

## **MULTI-CRITERIA APPLICATION IN PROJECT FOR PUTTING IN VALUE OF TRADITIONAL VILLAS OF CARTAGENA.**

Vázquez Arenas, Gemma; García León, Josefina; Ros Torres, Josefa  
Universidad Politécnica de Cartagena

Nowadays, there is a trend toward to preservation of architectural heritage. This initiative has been jointed to others factors such as social awareness, interest from the institutions promoted by the National Plan of Traditional Architecture, and putting in use a part of these buildings through public or private budget.

In this communication are chosen some Villas of Cartagena, as a possible element driver of the enhancement of the heritage of the region, transforming it an element of use to the tourism and cultural landscape.

Through multi-criteria selection tools and geographic information systems the study will be conducted to establish the feasibility of the rehabilitation project and enhancement of these villas, in order to get in use. It has been established the following criteria: conservation state, structural stability, location, service roads, accessibility and use of renewable energies. Thus, an objective hierarchical list of these buildings is obtained for future actions.

**Keywords:** Multi-criteria selection; rehabilitation; cultural heritage; GIS

## **APLICACIÓN DE SELECCIÓN MULTICRITERIO PARA EL PROYECTO DE PUESTA EN VALOR DE LAS VILLAS TRADICIONALES DE LA COMARCA DE CARTAGENA.**

Actualmente existe una gran tendencia hacia la recuperación del patrimonio arquitectónico. Esta iniciativa ha venido unida a diferentes factores como son la concienciación social, interés por parte de las Instituciones promovidas por el Plan Nacional de Arquitectura Tradicional, y a la puesta en uso de algunas de estas edificaciones por parte de capital público o privado.

En esta comunicación se eligen Villas del municipio de Cartagena como un posible elemento impulsor de la puesta en valor del patrimonio de la comarca, transformándolo en un elemento de uso del paisaje turístico y cultural.

Mediante herramientas de selección multicriterio y sistemas de información geográfica se realizará el estudio para establecer la viabilidad del proyecto de rehabilitación y puesta en valor de estas Villas, para su puesta en uso estableciendo como criterios su estado general, estabilidad estructural, ubicación, vías de servicio, accesibilidad y aprovechamiento de energías renovables. Obteniendo así una lista jerarquizada objetiva de estas edificaciones para futuras actuaciones.

**Palabras clave:** Selección multicriterio; Rehabilitación; Patrimonio; Sistemas de Información Geográfica

Correspondencia: gemma.vazquez@upct.es

Agradecimientos: Dña. Encarnación Conesa Gallego. Departamento de Producción Vegetal. Universidad Politécnica de Cartagena.

## 1. Introducción

Según el Ministerio de Fomento, “El patrimonio arquitectónico español, está constituido por el conjunto de edificaciones representativas de nuestra identidad cultural, junto con las ciudades y núcleos rurales tradicionales que, en su entorno natural o construido, colaboran a la definición de este acervo”.

En este sentido el pazo gallego, el cortijo andaluz o la masía catalana son edificaciones perfectamente conocidas y han sido estudiadas por historiadores, historiadores del arte y arquitectos (Pérez Rojas, 1986), mientras tanto, entre el Patrimonio Arquitectónico del Municipio de Cartagena existen villas, palacetes y casas solariegas situadas en las zonas suburbanas y rurales (Escarabajal y Navarro, 2015), con un gran valor arquitectónico, y en el caso de algunas de ellas, paisajístico (Ochoa *et al.* 2010), de las que no existen apenas referencias.

Este tipo de construcciones comenzaron a aparecer entre finales del siglo XIX y principios del XX, junto con el apogeo de la Industria Minera y algunas de ellas por el renacimiento de la agricultura de Cartagena en esta época, nosotros nos centraremos en aquellas que constituían las villas de gran lujo pertenecientes a la aristocracia y burguesía de la sociedad cartagenera, utilizadas como segundas viviendas principalmente en verano, para la celebración de eventos especiales o para huir de la ciudad durante periodos de epidemias.

Todas ellas, se caracterizan por presentar el mismo estilo ecléctico y modernista que las viviendas que aparecieron en el mismo periodo en las ciudades, en su mayoría incorporaron torres, como filigrana arquitectónica, que se podía combinar con un lucernario, incorporan detalles arquitectónicos artísticos característicos de las viviendas modernistas de la época y algunas de ellas dispusieron de zonas arboladas que se convirtieron en verdaderos jardines botánicos.

En la actualidad alguna de estas villas o palacetes han desaparecido, otras están en un estado deplorable de abandono y las menos siguen siendo habitadas en algunos casos o han sido rehabilitadas para otros usos como ha sido el caso de la Casa Llagostera (Los Dolores) y Torre Antoñita (Pozo Estrecho).

Aunque en los últimos años, se han ido desarrollando diferentes Programas de Rehabilitación Arquitectónica del Patrimonio en la Región de Murcia, estos se han dirigido hacia otras edificaciones. Por lo que debido al gran interés de estas construcciones, en este trabajo vamos a priorizar dichas villas de un modo científico y objetivo, para su puesta en valor con un nuevo uso, y así ordenarlas para que sean rehabilitadas con una finalidad empresarial, que puede ser privada. Y de este modo evitar que sigan en el olvido y además evitar su continuo deterioro o su ruina irreversible.

### 1.1 Sistemas de Información Geográfica, SIG.

La mayor parte de la información que se utiliza en operaciones administrativas y legales o en proyectos científicos y de ingeniería, entre otros, incluye una componente geográfica. También muchas de los procesos que realizamos diariamente y que suponen analizar determinados datos y tomar decisiones basadas en ese análisis se hacen con criterios para los que la situación espacial es relevante. La gestión de ese tipo de información, incluyendo procesos de análisis y de toma de decisiones que antes solo podían hacerse mediante mapas temáticos en papel, es el campo de actuación de los SIG.

Un SIG es una herramienta informática diseñada para el almacenamiento, visualización, gestión y análisis de información geográfica, es decir de información que está ligada a una referencia geográfica dada. Los SIG asocian informáticamente y de forma conjunta la

situación espacial de los elementos y la información temática asociada a ellos, es decir las características o los atributos de dichos elementos. Un SIG trabaja a la vez con ambos tipos de información, espacial y temática, y debe ser capaz de integrar, almacenar, editar, analizar y compartir los datos, además de presentar los resultados obtenidos. Los SIG gestionan, por tanto, bases de datos gráficos y alfanuméricos vinculadas entre sí e integran funciones típicas de las bases de datos (consultas, análisis estadísticos, etc.) con las propias de la cartografía digital (visualización, análisis geográfico, etc.). Cada elemento gráfico en un SIG, por ejemplo una parcela, está asociado por un identificador común a los atributos que le corresponden (referencia, propietario, tipo, uso, etc.) de forma que accediendo al elemento se localizan sus atributos y a la inversa.

**Figura 1: Esquema de superposición de capas de información** (García León *et al.*, 2013).



Hasta la aparición de los SIG la gestión de este tipo de datos se realizaba mediante los mapas temáticos, esto es, con información sobre papel estática y de contenido limitado. Superponiendo distintos mapas, trazados sobre papel transparente y a la misma escala, era posible estudiar algunos aspectos de los fenómenos cartografiados. La separación de la información en capas temáticas y el análisis basado en la superposición de capas (figura 1), o en operaciones realizadas con distintas capas, se ha transmitido a los SIG y es un procedimiento habitual en ellos. Este análisis espacial, que antes tenía un uso limitado por sus dificultades y su rigidez, se ha convertido, gracias a los SIG, en un elemento de la sociedad de la información. Si junto a esto se añade el impulso fundamental de que existen programas libres y sobre todo resaltar el hecho de que la información utilizada se obtiene en gran parte de servidores públicos de acceso completamente abierto, es una cuestión clave y que van en la misma dirección que la iniciativa INSPIRE, lo cual permitirá tener la información actualizada y en los formatos estándar en servidores públicos y posibilitará la utilización de este tipo de herramientas de apoyo a la toma de decisiones, de forma habitual, para diferentes estudios de análisis.

**Figura 2: Matriz de decisión para métodos multicriterio** (Sánchez-Lozano *et al.*, 2013).

$$M = \begin{matrix} & \begin{matrix} w_1 & w_2 & \dots & w_n \\ C_1 & C_2 & \dots & C_n \end{matrix} \\ \begin{pmatrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} z_{11} & z_{12} & \dots & z_{1n} \\ z_{21} & z_{22} & \dots & z_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ z_{m1} & z_{m2} & \dots & z_{mn} \end{pmatrix} \end{matrix}$$

### 1.2 Método de Decisión Multicriterio.

Este tipo de métodos consisten en la obtención de la mejor alternativa dentro de un grupo de ellas. El problema consiste en resolver una matriz, como la representada en la figura 2,

siendo  $m$  el número de alternativas finito a estudiar y  $n$  el número de criterios a tener en cuenta en la decisión. Por lo tanto,  $A_i$ , ( $i=1,2,\dots,m$ ) representa el número de alternativas;  $C_j$ ( $j=1,2,\dots,n$ )son el número los criterios;  $z_{ij}$ es el valor de prioridad que tendrá la alternativa  $A_i$  en función del criterio  $C_j$ ; y por último  $w_{ij}$  será el peso que tendrá cada una de las prioridades.

Para establecer las prioridades de los criterios, se ha utilizado el Método Jerárquico de Análisis (Analytic Hierarchy Process, AHP) .Este método consta de la fases que se pueden ver en la figura 3, aportando una mejor calidad en el proceso de decisiones pues las escalas numéricas que se aportan ayudan a reflejar valoraciones racionales y lógicas (Casañ, 2013).

**Figura 3: Fases del Proceso Analítico Jerárquico (AHP)**



El procedimiento consiste en hacer las  $((n \times n) - n) / 2$  comparaciones entre pares para formar la matriz de comparaciones pareadas normalizadas, el vector propio de dicha matriz proporcionará el vector de pesos normalizado. Se compararan, los criterios definidos  $C_j$  ( $j=1,2,\dots,n$ ) para establecer unas prioridades  $w_j$  (pesos asociados a los criterios) y si existen jerarquías con criterios y subcriterios, se realizaran las matrices de comparación de los subcriterios y se verán afectados por la prioridad del criterio correspondiente.

Para obtener la prioridad de las alternativas, se compararán estas en función del número de criterios y subcriterios establecidos, obteniendo la prioridad relativa  $z_{ij}$  para cada una de ellas. Al multiplicar esta por el vector de prioridad general de criterios  $w_j$  se establecerán las prioridades generales de cada alternativa.

Para determinar las comparaciones se recurre a unas escalas previamente establecidas, de las cuales destaca la escala fundamental propuesta por Saaty en 1980, y que será la utilizada en este trabajo.

**Tabla 1. Valores de la escala fundamental para la comparación pareada.**(Saaty, T. L., 1980)

Calificación numérica	Escala Verbal de referencia	Definición
1	Igual	Ambos elementos son de igual importancia.
3	Moderada	Moderada importancia de un elemento sobre otro.
5	Fuerte	Fuerte importancia de un elemento sobre otro.
7	Muy fuerte	Importancia demostrada de un elementos sobre otro.
9	Extrema	Importancia absoluta de un elemento sobre otro.
2, 4, 6, 8	Términos Intermedios	Valores intermedios que se encuentran entre dos de las anteriormente citadas.

Es necesario estar seguro que los resultados obtenidos de las matrices de comparación pareadas son válidos, y realizar la jerarquización de las alternativas. Para esto es necesario

conocer la consistencia de las matrices  $m \times m$  donde  $m > 2$ . Saaty definió la razón de consistencia (CR) como:

$$CR = \frac{CI}{RI} (1),$$

donde se considera que una matriz definida a partir de valores de la tabla 1, tiene que tener un valor de  $CR < 0,1$  para que sea consistente y los juicios de la matriz de comparaciones sean aceptables y por lo tanto para que las prioridades obtenidas sean válidas.

Definido todo lo anterior, la utilización combinada de los SIG y las técnicas de evaluación multicriterio constituyen unas herramientas muy útiles para su aplicación en los procesos de evaluación territorial (Ocaña y Galacho, 2002). Así el método adquiere la máxima aplicabilidad posible, siendo posible investigar el número de alternativas y, en definitiva, facilitar la toma de decisiones. Como se afirma, las ventajas de utilizar estas técnicas con SIG se sitúan en poder resolver con todo rigor la interrelación de las diversas variables del territorio (Vázquez *et al.*, 2015), otorgándosele el peso y la proporcionalidad adecuada o necesaria en cada momento.

## 2. Objetivos

Actualmente en el ámbito arquitectónico y de la construcción la elección de prioridades se suele realizar mediante métodos subjetivos, estando asociada a una decisión unilateral sin tener en cuenta una valoración jerarquizada.

Este trabajo tiene como finalidad establecer la lista priorizada objetiva para la rehabilitación y puesta en uso en una actividad empresarial de restauración y eventos de las villas del Municipio de Cartagena consiguiendo de este modo su puesta en valor para uso y disfrute de nuestro Patrimonio Arquitectónico por la sociedad y al mismo tiempo evitar el avance de su deterioro.

Para conseguirlo se van a utilizar métodos de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y análisis jerárquico de la base (AHP), ya que con la utilización combinada de estos métodos se pretende que ésta sea una herramienta básica en la toma de decisiones objetivas dentro del ámbito arquitectónico y de la construcción.

## 3. Metodología

La solución a dicho problema se ha afrontado en este trabajo mediante dos métodos, uno de ellos gráfico aplicando la herramienta gvSIG, tal y como se ha indicado anteriormente, obteniendo así un número de alternativas y posteriormente aplicando una metodología mediante AHP, o proceso de análisis jerárquico, propuesto por Saaty, T.L. en 1980, a través del cual se optimiza la solución mediante un proceso de toma de decisiones dotado de rigor científico. En la figura 4 se muestra la secuencia de fases aplicada en el trabajo.

Figura 4: Fases del proceso aplicado mediante SIG y metodología multicriterio.



Como objeto de estudio se parte de los elementos catalogados en el Plan General Municipal de Ordenación (PGMO) del Ayuntamiento de Cartagena. Se han seleccionado sólo aquellas villas que tienen una entidad completa, es decir, la propia edificación y su conjunto, que son las mostradas en la tabla 2 y con la localización espacial de la figura 5. Además se ha recopilado en la tabla 2, información temática necesaria para los posteriores análisis tanto de SIG como de AHP.

**Tabla 2. Listado de las Villas a estudio en el Plan General Municipal**

Nombre de la Villa	ID	Año Construcción	G.D.*	Estado	Uso Actual	Superficie finca (m <sup>2</sup> )	Superficie edificio (m <sup>2</sup> )
Capellanía	01	Ppos. S-XX	3	Conservado	Agropecuario	7553	394
1.900	02	1900	3	Ruinoso	Abandonado	13214	2522
Huerto de la Bolas	03	1903-1918	BIC	Conservado	Hostelería	36402	957
El Retiro	04	1900	3	Conservado	Residencial	53307	585
El Alto	05	S-XX	2	Viable	Residencial	223585	1421
La Rosa	06	1880	3	Viable	Agropecuario	40488	997
Lo Treviño	07	1912	3	Viable	Abandonado	202190	1443
Hacienda Moncada	08	Ppos. S-XX	3	Conservado	Residencial	304260	681
Casa-Torre Antofñita	09	1906	2	Viable	Hostelería	14692	358
Hacienda Los Vidales	10	Ppos. S-XX	3	Conservado	Residencial	14692	1032
Los Pinos	11	1906	3	Viable	Residencial	3876	645
Torre Nueva	12	1904	3	Conservado	Agropecuario	33177	2231
Villa Antonia	13	1906	3	Conservado	Residencial	49684	1742
Villa Carmen	14	1906	3	Conservado	Abandonado	2430	216
Villa María	15	Ppos. S-XX	3	Ruinoso	Agropecuario	86.154	247
El Molinar	16	1905	2	Conservado	Residencial	4.509	2071
La Piqueta	17	1875	3	Conservado	Agropecuario	125.212	652
La Piqueta Nueva	18	1885	3	Conservado	Agropecuario	38.805	741
Villa Calamari	19	1900	BIC	Viable	Abandonado	50.235	824
Villa Carmina	20	Ppos. S-XX	3	Conservado	Educación	1.235	408
La Boticaria	21	Ppos. S-XX	2	Viable	Residencial	178.938	1611
Villa Pilar	22	1925	3	Conservado	Residencial	2.727	431
Villa Clara	23	1925	3	Viable	Abandonado	19.465	294
El Jeringal	24	Ppos. S-XX	3	Conservado	Residencial	3.653	680

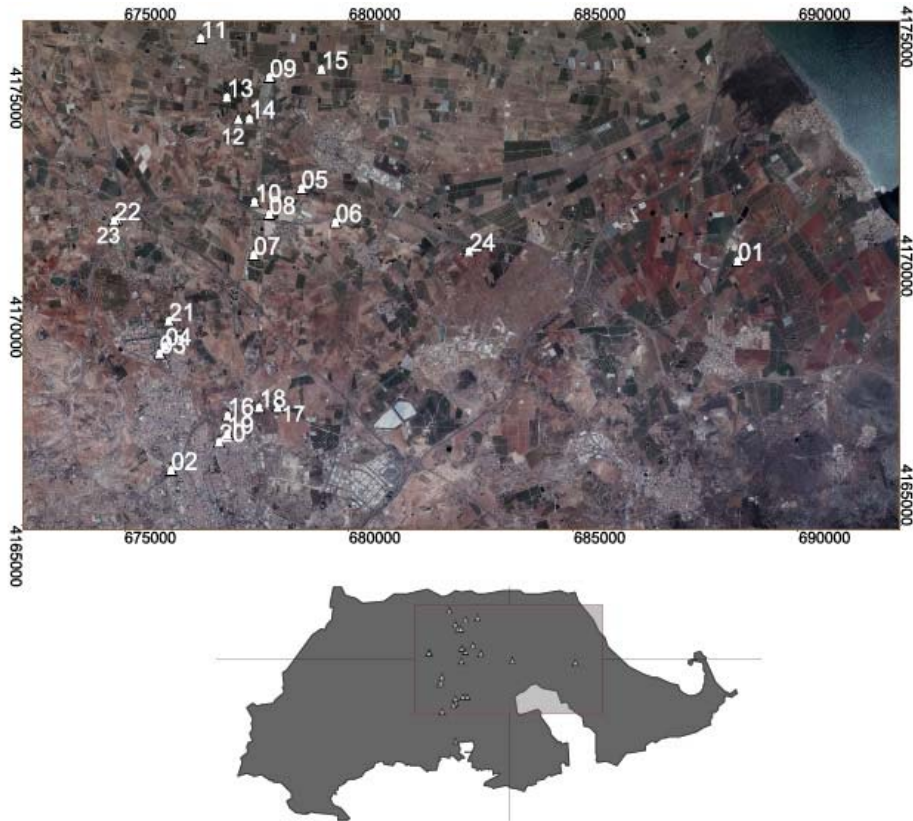
(\*G.C.:Grado de Catalogación)

Se ha trabajado con un programa de software libre como es gvSIG y con servidores públicos de acceso abierto a los datos, dichas capas de interés son mostradas en la tabla 3. A partir de ellas se han ido aplicando las siguientes restricciones consideradas:

1. No tener un uso hostelero actualmente.
2. Distancia mínima a cementerios de 1000m, los expertos han considerados que dos actividad tan distintas deben tener una distancia prudencial entre ellas, en la que no existe intervisibilidad.
3. Distancia mínima a ramblas o vaguadas de 200m.
4. Autovías y zonas de influencia de la misma, se ha aplicado la restricción en el área ocupada por la autovía así como una distancia de 100 metros a ambos lados de la misma.

5. Distancia mínima mayor de 100 metros de las líneas de ferrocarril.
6. No estar en un núcleo de población.

**Figura 5: Ubicación de las villas seleccionadas en la ortoimagen de WMS de Cartomur en coordenadas UTM en ETRS89.**



**Tabla 3. Capas principales utilizadas.**

Capa	Organización, Web MapService(WMS)
Ortoimagen	Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) Región de Murcia. <a href="http://cartomur.imida.es/SgdWms/SgdWms_cartomur.dll/WMS?">http://cartomur.imida.es/SgdWms/SgdWms_cartomur.dll/WMS?</a>
Cartografía	Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG). Ministerio de Fomento.
Catastro	Dirección General de Catastro. Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas. <a href="http://ovc.catastro.meh.es/Cartografia/WMS/ServidorWMS.aspx">http://ovc.catastro.meh.es/Cartografia/WMS/ServidorWMS.aspx</a>
Carreteras, autovías, etc.	Elaboración Propia a partir de IDE Región de Murcia.
Ferrocarriles	IDE Región de Murcia.
Cementerios	Elaboración Propia a partir de CNIG.
Red de drenaje	IDE Región de Murcia.
Núcleos de población	Elaboración Propia a partir de CING.
Villas	Elaboración Propia.

Los resultados obtenidos de la aplicación de las restricciones han ido eliminando una serie de villas como se detalla a continuación:

- En función de los usos de las villas, se han eliminado, aquellas que tienen actualmente un uso similar al objeto de estudio como son la Casa Torre Antoñita y el Huerto de las bolas, ambas con un uso hostelero. Haciendo uso de la base de datos temática generada, concretamente de la columna de uso actual y filtrando con hostelería.
- En función de la proximidad menor o igual de 1000 metros a los cementerios de la zona, se ha realizado un buffer o zona de influencia en función de su forma, generando una capa derivada y realizando la diferencia resulta la capa en la que aparecen las villas originales sin las dos que no cumplen esta condición, que son 1900 y Los pinos como puede verse en la figura 6.1.
- Con la capa de cauces de ramblas de la red de drenaje y considerando una zona de proximidad de 200 metros a las mismas con peligro de inundación, aparecen en el análisis de las capas que se ven afectadas nueve villas, que son El Huerto de las Bolas, El Retiro, Lo Treviño, Torre Nueva, Villa Antonia, Villa Carmen, Villa María, Villa Pilar y Villa Clara, como queda reflejado en la figura 6.2.
- Considerando como restricción aquellas villas que están a una distancia menor de 100 metros de las líneas de ferrocarril, se ha realizado un buffer y se ha eliminado la Villa de La Piqueta Nueva y la Hacienda los Vidales.
- Considerando como restricción, que las villas estén a una distancia menor de 100 metros de las autovías, se ven afectadas las villas La Rosa y la Hacienda Moncada. Estas dos últimas condiciones se muestran en la figura 6.3.
- Teniendo en cuenta las poblaciones existentes, y estableciendo la restricción que no estén en una de ellas, se eliminan El Huerto de las Bolas, Los Pinos, Villa Calamari y Villa Carmina, como se aprecia en la figura 6.4.

**Figura 6: Fases de los análisis de datos realizados con los SIG.**

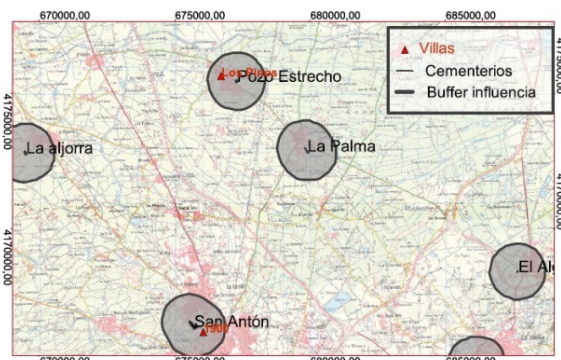


Figura 6.1. Zona de influencia cementerios, radio 1000 m.

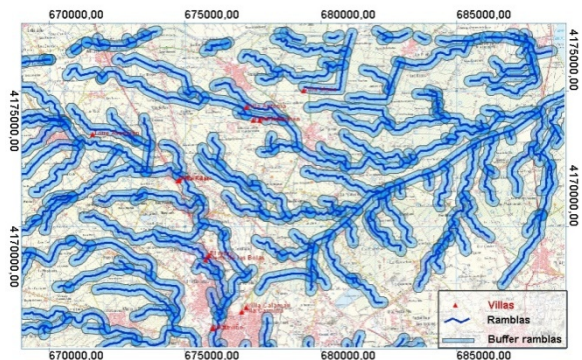


Figura 6.2. Ramblas de la red de drenaje, con buffer a 200 metros a cada lado.

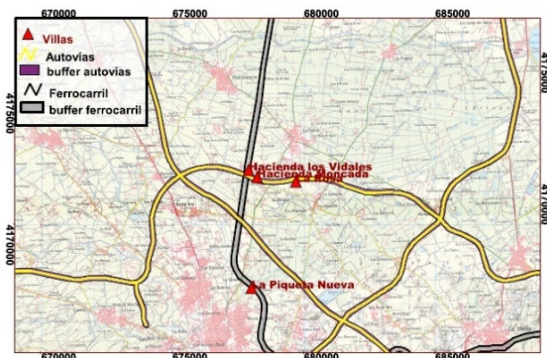


Figura 6.3. Zonas de Influencia autovías y ferrocarril.

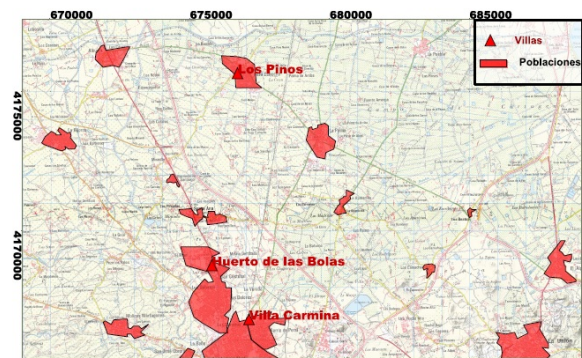


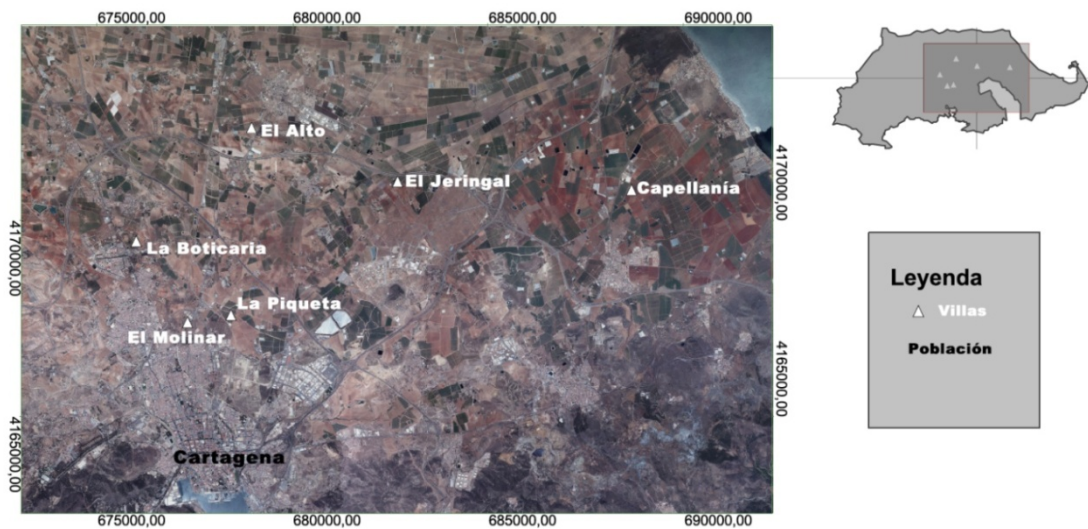
Figura 6.4. Zona de influencia de poblaciones.



Por todo lo cual, tras el análisis de los datos alfanuméricos y gráficos, tanto de las capas vectoriales como de las capas raster utilizadas nos quedan seis villas, que son las que aparecen en la figura 7, que son El Alto, Capellanía, El Jeringal, La Boticaria, La Piqueta y El Molinar.

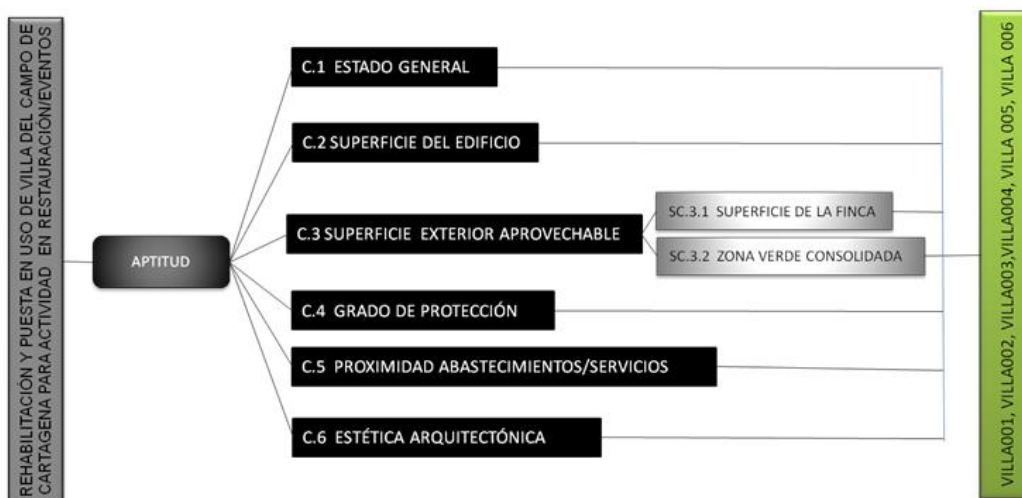
Una vez obtenida la base de datos de las Villas, que cumplen con las restricciones interpuestas y aplicadas mediante SIG, se plantea la solución jerarquizada para la propuesta de proyecto de rehabilitación y puesta en uso de una de ellas. Para lo cual se proponen los criterios de aptitud que se pueden ver en la figura 8.

**Figura7: Ortoimagen de 2013 con las seis villas seleccionadas en coordenadas UTM en ETRS89.**



Los criterios descritos se basan en aptitudes básicas, como son el estado general que tiene la edificación, a partir del estudio in situ de las mismas y de la información recogida en el PGMO de Cartagena (tabla 2), el grado de protección y la superficie de las mismas, y también, la ubicación que tienen dichas villas al abastecimiento de servicios.

**Figura 8: Esquema jerarquizada de criterios y subcriterios de aptitud seleccionados para AHP.**



En el criterio de superficie de la finca o superficie exterior aprovechable, se tiene en cuenta la capacidad que debe tener la finca para poder incluir varios eventos con los servicios necesarios, y que de esta forma sea lo más rentable posible, así como la belleza e importancia que tienen algunas de estas fincas desde el punto de vista botánico o paisajístico. Considerando si tienen definidos jardines con arbolado, parterres o arbustos, zonas arboladas con mayor o menor densidad o ningún tipo de jardín o arbolado.

Por último se incluye un criterio que se podría considerar subjetivo pero que dentro de las áreas de la construcción arquitectónica, es necesario, como es la importancia de la riqueza estética que puede tener el edificio, fuera de la valoración de patrimonio que ya está justificada dentro del Grado de Catalogación y asignarle un valor convirtiéndola en una evaluación objetiva.

Los pesos medios pareados asignados por los expertos, se recogen en la matriz de la tabla 4.

**Tabla 4. Matriz normalizada de pesos aplicados a los criterios de aptitud**

MATRIZ NORMALIZADA						
Criterios	C.1	C.2	C.3	C.4	C.5	C.6
C.1	0,03	0,01	0,01	0,04	0,04	0,04
C.2	0,16	0,05	0,01	0,06	0,13	0,06
C.3	0,22	0,24	0,06	0,06	0,04	0,06
C.4	0,28	0,34	0,43	0,40	0,38	0,40
C.5	0,03	0,02	0,06	0,04	0,04	0,04
C.6	0,28	0,34	0,43	0,40	0,38	0,40

$\lambda_{MAX}=6,19$

La consistencia de la matriz normalizada de criterios de la tabla 4 tiene un ratio de consistencia, CR= 0,03, calculada a partir de la fórmula 1. Se ha utilizado el índice de consistencia aleatoria (RI) propuesto por Toskano en 2005 y un índice de consistencia (CI) calculado a partir de la fórmula:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - m}{m - 1} ; (m = \text{elementos pareados}) \quad (2)$$

Este valor de ratio de consistencia  $\leq 0,1$  implica que los juicios establecidos por los expertos en las comparaciones pareadas son consistentes y las prioridades obtenidas son válidas para tomar una decisión.

**Tabla 5. Matriz normalizada de pesos aplicados a los criterios de aptitud**

MATRIZ NORMALIZADA		
Subcriterios C.3	SC3.1	SC3.2
SC3.1	0,33	0,33
SC3.2	0,67	0,67

$\lambda_{MAX}=2$

Teniendo los pesos normalizados de los criterios primarios y también de los subcriterios (tabla 5), ya se puede calcular su prioridad en el modelo de jerarquización. Los valores obtenidos se pueden ver en la tabla 6.

**Tabla 6. Prioridades de criterios y subcriterios establecidos.**

		<i>Prioridad</i>	
		<i>Criterios/Subcriterios</i>	
<b>CRITERIOS DE APTITUD</b>	C.1 Estado General	<b>3,00%</b>	
	C.2 Superficie del Edificio	<b>7,60%</b>	
	C.3 Superficies Relevancia	SC 3.1 Superficie Finca	<b>3,77%</b>
		SC 3.2 Zona Verde Consolidada	<b>7,54%</b>
	C.4 Grado De Protección	<b>37,05%</b>	
	C.5 Proximidad a Servicios y Abastecimientos	<b>3,98%</b>	
C.6 Estética Arquitectónica	<b>37,05%</b>		

A partir de la jerarquización de los criterios se procede a estudiar cada una de las alternativas disponibles obtenidas a partir de la base de datos de SIG y que se muestran en la tabla 7.

**Tabla 7. Listado de villas a estudio (alternativas).**

<b>Alternativas</b>	<b>ID</b>	<b>Nombre de la Villa</b>
<i>Villa_001</i>	01	<i>Capellanía</i>
<i>Villa_002</i>	05	<i>El Alto</i>
<i>Villa_003</i>	16	<i>El Molinar</i>
<i>Villa_004</i>	17	<i>La Piqueta</i>
<i>Villa_005</i>	21	<i>La Boticaria</i>
<i>Villa_006</i>	24	<i>El Jeringal</i>

El estudio comparado por pares de las alternativas para cada uno de los criterios establecidos por separado, nos proporcionan unas prioridades relativas mostradas en la tabla 8, en las que pueden verse cuales alternativas tiene una mayor relevancia para cada uno de estos criterios, pero con estos datos todavía no se puede establecer cuál sería la solución más adecuada de forma globalizada.

**Tabla 8. Prioridad relativa de las alternativas en función de los criterios de aptitud.**

<b>Alternativas</b>	<b>Prioridad relativa s/C.1</b>	<b>Prioridad relativa s/C.2</b>	<b>Prioridad relativa s/SC3.1</b>	<b>Prioridad relativa s/SC3.2</b>	<b>Prioridad relativa s/C.4</b>	<b>Prioridad relativa s/C.5</b>	<b>Prioridad relativa s/C.6</b>
<i>Villa_001</i>	0,14	0,04	0,07	0,10	0,04	0,10	0,04
<i>Villa_002</i>	0,05	0,35	0,29	0,04	0,29	0,10	0,08
<i>Villa_003</i>	0,13	0,04	0,04	0,10	0,29	0,30	0,16
<i>Villa_004</i>	0,37	0,12	0,29	0,17	0,04	0,10	0,34
<i>Villa_005</i>	0,05	0,35	0,29	0,45	0,29	0,30	0,34
<i>Villa_006</i>	0,26	0,12	0,03	0,14	0,04	0,10	0,04

Para ello es necesario aplicar los pesos asignados a cada uno de los criterios a cada una de las alternativas, obteniéndose así las prioridades generales de las alternativas para cada uno de los criterios. Realizando la suma para cada una de las alternativas se establece la prioridad total de las alternativas resultando de esta forma la jerarquización de las soluciones.

**Tabla 9. Prioridad general y total de las alternativas en función de los criterios de aptitud.**

Alternativas	Prior. General s/C.1	Prior. General s/C.2	Prior. General s/SC3.1	Prior. General s/SC3.2	Prior. General s/C.4	Prior. General s/C.5	Prior. General s/C.6	Prioridad Total Alternativas ( $\Sigma P. Alt_{j,j=1...6}$ )	
Villa_001	0,0043	0,0027	0,0028	0,0076	0,0154	0,0040	0,0144	<b>0,0512</b>	<b>5,12%</b>
Villa_002	0,0015	0,0265	0,0108	0,0030	0,1081	0,0040	0,0311	<b>0,1850</b>	<b>18,50%</b>
Villa_003	0,0038	0,0027	0,0013	0,0072	0,1081	0,0119	0,0609	<b>0,1960</b>	<b>19,60%</b>
Villa_004	0,0112	0,0088	0,0108	0,0127	0,0154	0,0040	0,1248	<b>0,1877</b>	<b>18,77%</b>
Villa_005	0,0015	0,0265	0,0108	0,0342	0,1081	0,0119	0,1248	<b>0,3178</b>	<b>31,78%</b>
Villa_006	0,0078	0,0088	0,0012	0,0107	0,0154	0,0040	0,0144	<b>0,0623</b>	<b>6,23%</b>

Realizada la lista priorizada de alternativas, se obtiene que la Villa\_005 es la que ofrece una mayor prioridad con respecto al resto de las alternativas, esta Villa corresponde como se indicaba e la tabla 7, a la Finca la Boticaria, ubicada en los Dolores, carretera de Murcia con número de catalogo CT-031, en uso residencial, según el PGMO de Cartagena. Pero como puede verse en las imágenes recientes realizadas *in situ*(figura 9), aparece en estado de abandono.

**Figura 9: Fotografías de la Finca la Boticaria (Los Dolores, Cartagena).**



#### 4.Conclusiones

Se ha obtenido la lista jerarquizada de intervención para el uso de restauración, teniendo en cuenta las restricciones impuestas resueltas mediante análisis de datos con Sistemas de Información Geográfica, como con los criterios y subcriterios de aptitud establecidos para la rehabilitación y puesta en uso de las Villas del término municipal de Cartagena. Consiguiendo con ello la elección en primer lugar de una edificación de gran valor patrimonial como es La Finca la Boticaria, ubicada en los Dolores. Actualmente, dicha villa está abandonada, se ha demostrado grandes posibilidades para su puesta en valor, que además la salvarían de su deterioro.

La aplicación de la evaluación multicriterio, no se construye sobre un proceso cerrado, cuyo inicio es la formulación del objeto de la valoración y su fin la obtención de una propuesta final única, sino a través de posibles alternativas y según diversos escenarios. Aunque en la práctica esto complica enormemente el diseño del modelo. Metodológicamente, se necesita llegar a valoraciones objetivas, alejadas de juicios parciales y con la seguridad de que los resultados son válidos para la toma de decisiones.

Ha quedado demostrado que esta metodología de trabajo es perfectamente aplicable para la toma de decisiones objetiva que permita priorizar la rehabilitación del Patrimonio

Arquitectónico, en este caso las villas del municipio de Cartagena. Al realizar una combinación de métodos de aplicación multicriterio, tanto digitales como alfanuméricos, se puede establecer de forma sencilla y rigurosa la selección jerarquizada que cumplan los factores para diferentes necesidades.

## 5. Bibliografía

Ayuntamiento de Cartagena. Catálogo del Plan General Municipal de Ordenación, PGMO. [http://urbanismo.cartagena.es/DocExt/PLDOC/20080001/Cat%5CElementos%5Cprg\\_2012\\_1\\_Elem\\_F\\_CT.pdf](http://urbanismo.cartagena.es/DocExt/PLDOC/20080001/Cat%5CElementos%5Cprg_2012_1_Elem_F_CT.pdf)

Casañ Pérez, A. (2013). *La decisión multicriterio: Aplicación en la selección de ofertas competitivas en edificación*. Universidad Politécnica de Valencia.

Escarabajal Paredes R., Navarro Avilés J.J.(2015). Las Villas y Casas de Campo de Cartagena, como atractivo turístico. En *Actas IV Congreso Nacional de Etnografía del Campo de Cartagena. La Vivienda y La Arquitectura Tradicional del Campo de Cartagena*.(pp. 382-393). Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena.

García León J., García Martín A., Torres Picazo M. (2013). *gvSIG Guía para el Aprendizaje Autónomo*. Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena.

Ocaña Ocaña C., Galacho Jiménez, F.B. (2002). Un modelo de aplicación de SIG y Evaluación Multicriterio, al Análisis de las capacidades del territorio en relación a funciones turísticas. En *Actas IV Congreso de Turismo y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Turitec*(pp. 235-253). Málaga.

Ochoa Rego J. et al. (2010). *Guía Técnica de Conservación y Restauración de Jardines Antiguos e Históricos*. Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena.

Pérez Rojas F.J.(1986). *Cartagena 1874-1936 (Transformación Urbana y Arquitectura)*. Murcia: Regional de Murcia.

Sánchez-Lozano, J.M., Teruel-Solano, J., Soto-Elvira, P.L., García-Cascales, M.S. (2013). Geographical information System (GIS) and Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods for the evaluation of solar farms location: Case study in south-eastern Spain. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 24, 544-556.

Saaty T.L. (1980). *The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation*. New York: McGraw-Hill.

Toskano Hurtado, G. B. (2005). *El Proceso de Análisis Jerárquico como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Vázquez Arenas, G., García-León, J., Silvente Martínez, M.J., Ros-Torres, J. (2015). *Modelo de aplicación de evaluación multicriterio al análisis del territorio*. *Actas IV Congreso Nacional de Etnografía del Campo de Cartagena. La Vivienda y La Arquitectura Tradicional del Campo de Cartagena*.(pp. 514-525). Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena.