

SERIES TEMPORALES DE FACTORES PRINCIPALES PARA LA CONSERVACIÓN PREVENTIVA DEL PATRIMONIO

Andrés-José Prieto¹
andpriiba@alum.us.es

J.M. Macías-Bernal²
jmmacias@us.es

María-José Chávez³
mjchavez@us.es

Resumen

Con objeto de validar un sistema experto en conservación preventiva de patrimonio arquitectónico a través de modelos virtuales, se ha obtenido información cuantitativa en el tiempo, de quince parroquias situados en el occidente andaluz. Esta información se ha tratado como series históricas sobre variables de vulnerabilidad y de riesgo: Geotécnico, Diseño de cubierta, Entorno, Sistemas constructivos, Estado de conservación, Temperatura, Pluviometría, Viento y Humedad.

Los valores obtenidos se han correlacionado entre sí, y entre los diversos factores estudiados. Esto nos proporciona resultados de comportamiento de estos edificios frente a acciones climatológicas, que cumplen ciertos patrones de repetición y que podrían ser la base para establecer modelos de predicción.

Desde el punto de vista de la conservación preventiva del patrimonio, las conclusiones que se obtienen en este trabajo, indican que para conservar en el futuro, hay que estudiar en profundidad el pasado, incluyendo la incidencia de factores externos (riesgos) sobre los internos (vulnerabilidad) manteniendo una relación directa que se puede cuantificar.

Con el diseño de este nuevo sistema experto se obtiene una clasificación ordenada de acciones preventivas y correctivas a tiempo futuro que de lugar a la prolongación en el tiempo de la vida útil óptima del conjunto arquitectónico en estudio, de esta manera contribuir a una mejor gestión de los recursos destinados a la conservación de bienes culturales.

Palabras-clave: Modelos virtuales, Sistema experto, Vida útil.

¹ Doctorando, Universidad de Sevilla.

² Profesor Titular Escuela Universitaria, Universidad de Sevilla.

³ Profesor Titular, Universidad de Sevilla.

1 Introducción

El procedimiento para una gestión eficiente de la conservación preventiva del patrimonio arquitectónico es una ardua tarea que se puede llevar a cabo de diferentes maneras. Conocer el grado de durabilidad del patrimonio edificado como elemento imprescindible en la planificación de tareas, que tengan como fin su conservación a través del tiempo.

De manera que la vida útil que puede tener una edificación se obtiene a través del análisis de los riesgos a los que se verá sometido durante el tiempo de uso y el modo de afrontar o prevenir los posibles daños que estos riesgos pueden causarle.

Por otro lado, analizar la vulnerabilidad intrínseca de una edificación y ponerla en relación con los riesgos a los que está sometida, genera una gran cantidad de variables que deben ser procesadas y ordenadas de forma objetiva, por lo que parece oportuno plantear un modelo de análisis que nos permita predecir cuál va a ser la evolución y el estado de conservación en el tiempo de una edificación, a partir de un conjunto de variables aceptado por un grupo de expertos [1] [2]. Estamos desarrollando desde hace tiempo, un sistema experto de predicción de vida útil de conjuntos patrimoniales homogéneos, recientemente publicado en el artículo “Modelo de predicción de la vida útil de la edificación patrimonial a partir de la lógica difusa.” (Macías-Bernal et al., 2014) [3].

En la actualidad nos centramos en el estudio de una quincena de templos parroquiales de la Vicaría Oeste y propiedad de la Archidiócesis de Sevilla (Figura 1), analizando su grado de aptitud actual y valorando las expectativas de vida útil con el fin de obtener una mejor gestión de los recursos existentes para su mantenimiento y restauración.

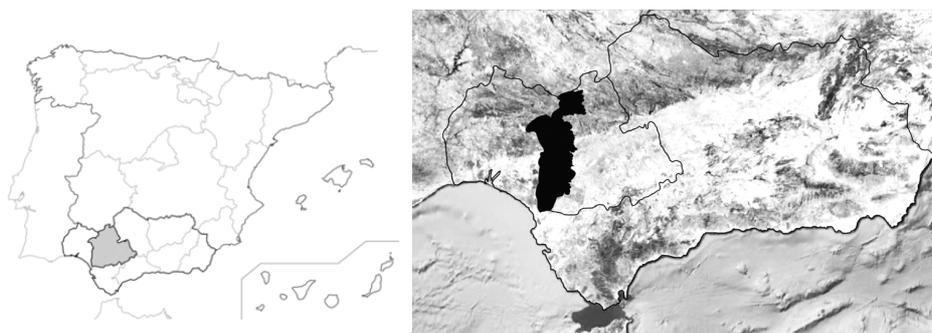


Figura 1: Mapa de situación de los bienes inmuebles estudiados en la Vicaría Oeste de la Archidiócesis de Sevilla, Andalucía, España.

Los inmuebles se encuentran ubicados en distintas localidades de la provincia, sus situaciones geográficas varían desde la Sierra Norte de Sevilla hasta la desembocadura del río Guadalquivir en el sur. Estos templos parroquiales presentan características constructivas, arquitectónicas y medioambientales dife-

rentes, con la particularidad común de desarrollar actividad religiosa en su interior, además de otras singularidades (Figura 2).



Figura 2: Parroquia de San Pablo, Aznalcázar; Parroquia de Nuestra Señora de la Granada, La Puebla del Río; Parroquia de San Juan Bautista, El Castillo de las Guardas. 24/07/2014.

2 Factores que retroalimentan el modelo

Para conocer la vida útil o la durabilidad en el tiempo de estas parroquias, necesitamos de variables que manifiesten las debilidades que presentan y el hecho que las ha provocado [1] [2] [3]. Esas debilidades son las variables o factores de vulnerabilidad intrínseca que presentan los edificios [4], y el hecho que las provoca, los riesgos extrínsecos de cualquier tipo a los que están sometidos (Tabla 1).

Tabla 1: Factores de vulnerabilidad y de riesgo atmosférico.

Factores / Variables	
Vulnerabilidad	Riesgo Atmosférico
Geotécnico	Intensidad pluviométrica
Diseño de cubierta	Variaciones de temperatura
Condiciones de entorno	Variaciones de humedad
Sistema constructivo	Variaciones de viento
Conservación	

Relacionamos y ponderamos los parámetros de entrada de nuestro modelo de predicción, es decir los factores de vulnerabilidad y riesgo (input) analizados anteriormente en la cronología de sus series históricas, con los parámetros de salida (output) del sistema experto de predicción, que en este caso es la durabilidad o vida útil en años de los quince templos parroquiales utilizados para el desarrollo del trabajo y la validación del modelo. Este procedimiento se llevará a cabo a través de herramientas de software informático (Xfuzzy 3.3) que nos permitirá la simulación del razonamiento humano aproximado, a través de la lógica difusa.

3 Sistemas expertos, razonamiento humano aproximado

Nos basamos en la teoría de los conjuntos difusos de Lofti A. Zadeh, para construir un sistema experto de predicción, encargado de reproducir de manera aproximada el razonamiento del experto humano, por medio de la lógica difusa, algoritmos genéticos y sistemas de redes neuronales [5] [6].

Las relaciones existentes entre los factores de vulnerabilidad y los factores de riesgo atmosférico a los que se ven sometidos los edificios se lleva a cabo por medio de técnicas del siguiente tipo (SI..... ocurre tal cosa, ENTONCES....) o del tipo (SI.... ocurre tal cosa, Y tal cosa, Y tal cosa, ENTONCES....). Por ejemplo: Las reglas, las podemos enunciar de la siguiente manera: SI: “el agua de cubierta no se evacúa con rapidez”; Y “el sistema constructivo es inadecuado”; ENTONCES: “la durabilidad es baja” (Tabla 2).

Con este tipo de técnicas de razonamientos aproximados o sistemas expertos, y la utilización de las variables que afectan a un conjunto de edificios en concreto, se llegan a obtener lógicos patrones comunes, los cuales según el análisis y estudio de series históricas, del presente y del pasado podemos realizar predicciones a largo plazo, predicciones de futuro de las características concretas que pretendamos analizar en los edificios objeto de estudio. Por otra parte tampoco estamos cerrados a probar con la construcción de otro tipo de modelos no deterministas para la resolución de sistemas complejos.

Tabla 2: Modelización del sistema experto de predicción de vida útil de edificios.

	Capa de Entrada	Capa Intermedia	Capa de Salida
Factores de Vulnerabilidad	Geotécnico	Estructura Jerárquica	Durabilidad / Vida Útil
	Diseño de cubierta		
	Condiciones de entorno		
	Sistema constructivo		
	Conservación		
Factores de Riesgo Atmosférico	Intensidad pluviométrica		
	Variaciones temperatura		
	Variaciones humedad		
	Variaciones viento		
Sistema experto de predicción de Vida Útil			

4 Series temporales y modelados virtuales

Como ya se ha mencionado, hemos tomado como campo de estudio la información almacenada en series temporales de una quincena de situados en el sur de la península Ibérica. Se han establecido las variables, los criterios de medición de las mismas (ponderaciones), y hemos analizado los datos de sus series temporales. A éste análisis de las variables de entrada, posteriormente le aplicamos nuestro modelo experto de predicción de vida útil FBSL (Fuzzy Building Service Life) [3], el cual es capaz de orientarnos en el comportamiento del edificio a través del paso del tiempo y por tanto poder adelantarnos en las actuaciones necesarias de conservación preventiva que requieran estas edificaciones. Con objeto de contrastar los resultados, se realizan modelados virtuales, utilizando herramientas del tipo BIM (Building Information Modeling), Graphisoft ArchiCAD. Con estos dos enfoques diferentes de una misma realidad obtenemos resultados fiables en cuanto a la durabilidad de conjuntos arquitectónicos homogéneos, con una inversión de recursos muy reducida (Figura 3).

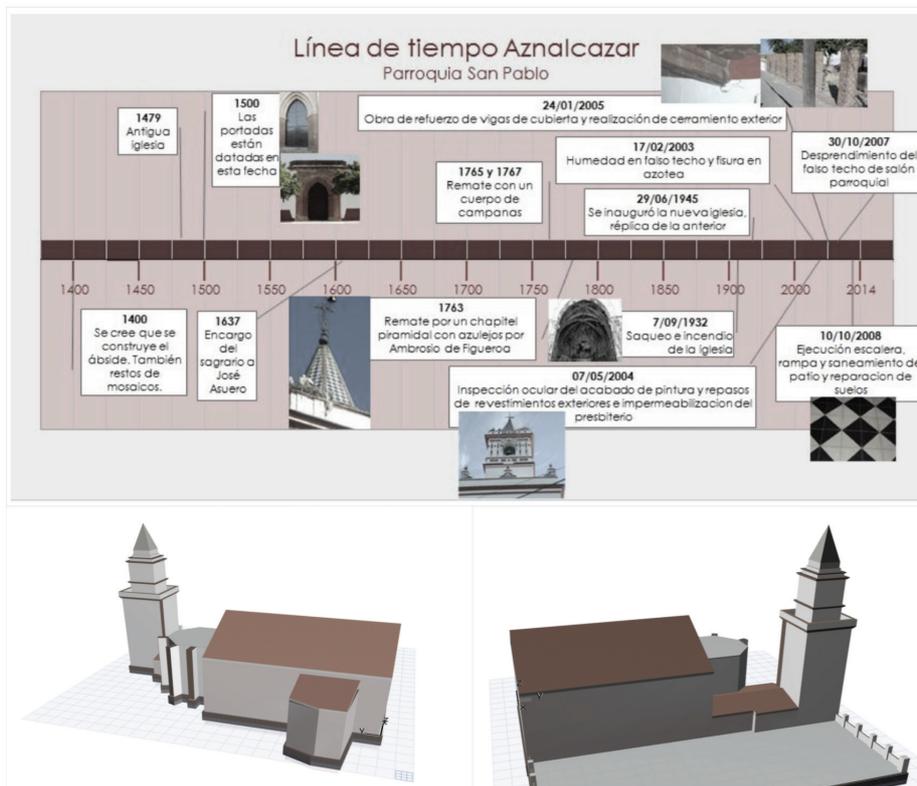


Figura 3: Línea de tiempo, templo parroquial de San Pablo, Aznalcazar y modelado virtual de la parroquia: alzados norte y sur.

5 Conclusiones

Se ha marcado como objetivo principal el ajuste de nuestro sistema experto de predicción FBSL a través de la información almacenada en series temporales de patrimonio edificado de manera que genere su conservación preventiva. Lo que proporcionando una clasificación ordenada de acciones preventivas, correctivas y prioritarias a llevar a cabo para aumentar la durabilidad de este tipo de edificios de forma indefinida.

Las administraciones estatales gastan cada año millones de euros en la conservación del patrimonio cultural. Al mismo tiempo, existe una falta de aporte científico con una visión del impacto a medio y largo plazo en la conservación del patrimonio cultural. La coherencia científica y de trabajo permitirán el uso racional y el ahorro de recursos.

Esta investigación tiene como objeto desarrollar un sistema experto para la predicción de la futura vida útil de edificios patrimoniales, generando una clasificación ordenada de acciones preventivas y correctivas que mantengan la durabilidad óptima del inmueble de forma indefinida en el tiempo.

6 Bibliografía

- [1] Macías Bernal, J. M. Factores de vulnerabilidad y riesgo para determinar la vida útil de un edificio; Bases para aplicar la lógica difusa. 4º Congreso de Patología y Rehabilitación de Edificios. PATORREB, Santiago de Compostela, 2012.
- [2] Macías Bernal, Juan Manuel. Modelo de predicción de la vida útil de un edificio: una aplicación de la lógica difusa. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla, 2012.
- [3] Macías Bernal, Juan Manuel, Calama Rodríguez, Jose María y Chávez de Diego, María José. Modelo de predicción de la vida útil de la edificación patrimonial a partir de la lógica difusa. Informes de la Construcción, 2014: vol. 66, nº 533.
- [4] Ortiz, P., V. Antunez, J. M. Martín, R. Ortiz, M. A. Vázquez, and E. Galán. Approach to Environmental Risk Analysis for the Main Monuments in a Historical City. *Journal of Cultural Heritage*, 2013.
- [5] Barbuta, M., Diaconescu, R., Harja, M. Prediction of properties of polymer concrete composite with tire rubber using neural networks. *Materials Science and Engineering B: Solid-State Materials for Advanced Technology*, 2013: vol. 178, nº 19.
- [6] De Brito, J., Dias, J. L., Silva, A., Chai, C., Gaspar, P. L. Neural networks applied to service life of exterior painted surfaces. *Building Research and Information*, 2013.