

Bustos Hernández, M. (2010): Desarrollo de un modelo integrado en un SIG para evaluar la idoneidad turística en función de las características ambientales del territorio. En: Ojeda, J., Pita, M.F. y Vallejo, I. (Eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla. Pp. 386–401. ISBN: 978-84-472-1294-1

DESARROLLO DE UN MODELO INTEGRADO EN UN SIG PARA EVALUAR LA IDONEIDAD TURÍSTICA EN FUNCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DEL TERRITORIO

Bustos Hernández, Montserrat ¹

(1) Departamento de Geografía, Universidad Rovira i Virgili, Av. Catalunya, 35, 43002, Tarragona. montserrat.bustos@urv.cat.

RESUMEN

El turismo depende de forma directa de la abundancia y calidad de los recursos naturales presentes en la zona en dónde éste se desarrolla, de modo que conocer las características medioambientales del territorio y evaluarlas constituye una necesidad para la planificación de la actividad turística.

En esta comunicación se presenta una metodología para evaluar la idoneidad turística de un territorio a partir de parámetros medioambientales, basada en una propuesta de modelo de evaluación multicriterio (EMC). Para su implementación se ha utilizado la técnica Logic Scoring of Preferences LSP (Puntuación Lógica de Preferencias) junto con tecnología SIG. Esta se ha llevado a cabo en el ámbito de la provincia de Tarragona, que engloba la marca turística de Costa Daurada y de Terres de l'Ebre.

Palabras Clave: SADE, evaluación multicriterio, turismo, SIG.

ABSTRACT

The tourism depends on direct form of the abundance and quality of the natural resources present in the zone where this one develops, so that to know the environmental characteristics of the territory and to evaluate them constitutes a need for the planning of the tourist activity.

This communication presents a methodology for assessing the suitability of territory tourism from environmental parameters, based on a proposed Multi-Criteria Evaluation model (MCE). For the implementation the technical LSP Logic Scoring of Preferences, together with technology SIG. This one has been carried out in the area of the province of Tarragona, which includes the tourist brand of Coast Daurada and of Terres de l'Ebre.

Key Words: SADE, evaluación multicriterio, turismo, SIG.

INTRODUCCIÓN

El sector turístico es especialmente sensible en cuestiones medioambientales, ya que este afecta tanto en la explotación y consumo de los recursos naturales como en la necesidad de un entorno natural atractivo. La naturaleza se ha ido convirtiendo en uno de los recursos turísticos más importantes de numerosas zonas. El uso y disfrute de los espacios naturales se está convirtiendo casi en una necesidad frente a una vida cada vez más urbana y sedentaria.

La posición de la sociedad respecto al medioambiente ha cambiado en los últimos años; cada vez más se busca la calidad del entorno, la aplicación de criterios de sostenibilidad. El turismo sostenible se incluye en las teorías referidas al desarrollo sin degradación ni agotamiento de los recursos. El concepto de sostenibilidad se define en el informe Brundtland (1987), en el que se indica que consiste en: *Satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la posibilidad de satisfacciones propias de las generaciones futuras.*

La sostenibilidad aplicada al turismo se utiliza según la Organización Mundial del Turismo (OMT) a los principios referentes a aspectos ambientales, económicos y socioculturales del desarrollo turístico, habiéndose de establecer un equilibrio adecuado entre esas tres dimensiones para garantizar la sostenibilidad a largo plazo.

El presente estudio muestra el diseño y la ejecución de un SADE (Sistema de Ayuda a la Decisión Espacial) integrado en un Sistema de Información Geográfica (SIG) que permite identificar las áreas que presentan una mayor idoneidad medioambiental respecto a la actividad turística, en el ámbito de la provincia de Tarragona. Para su implementación se ha utilizado la técnica Logic Scoring of Preferences LSP (Puntuación Lógica de Preferencias) (Dujmović, 2007), ya que presenta la ventaja sobre otras del mismo tipo al permitir la introducción de un número elevado de criterios con series de datos largas.

Los sistemas de información geográfica (Geographic Information Systems, GIS), surgen como una herramienta para el tratamiento de los datos espaciales, aportando soluciones a problemas geográficos complejos, lo cual permite mejorar la habilidad de los usuarios en la investigación y la planificación. Podemos hablar de los SIG como sistemas de información que permiten representar, gestionar y analizar un volumen de datos importante, una base de datos, estos son datos georeferenciados mediante coordenadas espaciales, lo que nos permite analizar las características del territorio para llevar a cabo su planificación y gestión. Esta herramienta descompone la realidad en diferentes capas, lo que facilita el trabajo del geógrafo, que puede analizar el territorio en su conjunto o bien de forma desglosada y simplificada.

Los SIG permiten operar de forma aislada y conjunta diferentes variables. Esta forma de trabajo permite el análisis multicriterio, ya que nos permite combinar y valorar simultáneamente diferentes criterios, siendo estos la base para la toma de decisión, con sus factores, los que les favorecen o los delimitan a través del manejo de sus atributos, las variables, dentro de unas determinadas reglas de decisión y valoración (Barredo, 1996).

Los SIG comenzaron a incorporar herramientas para dar soporte a la toma de decisiones a partir de los 80. Se crearon herramientas adicionales dada la necesidad de la evaluación de una cantidad elevada de información o comparación entre diferentes alternativas, recurriendo a métodos de evaluación incluidos en los Sistemas de Ayuda a la Toma de Decisiones.

La unión de los Sistemas de Información Geográfica y de los Sistemas de Ayuda para la Toma de Decisiones dio paso a los Sistemas de Ayuda a la Toma de Decisiones Espaciales (SADE). El SADE es una aplicación que funciona como un sistema de información, el cual puede ayudar a los usuarios a tomar decisiones sobre cuestiones territoriales. La diferencia fundamental entre los sistemas de ayuda a la toma de decisiones tradicional y los SADE está dada por el carácter espacial de la información y el despliegue cartográfico de ésta.

OBJETIVOS, ÁREA DE ESTUDIO Y FUENTES

Objetivos

El objetivo principal de este estudio es el diseño y ejecución de un SADE (Sistema de Ayuda a la Decisión Espacial) integrado en un Sistema de Información Geográfica (SIG) que permita identificar, en el ámbito de la provincia de Tarragona, las áreas con una calidad ambiental óptima desde el punto de vista turístico.

El estudio muestra el interés creciente de la población por la apuesta de una práctica basada en el turismo sostenible y de calidad, la búsqueda de la calidad del paisaje y del entorno como fundamento del análisis espacial de turismo, en una destinación importante en Cataluña como Tarragona.

Para la obtención de este objetivo principal ha sido necesario, en primer lugar, determinar los criterios que definen la idoneidad ambiental a partir de parámetros que afectan sobre la actividad turística. En segundo lugar generar una base de datos cartográfica de cada uno de los criterios, realizando procesos de tratamiento, homogeneización y normalización de la información. En tercer lugar, elaborar un modelo teórico de toma de decisión en el que se determinan las reglas de decisión y los pesos de los diferentes criterios. En cuarto y último lugar, la

aplicación del modelo EMC a la zona de estudio obteniendo la clasificación del territorio en función de su nivel de idoneidad.

Área de Estudio

La escala a la que se trabaja corresponde a la provincial, en concreto se analiza la provincia de Tarragona; que engloba las marcas turísticas de la Costa Daurada y Terres de l'Ebre. En la década de los 60 la provincia de Tarragona todavía se encontraba en fase de explotación. La capital era el centro impulsor del primer crecimiento turístico, en estos primeros años se construyeron diferentes hoteles que abría la posibilidad de la llegada de visitantes que también se dirigieran a lugares próximos. Tarragona era un punto potencial para el posterior turismo de masas. La capital no era el único centro emergente de la zona, existían otros como el entorno del Penedés, Calafell o Salou, que iniciaba un desarrollo turístico importante, llegándolo a convertir en el principal núcleo turístico de la provincia, basado en la hostelería y en el turismo de segunda residencia, con numerosos bloques de apartamentos y alguno de los mayores campings del país, destino orientado de forma clara al turismo domestico.

La década de los setenta comporto un despegue en el turismo de la provincia de Tarragona, la oferta se incremento a la vez que se mejoraban las infraestructuras, facilitando la comunicación, principalmente por lo que hace al transporte terrestre y al aéreo. El principal público seguía siendo el domestico pero con un mayor nivel adquisitivo. En esta misma época se inicia las relaciones entre turismo y medioambiente. En la actualidad esta relación turismo - medioambiente se ha visto reforzada, gracias a la práctica del ecoturismo y del turismo rural, que acercan al turista al medio.

Fuentes

Una parte fundamental para el desarrollo del modelo es la cartografía base a partir de la cual se extraen los mapas de los diferentes criterios. Se ha trabajado con datos procedentes de varias fuentes, como el Departament de Medi Ambient i Habitatge (DMAiH), el Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) y el Observatorio del paisaje, que han tenido que ser tratados y homogeneizados para poder incorporarlos en el SIG. El cuadro siguiente muestra las diversas informaciones geográficas utilizadas en el estudio.

Tabla 1. Principales informaciones de la base de datos cartográfica elaborada.

Base	Fuente	Formato origen	Formato en la Base	Resolución / escala	Mapa resultante
Cartografía de los hàbitats CORINE	DMAiH	Digital	Vectorial: polígono	1:50.000	Índ. de rareza Índ. de representatividad Calidad de la vegetación
Unidades del Paisaje	Observatori del paisatge	Papel	Vectorial: Polígono		Índ. de rareza Índ. de representatividad
Dominios de la vegetación	Atles Nacional de Catalunya - ICC-	Papel	Vectorial: polígono		Calidad de la vegetación
Espacios de interés natural	DMAiH	Digital	Vectorial: polígono	1:50.000	Figuras de protección
Espacios Naturales de protección especial	DMAiH	Digital	Vectorial: polígono	1:50.000	Figuras de protección
Figuras de protección Territorial (espacios de interés paisajístico y agrícola)	DMAiH	Digital	Vectorial: polígono	1:50.000	Figuras de protección
Red principal de carreteras	ICC	Digital	Vectorial: Lineal	1:250.000	Accesibilidad

Red secundaria de carreteras	ICC	Digital	Vectorial: Lineal	1:250.000	Accesibilidad
Límites administrativos	ICC	Digital	Vectorial: Lineal	1:250.000	Distancia a la línea de costa
Principales centrales eléctricas	Pla d'Energia 2006-2015	Papel	Vectorial: Polígono		Percepción negativa
Grandes infraestructuras (Usos del suelo (2002))	DMAiH	Digital	Raster	30x30	Percepción negativa
Área industriales (Usos del suelo (2002))	DMAiH	Digital	Raster	30x30	Percepción negativa
Estaciones depuradoras de aguas residuales	DMAiH	Digital	Vectorial: Puntos	1:5.000	Percepción negativa
Gestores de residuos industriales	DMAiH	Digital	Vectorial: Puntos	1:5.000	Percepción negativa
Gestores de deyecciones ganaderas	DMAiH	Digital	Vectorial: Puntos	1:5.000	Percepción negativa
Gestores de residuos de construcción	DMAiH	Digital	Vectorial: Puntos	1:5.000	Percepción negativa
Gestores de residuos municipales	DMAiH	Digital	Vectorial: Puntos	1:5.000	Percepción negativa
Red de equipamientos meteorológicos de la Generalitat de Catalunya (XEMEC)	DMAiH	Digital	Vectorial: Puntos	1:5.000	Confort climático Irradiación solar

METODOLOGÍA

Para la realización de este estudio se ha seguido un sistema de trabajo estructurado en varias fases. La primera ha consistido en la delimitación del ámbito de estudio, en este caso la provincia de Tarragona. En una segunda fase se ha realizado una búsqueda de la información disponible en función del objetivo del trabajo, la detección de las zonas con más calidad medioambiental.

A partir de la información recogida y del objetivo concreto, se han seleccionado los indicadores que se han considerados más importantes a la hora de valorar los aspectos medioambientales desde la perspectiva del turismo. Esta información ha sido tratada en forma de base de datos cartográfica en la que cada criterio se representa como una capa temática, a partir de la cual, mediante la introducción de los pesos y las reglas de decisión, se elabora el mapa definitivo.

Los criterios se distinguen en dos categorías: los factores y los limitantes. Los factores son criterios que realzan o detractan la capacidad de asentamiento de una alternativa específica para la actividad en consideración. Éstos, los factores, tienen que ser medidos en una escala continua (Eastman et al., 1993). Los limitantes son los que restringen la disponibilidad de las alternativas en función de la actividad evaluada, dando como resultado, las soluciones potenciales en donde realizar la actividad (Gómez-Delgado y Barredo, 2005). En este caso no se aplica ningún tipo de criterio limitante, debido a que se considera que todas las áreas son susceptibles a la práctica de la actividad turística, obtenga un grado de idoneidad ambiental elevado o bajo.

Antes de introducir los factores en el modelo, es necesario estandarizar las variables en una misma escala para que puedan ser comparables, se ha de realizar un proceso de homogeneización y de normalización de los diferentes datos. Todos los datos se han homogeneizado respecto al ámbito de estudio. El modelado cartográfico se ha llevado a cabo a partir de la proyección Universal Transversal de Mercator (UTM), Datum European 1950, zona 31 Norte, siguiendo los parámetros del ICC y de la Universidad de Barcelona. Finalmente el tamaño de la tesela se ha

homogenizado en función de las capas raster obtenidas del DMAiH, correspondientes a los usos del suelo, estableciéndose de 30x30 metros para el resto de las capas. La normalización de las diferentes capas, se lleva a cabo de forma diferente en función de las características de cada una de ellas. El objetivo es la transformar de la gradación de los valores de cada capa, convirtiéndola en una situada entre 0 y 1; cuanto más cercanos sean los valores a 0, menos óptima es la adecuación del factor, mientras que cuando se encuentren más próximos a 1, el criterio tiene un valor de adecuación favorable. Este funcionamiento se ha aplicado a factores de tipo cuantitativo utilizando la función lineal de incremento o decrecimiento monótono dependiendo de la clase de normalización donde 0 marca los espacios con unas características más negativas y 1 las características más óptimas.

Los factores que se han decidido utilizar son los siguientes:

Índice de rareza de la vegetación: El factor rareza, si lo definimos en términos estadísticos, se podría decir que es la posición relativa de una especie o comunidad en la correspondiente distribución normal. El concepto de rareza no puede ser definido sin referencia explícita a la escala del ámbito en que se aplica, en este caso se ha utilizado las unidades del paisaje delimitadas por el Observatorio del paisaje y las coberturas del mapa CORINE- Land Cover del año 2000.

El cálculo se realiza a partir de la siguiente fórmula (Ontivero, M., 2008):

$$IRar = 1 - \left[\frac{\left(\frac{X_i * 100}{Y} \right)}{100} \right]$$

Donde X_i es la proporción de superficie ocupada por un hábitat, así como Y la superficie total del área a analizar, en este caso las diferentes unidades del paisaje.

El resultado nos muestra como los hábitats que ocupan un menor porcentaje en el territorio se les considera menos raro (0), o lo que es lo mismo con un valor paisajístico menor. El porcentaje resultado de aplicar esta fórmula ya está normalizado, debido a dividir el porcentaje entre 100 y restarlo a 1.

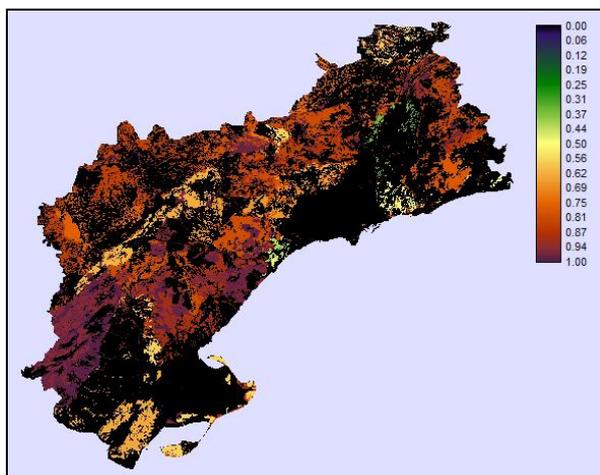


Figura 1. Índice de rareza vegetal (Irar).

Índice de representatividad de la vegetación: Es la proporción de cada hábitat respecto del total de superficie que ocupa ese mismo tipo de hábitat en el total de la provincia de Tarragona.

El cálculo se realiza a partir de la siguiente fórmula (Ontivero, M., 2008):

$$IRep = 1 - \left[\frac{\left(\frac{X_i * 100}{X_i \text{ provincia}} \right)}{100} \right]$$

Donde X_i es la proporción de superficie ocupada por un hábitat.

Los resultados, como en el índice de rareza, es un porcentaje dividido entre 100 con el fin de reescalar el índice en un rango de 0 a 1, donde 0 es una representatividad menor y 1 son los hábitats con un grado de representatividad mayor.



Figura 2. Índice de representatividad vegetal (Irep).

Calidad de la vegetación: El mapa de la calidad de la vegetación pretende mostrar los espacios que presentan un grado de conservación máxima; los que presentan especies en un estado maduro. Este se ha obtenido a partir del mapa de la vegetación potencial de Cataluña y de la vegetación actual existente. La coincidencia entre ambos, se considera que son espacios con una calidad de la vegetación alta (1).

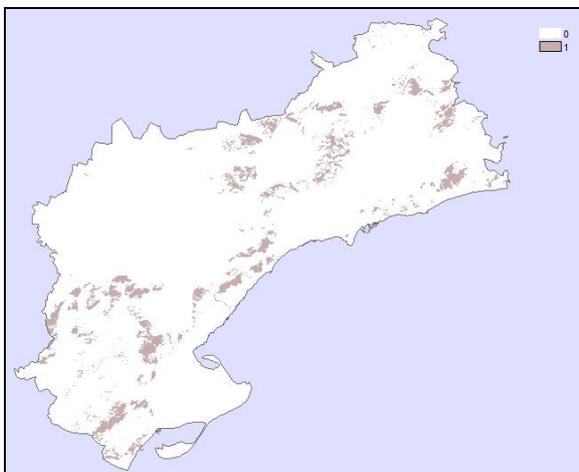


Figura 3. Calidad de la vegetación.

Figuras de protección existentes: Se han considerado los Espacios Naturales de protección especial, los Espacios de interés natural y las Figuras de protección Territorial (espacios de interés paisajístico y agrícola). Esta información no es cualitativa, por lo que es necesario asignar a cada uno de los elementos una ponderación numérica subjetiva, para así poderlo aplicar dentro del sistema matemático.

Los valores que se les ha otorgado a las diferentes figuras de protección son los siguientes:

Tabla 2. Normalización de las categorías de las figuras de protección.

Figuras de protección	Valor
Espacios Naturales de protección especial	1.00
Espacios de interés natural	0.75
Figuras de protección Territorial (espacios de interés paisajístico y agrícola)	0.50

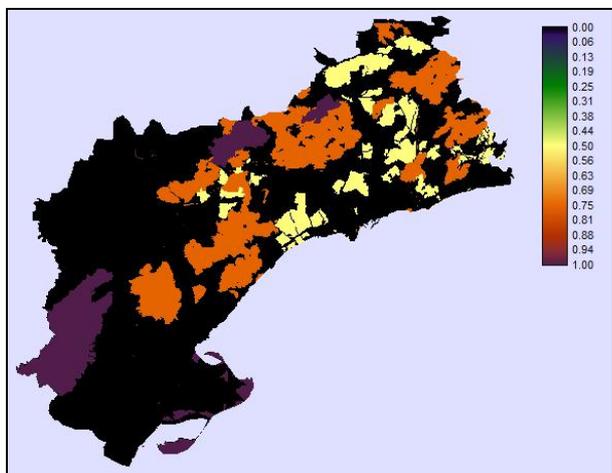


Figura 4. Mapa resultante de las figuras de protección.

Accesibilidad: El turismo implica un desplazamiento entre un centro emisor y un centro receptor. Este es uno de los aspectos esenciales para la definición del espacio destinado a la práctica del turismo, ya que es necesario en primer lugar la accesibilidad física y en un segundo lugar la de posibilidad de llegar a los centros de emisores de demanda. La accesibilidad se ha analizado a partir de la red de carreteras secundarias y primarias.

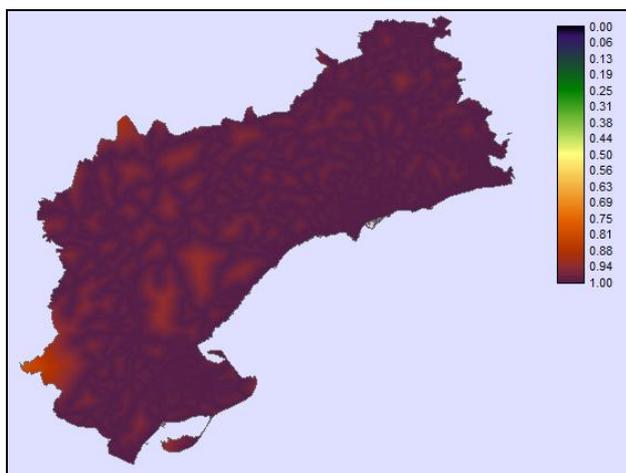


Figura 5. Mapa de accesibilidad.

Distancia a la línea de costa: La costa ha sido y sigue siendo uno de los principales recursos de atractivo turístico, la proximidad al litoral, se considera un elemento positivo; ya que diversifica la actividad turística y es donde se concentra el mayor número de turistas.

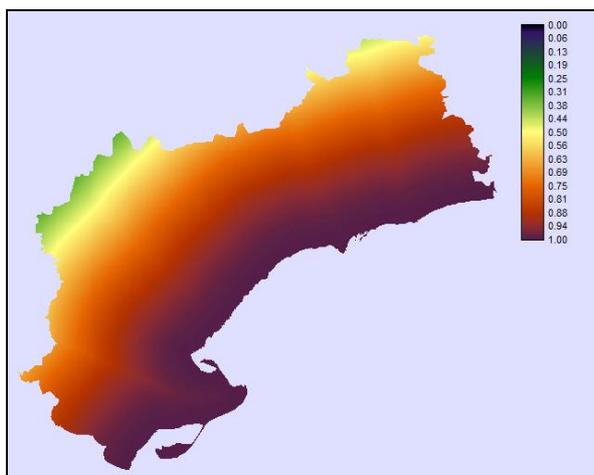


Figura 6. Mapa de distancia a la costa.

Percepción negativa: Es importante analizar los elementos que puedan causar una percepción negativa para el turista. Entre ellos se han incluido las principales centrales eléctricas (centrales nucleares, térmicas, etc.), las grandes infraestructuras (aeropuerto de Reus y puerto de Tarragona), las estaciones depuradoras de aguas residuales y los gestores de residuos de construcción, industriales y municipales, así como de deyecciones ganaderas.

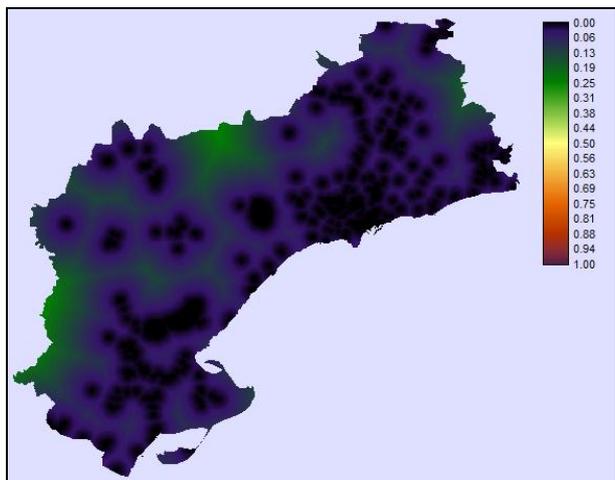


Figura 7. Percepción negativa.

Confort climático: El clima es un elemento clave para la actividad turística, aunque no determina por sí mismo la transformación turística del territorio. El caculo del confort climático se ha realizado a partir del índice termohigrométrico de Tom, indica la temperatura que con aire en calma y saturado, provocaría en una persona en reposo la misma sensación que la temperatura y humedad reales. La formula es la siguiente:

$$THI = t - (0,55 - 0,00055Hr) * (t - 14,5)$$

Donde t es la temperatura máxima y Hr es la humedad.

El resultado se clasifica de la siguiente forma, en función de la sensación climática:

Tabla 3. Escala de sensación climática.

Sensación	Valores
Muy frío	-9,9 a -1,8
Frío	-1,7 a 12,9
Fresco	13 a 14,9
Suave	15 a 19,9
Cálido	20 a 26,4
Muy cálido	26,5 a 29,9
Bochornoso	Más de 30

El mapa se ha normalizado partiendo de la idea que el máximo confort climático para la provincia de Tarragona equivale a los 15°C

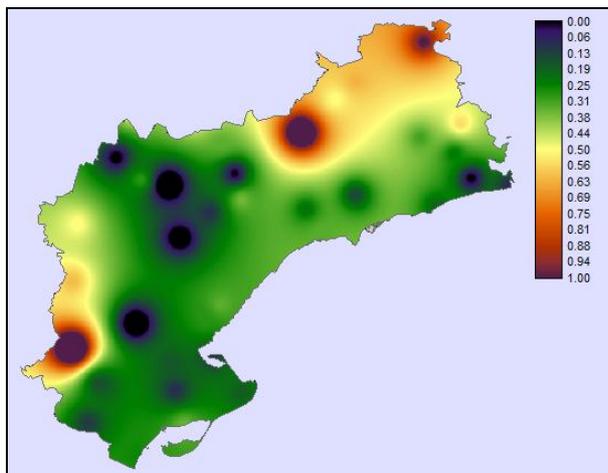


Figura 8. Mapa de confort climático.

Total de horas de sol: El número de horas de sol, es un elemento a tener en cuenta a la hora de analizar la práctica del turismo. En este caso se considera un mayor valor de irradiación solar como un elemento positivo y favorecedor de la práctica turística.

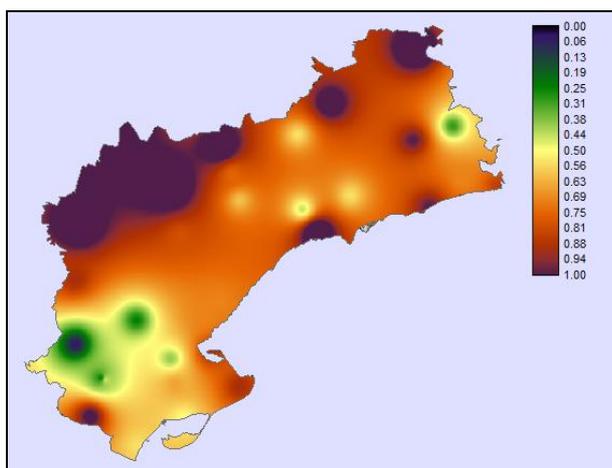


Figura 9. Mapa de irradiación solar diaria.

Propuesta del modelo de evaluación multicriterio

El desarrollo del modelo se ha basado en la jerarquización ponderada de los factores que ha consistido en la superposición de los diferentes factores a partir de diferentes niveles de agregación y de la aplicación de pesos. Estos pesos se toman teniendo en cuenta su importancia relativa con el conjunto. De la agregación de los objetivos de medio ambiente, localización, percepción negativa y clima, resulta el mapa de idoneidad turística en función de las características ambientales del territorio.

En el proceso de diseño de este modelo se ha utilizado la técnica EMC, ya que permite aplicar reglas de decisión haciendo posible la introducción de condiciones y prioridades entre criterios. La técnica utilizada ha sido la de Puntuación Lógica de Preferencias (LSP - Logic Scoring of Preference), que se puede definir como un modelo de agregación lógica de preferencias, que permite modelar relaciones de reemplazabilidad, neutralidad y simultaneidad entre diferentes atributos, para hallar el grado de idoneidad. Este modelo está basado en la álgebra de mapas, es decir que el resultado se obtiene de manipular los datos geográficos a través de fórmulas y funciones algebraicas (Dujmovic, De Tré y Van Weghe, 2008). En cada una de las teselas se lleva a cabo el cálculo a partir de este método,

dando como resultado un mapa normalizado, el rango oscila entre 0 y 1; 0 corresponde a los espacios menos adecuados y 1 a los más idóneos en relación al objetivo marcado.

$$E(r) = (W_1 E_1^r + W_2 E_2^r + \dots + W_k E_k^r)^{1/r}$$

Su objetivo es resaltar la prioridad e importancia de cada factor mediante las reglas de decisión generadas por el agregador (r), y por los pesos (W) que asignan los expertos a cada uno de los criterios involucrados. A través de los diferentes agregadores, se pueden llevar a cabo diferentes relaciones lógicas entre los criterios, las principales son:

- La Simultaneidad o la relación de conjuntividad, cuando en el proceso deben haber dos o más entradas simultáneamente.
- Reemplazabilidad o relación de disyuntividad, cuando la presencia de uno de los criterios puede reemplazar la ausencia del otro.
- Neutralidad o relación ni de conjuntividad ni de disyuntividad, cuando dos o más entradas se pueden agrupar de forma independiente.
- Relación simétrica, cuando dos o más entradas afectan de la misma manera pero con un grado de importancia diferente.
- Relación asimétrica, cuando se han de utilizar los requerimientos mandatarios en combinación con los no mandatarios, o lo que es lo mismo los criterios obligatorios se combinan con otros deseables u opcionales.

Estos agregadores son seleccionados según la relación de importancia que tengan los criterios. En este caso se han utilizado 3 tipos de agregadores, el de conjunción y disyunción media y la media entre los dos, considerado neutral.

Tabla 4. Agregadores GCD utilizados.

Tipo de polarización		Nivel de polarización	Símbolo	orness disyunción	adness conjunción	Exponente
Polarización disyuntiva		Pura Disyunción	D	1,000	0	+ ∞
		Muy fuerte	D++	0,9375	0,0625	20,63
		Fuerte	D+	0,8750	0,1250	9,521
		Medio fuerte	D+-	0,8125	0,1875	5,802
		Medio	DA	0,7500	0,2500	3,929
		Medio débil	D-+	0,6875	0,3125	2,792
		Débil	D-	0,6250	0,3750	2,018
Media			A	0,5000	0,5000	1
Polarización conjuntiva	Requerimientos no-mandatarios	Muy débil	C--	0,4375	0,5625	0,619
		Débil	C-	0,3750	0,6250	0,261
	Requerimientos mandatarios	Medio débil	C-+	0,3125	0,6875	- 0,148
		Media	CA	0,2500	0,7500	- 0,72
		Medio fuerte	C+-	0,1875	0,8125	- 1,655
		Fuerte	C+	0,1250	0,8750	- 3,510
		Muy fuerte	C++	0,0625	0,9375	- 9,06
		Pura conjunción	C	0	1,000	- ∞

El esquema del modelo de evaluación multicriterio generado que se ha implementado aplicando la fórmula matemática a cada uno de los niveles según el agregador y peso definidos, es el siguiente:

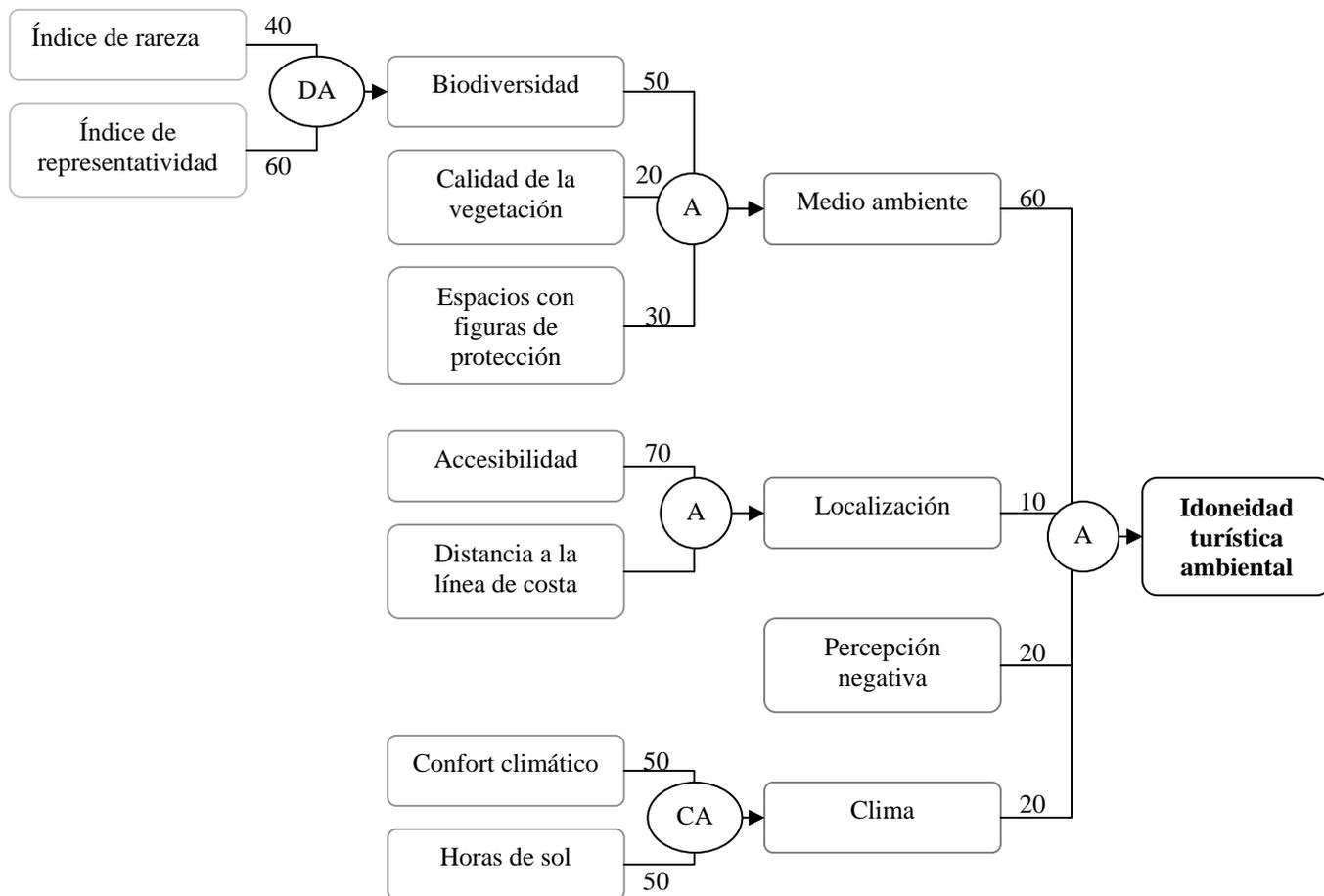


Figura 10. Modelo LSP.

Implementación del modelo en el Sistema de Información Geográfica

El modelo se implementa en el SIG a través de la aplicación de la fórmula del LSP para cada uno de los conjuntos definidos en el modelo. Este proceso se inicia por los niveles jerárquicos inferiores y se repite hasta generar un mapa final que indica la idoneidad turística en función de las características ambientales. Este proceso conlleva la creación de nueva cartografía intermedia del territorio.

El modelo solo posee una agregación en un primer nivel, que da origen al mapa de biodiversidad. Este se genera a través de la incorporación del índice de rareza y el de representatividad de las especies vegetales, que se combinan a partir de un agregador de disyunción débil (DA). Este tipo de agregador implica que existe un cierto grado de complementariedad entre ellos, tanto si el valor de un criterio como del otro es elevado, el resultado se considerará aceptable. La diferencia entre los factores sólo se da en el peso, determinado en función de su importancia a la hora de configurar el mapa resultante. En este caso se ha considerado que el índice de representatividad tiene más importancia a la hora de elaborar el mapa resultante, por lo que se le ha dado un peso del 60% y al índice de rareza un 40%. Esta operación se lleva a cabo mediante el módulo *Image Calculator* de Idrisi; herramienta que permite realizar álgebra de mapas aplicando expresiones matemáticas y operaciones lógicas.

A partir del factor biodiversidad, el de calidad de la vegetación y el de los espacios con figuras de protección, se genera el mapa de medio ambiente; este se produce mediante una relación de neutralidad, donde los diferentes criterios actúan de forma independiente. Su importancia viene marcada por el peso que se le ha otorgado a cada uno de los criterios. En este segundo nivel también se generan el mapa de localización y el de clima. El mapa de localización se genera a través de una relación de neutralidad entre la accesibilidad al recurso y la distancia a la línea de costa, siendo el primero el que se encuentra marcada con un peso más elevado (60%) ya que prima la existencia de un acceso rápido. El factor climático se obtiene mediante la relación de simultaneidad entre el confort climático y el número de horas de sol. Ambos factores han de tener un valor elevado para obtener un resultado aceptable, se ha de producir que exista un confort climático elevado y un alto número de horas de sol, para que el resultado sea próximo a 1.

La combinación de los cuatro últimos factores, medio ambiente, localización, percepción negativa y clima, situados en el último nivel es el que genera el resultado final del modelo: el mapa de idoneidad turística en función de las características ambientales. Este se genera a través de la combinación mediante una relación de neutralidad, donde los diferentes criterios actúan de forma independiente, y su importancia viene marcada por los pesos.

RESULTADOS

La aplicación del modelo da como resultado un mapa con una gradación de 0 a 1, donde los valores más próximos a 1 son aquellos que presentan un grado de idoneidad mayor, respecto a los parámetros medioambientales analizados. Al aplicar el mínimo considerado por Dujmovic (2007), el 67%, a la hora de considerar el espacio como idóneo, la superficie total que cumple un grado de características elevado es mínima. En total son 19.703,6 ha, que se distribuyen entre las diferentes comarcas, tal y como se puede observar en la tabla 5; estamos hablando de una superficie que representa el 3,12% de la provincia de Tarragona.

La comarca que presenta una superficie más elevada es la de Alt Camp, seguida por Conca de Barberà, Baix Camp, Terra Alta, Baix Ebre, Priorat, Ribera d'Ebre, Montsià y Baix Penedès.

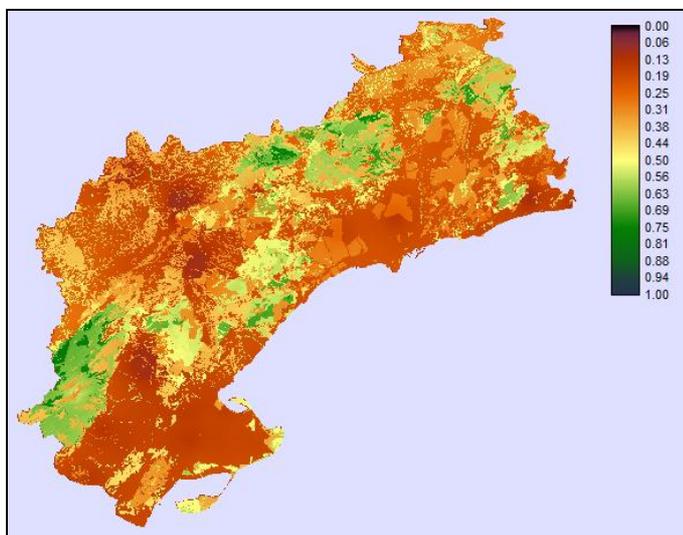


Figura 11. Gradación de la idoneidad turística en función de las características ambientales.

Esta superficie idónea se puede reclasificar, obteniendo tres grados diferentes. El territorio se ha dividido en áreas con una idoneidad baja, que comprende los espacios con valores entre el 67 y el 75%; una idoneidad media, entre 75 y 80%, y una idoneidad alta, con valores entre el 80 y el 100%.

La superficie idónea principal corresponde a una categoría baja, presente en mayor o menor medida en todas las comarcas analizadas, que ocupa el 72,22% del total. La categoría con un grado medio ocupa el 21,77% del total, centrándose esta principalmente en la Terra Alta y el Priorat. Finalmente el espacio que presentaría un grado de

idoneidad máximo, tan solo ocupa el 0.02% total, lo que equivale a 2.92 ha, esta se localiza principalmente en la comarca del Monsià y en menor proporció a la Conca de Barberà.

Tabla 5. Superficie considerada como idónea por comarcas.

	Superficie	% respecto al total de superficie	% Idoneidad Alta	% Idoneidad Media	% Idoneidad Baja
Alt Camp	3.930 ha	19.95%	0.00%	0.00%	19.76%
Baix Camp	3.098,3 ha	15.72%	0.00%	0.00%	15.82%
Baix Ebre	2.063,8 ha	10.47%	0.00%	2.49%	8.01%
Baix Pendès	351,3 ha	1.78%	0.00%	0.00%	1.81%
Conca de Barberà	3.653,8 ha	18.54%	0.00%	0.97%	17.72%
Monsià	647,9 ha	3.29%	0.01%	1.41%	1.90%
Priorat	2.035 ha	10.33%	0.00%	5.72%	4.77%
Ribera d'Ebre	1.424,4 ha	7.23%	0.00%	0.00%	7.34%
Terra Alta	2.499,1 ha	12.68%	0.00%	11.18%	1.09%

La localización de las zonas más idóneas responde a 4 áreas, todas ellas con características medioambientales notables. Estas superficies se encuentran es su mayoría bajo figuras de protección debido a la calidad del medio, así pues se pueden clasificar en función a este parámetro distinguiendo la primera zona del Parque Natural dels Ports, la segunda compuesta por el Parque Natural del Montsant, así como por las montañas de Prades -Monasterio de Poblet, la tercera la zona del sistema pre-litoral central y finalmente la cuarta zona que coincide con las montañas de Tivissa-Vandellós.

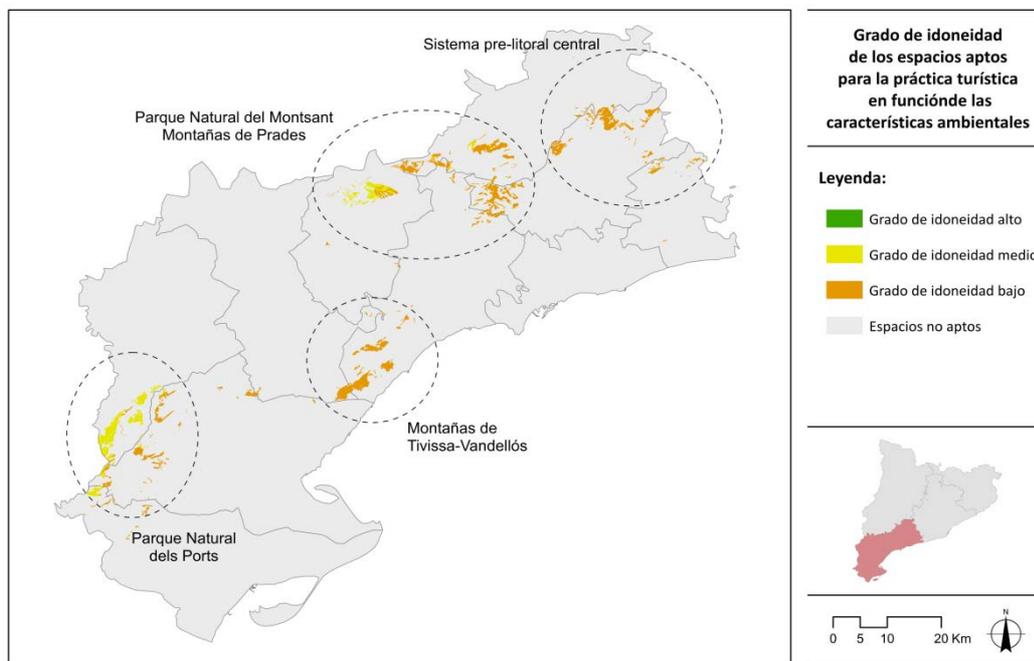


Figura 12. Áreas clasificadas en función del nivel de idoneidad.

Se ha de remarcar que el estudio da valores de idoneidad turística bajos a la zona del delta del Ebro, debido a que no se incluye la vegetación de los bosques de ribera, ya que este tipo de vegetación no está incluida en el mapa de coberturas del CORINE- Land Cover del año 2000. La calidad natural de este espacio, pero hace suponer que obtendría un elevado grado de idoneidad.

CONCLUSIONES

Como resultado de este trabajo se ha obtenido un modelo de EMC orientado a señalar las áreas con una idoneidad turística en función de las características ambientales. Esta clasificación, pero no lleva implícito su posible uso, ya que en este aspecto actúan otros factores. Para el diseño y ejecución del modelo se han utilizado Sistemas de Información Geográfica (SIG) y técnicas de Evaluación Multicriterio (EMC). El método LSP (Logic Scoring of Preferentes, Puntuación Lógica de Preferencias) resulta muy efectivo en este tipo de estudios, dado que permite incorporar al modelo EMC un número elevado de criterios, rompiendo con las limitaciones de otras técnicas. También tiene la ventaja de poder dotar al modelo de una serie de reglas de decisión, en forma de agregadotes, que reparte la importancia del modelo entre los pesos y dichas reglas.

Este modelo se podría incrementar si tenemos en cuenta que en los últimos años se ha apostado por un desarrollo de todos los factores en un marco de sostenibilidad, que implica un contexto natural, cultural, social y económico. Este estudio puede servir como complemento para un análisis mayor, en el que se lleve a cabo la combinación de todos los factores; convirtiéndose el mapa final de este estudio como uno de los valores intermedios a la hora de elaborar el grado de idoneidad según parámetros de sostenibilidad de la provincia de Tarragona.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del Proyecto CS02008-01699/GE0G del Ministerio de Ciencia y Tecnología: Innovación territorial y modelos de desarrollo en destinos turísticos litorales. Análisis a diferentes escalas espaciales .Investigador principal: Salvador Antón Clavé (URV).

El desarrollo de este proyecto ha sido posible gracias a la financiación por parte del Ministerio de Educación, a través de un beca de colaboración de estudiantes en departamentos universitarios y al soporte del Grupo de Investigación de Análisis Territorial y Estudios Turísticos (GRATET) de la Universidad Rovira i Virgili.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barredo, J.I. (1996): *Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio*. Ra-Ma, Madrid, 264 pp.
- Dujmovic, J.J. (2007): Continuous Preference Logic for System Evaluation. *IEEE transactions on Fuzzy Systems*. Vol. 15, nº 6.
- Dujmovic, J.J.; De Tré, G. y Van de Weghe, N. (2008): Suitability Maps Based on the LSP Method. *MDAI, LNAI 5282*, pp.15-25.
- Eastman, J. R., Kyem, P. A., Toledano, J. y Jin, W. (1993): *Gis and Decision Making*. Ginebra, United Nations Institute for Training and Research (UNITAR).
- Fernando, J. (1997): *Análisis territorial del turismo: Una nueva geografía del turismo*. Ariel, Barcelona, 443 pp.
- Gómez-Delgado, M y Barredo, J.I. (2005): *Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio*. Ra-Ma Editorial, Paracuellos de Jarama.
- Ontivero, M.; Martínez, J.; González, V. y Echevarría, P. (2008): Propuesta metodológica de zonificación medioambiental en la Sierra de Altomira mediante Sistemas de Información Geográfica. *Geofocus*, 8: 251-280.