

MODEL FOR ASSESSING THE REHABILITATION POTENTIAL OF RURAL ARCHITECTURE.

Garzón Garzón, E. ¹; Cano García, M. ¹; Sánchez-Soto, P. J. ²

¹ Universidad de Almería, ² Instituto de Ciencia de Materiales, Centro Mixto CSIC-US

A computer application has been created and implemented for using in the study of industrial buildings and for rehabilitation of rural architectural heritage sustainability. It is based on sustainability indicators included in the project "Integrated Value Model for Sustainable Structures (IVMSS)" and the mathematical method of analytical hierarchies "Analytic Hierarchy Process (AHP)".

The versatility of this application allows identify, give priority, select and weight the criteria considered the most important indicators to evaluate the potential for rehabilitation of rural buildings. It is developed a model that defines all the characteristics of the elements to be evaluated, assigning a function to convert the various peculiarities of the alternative, in a common unit, named the call value, is obtained. Once the total amount of value for the alternative, it may be used for a sustainable assessment.

It is proposed a computer application, which gives us a linear model, weighted additive that merges all factors into one overall score. This based on multi-criteria decision processes that reflect the relative importance of each factor.

Keywords: *Rural buildings; Reuse; Software; Analytic hierarchy process*

MODELO PARA LA EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE REHABILITACIÓN DE LA ARQUITECTURA RURAL.

Para evaluar el potencial de rehabilitación del patrimonio arquitectónico rural de forma sostenible, se ha optado por utilizar una aplicación informática, creada para edificios industriales, basada en indicadores de sostenibilidad e incluida en el proyecto MIVES, "Modelo Integrado de Valor para Estructuras Sostenibles", la cual se basa en el método matemático de jerarquías analíticas "Proceso Analítico Jerárquico(AHP)".

MIVES es una metodología abierta, apta para cualquier tipo de elección coherente en cualquier ámbito de la vida. La versatilidad de esta aplicación, permite identificar, priorizar, seleccionar y ponderar los criterios e indicadores más importantes considerados para evaluar el potencial de rehabilitación de construcciones rurales, desarrollando un modelo que define todos los rasgos característicos de los elementos a evaluar, asignándoles una función que permita convertir las diferentes peculiaridades de la alternativa en una unidad común, que llamaremos valor. Una vez obtenida la cantidad total de valor para la alternativa, se podrá utilizar para realizar una evaluación sostenible.

Se ha obtenido una aplicación informática, la cual nos da un modelo lineal, ponderado y aditivo, que fusiona todos los factores en una única valoración global, basada en procesos de decisión multi-criterio, que reflejan la importancia relativa de cada factor.

Palabras clave: *Edificios rurales; Reutilización; Software; Proceso Analítico Jerárquico*

Correspondencia: a. Dpto. de Ingeniería Rural, Universidad de Almería, La Cañada de San Urbano – C.P. 04120. Almería, Spain. email address: egarzon@ual.es b. Instituto de Ciencia de Materiales, Centro Mixto C.S.I.C. – US. Avda. Américo Vespucio 49, Isla de la Cartuja. C.P. 41092. Sevilla, Spain. email address: pedroji@icmse.csic.es

1. Introducción

La actuación de recuperar el patrimonio implica conservar la historia, la cultura y las tradiciones de los que antes nos precedieron. Algunas construcciones rurales no suelen tener valor artístico considerable o importante, pero muchas de ellas son un claro exponente de una arquitectura tradicional propia de una zona concreta y son testigos de una forma de vida que fue la de nuestros antepasados (Wauters & Geodseels, 1996). En otras ocasiones se establece una doble finalidad en la rehabilitación y/o reutilización, con el fin de desarrollar una actividad empresarial (agroindustrial, turismo rural, museos, etc.) a la vez que conservamos o recuperamos una construcción concebida para un objetivo distinto al que se propone.

Para llevar a cabo el análisis y diseño de un edificio, se valoran las “condiciones más desfavorables” con el fin de conseguir el diseño óptimo. Estas condiciones desde el punto de vista técnico son examinadas en profundidad (el desarrollo tecnológico siempre ha estado centrado a aspectos como el comportamiento de las estructuras y la caracterización de materiales) (SEOPAN, 2000).

Pero estas metas resultan insuficientes ante los nuevos retos que plantea la rehabilitación del edificio popular y que exigen cada vez más un cambio en el enfoque de este tipo de proyectos. Numerosos trabajos de investigación se ha enfocado a analizar el detalle de los edificios (Fuentes & Cañas, 2003; Armesto et al., 2003; Aria et al., 2006; Yilmaz et al., 2007; Pérez-Martín et al., 2011) por el que la documentación gráfica y visual es particularmente importante. Los esfuerzos de investigación para desarrollar método adecuado para evaluar las alternativas de reutilización de edificios rurales han sido notables. Así, varios autores (Roulet et al., 2002), (Ipekoğlu, 2006), (Zavadskas & Antucheviciene, 2007), (Wang & Zeng, 2010), (Pérez-Martín et al., 2011) han desarrollado metodologías multi-criterio para llegar a una solución multi-dimensional.

El estudio de arquitectura tradicional, no sólo debe incluir un examen de la documentación y del potencial de reutilización, sino que también debe centrarse en una mayor profundidad de análisis teniendo en cuenta los aspectos intangibles que intervienen en la restauración de un edificio, tales como un estudio socio-económico citado por varios autores (Bedate et al., 2004; Canoves et al., 2006; Cyrenne et al., 2006; Yiu & Leung, 2005), así como el impacto en la calidad del paisaje donde se ubica el edificio. Sobre este punto varios autores como Ruda, (1998), García et al., (2003), Hernández et al., 2004), García et al., (2006), han hecho una valiosa contribución en este campo.

Por tanto, debe existir, junto con el concepto de desarrollo sostenible basado en el medioambiente (respeto a los recursos naturales y capacidad de los ecosistemas), sociedad (igualdad social e integración de todos los actores) y economía social, unos objetivos estratégicos del proyecto que, no se tiene en cuenta con la suficiente exactitud o bien, no se incluyen para su análisis, por la gran variabilidad e incertidumbre asociada a los proyectos constructivos. Se trata del estudio desde otras perspectivas, como es el proyecto de rehabilitación del edificio popular, y más concretamente desde una perspectiva de protección arquitectónica, que englobe su valor cultural.

2. Objetivos

Existe una gran demanda de metodologías para la identificación de indicadores relacionados con la evaluación del potencial de rehabilitación y los proyectos de construcción. Actualmente, no existe una norma o estándar para la identificación y selección de indicadores que siga una metodología científico-técnica, debido en parte a la dificultad de cuantificar variables cualitativas. Esto supone que uno de los objetivos se verá reflejado en la resolución metodológica del modo de identificar, seleccionar y priorizar indicadores a considerar en el potencial de rehabilitación de este patrimonio tan frágil, el patrimonio arquitectónico popular, que actualmente supone un auténtico problema en su caracterización y puesta en valor.

Uno de los principales objetivos ha sido, **proponer una solución científica a la identificación, priorización y selección de indicadores** donde todos los involucrados de un proyecto sean partícipes del proceso, reduciendo en lo posible la subjetividad y las incertidumbres del proceso. Además, se ha buscado la evaluación tanto de los indicadores como del modelo más acorde a las necesidades de los proyectos de rehabilitación arquitectónica rural.

Hay que recordar, que una selección adecuada de criterios constituye la base fundamental de la toma de decisión ya que un planteamiento incongruente puede llegar a invalidar el proceso. Según sugieren Keeney & Raiffa, (1976 y 1993), la construcción de una jerarquía de objetivos como medio para la definición de los criterios que se deben tener en un problema decisional. Esta jerarquía consiste en especificar los objetivos fundamentales (nivel más alto) que el decisor pretende alcanzar durante el proceso de toma de decisiones y en la subdivisión de éstos en sub-objetivos de más bajo nivel, más concretos y detallados.

Por otra parte se encuentra el **análisis de estos criterios-indicadores** como atributos pertenecientes a una decisión multicriterio, donde se deben valorar las distintas alternativas de un proyecto. En este caso, se distinguirá entre la distribución de pesos, la normalización de los criterios y el análisis multicriterio de alternativas en sí mismo.

La estimación de los pesos se ha realizado escalonadamente para cada nivel de jerarquía de tal manera que ascendiendo en cada uno de ellos, se llega a obtener el valor final de los objetivos a evaluar. Para ello se hace uso de la metodología de decisión A.H.P. (Analytical Hierarchy Process).

De acuerdo a estas notas iniciales, se pasa a comentar la propuesta metodológica.

3. Metodología

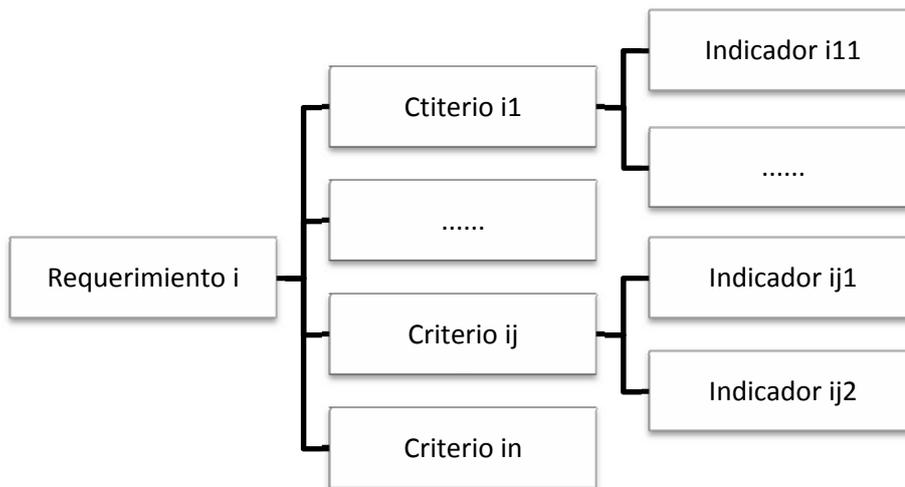
El árbol de jerarquía que se plantea en esta metodología, se divide en **requerimientos**, **criterios** (o indicadores superiores) e **indicadores** (o indicadores inferiores). Los requerimientos representan las características a considerar en la toma de decisión. Para la evaluación de la rehabilitación del edificio rural, en un principio se proponen los siguientes planos o requerimientos: Económico, Medioambiental y Social. Dada su naturaleza, los requerimientos son de carácter general por lo que permite asignar a cada proyecto planos específicos de acuerdo a sus características y necesidades.

Cada plano se estructura a su vez en niveles más específicos: criterios e indicadores. Los criterios son de carácter cualitativo y expresan una forma de agrupación. Los indicadores son elementos cuantitativos y medibles. La razón de ser de esta estructura es

por un lado proporcionar organización de la información y por otro, facilitar la evaluación de la decisión.

En la figura 1 se observa que a cada requerimiento i se le puede asignar n criterios y a su vez a cada criterio se le puede asignar k indicadores. El número de criterios e indicadores que se conceda puede ser variable por cada requerimiento o criterio según sea el caso. Tanto los requerimientos como los criterios no son medibles directamente, sino indirectamente a través de los indicadores.

Figura 1: Esquema del árbol de requerimientos

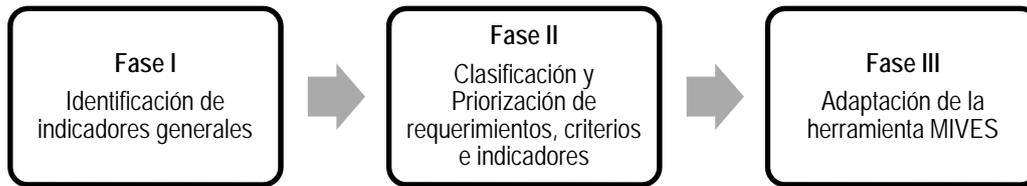


El primer paso de la propuesta es, por tanto, el planteamiento de una metodología de identificación, priorización y selección de oportunidades (criterios-indicadores), pues es donde los mayores problemas han sido identificados, mientras que la evaluación de los indicadores individualmente sí que están teniendo un mayor desarrollo científico. Nos interesa, la identificación de todas las oportunidades relacionadas con la valoración del edificio rural y su contexto inmediato, existentes en un proyecto de rehabilitación y/o reutilización, para posteriormente realizar su categorización y priorización e incluso desechar algunos de los criterios identificados. De esta manera se podrán seleccionar las principales variables.

Los siguientes pasos consistirán en la evaluación de estas oportunidades o criterios tanto a nivel individual (indicador a indicador) como a nivel general (multicriterio) para obtener una clasificación y selección de las mejores alternativas desde el punto de vista de la rehabilitación del edificio popular.

La metodología global que se propone llevar a cabo, de modo esquemático, es la que aparece en la figura 2, con las tres etapas que se muestran:

Figura 2. Esquema de la propuesta metodológica



De este modo se ha seguido paso a paso la metodología propuesta partiendo de la identificación hasta llegar a la selección definitiva de los indicadores y su posterior evaluación aplicando el método de AHP, mediante la adaptación del software MIVES basado en dicho método.

3.1. Fase I: Identificación de indicadores generales

En esta primera etapa de identificación, los indicadores serán identificados siguiendo las siguientes técnicas:

- i) **Revisión de documentación:** Se trata de una selección de la documentación existente y una revisión estructurada de la misma en busca de los objetivos sostenibles del proyecto. Se diferenciarán, dentro de esta técnica, dos aplicaciones diferentes:
 - a. *Bibliografía científico-técnica*, de acuerdo a las publicaciones científicas y técnicas existentes en la tipología de proyecto de que se trate, herramientas o sistemas de indicadores existentes que pueden servir de entradas al proceso y experiencias profesionales publicadas en el sector.
 - b. *Legislación*. Se ha considerado la importancia de la revisión de la normativa tanto regional, nacional como internacional relativa a los aspectos de rehabilitación arquitectónica del proyecto objeto de estudio pues refleja la experiencia asentada en las diferentes áreas de conocimiento y la importancia de las líneas políticas y estratégicas del país o región.
- ii) **Recopilación de información:**
 - a. *Encuestas*: es fundamental la elaboración de encuestas a todos los actores del ciclo de vida del proyecto para recoger los puntos de vista y la importancia de cada sector involucrado. De este modo, la encuesta deberá ir reflejada no sólo a expertos, como ingenieros o arquitectos, que subrayarán la importancia de los aspectos técnicos del proyecto, sino también a promotores (importancia económica y rendimiento de la inversión), los usuarios tanto directos como indirectos (importancia de los aspectos sociales y económicos), las organizaciones ecologistas (importancia medioambiental e impactos sobre el entorno del proyecto), así como a los suministradores de materiales y equipamientos (gestión de recursos y residuos). La encuesta debe estar enfocada a proponer factores e indicadores de caracterización y puesta en valor de proyectos de rehabilitación arquitectónica rural, no a que valore o califique los indicadores propuestos.
 - b. *Entrevistas*: generalmente se harán a expertos en aspectos técnicos y sostenibles de los proyectos, pero se debe englobar a todos los actores

mencionados anteriormente. Generalmente, las entrevistas generan una gran cantidad de información tanto directa como indirecta.

- iii) **Comparación con otras áreas y otras herramientas existentes:** Se estudiará asimismo la documentación existente y la experiencia en otras áreas donde se haya aplicado el concepto de reutilización sostenible (edificación, agricultura y planeamiento urbano).
- iv) **Técnicas de Diagramación:** donde se incluirán los diagramas causa-efecto, también conocidos como de Ishikawa, o los diagramas de flujo o de sistemas que muestran la relación de los diferentes elementos del sistema y la causalidad.

Mediante la aplicación de estas técnicas se consigue un modelo que permitirá llegar en muchos casos a las mismas oportunidades, pero también a la identificación de factores inimaginables. Creemos que es necesario este procedimiento de identificación de oportunidades y de sus respectivos indicadores, atendiendo el ciclo de vida del mismo con el objetivo de realizar un primer registro de criterios a los que atender como variables en la *evaluación del potencial de rehabilitación del edificio popular*.

Como son numerosos los indicadores que se pueden plantear, es necesario hacer un filtro pues no todos son importantes y oportunos. Para seleccionarlos principalmente se deben atender a dos criterios: que sean pertinentes y que sean discriminantes, pertinentes para el tipo de decisión y discriminantes respecto a las alternativas. Aparte de estas características, en la literatura se encontró un modelo procedimental para el diseño de indicadores propuesto por Letelier et al. (2001).

La selección de indicadores es indispensable pues estos constituyen la base de la cuantificación para la elección de la mejor alternativa. A partir de su elección se materializan los indicadores relevantes para el proceso de evaluación.

3.2. Fase II: Clasificación y priorización de requerimientos, criterios e indicadores

La segunda fase consiste en la **clasificación** de todos los elementos identificados en las seis listas anteriores mediante un "*Registro de Ideas*" (RI). Este concepto está basado en el registro de variables mediante estructuras desagregadas de tareas, pero en este caso aplicado a la evaluación del edificio rural, desde el punto de vista de su rehabilitación y/o reutilización. El objetivo de esta idea es por tanto lograr una estructura jerárquica donde queden registrados la globalidad de indicadores y criterios relacionados con los proyectos de rehabilitación del patrimonio arquitectónico rural. De esta manera, y tras la priorización y selección que se comentará a continuación, se permitirá siempre una retroalimentación (aumento o disminución de los registros) y servirá como base de datos para futuras aplicaciones y evaluaciones del patrimonio arquitectónico rural.

Las estructuras desagregadas para clasificar los diferentes indicadores y criterios identificados, se podrán realizar siguiendo, en una primera instancia, los pilares definidos por la ISO 21929-1, que trata exclusivamente de los indicadores de sostenibilidad estableciendo un marco para su desarrollo en el caso de los proyectos exclusivamente de edificación, es decir, **respeto medioambiental, integración social y economía social**, y que posteriormente se podrían ampliar, siguiendo el ciclo de vida del proyecto de edificación, según Aguado y Casanova (1997), **concepción, materialización, funcionamiento o utilización y reintegración**.

En cuanto a la **priorización** de las oportunidades identificadas y clasificadas, siguiendo el principio de Pareto que dice que el 80 % de los problemas vienen del 20 % de las causas, nosotros proponemos que el 80 % de los objetivos sostenibles se pueden conseguir con el 20 % de los indicadores o factores de sostenibilidad identificados con la metodología propuesta. Para el análisis y la priorización de estos indicadores, se podrá recurrir a técnicas de análisis de expertos, de sensibilidad, o la propuesta de Rodríguez López y Fernández Sánchez (2010) para la selección del 20 % de las oportunidades que mayores beneficios reportan con menor impacto negativo sobre los objetivos del proyecto. Esta priorización tendrá lugar en tres pasos:

1. La **primera priorización** se llevará a cabo mediante el agrupamiento de planos o *requerimientos* semejantes en uno mismo, de manera que cada elemento identificado sea lo más independiente posible del resto. Así, el resultado de este proceso se verá reflejado en una nueva agrupación en una estructura desagregada RI.
2. La **segunda priorización** también se llevará a cabo mediante el agrupamiento de criterios semejantes en uno mismo (macroindicador o *criterio*) de manera que cada elemento identificado sea lo más independiente posible del resto. El resultado de este proceso, también se verá reflejado en una nueva agrupación en una estructura desagregada RI.
3. Como **tercera y definitiva priorización**, se utilizará el modelo de análisis jerárquico AHP, que como se mostró también en el capítulo anterior es el método más válido para la valoración de la importancia relativa y la consiguiente asignación de pesos, proporcionándonos unos *indicadores claves*, manejables y funcionales. A continuación, se podrá seleccionar el 20 % de los indicadores secundarios para lograr el 80 % de los de los indicadores más representativos para la evaluación del potencial de rehabilitación del patrimonio arquitectónico rural, y así construir un conjunto de indicadores manejable

Una vez priorizados los indicadores según la fase anterior, se procede a la última fase de selección de aquellos que son más representativos para la evaluación del potencial de rehabilitación del edificio rural, escogiendo los que tienen mayor importancia relativa. Se construirá así el sistema de indicadores clave para la evaluación.

3.3. Fase III: Adaptación de la herramienta MIVES a la toma de decisión en la evaluación del potencial de rehabilitación del patrimonio arquitectónico popular

Con el fin de obtener una metodología para evaluar el potencial de rehabilitación del edificio rural desde una perspectiva sostenible, una de las principales actividades es adaptar la herramienta informática MIVES a este objeto.

Por consiguiente, es necesario aplicar la base metodológica de la herramienta MIVES a las características y aspectos a considerar en la rehabilitación de las construcciones rurales, integrando aspectos de análisis multidisciplinares como son los espectros ecológicos, culturales y constructivos, en un plan de acción que va desde la caracterización de la problemática de cada asentamiento a las recomendaciones y medidas de protección a adoptar en cada caso.

Esta tarea tiene como primera fase, analizar y caracterizar los límites del sistema, con el objetivo de determinar claramente su árbol de requerimientos, componentes o partidas y ciclo de vida, a partir de los cuales se lleva a cabo la evaluación de las alternativas.

Seguidamente se construye la función de valor en cada uno de los indicadores planteados, para unificar las unidades de respuesta de cada uno de ellos, y poder realizar dicha evaluación.

Posteriormente se calculan unos pesos para nuestra evaluación, en cada nivel de jerarquía (requerimientos, criterios e indicadores). Estos pesos son orientativos ya que dependen de las preferencias del decisor, por lo tanto en cada evaluación pueden llegar a obtener diferentes estimaciones, motivo por el cual, dicho decisor debe estar especializado en la temática.

4. Resultados y discusión

El programa informático consta de 3 módulos y de un entorno web. Los 3 módulos son: módulo programador, módulo usuario y módulo reporte, que tras su adaptación a la evaluación del patrimonio arquitectónico rural quedan como:

- **Módulo programador.** En este módulo es donde se ha realizado la generación del modelo. Es decir, se introducen todas las variables necesarias para crear el modelo de valoración. En primer lugar, se identifica la toma de decisión definiendo todos los componentes y ciclo de vida (Fig. 3). Posteriormente, se introduce el árbol de toma de decisión con las funciones de valor de cada indicador (Fig. 4) y por último se asignan los pesos a los indicadores, criterios y requerimientos (Fig. 5).

Figura 3. Introducción de componentes, árbol de requerimientos y ciclo de vida

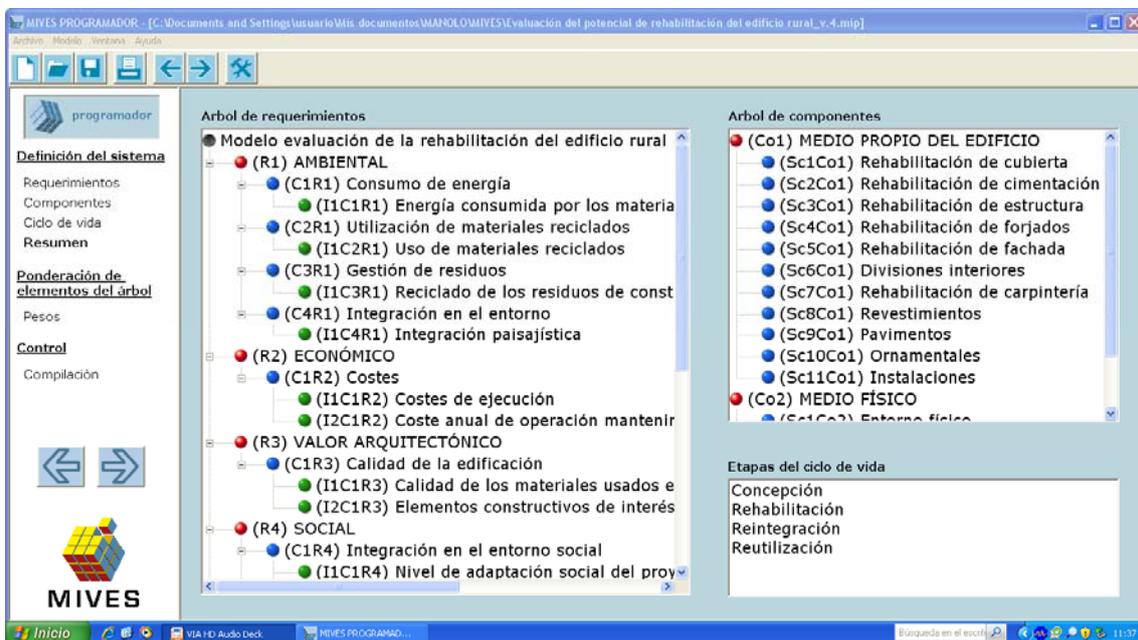


Figura 4. Introducción de la función de valor para cada indicador

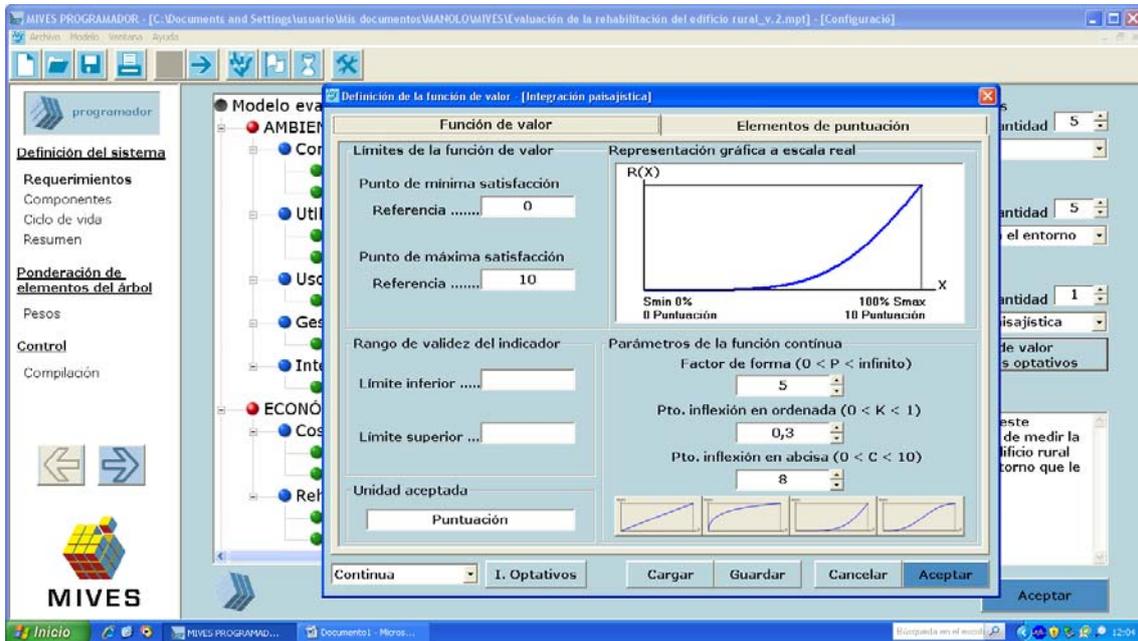


Figura 5. Asignación de pesos

	Consumo de energía	Utilización de materiales reciclados	Gestión de residuos	Integración en el entorno	Peso (%)
Consumo de energía	1	0,33	0,20	0,17	6,42
Utilización de materiales reciclados	3,00	1	0,50	0,33	16,49
Gestión de residuos	5,00	2,00	1	0,50	29,23
Integración en el entorno	6,00	3,00	2,00	1	47,86

Método de ponderado
 AHP (SAATY)
 Directo
 Consistencia perfecta
 Índice de consistencia.... 0,01
 Permitir cambios al usuario
 Cancelar
 Aceptar

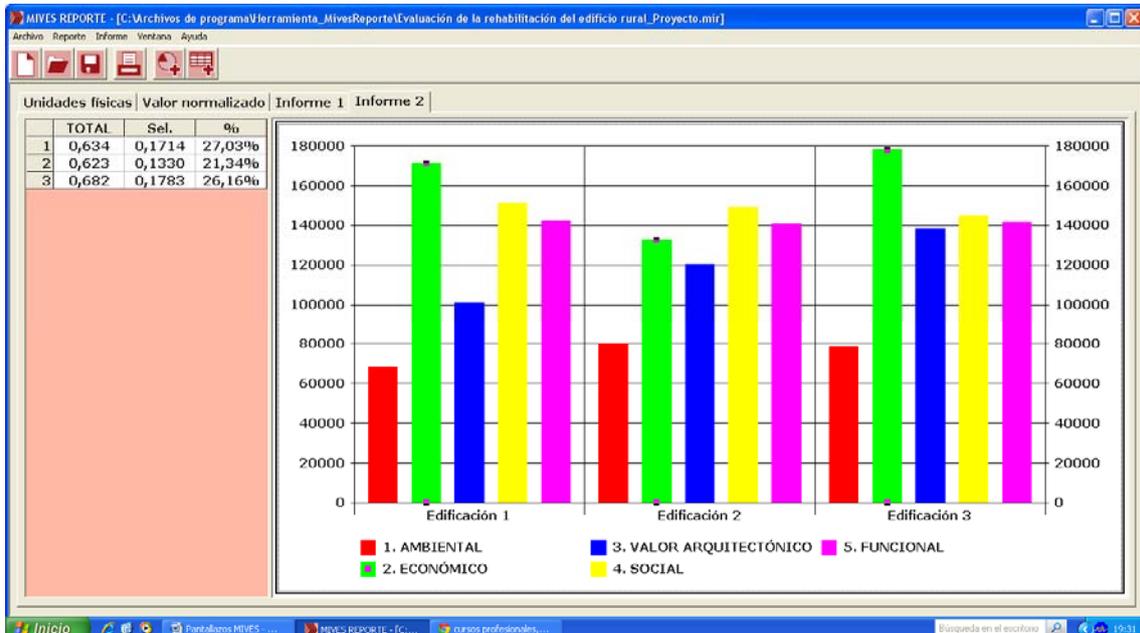
- **Módulo usuario.** Este módulo es la aplicación del modelo de valoración. En éste se introducen las cuantificaciones de todos los indicadores de las alternativas estudiadas (Fig. 6).

Figura 6. Asignación de valores para cada indicador

	Edificación 1	Edificación 2	Edificación 3	TODO
(R1) AMBIENTAL	Requerimientos	Criterios	Indicadores	468,28
		(C1R1) Consumo de	(I1C1R1) Energía consumida por los materiales de	34
		(C2R1) Utilización de	(I1C2R1) Uso de materiales reciclados - (%)	
		(C3R1) Gestión de	(I1C3R1) Reciclado de los residuos de construcción	
		(C4R1) Integración en el	(I1C4R1) Integración paisajística - (Puntuación)	
(R2) ECONÓMICO	(C1R2) Costes	(I1C1R2) Costes de ejecución - (€/m ²)		
		(I2C1R2) Coste anual de operación mantenimiento -		
(R3) VALOR ARQUITECTÓNICO	(C1R3) Calidad de la edificación	(I1C1R3) Calidad de los materiales usados en		
		(I2C1R3) Elementos constructivos de interés -		
		(I1C1R4) Nivel de adaptación social del proyecto		
		(I2C1R4) Nivel de adecuación de las		
		(I3C1R4) Nivel de atractivo turístico - (Puntuación)		
(R4) SOCIAL	(C1R4) Integración en el entorno social	(I4C1R4) Servicios disponibles - (Puntuación)		
		(I5C1R4) Nivel socio-económico en la zona -		
		(I6C1R4) Censo de viviendas habitadas		
		(I1C2R4) Asentamiento - (Puntuación)		
		(I2C2R4) Topografía de la parcela - (Puntuación)		
(R5) FUNCIONAL	(C2R4) Contexto inmediato	(I3C2R4) Calidad del paisaje - (Puntuación)		
	(C1R5) Constructibilidad	(I1C1R5) Grado de simplicidad del proceso		
	(C2R5) Movilidad	(I1C2R5) Facilidad de enlace con el exterior -		
	(C3R5) Modificabilidad y	(I1C3R5) Facilidad de desmonte de los elementos		

- **Módulo reporte.** Este módulo es en el que se analizan los resultados (Fig. 7). Es decir, se obtienen los índices de valor de cada una de las alternativas. Además, pueden obtenerse, los valores de todos los indicadores, criterios y requerimientos con gráficos comparativos del tipo: pastel, barras o tabla.

Figura 7. Informe de resultados en gráfico de barras para las tres alternativas



5. Conclusiones

Se han llegado a las siguientes conclusiones:

Se ha caracterizado e identificado las variables que influyen en la toma de decisión en el proyecto de rehabilitación y/o reutilización para la puesta en valor del edificio rural. A continuación, se ha elaborado una primera aproximación del árbol de requerimientos, los materiales y componentes a usar en la rehabilitación de un edificio rural. Se definieron indicadores, parámetros de respuesta, funciones de valor para cuantificar las alternativas en el edificio rural. Cabe aclarar que estas variables son meramente una primera aproximación.

Se puede concluir que se han creado diferentes herramientas para evaluar edificios residenciales, construcciones industriales, oficinas, etc. No obstante, no existe ninguna herramienta que califique o evalúe antiguos edificios rurales para su rehabilitación y/o reutilización para su puesta en valor, bajo un entorno informático de fácil uso. Bajo esta premisa la herramienta informática MIVES, al ser una herramienta de fácil uso, el usuario no requiere de conocimientos específicos acerca de análisis multicriterio, o del proceso analítico de jerarquías, solo necesita tener una concepción lo más clara posible del proyecto para posteriormente valorar cada uno de los parámetros asignados a la rehabilitación del edificio popular.

Referencias

- Aguado, A. & Casanova, I. (1997). Introducción. Capítulo 1 de demolición y reutilización de estructuras de hormigón. Ed. Colegio de ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Grupo Español del Hormigón y Asociación Técnica Española del Pretensado.
- Arias, P., Ordóñez, C., Lorenzo, H. & Herráez, J. (2006). Methods for documenting historical agro-industrial buildings: A comparative study and a simple photogrammetric method. *Journal of Cultural Heritage*, 7(4), 350-354.
- Armesto, J., Gil, M. L. & Cañas, I. (2006). The application of new technologies in construction: Inventory and characterisation of rural constructions using the Ikonos Satellite Image. *Building and Environment*, 41(2), 174-183.
- Bedate, A., Herrero, L. C. & Sanz, J. A. (2004). Economic valuation of the cultural heritage: Application to four case studies in Spain. *Journal of Cultural Heritage*, 5(1), 101-111.
- Canoves, G., Villarino, M. & Herrera, L. (2006). Public policies, rural tourism and sustainability: A difficult balance. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (41), 199-217.
- Cyrenne, P., Fenton, R. & Warbanski, J. (2006). Historic buildings and rehabilitation expenditures: A panel data approach. *Journal of Real Estate Research*, 28(4), 349-379.
- Fuentes, J. M. & Cañas, I. (2003). Estudio y caracterización de la arquitectura rural. Obtención, tratamiento y manejo de la información sobre las construcciones. *Informes de la Construcción*, 55(487), 13-21.
- García, L., Hernández, J. & Ayuga, F. (2003). Analysis of the exterior colour of agroindustrial buildings: A computer aided approach to landscape integration. *Journal of Environmental Management*, 69(1), 93-104.

- García, L., Hernández, J. & Ayuga, F. (2006). Analysis of the materials and exterior texture of agro-industrial buildings: A photo-analytical approach to landscape integration. *Landscape and Urban Planning*, 74(2), 110-124.
- Hernández, J., García, L. & Ayuga, F. (2004). Assessment of the visual impact made on the landscape by new buildings: A methodology for site selection. *Landscape and Urban Planning*, 68(1), 15-28.
- Ipekoğlu, B. (2006). An architectural evaluation method for conservation of traditional dwellings. *Building and Environment*, 41(3), 386-394.
- Keeney, R. L. & Raiffa, H. (1976 y 1993). *Decisions with multiple objectives, preferences and value tradeoffs*. Ed. Wiley, New York (1ª edición) y Ed. Cambridge University Press (2ª edición).
- Letelier, M., Herrera, J. A., López, L. & Canales, A. (2001). *Indicadores universitarios: Experiencias y desafíos internacionales* (Centro Interuniversitario de Desarrollo ed.), Chile.
- Pérez-Martín, E., Herrero-Tejedor, T. R., Gómez-Elvira, M. Á., Rojas-Sola, J. I., & Conejo-Martin, M. Á. (2011). Graphic study and geovisualization of the old wind mills of La Mancha (Spain). *Applied Geography*, 31(3), 941-949.
- Rodríguez López, F. & Fernández Sánchez, G. (2010). Sustainable engineering: New objectives for construction projects. *Revista Ingeniería de Construcción*, 25(2), 147-160.
- Roulet, C. A., Flourentzou, F., Labben, H. H., Santamouris, M., Koronaki, I., Dascalaki, E. & Richalet, V. (2002). ORME: A multicriteria rating methodology for buildings. *Building and Environment*, 37(6), 579-586.
- Ruda, G. (1998). Rural buildings and environment. *Landscape and Urban Planning*, 41(2), 93-97.
- SEOPAN (2000). Informe trimestral sobre el sector de la construcción (Los cuatro trimestres del año). doi: www.seopan.es
- Wang, H. J. & Zeng, Z. T. (2010). A multi-objective decision-making process for reuse selection of historic buildings. *Expert Systems with Applications*, 37(2), 1241-1249.
- Wauters, E. & Geodseels, V. (1996). Conservation of historical farm buildings in a densely populated area: Flanders (belgium). *Proceedings of International Seminar of the Second Technical Section of CIGR. New Users for Old Rural Buildings in the Context of Landscape Planning*. Piacenza.
- Yilmaz, H. M., Yakar, M., Gulec, S. A. & Dulgerler, O. N. (2007). Importance of digital close-range photogrammetry in documentation of cultural heritage. *Journal of Cultural Heritage*, 8(4), 428-433.
- Yiu, C. Y. & Leung, A. Y. T. (2005). A cost-and-benefit evaluation of housing rehabilitation. *Structural Survey*, 23(2), 138-151.
- Zavadskas, E. K. & Antucheviciene, J. (2007). Multiple criteria evaluation of rural building's regeneration alternatives. *Building and Environment*, 42(1), 436-451.