

## MULTICRITERIA METHODS APPLICATION FOR THE VALUATION OF IMMOVABLE PROPERTIES OF THE SPANISH INDUSTRIAL HERITAGE

Claver Gil, Juan<sup>1</sup>; Sebastián Pérez, Miguel Ángel<sup>1</sup>; Sanz-Lobera, Alfredo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ETSI Industriales UNED, <sup>2</sup> ETSI Aeronáuticos UPM

This paper studies the utility of multicriteria decision methods, with special attention to the Analytic Hierarchy Process (AHP), in the assessment of the industrial heritage's elements. The work analyzes the peculiarities of these assets and the opportunities and problems presented by the use of the most important multicriteria methodologies to be applied in this field. By adapting these methods to the problem of study this work develops a methodology for analysis and evaluation of the identified elements.

Moreover, this work continues a previous paper in which a methodology for the identification, selection and classification of immovable properties of industrial type was developed. Work which was presented during the 17th International Congress on Project Management and Engineering, held in July 2013 in Logroño, Spain. Thus, a global approach for the study of these assets is proposed, that goes from their selection and classification to their valuation and protection.

**Keywords:** *Methodology; AHP; Multicriteria; Industrial-heritage*

## APLICACIÓN DE MÉTODOS DE DECISIÓN MULTICRITERIO PARA LA VALORACIÓN DE BIENES INMUEBLES DEL PATRIMONIO INDUSTRIAL ESPAÑOL

Este trabajo estudia la utilidad de los métodos de decisión multicriterio, con especial atención al Proceso Analítico Jerárquico (AHP), en la valoración de elementos patrimoniales de tipo industrial. Se analizan las particularidades de las muestras a valorar y las oportunidades y dificultades que presentan las principales metodologías multicriterio al aplicarse en este campo. A través de la adaptación de estos métodos al problema de estudio, el trabajo desarrolla una metodología de análisis y valoración de los elementos patrimoniales identificados.

El presente trabajo representa la continuación de un trabajo previo de desarrollo de una metodología para la identificación, selección y clasificación de elementos patrimoniales de tipo industrial, presentado en el XVII Congreso Internacional de Dirección e Ingeniería de Proyectos celebrado en Julio de 2013 en Logroño. De este modo se completa la propuesta de una estrategia global de actuación sobre el patrimonio industrial español, que va desde la selección y clasificación de elementos hasta su valoración y protección.

**Palabras clave:** *Metodología; AHP; Multicriterio; Patrimonio-industrial*

## 1. Introducción

En este trabajo se analiza y valora la idoneidad de las técnicas multicriterio de ayuda a la decisión como herramientas para la valoración de elementos patrimoniales de tipo industrial de cara a su reutilización, dentro de una propuesta metodológica para el estudio de este tipo de bienes. Estas técnicas encuentran su campo de aplicación en el estudio de alternativas para la selección de la más adecuada. Dentro de estas técnicas destaca por su amplia difusión y aplicación el AHP (Analytic Hierarchy Process), método inicialmente desarrollado por Thomas Saaty en los años setenta y que desde entonces ha sido constante objeto de estudio y aplicación.

El AHP plantea una estructura básica de tres niveles. En el nivel superior se sitúan los objetivos, en el siguiente nivel los criterios, y en el último nivel las alternativas (Saaty, 2012). Esta estructura básica puede lógicamente complicarse, si bien refleja la idea general del funcionamiento del método.

De este modo, en base a una serie de criterios identificados como relevantes para la decisión, se determina la jerarquía o peso de los mismos mediante su comparación por parejas en lo relativo a su importancia para la consecución de los objetivos. Estos juicios se realizan a través de los niveles de la jerarquía de criterios diseñada. De este modo, se puede establecer el peso de cada uno de los criterios y subcriterios considerados, y en última instancia la mayor preferencia o adecuación de una de las alternativas consideradas.

El estudio de elementos patrimoniales de tipo industrial es siempre una tarea que debe considerar múltiples enfoques y aspectos, debido a la compleja naturaleza de estos bienes, que reúnen valores de variada naturaleza, como lo son los valores tecnológicos, históricos, sociales, demográfico o constructivos. Esto se debe tener en cuenta tanto cuando el objetivo del estudio es de carácter más amplio y general, analizando la naturaleza de esta tipología y los criterios para el análisis y clasificación de sus elementos (Claver, 2013), como cuando se afrontan tareas más específicas, como la valoración de elementos concretos y la compatibilidad de la protección de sus valores con la reutilización del elemento para un nuevo uso.

De este modo, la variedad de criterios a considerar simultáneamente si se quiere valorar el interés patrimonial de un bien inmueble de este tipo y su compatibilidad con posibles nuevos usos, plantea un escenario en el que el empleo de herramientas multicriterio de ayuda a la decisión resulta interesante. La metodología propuesta por Saaty en el AHP parece a priori aplicable al estudio de estos bienes, si bien el enfoque de esta técnica y de los estudios que se quieren realizar, no coinciden, y la herramienta deberá adaptarse a los objetivos de la metodología que se quiere plantear.

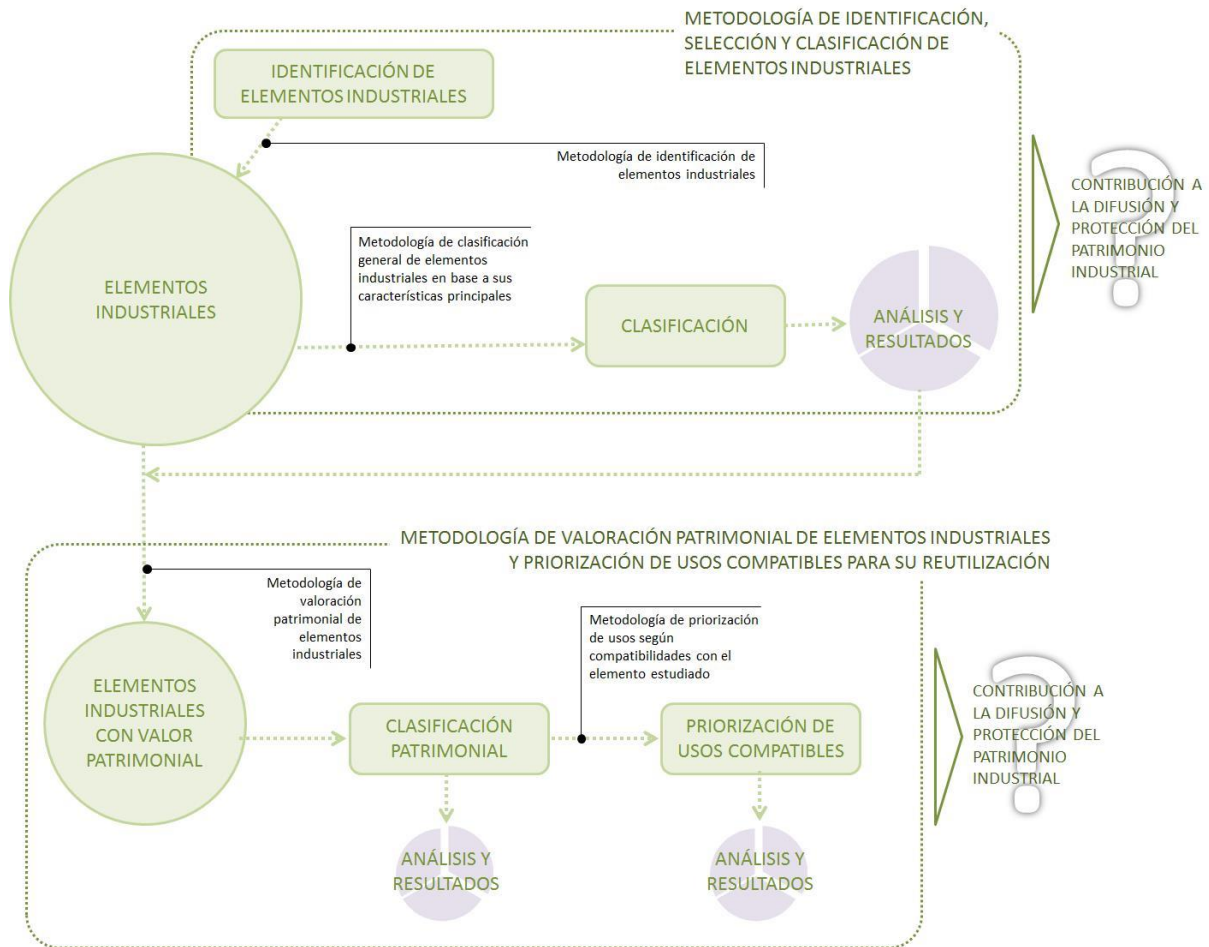
## 2. Objetivos

El propósito de este estudio es proponer una metodología inicial de aplicación de técnicas de decisión multicriterio que permita estudiar elementos del patrimonio industrial español previamente identificados y clasificados (Claver, 2012) considerando simultáneamente criterios de distinta naturaleza e importancia.

En la Figura 1 se muestra la metodología de análisis que propone este trabajo enmarcada en la metodología global que se quiere definir, junto con los trabajos previos ya comentados, para abordar el estudio de elementos patrimoniales de tipo industrial de una forma integral.

Si bien las técnicas multicriterio son interesantes para el manejo simultáneo de múltiples criterios su orientación a la selección de la mejor alternativa de entre un número finito de alternativas disponibles no se corresponde con el planteamiento de la metodología que se quiere plantear.

Figura 1. Metodología global



Este trabajo quiere diseñar una metodología inicial que funcione como una herramienta dinámica, que sirva para analizar cualquier elemento de tipo industrial del catálogo de bienes inmuebles industriales previamente realizado, sin necesidad de compararlo con otros bienes para obtener una interpretación de los valores patrimoniales del elemento y los posibles usos que mayor respeto muestren por ellos en una actuación de reutilización. Esta comparación sería discutible en cualquier caso, dada la distinta naturaleza por la que un bien de este tipo puede llegar a ser valorado como patrimonial, de modo que un planteamiento comparativo entre bienes forzaría a un enfoque mucho más acotado a alguna tipología específica, como podrían ser por ejemplo las fábricas textiles de la segunda mitad del siglo XIX. Sin embargo el enfoque de este trabajo es menos específico, y se busca una aplicación inicial y más global de la metodología, en la que tenga cabida cualquier bien inmueble de tipo industrial, y que sirva para tener una primera aproximación al problema de su valoración y posible recuperación desde unos criterios adecuadamente estructurados según su relevancia.

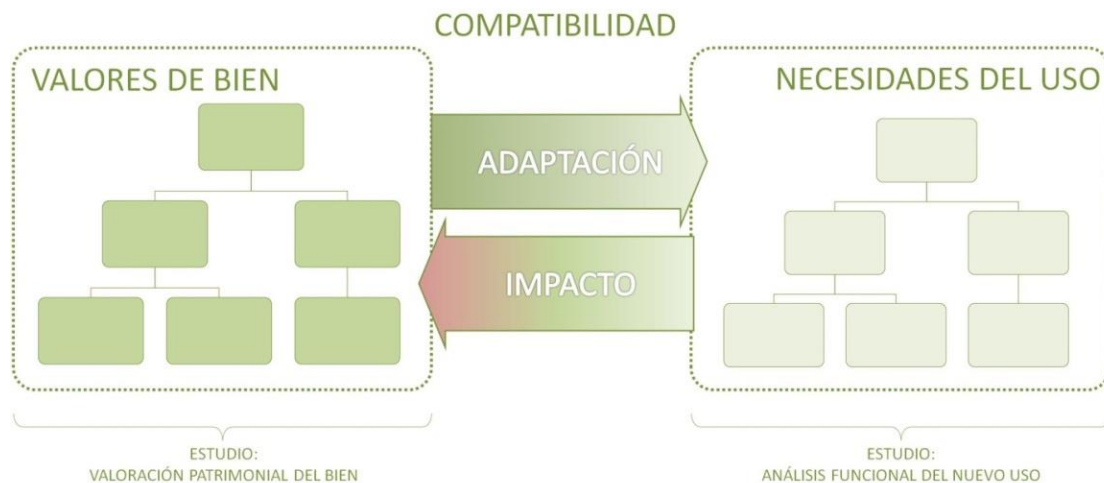
### 3. Metodología

La metodología plantea dos partes bien definidas. Por un lado se aborda un análisis del valor patrimonial del elemento. Esto es identificar en qué características residen, en caso de haberlos, los valores que harán al bien susceptible de ser considerado como patrimonial. Por otro lado se analizarán las compatibilidades que presentan los distintos usos

considerados con el mantenimiento de las características del bien en las cuáles reside el valor patrimonial.

Esta idea es fundamental y se representa en la Figura 2. Uno de los problemas de mayor gravedad a los que se enfrenta el patrimonio industrial es la destrucción del valor de sus bienes a través de las intervenciones de recuperación para nuevos usos. En trabajos anteriores (Claver, 2013) se señaló este aspecto como el siguiente paso a dar dentro de la metodología general que se quería abordar y que se ilustraba en la Figura 1. Por ello resulta fundamental identificar los rasgos que aportan valor patrimonial al bien y analizar la compatibilidad con los posibles nuevos usos a través del impacto que la adecuación del elemento a su nueva función pueda tener en los valores patrimoniales identificados.

**Figura 2. Criterio de compatibilidad**



Como se ha dicho anteriormente, la metodología propuesta quiere ser una herramienta de trabajo de alcance general, y por tanto aplicable a cualquier elemento de estudio. Por ello se debe reflexionar sobre la naturaleza del valor de un elemento patrimonial de tipo industrial para establecer un primer nivel de criterios que ayuden a determinar el interés del elemento desde el punto de vista industrial.

El valor patrimonial de cualquier tipo está vinculado a la singularidad del elemento en determinados aspectos, y es necesario incidir en la importancia de enfocar el problema como corresponde a un bien de tipo industrial. Es decir, los bienes inmuebles de tipo industrial serán susceptibles de ser considerados valiosos, y en su caso patrimoniales, por distintos motivos, pero para ser considerados patrimonio de tipo industrial estos valores deberán estar principalmente ligados a características propias de su actividad productiva. De este modo un edificio industrial carente de todo tipo de interés desde el punto de vista productivo podría llegar a ser considerado patrimonio histórico o artístico por el interés de su arquitectura, pero esto no sería patrimonio industrial. Eso no quiere decir que un valor de este tipo no deba considerarse a la hora de valorar estos elementos, sin duda sumará valor, pero en menor medida que los aspectos vinculados a la actividad productiva.

De este modo se identifican como criterios del primer nivel, vinculados al valor patrimonial de tipo industrial de los bienes a analizar, la singularidad de tipo tecnológico, la histórica, la constructiva, la asociada a la singularidad del producto y la geográfica. De estas, las dos últimas se eliminan del análisis, pues a pesar de ser indicadores de un mayor o menor valor patrimonial de los bienes estudiados (por ejemplo la exclusividad a nivel provincial o nacional supondrían distinta valoración), no se asocian a características específicas del bien inmueble como contenedor de un nuevo uso, y no contribuyen por tanto a establecer niveles de compatibilidad.

En un segundo nivel de mayor aproximación al elemento, se analiza la naturaleza de las singularidades del primer nivel, que como criterios de carácter más general que son engloban subcriterios que igualmente hay que identificar. De este modo, dentro de la singularidad tecnológica se contempla que el elemento represente un ejemplo único o poco habitual desde un punto de vista tecnológico, así como el nivel de innovación que supuso su tecnología en la actividad productiva y su estado de conservación actual. Del mismo modo, dentro de la singularidad de tipo histórica se distingue el interés que el elemento puede tener como factor de desarrollo social y económico dentro de un ámbito, su estado actual, entendiendo que en este caso hace referencia no sólo al bien inmueble sino al conjunto industrial en el que se incluiría y que permitiría la lectura de esa realidad, y el valor que pueda tener en el caso de bienes fundamentalmente preindustriales desde un punto de vista histórico y arqueológico. Por último, dentro de la singularidad constructiva se valora la riqueza del bien en cuanto a la técnica constructiva, su estilo, la distribución en planta y el dimensionado de los espacios asociados a la actividad, y el estado actual.

Siguiendo la metodología propia del AHP podemos realizar comparaciones por parejas entre los criterios de cada nivel y grupo y establecer sus pesos a través de la jerarquía. Para ello se realizan las matrices de preferencias entre criterios y se obtienen los vectores de preferencias. También se analiza la consistencia de los criterios, comprobando su corrección.

**Tabla 1. Matriz de prioridades C1**

	C1.1	C1.2	C1.3	
C1.1 SING. TECNOLÓGICA	1	3	2	0,540
C1.2 SING. HISTORICA	1/3	1	1/2	0,163
C1.3 SING. CONSTRUCTIVA	1/2	2	1	0,297

$\lambda_{\max} = V \cdot B$	$CI = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{(n - 1)}$	$RC = CI/RI$
5,028	0,007	0,006

**Tabla 2. Matrices de prioridades C2**

SING. TECNOLÓGICA	C2.1	C2.2	C2.3	
C2.1 EXCLUSIVIDAD	1	1/3	6	0,292
C2.2 INNOVACIÓN	3	1	7	0,641
C2.3 ESTADO ACTUAL	1/6	1/7	1	0,067

$\lambda=3,099$	$CI=0,050$	$RC=0,086$
-----------------	------------	------------

SING. HISTÓRICA	C2.4	C2.5	C2.6	
C2.4 DESARROLLO	1	2	7	0,559
C2.5 ARQUEOLÓGICO	1/2	1	9	0,383
C2.6 ESTADO ACTUAL	1/7	1/9	1	0,058

$\lambda=3,099$	$CI=0,050$	$RC=0,086$
-----------------	------------	------------

SING. CONSTRUCTIVA	C2.7	C2.8	C2.9	C2.10	C2.11	
C2.7 TEC. CONSTRUCTIVA	1	5	1/3	1/2	5	0,187
C2.8 ESTILO ARQ.	1/5	1	1/7	1/5	5	0,072
C2.9 LAYOUT	3	7	1	1	9	0,387
C2.10 DIMENSIONADO ESPACIOS	2	5	1	1	9	0,324
C2.11 ESTADO ACTUAL	1/5	1/2	1/9	1/9	1	0,030

$\lambda=5,299$	$CI=0,075$	$RC=0,067$
-----------------	------------	------------

De este modo podemos obtener el peso de cada criterio y subcriterio en su correspondiente nivel, así como su peso global. Podrían, en su caso, añadirse nuevos criterios a los distintos niveles si se llegase a la conclusión de que con ello se completa la valoración. Deberían entonces incorporarse a las matrices de comparaciones por parejas y hallar los nuevos vectores de preferencias asociados a cada grupo de criterios de un determinado nivel.

Los criterios hasta aquí considerados para evaluar el carácter patrimonial o no patrimonial de bienes inmuebles de tipo industrial deben ser comunes. Se establecen entonces como criterios generales que señalan los principales rasgos de interés en un bien industrial que pueden llevar a considerarlo patrimonial. Por lo tanto, una vez identificadas estos criterios de carácter general y hallados sus pesos relativos, quedaría aplicarlos a los elementos. Si bien se ha establecido que características serían más relevantes para valorar un bien de este tipo, su presencia no será igual en todos los elementos que se analicen. Por lo tanto se debe evaluar la presencia de las distintas características incluidas como criterios en el caso concreto del elemento que se esté analizando.

Como ya se indicó la metodología que se propone quiere ser una herramienta de trabajo que posibilite obtener resultados sobre los bienes estudiados de forma ágil. De este modo, los criterios generales considerados imponen unos pesos que actúan sobre las características asociadas, si las hay, en el bien estudiado. Estas características se estudian para cada elemento particular y se puntúan evaluando su presencia o no en el bien analizado, y la magnitud de esta presencia. Esta tarea la podrá realizar un técnico cualificado, en este caso fundamentalmente arquitectos e ingenieros, al visitar el bien inmueble. Las puntuaciones dadas para evaluar la mayor o menor presencia de una característica del segundo nivel de criterios (C2) se normalizan formando un vector que indica la importancia relativa en el elemento de cada criterio de dicho nivel. Al multiplicar este vector por el de preferencias, o lo que es lo mismo, por los pesos globales de los criterios del segundo nivel, y normalizar de nuevo el resultado, obtendremos un vector de preferencias que contempla conjuntamente la importancia de las características que suman valor patrimonial y la presencia de cada una de ellas en el elemento concreto que se analiza.

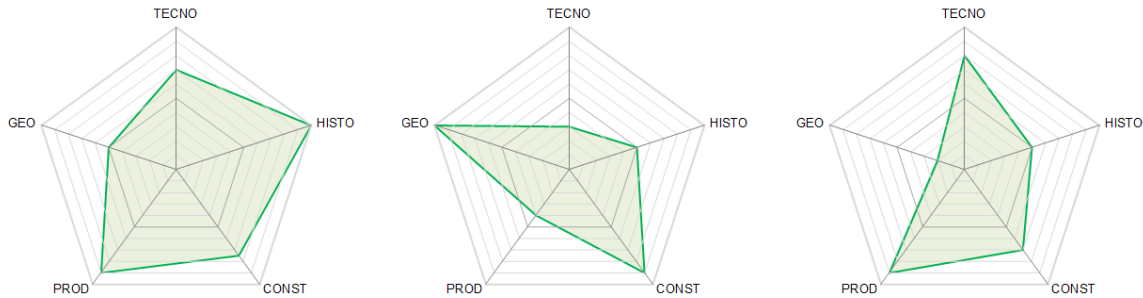
De este modo, el importante peso que tiene la innovación tecnológica que pueda suponer la maquinaria de un determinado bien, es un criterio que sólo entra en juego en la medida que efectivamente esté presente esta característica en el elemento estudiado, incrementando o disminuyendo su efecto.

Por lo tanto, la aplicación del AHP, como ya se indicó anteriormente, es adaptada a los objetivos de la metodología. Hasta ahora ha servido para manejar conjuntamente una serie de criterios que han de tenerse en consideración simultáneamente para evaluar el valor de un bien, pero se combina con un método de puntuación para poder aplicarlos en la medida que corresponda en cada bien según su morfología.

Esta primera parte de la metodología se convierte en sí misma en una herramienta que permite de forma ágil, y a través de un sistema de puntuación tan sencillo e intuitivo como las valoraciones entre uno y diez, que un técnico cualificado realice una valoración ágil del valor patrimonial de tipo industrial que un bien puede tener, gracias al soporte que ofrece el AHP para evaluar el peso de cada criterio. De este modo se puede tener una primera lectura gráfica que muestre la distribución del valor patrimonial para cada elemento a través de los grupos de criterios identificados. Podrían de hecho incorporarse los que se mencionaron al inicio, asociados a la singularidad del producto y a la singularidad geográfica, que se eliminaron de la exposición de este trabajo al no estar vinculados a características propias de los bienes como contenedores de actividad, y no ser permitir por tanto evaluar su compatibilidad con nuevos usos, pero que desde este enfoque complementan el análisis. En la Figura 3 se muestran ejemplos de esta información gráfica para diferentes bienes analizados incluyendo los criterios eliminados para este estudio.

Una vez identificadas las características que aportan mayor valor al elemento el siguiente objetivo es analizar a través de la metodología la compatibilidad del bien estudiado con diferentes usos. Esta compatibilidad, como ya se ha explicado anteriormente, estará vinculada a la capacidad de adaptar el bien inmueble a un nuevo uso sin que ello afecte a las características de especial valor, es decir sin que el elemento pierda valor.

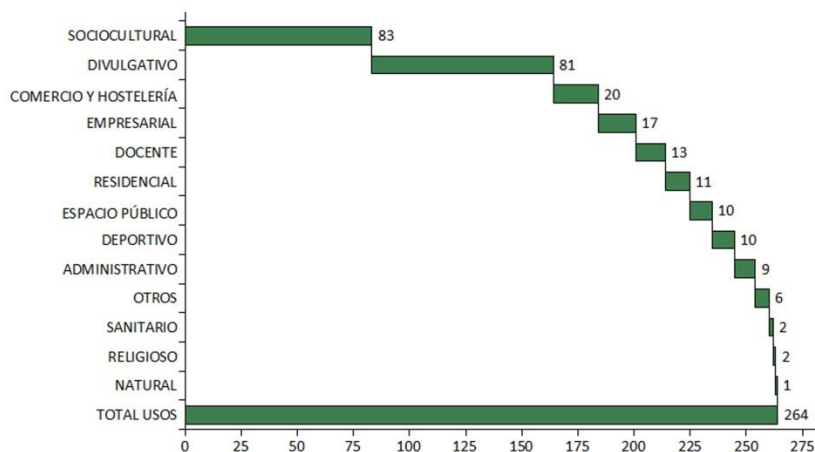
**Figura 3. Ejemplos de representación gráfica de la distribución del valor patrimonial en los grupos de criterios considerados**



En la Figura 2 se ilustra de forma sencilla esta idea de compatibilidad según lo agresivo de la adaptación. Para poder afrontar esta tarea es necesario comparar necesidades básicas del programa funcional de las tipologías arquitectónicas típicas asociadas a una serie de usos, con características concretas e identificables en los bienes inmuebles que se analizan.

Para seleccionar los usos a considerar se ha tenido en cuenta el trabajo de identificación, selección y clasificación de bienes inmuebles de tipo industrial realizado previamente, en el que se identificaban de entre los cerca de quinientos bienes industriales estudiados aquellos recuperados para nuevas actividades, y la naturaleza de las mismas. De este modo en este trabajo se considerarán los usos sociocultural, divulgativo (de los valores patrimoniales de los elementos), comercio y hostelería, oficinas (que engloba el uso empresarial y el administrativo identificados en el trabajo anterior), docente, residencial, deportivo, sanitario y religioso. En la Figura 4 se puede ver la distribución de nuevos usos en los bienes que se identificaron que habían sido recuperados para una nueva actividad. Los usos de espacio público y natural no se incluyen en este trabajo al no ajustarse a la naturaleza del mismo, que se centra en la recuperación de bienes inmuebles y no elementos industriales de mayor escala como por ejemplo paisajes industriales.

**Figura 4. Distribución de nuevos usos en los bienes identificados (Claver, 2013)**



Se identifican a su vez una serie de criterios correspondientes a características concretas del bien inmueble fácilmente observables y vinculadas con aspectos funcionales de importancia para los distintos usos. Estas características a su vez están relacionadas con criterios de valoración patrimonial del segundo nivel (C2). A continuación se indican los criterios considerados (C3) para este nuevo nivel.

- C3.1 Gran superficie fija ocupada por maquinaria
- C3.2 Maquinaria en buen estado
- C3.3 Maquinaria en buen estado de funcionamiento
- C3.4 Forma parte de un conjunto mayor
- C3.5 Espacios diáfanos de gran superficie
- C3.6 Espacios diáfanos de gran altura
- C3.7 Espacios continuos de gran superficie
- C3.8 Espacios continuos de gran altura
- C3.9 Nivel de iluminación alto

La doble vinculación que tienen estos nuevos criterios del nivel C3 permite conectar las dos partes de la metodología. Por un lado representan aspectos fundamentales que determinan que el estado original del bien sea adecuado o no para diferentes actividades. De este modo, un espacio de exposiciones, y en general los usos asociados al grupo sociocultural, necesitará espacios amplios y diáfanos, con importante superficie y una altura proporcionada. Sin embargo que estos espacios presenten algún elemento estructural inserto no supone en general un problema, y en cualquier caso a través de la nueva distribución puede minimizarse su impacto funcional. Por ejemplo en esa sala de exposiciones propuesta o en un taller multiusos para actividades artísticas y talleres, la presencia de algunos pilares no supondría un gran problema. Si bien es preferible que no estén, el requisito está más vinculado a la amplitud y la flexibilidad. Sin embargo un polideportivo necesita espacios continuos, no sólo diáfanos, si se quieren plantear pistas deportivas, por lo que la presencia de esos mismos elementos estructurales sería un problema. Del mismo modo usos docentes o de oficina se benefician especialmente de una buena iluminación natural. Igual que el uso divulgativo de los valores de los bienes industriales agradece la presencia masiva de maquinaria ocupando metros cuadrados, ya que a diferencia del resto de usos, es justo la naturaleza productiva lo que se quiere mostrar y por tanto no supone un problema para la nueva actividad a desarrollar.

A continuación se muestran las matrices de preferencias para cada criterio del tercer nivel comparando entre si los usos considerados en función de lo adecuado de cada característica a cada uso. Por último se incluye la matriz de preferencias formada por los vectores de preferencias de cada criterio C3 respecto de los usos. Se indican en amarillo los usos preferentes para cada criterio.

**Tabla 3. Matrices de preferencias para los criterios C3**

C3.1	USO 1	USO 2	USO 3	USO 4	USO 5	USO 6	USO 7	USO 8	USO 9	
USO 1	1	0,2	4	7	4	7	7	7	7	0,2286
USO 2	5	1	7	9	5	9	9	9	9	0,4308
USO 3	0,25	0,1429	1	3	0,3333	3	3	3	3	0,0754
USO 4	0,1429	0,1111	0,3333	1	0,25	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0237
USO 5	0,25	0,2	3	4	1	3	3	3	3	0,1038
USO 6	0,1429	0,1111	0,3333	2	0,3333	1	1	1	1	0,0344
USO 7	0,1429	0,1111	0,3333	2	0,3333	1	1	1	1	0,0344
USO 8	0,1429	0,1111	0,3333	2	0,3333	1	1	1	1	0,0344
USO 9	0,1429	0,1111	0,3333	2	0,3333	1	1	1	1	0,0344
			$\lambda$ 9,4535	CI 0,0567		RC 0,0391				



C3.2	USO 1	USO 2	USO 3	US O 4	USO 5	USO 6	USO 7	USO 8	USO 9	
USO 1	1	0,2	5	5	2	7	7	7	7	0,2025
USO 2	6	1	7	8	5	9	9	9	9	0,4391
USO 3	0,2	0,1429	1	3	0,25	2	2	3	3	0,0657
USO 4	0,2	0,125	0,3333	1	0,3333	2	1	1	3	0,0427
USO 5	0,5	0,2	4	3	1	4	4	5	5	0,1307
USO 6	0,1429	0,1111	0,5	0,5	0,25	1	1	1	1	0,0298
USO 7	0,1429	0,1111	0,5	1	0,25	1	1	1	1	0,032
USO 8	0,1429	0,1111	0,3333	1	0,2	1	1	1	1	0,0302
USO 9	0,1429	0,1111	0,3333	0,3333	0,2	1	1	1	1	0,0272
			$\lambda$ 9,5259	CI	0,0657	RC	0,0453			

C3.3	USO 1	USO 2	USO 3	US O 4	USO 5	USO 6	USO 7	USO 8	USO 9	
USO 1	1	0,1429	5	5	1	7	7	7	7	0,1648
USO 2	7	1	8	8	6	9	9	9	9	0,4535
USO 3	0,2	0,125	1	2	0,1429	3	3	4	4	0,0618
USO 4	0,2	0,125	0,5	1	0,125	1	1	1	1	0,0285
USO 5	1	0,1667	7	8	1	7	7	7	7	0,1876
USO 6	0,1429	0,1111	0,3333	1	0,1429	1	1	1	1	0,0262
USO 7	0,1429	0,1111	0,3333	1	0,1429	1	1	1	1	0,0262
USO 8	0,1429	0,1111	0,25	1	0,1429	1	1	1	1	0,0257
USO 9	0,1429	0,1111	0,25	1	0,1429	1	1	1	1	0,0257
			$\lambda$ 9,6782	CI	0,0848	RC	0,0585			

C3.4	USO 1	USO 2	USO 3	US O 4	USO 5	USO 6	USO 7	USO 8	USO 9	
USO 1	1	0,3333	3	1	1	1	1	3	3	0,1129
USO 2	3	1	5	3	2	3	3	5	5	0,2708
USO 3	0,3333	0,2	1	0,3333	0,2	0,3333	0,2	1	1	0,0354
USO 4	1	0,3333	3	1	0,3333	1	0,25	1	3	0,0776
USO 5	1	0,5	5	3	1	3	1	3	3	0,1598
USO 6	1	0,3333	3	1	0,3333	1	0,3333	2	3	0,0841
USO 7	1	0,3333	5	4	1	3	1	4	5	0,1762
USO 8	0,3333	0,2	1	1	0,3333	0,5	0,25	1	1	0,0456
USO 9	0,3333	0,2	1	0,3333	0,3333	0,3333	0,2	1	1	0,0377
			$\lambda$ 9,3654	CI	0,0457	RC	0,0315			

C3.5	USO 1	USO 2	USO 3	US O 4	USO 5	USO 6	USO 7	USO 8	USO 9	
USO 1	1	3	5	2	2	5	2	7	2	0,2183
USO 2	0,3333	1	0,3333	0,2	0,2	5	0,2	3	0,2	0,0434
USO 3	0,2	3	1	0,2	0,2	4	0,2	3	0,2	0,0507
USO 4	0,5	5	5	1	1	7	3	7	1	0,1813
USO 5	0,5	5	5	1	1	7	3	7	1	0,1813
USO 6	0,2	0,2	0,25	0,1429	0,1429	1	0,1667	0,3333	0,1429	0,019
USO 7	0,5	5	5	0,3333	0,3333	6	1	9	1	0,1327
USO 8	0,1429	0,3333	0,3333	0,1429	0,1429	3	0,1111	1	0,1429	0,0234
USO 9	0,5	4	5	1	1	7	1	7	1	0,15
			$\lambda$ 9,8559	CI	0,107	RC	0,0738			

C3.6	USO 1	USO 2	USO 3	US O 4	USO 5	USO 6	USO 7	USO 8	USO 9	
USO 1	1	4	5	7	6	9	3	9	3	0,3234
USO 2	0,25	1	1	3	2	7	0,3333	7	0,3333	0,0916
USO 3	0,2	1	1	0,5	0,5	5	0,2	5	0,2	0,0537
USO 4	0,1429	0,3333	2	1	1	5	0,25	5	0,25	0,0589
USO 5	0,1667	0,5	2	1	1	4	0,25	4	0,25	0,0574
USO 6	0,1111	0,1429	0,2	0,2	0,25	1	0,125	2	0,1667	0,0199
USO 7	0,3333	3	5	4	4	8	1	9	0,3333	0,1694
USO 8	0,1111	0,1429	0,2	0,2	0,25	0,5	0,1111	1	0,1667	0,0169
USO 9	0,3333	3	5	4	4	6	3	6	1	0,2088
			$\lambda$ 9,8361	CI	0,1045	RC	0,0721			

C3.7	USO 1	USO 2	USO 3	USO 4	USO 5	USO 6	USO 7	USO 8	USO 9	
USO 1	1	3	5	1	2	9	0,3333	9	1	0,1539
USO 2	0,3333	1	3	0,3333	0,5	7	0,2	7	0,5	0,0733
USO 3	0,2	0,3333	1	0,2	0,2	5	0,1429	5	0,3333	0,0411
USO 4	1	3	5	1	2	9	0,3333	9	0,5	0,1467
USO 5	0,5	2	5	0,5	1	8	0,3333	7	1	0,1137
USO 6	0,1111	0,1429	0,2	0,1111	0,125	1	0,1111	1	0,1111	0,0153
USO 7	3	5	7	3	3	9	1	9	3	0,3023
USO 8	0,1111	0,1429	0,2	0,1111	0,1429	1	0,1111	1	0,1429	0,016
USO 9	1	2	3	2	1	9	0,3333	7	1	0,1377
			$\lambda$ 9,575	CI 0,0719	RC 0,0496					

C3.8	USO 1	USO 2	USO 3	USO 4	USO 5	USO 6	USO 7	USO 8	USO 9	
USO 1	1	5	5	1	3	7	0,3333	7	3	0,1708
USO 2	0,2	1	2	0,2	0,3333	3	0,1429	3	0,3333	0,079
USO 3	0,2	0,5	1	0,2	0,3333	3	0,1429	3	0,3333	0,0755
USO 4	1	5	5	1	3	7	0,3333	7	3	0,0767
USO 5	0,3333	3	3	0,3333	1	5	0,2	5	1	0,0767
USO 6	0,1429	0,3333	0,3333	0,1429	0,2	1	0,1111	1	0,2	0,0188
USO 7	3	7	7	3	5	9	1	9	5	0,2332
USO 8	0,1429	0,3333	0,3333	0,1429	0,2	1	0,1111	1	0,2	0,01456
USO 9	0,3333	3	3	0,3333	1	5	0,2	5	1	0,01236
			$\lambda$ 9,4299	CI 0,0537	RC 0,0371					

C3.9	USO 1	USO 2	USO 3	USO 4	USO 5	USO 6	USO 7	USO 8	USO 9	
USO 1	1	3	5	0,3333	0,3333	1	5	1	3	0,1149
USO 2	0,3333	1	3	0,2	0,2	0,5	3	0,3333	1	0,0523
USO 3	0,2	0,3333	1	0,1429	0,1429	0,3333	1	0,2	0,3333	0,0257
USO 4	3	5	7	1	1	3	7	3	5	0,257
USO 5	3	5	7	1	1	3	7	3	5	0,257
USO 6	1	2	3	0,3333	0,3333	1	5	1	3	0,1036
USO 7	0,2	0,3333	1	0,1429	0,1429	0,2	1	0,2	0,3333	0,0242
USO 8	1	3	5	0,3333	0,3333	1	5	1	3	0,1149
USO 9	0,3333	1	3	0,2	0,2	0,3333	3	0,3333	1	0,0504
			$\lambda$ 9,2524	CI 0,0316	RC 0,0218					

**Tabla 4. Matriz de prioridades a partir de los vectores de preferencias de los criterios C3**

	CR3.1	CR3.2	CR3.3	CR3.4	CR3.5	CR3.6	CR3.7	CR3.8	CR3.9
USO 1. SOCIOCULTURAL	0,2286	0,2025	0,1648	0,1129	0,2183	0,3234	0,1539	0,1798	0,1149
USO 2. DIVULLGATIVO	0,4308	0,4391	0,4535	0,2708	0,0434	0,0916	0,0733	0,0448	0,0523
USO 3. COMERCIO Y HOSTELERIA	0,0754	0,0657	0,0618	0,0354	0,0507	0,0537	0,0411	0,0384	0,0257
USO 4. OFICINAS	0,0237	0,0427	0,0285	0,0776	0,1813	0,0589	0,1467	0,1798	0,257
USO 5. DOCENTE	0,1038	0,1307	0,1876	0,1598	0,1813	0,0574	0,1137	0,0865	0,257
USO 6. RESIDENCIAL	0,0344	0,0298	0,0262	0,0841	0,019	0,0199	0,0153	0,0204	0,1036
USO 7. DEPORTIVO	0,0344	0,032	0,0262	0,1762	0,1327	0,1694	0,3023	0,3433	0,0242
USO 8. SANITARIO	0,0344	0,0302	0,0257	0,0456	0,0234	0,0169	0,016	0,0204	0,1149
USO 9. RELIGIOSO	0,0344	0,0272	0,0257	0,0377	0,15	0,2088	0,1377	0,0865	0,0504

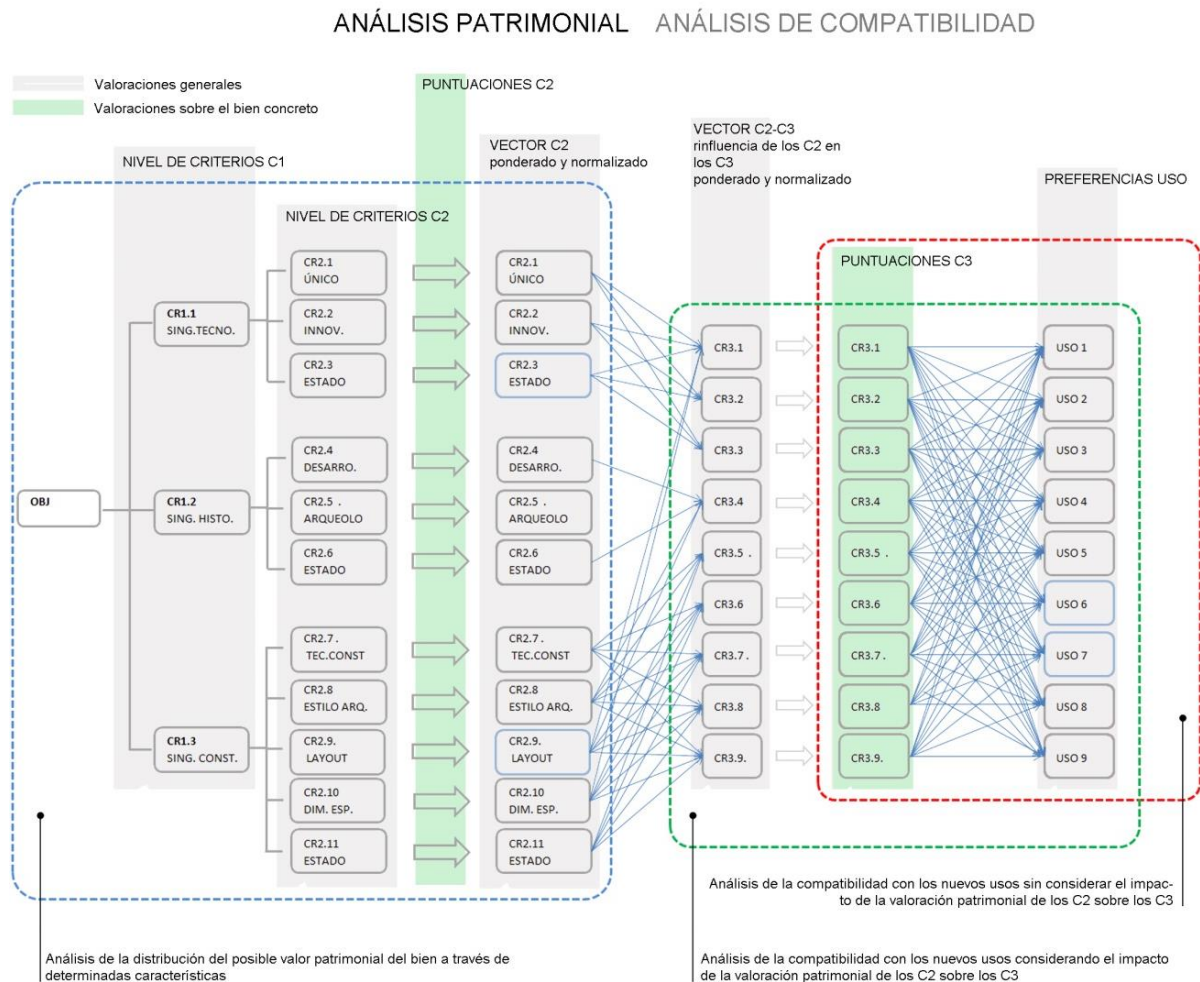
Por otro lado estos criterios del tercer nivel están vinculados con criterios de valor patrimonial del segundo nivel, lo que permite evaluar si además de existir físicamente en el bien inmueble analizado estas características indicadas por los criterios del nivel C3 son realmente importantes y deben conservarse, con las limitaciones para los nuevos usos que esto imponga, o por el contrario su valor patrimonial es relativo y puede actuarse sobre ellas para adaptar el bien al nuevo uso sin perder por ello valor y disminuyendo posibles incompatibilidades.

La Figura 5 muestra la metodología que este trabajo propone para la valoración patrimonial de los elementos de estudio y el análisis de su compatibilidad con posibles usos que los

recuperen para una nueva actividad, de cara a minimizar el impacto de la actuación en los valores patrimoniales identificados. Todo ello mediante la adaptación de técnicas multicriterio de ayuda a la decisión, concretamente el AHP.

Como se observa en el esquema de la Figura 5, la metodología contempla dos tipos de información y tres posibles análisis. En cuanto a la información que se introduce en la metodología podemos distinguir información fija, indicada en el esquema con fondo gris, e información variante, indicada con fondo verdoso. La primera corresponde a los juicios que realizamos apoyándonos directamente en la metodología del AHP, para comparar los criterios considerados y establecer preferencias. Las matrices para estos criterios se componen de juicios generales que se mantienen constantes para cualquier bien que sometamos a la metodología para su estudio. El otro tipo de información es específica para cada elemento estudiado y se obtiene por valoración in-situ de las características solicitadas por la metodología al visitar el bien un profesional cualificado. El significado de estas puntuaciones ya se explicó anteriormente

**Figura 5: Metodología propuesta. Aplicaciones parciales.**



De este modo, al puntuar las características que demanda la metodología, automáticamente devuelve información que permite distintos análisis. El primero afecta a la primera parte de la metodología, como se indica en la Figura 5 con trazo azul discontinuo. Este primer análisis permite identificar las características del bien en las cuáles reside de manera

especial su valor patrimonial, si lo hay. Podemos obtener gráficos como los de la Figura 3 que ayudan a interpretar la información.

Posteriormente, la segunda parte de la metodología permite otros dos análisis, cuyo verdadero interés reside en su entendimiento como complementarios. Por un lado podemos analizar las compatibilidades del bien analizado con los diferentes usos en relación a su morfología y características sin considerar el posible valor patrimonial de algunas de sus partes. Para ello consideramos únicamente las puntuaciones dadas a los criterios del tercer nivel (C3) asociados a características concretas del bien inmueble y necesarias para algunos de los usos considerados. Esto lo haremos multiplicando el vector de preferencias normalizado de los criterios del tercer nivel que obtenemos a partir de las puntuaciones dadas para cada uno, por la matriz de la Tabla 4, formada por los vectores de preferencias de uso para cada criterio del tercer nivel. Este análisis nos indica qué uso o actividad es más compatible con las características del bien analizado tal y como se encuentra.

Sin embargo este primer análisis debe completarse incorporando la influencia de los criterios del segundo nivel y su valor patrimonial. En este caso multiplicaremos la matriz de la Tabla 4 por el vector de preferencias de los criterios del tercer nivel previamente ponderado según los pesos de los criterios del segundo nivel que afectan a cada uno de los del tercero. De este modo algunas de las compatibilidades disminuirán y otras aumentarán. En el primer caso debido a que las generaban partes del elemento de gran valor cuyas características deben conservarse y protegerse a toda costa evitando su modificación para la adaptación a la nueva actividad. Esto evidentemente sólo es relevante cuando se requiere modificar las partes afectadas, no cuando ya existía una elevada compatibilidad directa. En el segundo caso la compatibilidad aumenta debido a que las incompatibilidades las generaban características del bien con poco valor patrimonial, por lo que se acepta su adaptación a la nueva actividad, ya que esto apenas supone pérdida de valor.

Por lo tanto, como se indicaba anteriormente, interesa enfocar estos dos análisis de forma conjunta y comparativa, para observar como la valoración patrimonial de las partes del elemento permiten orientar la actuación de adaptación hacia los usos cuya implantación será menos agresiva al afectar a las partes menos valiosas.

#### **4. Resultados**

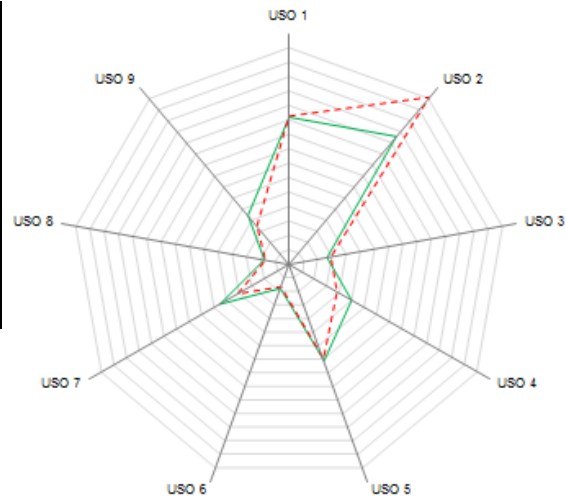
A continuación se analizan los resultados obtenidos para un ejemplo, que no responde a un caso real, si bien representa un perfil tipo. Se trata por tanto de introducir determinadas puntuaciones en la metodología, indicativas de determinado tipo de bien, para interpretar la información que la metodología devuelve. Nos centraremos en la segunda parte de la metodología, en la que se analiza la compatibilidad con los diferentes usos, al representar el objetivo último del trabajo.

La Tabla 5 muestra la información más relevante. En la parte izquierda se indican las puntuaciones dadas por un lado a los criterios del segundo nivel asociados a valores patrimoniales del elemento y por otro a las características morfológicas particulares del bien vinculadas a los criterios del tercer nivel. En la parte derecha encontramos los vectores de preferencias para los usos considerados, en primer lugar sin considerar los valores patrimoniales de los criterios del segundo nivel y posteriormente introduciendo estos criterios en la valoración. Por último se representan gráficamente ambas tendencias para compararlas. Esta información sería la que al usuario de la metodología le devolvería la herramienta una vez introducidas sus valoraciones tras visitar el bien inmueble.

**Tabla 5. Aplicación de la metodología. Interpretación.**

	PUNT C2		PUNT C3
C2.1	2	C3.1	6
C2.2	7	C3.2	8
C2.3	8	C3.3	7
C2.4	3	C3.4	3
C2.5	3	C3.5	8
C2.6	2	C3.6	8
C2.7	3	C3.7	3
C2.8	3	C3.8	3
C2.9	4	CR.9	5
C2.10	8		
C2.11	5		

	V. PREF. C3 SIN C2 ■	V.PREF. C3 CON C2 ■ ■ ■
USO 1	0,2032	0,2049
USO 2	0,2330	0,3035
USO 3	0,0555	0,0604
USO 4	0,0940	0,0725
USO 5	0,1417	0,1390
USO 6	0,0355	0,0330
USO 7	0,1043	0,0779
USO 8	0,0421	0,0381
USO 9	0,0907	0,0706



En este caso vemos como la presencia razonable de maquinaria y su buen estado plantea restricciones para la mayoría de usos, decantándose la priorización de forma clara por el uso divulgativo y en menor medida el sociocultural. Esto se enfatiza al considerar los valores patrimoniales, que nos dicen que esa maquinaria además de conservarse y estar presente en el bien de estudio es de interés desde el punto de vista de la innovación que supuso en su momento, criterio que tiene un importante peso.

Como criterio general de interpretación de estos gráficos de cara a valorar posibles usos habrá que tener en cuenta la desviación existente entre curvas. Los aumentos y las disminuciones en las compatibilidades estimadas para cada uso muestran oportunidades y riesgos a la hora de afrontar una actuación de recuperación del bien para las distintas actividades.

## 5. Conclusiones

Ante el abandono que sufren los bienes de tipo industrial tras cesar su actividad productiva es necesario buscar nuevas actividades que permitan dotar de nuevo de utilidad a estos elementos y den soporte a su conservación. Sin embargo estas actuaciones deben velar porque la adaptación del elemento a la nueva actividad no suponga destrucción de valor patrimonial.

Las herramientas de decisión multicriterio pueden ayudar a manejar los diferentes criterios a tener en cuenta al analizar esta tipología patrimonial. Hacen falta herramientas de fácil aplicación que se apoyen en criterios y juicios comunes que eviten valoraciones interesadas de la mayor idoneidad de una futura actividad, pero que sean aplicables a cualquier elemento de estudio y que aporten claridad y agilidad, ante la situación de urgencia en la que se encuentran muchos de estos bienes.

Esta metodología plantea una adaptación de la metodología AHP que contribuye a la consecución de estos objetivos. Si bien se trata de una propuesta inicial y simplificada que puede y debe ser depurada para afrontar el problema con profundidad y garantías, se considera positiva la experiencia, por su utilidad y posibilidades.

## 6. Bibliografía

- Álvarez, M.A. (2007) El Patrimonio Industrial en España. Situación actual y perspectivas de actuación. Conferencia Inaugural, Jornadas sobre Patrimonio Industrial y la Obra Pública. Zaragoza.
- Biel, P. & Cueto, G. (Coordinadores) (2009) 100 Elementos del Patrimonio Industrial en España. TICCIH, IPCE y CICEES, Madrid,
- Claver, J. (2012) Metodología para la identificación, selección y clasificación de bienes inmuebles del patrimonio industrial español. Tesina Fin de Máster, Máster Universitario en Ingeniería Avanzada de Fabricación, UNED, Madrid.
- Claver, J. & Sebastián, M. A. (2013) Criterios para la identificación y clasificación de bienes del patrimonio industrial español. *Proceedings from the 17th International Congress on Project Management and Engineering* (pp 540-551). AEIPRO. Logroño,
- Instituto del Patrimonio Cultural de España (2011) Plan Nacional de Patrimonio Industrial (<http://ipce.mcu.es/conservacion/planesnacionales/patrimonio.html>), Madrid.
- Saaty, T.L. & Vargas, L.G. (2012) *Models, methods, concepts & applications of the Analytic Hierarchy Process* (2º ed). International Series in Operations Research & Management Science, Vol. 175. Springer.