 20th-Century Architecture International Conference, École Polytechnique Fédérale de Lausanne.

Martín-Gómez, C., N. Mambrilla, E. Lacilla y M. Eguaras. 2010. "Importación de tecnologías avanzadas a la arquitectura / Advanced technologies importation to architecture." I European Conference on Energy Efficiency and Sustainability in Architecture and Planning, San Sebastián.

Martín-Gómez, C. y J.M. Pozo-Municio. 2009. El aire acondicionado como factor de diseño en la arquitectura española: Energía materializada. Tesis doctoral, Universidad de Navarra, Pamplona. <http://dadun.unav.edu/handle/10171/37045> (consultado: 06.01.2015).