

Para avanzar en los sistemas de gestión de energía de los edificios (EBMS) se utilizan marcos de semántica mejorada con el empleo de una nube multi-sensorial, que introduce un proceso de ingeniería de método híbrido para conceptualizar y diseñar (o adaptar), nuevos modelos centrados en la eficiencia energética en los edificios. CORGNATI S.P. et al (2008); SABOL, T. Sabol y HRENO, J. (2013).

El proyecto demuestra como un sistema para la simulación en la edificación que incluya datos sobre el comportamiento de la actividad de los ocupantes como miembros de una estructura empresarial, puede mejorar significativamente el rendimiento de las herramientas de simulación. EGUARAS-MARTÍNEZ, M. et al. (2014).

2. NECESIDAD DE EVALUACIÓN DE LOS USUARIOS FINALES DEL SOFTWARE

A lo largo de los tres años de duración del proyecto (noviembre 2011 – octubre 2014), se diferencian dos partes principales: creación de un software de simulación y validación de las simulaciones con la monitorización de dos edificios piloto. IOANNIDIS, D. et al. (2014).

El desarrollo del software es, en realidad, una implementación del software libre *OpenStudio*, utilizado para modelar el rendimiento energético de los edificios piloto seleccionados. Se parte de este software por distintas razones:

- Se trata de una herramienta gratuita.
- Cuenta con código abierto.
- Las aplicaciones gráficas *Openstudio* incluyen el *plug-in* para *SketchUp* y la aplicación independiente *ResultsViewer*.
- La herramienta utilizada como motor de análisis es *EnergyPlus*.
- Proporciona plantillas (construcciones, horarios, cargas) para una importante variedad de tipos de edificios.

Los resultados de las primeras fases del proyecto confirman que el proyecto no solo es útil en los estadios iniciales de diseño, sino también en la rehabilitación y en el proceso de *facility management* durante la vida útil de los edificios, lo cual constituye una interesante base potencial para futuros proyectos. MALAVAZOS, C et al. (2011).

Además, las diferencias entre el modelo con horarios y cargas reales y las plantillas, evidencian la necesidad de hacer estudios detallados de la verdadera ocupación humana del edificio, es decir, incluir los procesos de negocio en los modelos de información, con el fin de simular la eficiencia energética de la forma más real posible. Lógicamente, estos parámetros afectan también a la posterior selección de equipos para incluir de este modo su comportamiento real. KRINIDIS, S. et al. (2014).

Pero sin duda, la principal aportación de este estudio pasa por ofrecer datos reales y exactos que indican que es posible ahorrar energía sólo teniendo en cuenta los patrones de ocupación, sin apenas cambios en la arquitectura, es decir, con inversiones financieras mínimas. No obstante, esta afirmación realizada por el equipo multidisciplinar de investigadores implicados, debía confirmarse con una evaluación externa de los futuros usuarios del software, punto en el que se plantea realizar un taller de trabajo con dichos usuarios. Al realizarse en una Escuela de Arquitectura con un ciclo internacional existente de actividades similares denominadas *International Seminars*, es por lo que se plantea la elección del nombre finalmente utilizado. MARTÍN-GÓMEZ, C. et al. (2013).

El objetivo principal de estas actividades es realizar la evaluación global del proyecto *Adapt4EE* considerando:

- La experiencia de los usuarios finales (arquitectos e ingenieros).
- Las mejoras introducidas por el conjunto de componentes individuales del marco *Adapt4EE* (por ejemplo, el modelado de la ocupación o los componentes de análisis visual).
- Las mejoras generales de los nuevos diseños arquitectónicos en términos de la eficiencia energética y el bienestar de los ocupantes del edificio.

Como muestra de los elementos que debían evaluarse, se explican a continuación los resultados de una simulación, comparando la situación inicial en un escenario real con dos salas de reuniones, y su transformación en un puesto de control de enfermería con una habitación para un paciente.

El siguiente diagrama Kiviati (Fig. 2) muestra los indicadores del proyecto para el modelo BIM de la situación original (rojo, dos salas de reuniones), y los mismos indicadores del nuevo escenario (cian, puesto de control y habitación). Con el uso de esta herramienta de *Visual Analytics*, el arquitecto o el ingeniero tienen información útil accesible de forma muy gráfica. STAVROPULOS, G. et al. (2014).

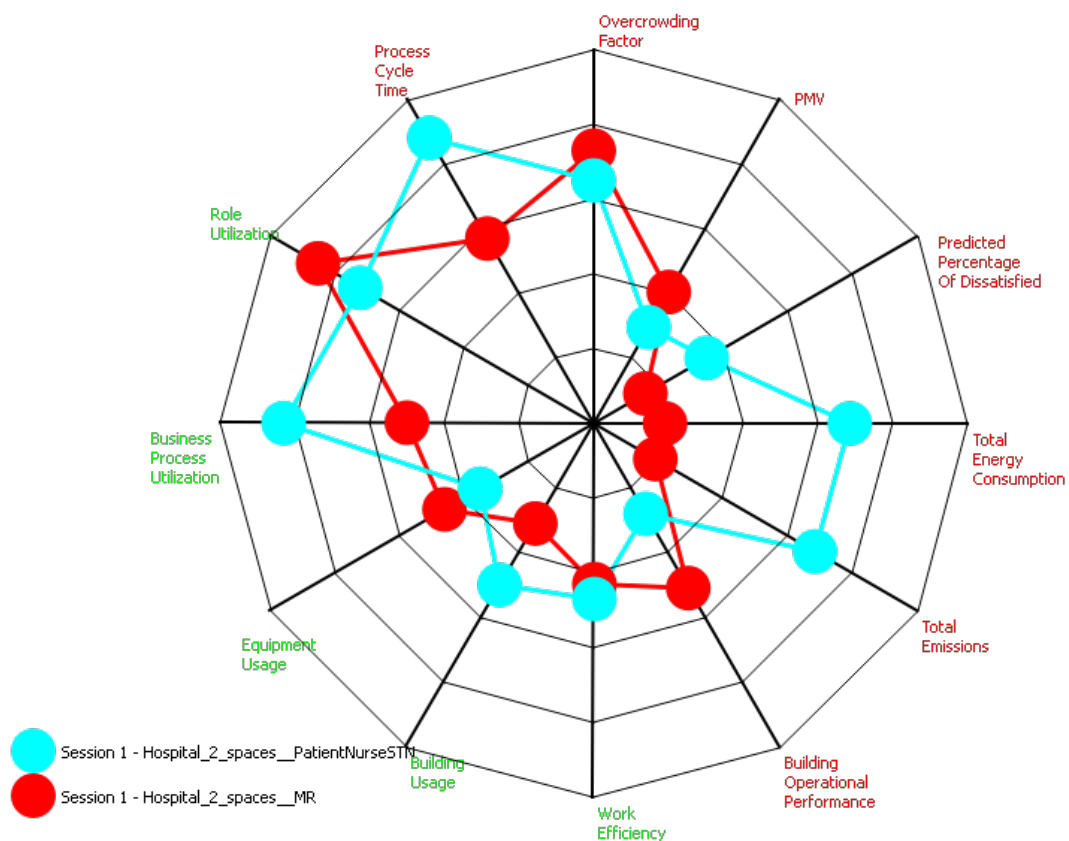


Figura 2. Diagrama Kiviati comparando los escenarios de dos situaciones distintas en uno de los edificios piloto. . En este caso, el cambio de usos sería conveniente desde el punto de vista del proceso de negocio, pero aumentaría el consumo de energía.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO SEGUIDO

Aunque las actividades de evaluación del proyecto tenían una duración prevista de 13 meses, el principal resultado, el análisis del software final, debía provenir del *Workshop International Seminar* organizado por la Universidad de Navarra en Pamplona el 1 de octubre de 2014.

Para realizar esta evaluación global, teniendo en cuenta la experiencia de los distintos usuarios finales que participan en el uso de energía en los edificios (arquitectos, ingenieros, gerentes de instalaciones y otros responsables), se plantean varias pruebas a partir de los resultados tomados de los dos edificios piloto del proyecto *Adapt4EE*.

La difusión del *Workshop International Seminar* se realizó a través de diferentes canales: Una vez que el comunicado de prensa estuvo listo (primera semana de septiembre de 2014), se publicó en el sitio web *Adapt4EE* (Fig. 3) y fue transmitido a través de distintas redes sociales y listas de correo.



The screenshot shows the Adapt4EE website interface. At the top, there is a navigation bar with links for Home, Project, Partners, Results, Evaluation, News & Events, and Links. On the right side of the navigation bar, there are icons for Sitemap, Contact, and Members. The main content area is titled 'Events & Conferences' and features a post about an 'International Seminar and Workshop on "Building Energy Performance Simulation"'. The post includes the following text:

Posted on Fri, Sep 5th 2014 by Site Admin

The Adapt4EE Project organizes an International Seminar and Workshop on "Building Energy Performance Simulation", hosted by Universidad de Navarra, in Pamplona, Spain, on October 1st 2014.

The International Seminar and Workshop will focus on the demonstration and testing of alternative building energy performance software tools and their comparison with the Adapt4EE project solutions and aims at evaluating the advancements brought by Adapt4EE against the needs of different actors -architects, engineers, facility managers- towards accurately evaluating the energy performance of buildings from their early design phase.

Adapt4EE introduces a novel building energy performance simulation environment that allows the building industry actors to assess the performance of buildings based on more accurate occupancy data resulting from the business process that are executed within an enterprise building.

The Adapt4EE Building Energy Performance Simulation Environment comprises an innovative software tool that takes into account, not only Building Information, but also Business Process, Occupancy and Ambient Information, thus integrating expert knowledge from different domains, towards providing optimized solutions and tackling significant challenges that the ACE community is currently faced with, such as the reduction of the significant gap between predicted and actual energy performance of buildings.

Who

Architects, engineers, facilities managers and other responsible and end-users involved in the use of energy in buildings.

Conditions for Participation

Free for all the participants with previous registration.

When and where

The 1st International Seminar and Workshop will take place on Wednesday 1st October 2014, at the 'Amigos' Building of the Universidad de Navarra, Pamplona, Spain.

Acknowledgments

The International Seminar and Workshop is being organized under the auspices of the EC/FP7 research Project Adapt4EE. To get more information about this International Seminar and Workshop please contact Mrs. Maria Eguaras (meguaras.1@alumni.unav.es), coordinator of the event for the Adapt4EE project.

Figura 3. Imagen del sitio web *Adapt4EE* con la información del evento.

Además, los alumnos de últimos cursos de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Navarra también fueron invitados al evento, recogándose la información dentro del ciclo técnico de *International Seminars* del centro educativo.

Escuela de Arquitectura

ESTUDIOS

INVESTIGACIÓN

CONÓCENOS

EVENTOS

Estás en: [Universidad de Navarra](#) [Escuela de Arquitectura](#) [Eventos](#) [Actividades](#)

Actividades

Conferencias

Talleres

Concursos

Programas internacionales

Otros programas

Premios

Formación profesionales

Congresos

Verano en la ETSA

Agenda

Calendario

International Seminars

La Escuela de Arquitectura de la Universidad de Navarra organiza una serie de **seminarios internacionales**, en los que participan alumnos y profesores de la Escuela, así como profesionales del mundo de la arquitectura.



Figura 4. Imagen de promoción del evento en la web de la Escuela de Arquitectura.

En este *Workshop International Seminar* participaron 47 usuarios entre estudiantes y profesionales. Durante el seminario, se explicó el alcance del proyecto *Adapt4EE*, con especial énfasis en las herramientas obtenidas. Más tarde, se utilizó la herramienta *Visual Analytics* con los archivos de simulación extraídos por las herramientas *Adapt4EE* (5 escenarios diferentes). Por supuesto, también se pudo probar la herramienta y todas sus posibilidades y características visuales avanzadas. Finalmente, los participantes tuvieron que rellenar un cuestionario sobre su experiencia con la herramienta *Visual Analytics* disponible en línea desde el sitio web *Adapt4EE*. Las siguientes imágenes ilustran este proceso.



Figura 5. Imagen de la celebración del Workshop International Seminar.



Figura 6. Imagen de la celebración del Workshop International Seminar.



Figura 7. Imagen de la celebración del Workshop International Seminar.

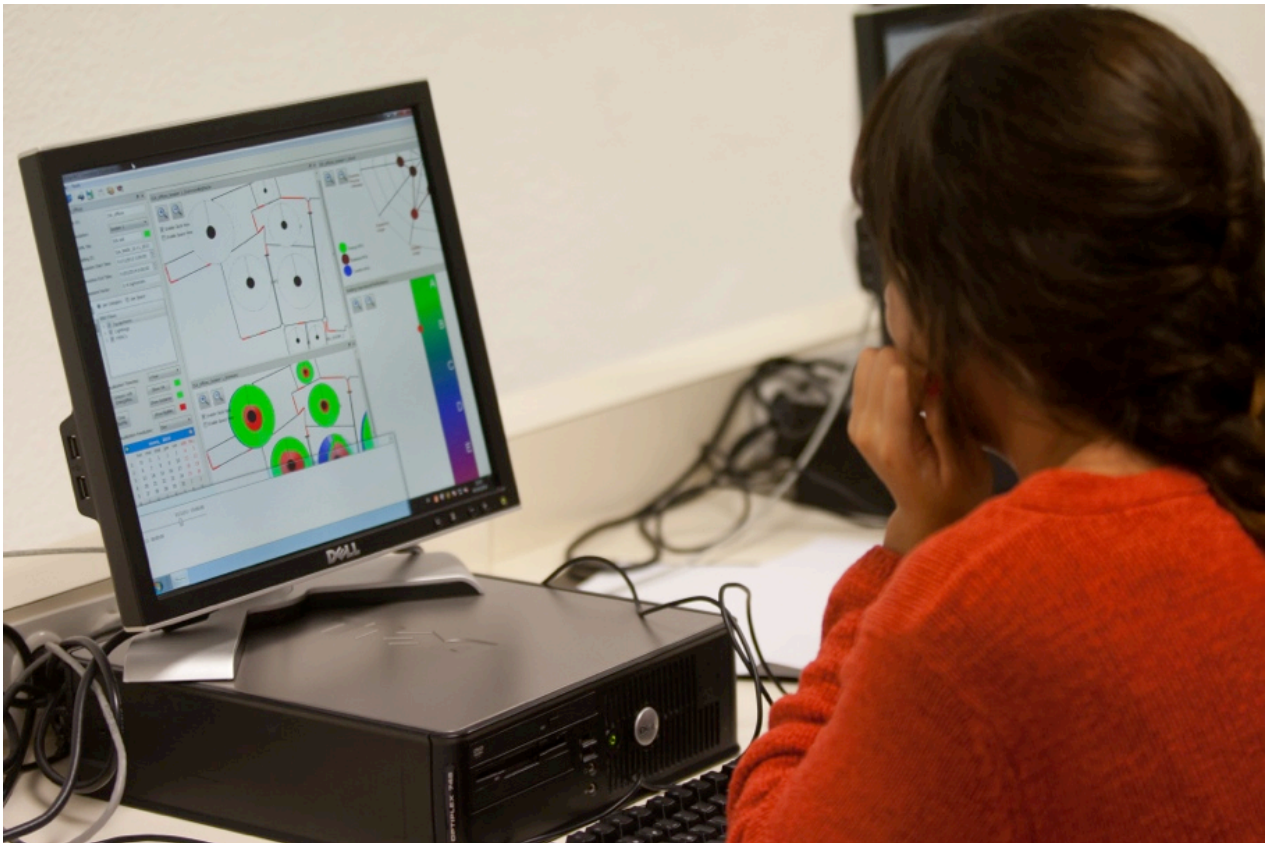


Figura 8. Imagen de la celebración del Workshop International Seminar.

4. RESULTADO DE LAS ENCUESTAS

El objetivo principal del cuestionario actual era tener una evaluación global del proyecto *Adapt4EE*, para ello se requería a los participantes el responder a una serie de preguntas en 5 categorías distintas (Tabla I):

- Usabilidad y gestión de la información.
- Precisión en la integración del conocimiento de partida.
- Capacidad de simular soluciones constructivas complejas.
- Interoperabilidad.
- Otros criterios.

Junto con estas categorías, también se incorporan una serie de preguntas más genéricas utilizadas para la evaluación de la herramientas de software, que tienen por objeto evaluar el sistema en términos tales como:

- Facilidad de uso y la satisfacción del usuario. Este criterio se refiere a la comodidad y la aceptabilidad que ofrece el marco *Adapt4EE*.
- Confiabilidad, referida a la capacidad de *Adapt4EE*, para mantener un determinado nivel de rendimiento cuando se utiliza en condiciones específicas.
- Facilidad de aprendizaje. Este criterio es indicativo del tiempo y el esfuerzo requerido por los usuarios para alcanzar las competencias que ofrece el software.

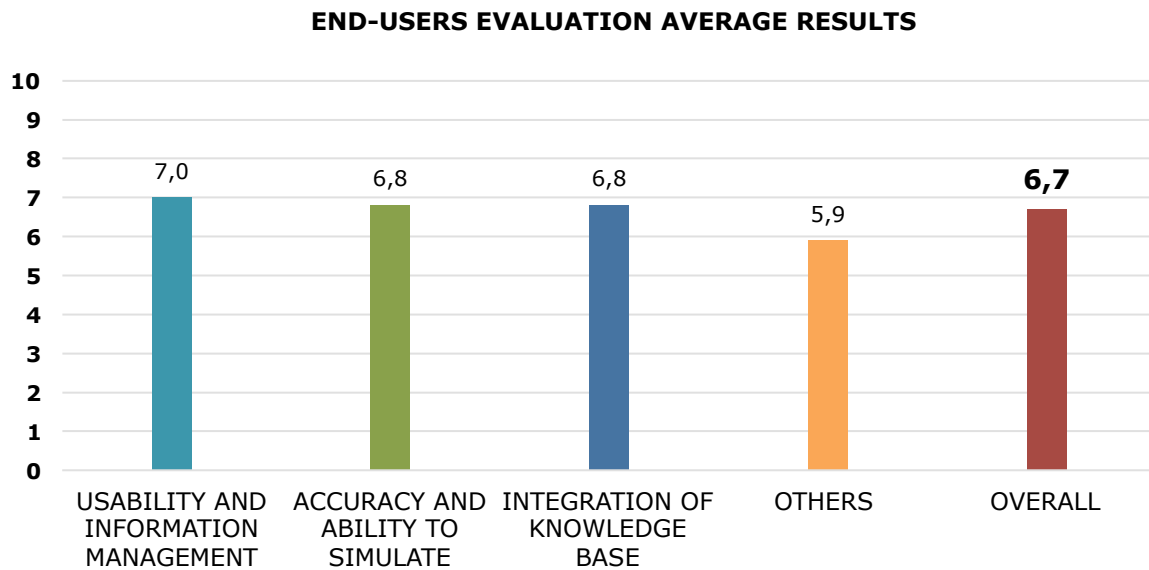
- Atractivo, en referencia a la capacidad de la herramienta para proporcionar interfaces intuitivas y una experiencia interesante a los usuarios finales.

Tabla I. Estructura de las preguntas realizadas. Todos estos cuestionarios se pueden encontrar en la ficha de evaluación de la página web Adapt4EE.

Objective Questionnaire	Questions number				
4.3.3.1. End-Users	14	Usability and Information Management			
		Satisfaction	Business Facilitation Level	Ease of Use	
		10	2	2	
	8	Accuracy and Ability to Simulate Detailed and Complex Building Components			
		Satisfaction	Business Facilitation Level		
		6	2		
	13	Integration of Knowledge Base			
		Satisfaction	Business Facilitation Level		
		9	4		
	8	Other			
8					
4.3.3.2. End-users participating in the Adapt4EE Consortium	8	Usability and Information Management	Business Facilitation Level	Ease of Use	Interoperability
		2	2	2	2
4.3.3.3. Facility Managers	6				
4.3.3.4. Business Managers	5				
4.3.3.5 Building Occupants	6				
	68				

En cuanto a las respuestas obtenidas de los usuarios finales, se puede destacar que los resultados son positivos (sobre todo en la gestión de la usabilidad y la información), pero no excelentes. Hay varias cuestiones sobre los que se pueden hacer mejoras, tales como la sencillez general, los fallos del sistema y la facilidad de uso (Tabla II).

Tabla II. Resultados medios de las encuestas realizadas. La media de satisfacción del conjunto fue de 6,7 sobre 10.



Puede señalarse que los resultados de los profesionales son más altos que los resultados de los estudiantes, aunque con una homogeneidad excesiva en los resultados posiblemente debida a la longitud del cuestionario y la similitud de las preguntas.

5. CONCLUSIONES EN TÉRMINOS ACADÉMICOS

Llegados a este punto, se plantean –en opinión de los autores- las principales lecciones que esta actividad ha aportado para que pueda ser replicada por otros académicos o profesionales en casos similares:

- Los usuarios finales del software se confirmaron como las piezas imprescindibles con las que plantear mejoras a los componentes individuales del proyecto, con aportaciones técnicas y visiones de uso que ampliaban los criterios de trabajo de los 30 investigadores implicados en el proyecto.
- Las conversaciones con diversos profesionales sobre el proyecto, confirman el interés de su aplicación en otros campos, utilizando tales como las herramientas de análisis visual, el simulador basado en el modelo de negocio o la infraestructura de detección de las personas sin reconocimiento facial.
- En la actividad participaron estudiantes de arquitectura e ingeniería industrial, en una sesión impartida por ingenieros en informática, creándose un más que interesante espacio de trabajo realmente multidisciplinar.

Se trata, por tanto, de una experiencia llamada a ser repetida con otros software y herramientas informáticas, como así solicitaron muchos de los estudiantes participantes, pues aporta a las aulas universitarias un conocimiento actualizado sobre las últimas tecnologías en desarrollo que difícilmente podría conseguirse con otros medios.

6. AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido posible gracias al proyecto ‘Occupant Aware, Intelligent and Adaptive Enterprises’, Adapt4EE, cofinanciado por la Comisión Europea dentro del 7º Programa Marco (FP7/2007-2013) en virtud del acuerdo de subvención número 288150.

7. REFERENCIAS

CORGNATI S.P. et al (2008).: The impact of indoor thermal conditions, system controls and building types on the building energy demand. *Energy and Buildings*; 40(4):627-636.

EGUARAS-MARTÍNEZ, M. et al. (2014).: "Simulation and evaluation of Building Information Modeling in a real pilot site", Elsevier, *Applied Energy* 114, 475-484

IOANNIDIS, D. et al. (2014).: "Full-Automated Acquisition System for Occupancy and Energy Measurement Data Extraction", Symposium on Simulation for Architecture and Urban Design (SimAUD'14) at the 2014 Spring Simulation Conference (SpringSim'14).

IOANNIDIS, D. et al. (2012).: "Occupancy and Business Modelling", in 9th European conference on product and process modelling (ECPPM 2012), 3rd Workshop on eeBDM, eeBIM, Reykjavik, Iceland.

KRINIDIS, S. et al. (2014).: "A Robust and Real-Time Multi-Space Occupancy Extraction System Exploiting Privacy-Preserving Sensors", International Symposium on Communications, Control, and Signal Processing (ISCCSP'14).

MALAVAZOS, C et al. (2011).: "Energy and Behavioral Modeling and Simulation for eeBuildings Design", CIB W078-W102 Joint World Conferences on Information Technology in Construction and Information and Knowledge Management in Building, Sophia-Antipolis, Nice, France.

MARTÍN-GÓMEZ, C. et al. (2013).: "Building services cabinets as teaching material in a degree in architecture". *European Journal of Engineering Education*, Vol. 38, No. 5, 2013, 468–482.

MOSCHONAS, P. et al. (2014).: "Building Performance Simulation using Business Process Modelling", 10th European Conference on Product and Process Modelling (ECPPM 2014).

SABOL, T. Sabol y HRENO, J. (2013).: "Semantic middleware in Application of the Internet of Things", in *Datakon and Znalosti 2013 Conference Proceedings*, Ostrava, Czech Republic.

STAVROPULOS, G. et al. (2014).: "A Building Performance Evaluation & Visualization System", *IEEE International Conference on Big Data (BigData'14)*.

FULL VERSION IN:

“*Workshop International Seminar in Building Energy Performance* como herramienta de difusión de un software de ahorro de energía en el ámbito universitario”. Book of abstracts XIII Congreso Ibero-Americano de Climatización y Refrigeración CIAR 2015, pp.161-170. Madrid, 28-30 April 2015. C. Martín-Gómez, A. Zuazua, M. Vidaurre.