

CARACTERIZACIÓN DEL PAISAJE Y SU POSIBLE IMPACTO AMBIENTAL A PARTIR DE LA CLASIFICACIÓN DE USOS DE SUELO CORINE LAND COVER Y LA UTILIZACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

(CHARACTERIZATION OF THE LANDSCAPE AND ITS POSSIBLE ENVIRONMENTAL IMPACT BASED ON THE CLASSIFICATION CORINE LAND COVER AND THE USE OF GIS)

Eduardo Moreno Cuesta, Dr. Ingeniero de Montes; Encarnación González Algarra, Dr. Ingeniero de Montes. Departamento de Ciencias Agroforestales. Universidad de Huelva.

Isabel Otero Pastor, Dr. Ingeniero de Montes. Departamento de Construcción y Vías Rurales. E.T.S.I. Montes. U.P.M.

Fecha de recepción. 21-XII-01

ESPAÑA

113-61

RESUMEN

En el presente artículo se expone un modelo de valoración de calidad de paisaje. Dicho modelo se aplica a la zona costera de la Comunidad Autónoma Cantabria. Las unidades de paisaje se calculan con el Sistema de Información Geográfica Arcview y, posteriormente, se valoran en función de una serie de componentes, la mayor parte de los cuales se obtienen a partir de la clasificación de usos de suelo Corine Land Cover.

SUMMARY

This article exposes a model of valuation of landscape quality. The model is applied to the coastal zone of the CC.AA Cantabria. The landscape units are calculate with the GIS Arc-View, and later valued in function of a series of components, most of which are obtained from the classification Corine Land Cover.

1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de los últimos veinte años, los estudios de paisaje han ido tomando importancia como componente fundamental en la resolución de problemas de gestión del territorio. El tardío desarrollo de metodologías para el análisis del paisaje se ha debido a la ausencia de un concepto claro del mismo y a las dificultades que entraña su tratamiento a la hora de conseguir información manejable en los estudios ambientales, dentro de los cuales destacan por su importancia los Estudios de Impacto Ambiental. En este artículo se expone una metodología para definir y caracterizar unidades de paisaje basándose en información fá-

cilmente obtenible. Dicha metodología se aplica a la zona costera de la Comunidad Autónoma Cantabria, entendiendo como tal los diez primeros kilómetros desde la línea de costa hacia el interior.

El enfoque que se ha utilizado para definir las unidades de paisaje ha sido de tipo visual, centrándose en lo que el observador es capaz de percibir en el territorio (cuenca visual). Dado que el concepto de cuenca visual está ligado a un punto del territorio y varía según nos desplazamos por el mismo, se han asimilado las cuencas visuales a cuencas hidrográficas, las cuales no dependen del punto de observación. Para obtener las cuencas hidrográficas se ha

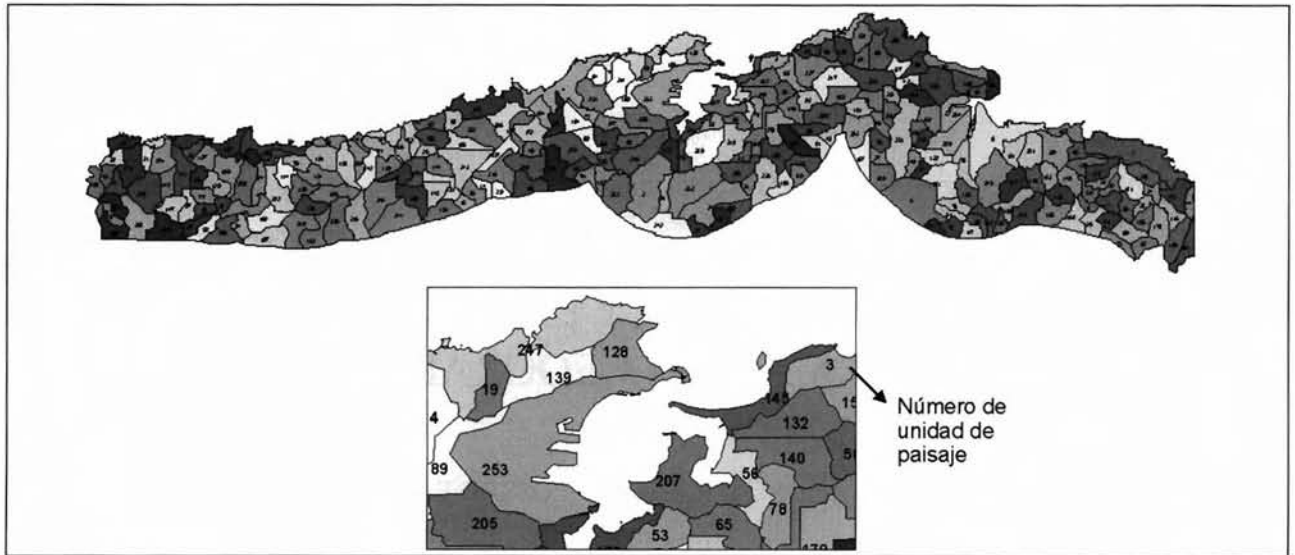


Figura 1.- Mapa de unidades de paisaje.

empleado el Sistema de Información Geográfica Arcview. Las cuencas obtenidas para la zona de aplicación se pueden observar en la Figura 1.

Una vez dividido el territorio en unidades de paisaje, se ha procedido a su descripción y valoración en función de una serie de componentes o factores físicos mediante el desarrollo de un modelo. La mayor parte de estos componentes se han obtenido a partir de los usos de suelo del territorio.

Para la determinación de los usos del suelo se ha empleado la clasificación de usos de suelo Corine Land Cover existente, la cual se obtuvo mediante interpretación visual de imágenes Landsat TM del año 1987.

2. METODOLOGÍA

Las unidades de paisaje se han valorado en función de una serie de componentes, la mayor parte de los cuales se han obtenido a partir de la clasificación de usos de suelo Corine Land Cover de la zona. Se expone en primer lugar un resumen del programa Corine. A continuación se explica el modelo desarrollado para caracterizar y valorar el paisaje.

2.1. Programa Corine

El nacimiento del programa CORINE (Coordination of Information on the Environment) se produce el 27 de Junio de 1985 cuando el Consejo de la Comunidad Europea, a propuesta de la Comisión, adopta la decisión (CE/338785) para la ejecución de "un proyecto experimental para la recogida de datos, la coordinación y homogeneización de la información sobre el estado del medio ambiente y los recursos naturales de la Comunidad".

Dentro del programa CORINE se incluye el Proyecto Land-Cover con el fin de suministrar información georeferenciada periódica y homogénea sobre la ocupación del suelo en los países miembros de la Comunidad. Este proyecto se considera básicamente como de ocupación del suelo, si bien existen determinadas categorías que aparecen completamente estructuradas por el uso (por ejemplo superficies edificadas).

El objetivo principal de la aplicación del proyecto Land Cover no es simplemente la obtención de un mapa de ocupación del suelo para un momento dado, sino el establecimiento de un inventario permanente de datos, numéricos y cartográficos, sobre usos y características del territorio, con posibilidad de integración en bases de datos geográficos y cartográficos nacionales y de la Unión (MOPU, 1990). Se trata de establecer un registro moderno ágil y polivalente de información sobre el territorio. Así, esta clasificación permite el establecimiento de un inventario permanente de datos, a la vez numéricos y cartográficos, sobre los usos y características del territorio y consigue homologar también clasificaciones y metodologías para facilitar las comparaciones internacionales y multitemporales referentes a las características y usos del territorio.

Este conocimiento exhaustivo del territorio europeo se ha visto completado recientemente con la obtención de información del territorio en los países del sur del mediterráneo, programa MESDPA. Este programa prevé la cartografía de todos los países que bordean el mar Mediterráneo.

Su actualización por métodos completamente automáticos se ha tenido en cuenta tanto en el IV Programa Marco del I + D de la Unión Europea de forma directa como en los proyectos propios de investigación del IRSA (Instituto

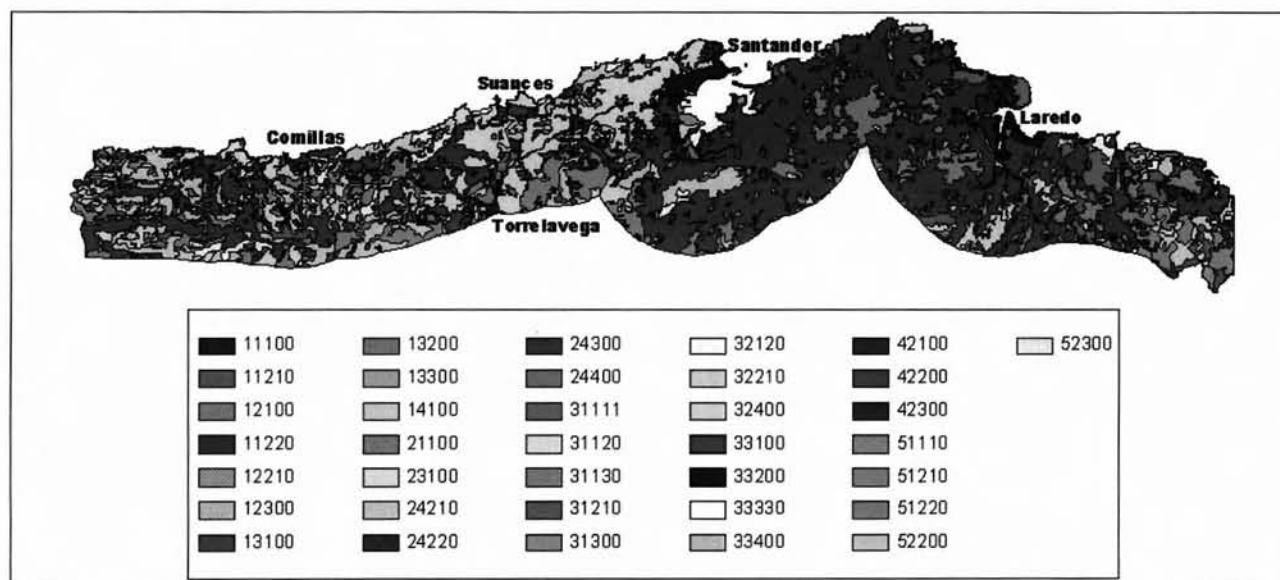


Figura 2.- Mapa de usos de suelo Corine Land Cover de la zona.

de aplicaciones de la teledetección de la UE). De esta forma se garantizará una actualización periódica de esta información, con unos plazos que variarán entre los cinco y los ocho años.

Por todo lo expuesto anteriormente, Corine Land Cover puede ser una herramienta muy útil en los estudios ambientales, y, dentro de estos, en los cada vez más exigentes Estudios de Impacto Ambiental.

En la Figura 2 se presenta el mapa de usos de suelo Corine Land Cover de la zona de estudio.

2.2. Caracterización del paisaje y su posible impacto ambiental

La caracterización de las unidades de paisaje se ha hecho desde el punto de vista de la calidad paisajística.

Una vez cartografiado el paisaje se trata de darle unos valores estéticos en términos comparables al resto de los factores.

Todos los investigadores reconocen la importancia de los componentes que influyen en la calidad visual, pero surgen grandes diferencias al establecer la organización del análisis que pueda medir el valor relativo de cada uno y su papel en la composición total.

Existen diferentes métodos para la evaluación de la calidad del paisaje. Se pueden clasificar las diferentes metodologías en: métodos directos, métodos indirectos y métodos mixtos (AGUILÓ, M. et al., 1988). Los métodos indirectos forman el grupo más numeroso de técnicas de valoración de la calidad, y son también los más antiguos. Incluyen métodos cualitativos y cuantitativos que evalúan

el paisaje analizando y describiendo sus componentes. Estos componentes pueden ser elementos o factores físicos (forma del terreno, vegetación, etc.) o categorías estéticas y en algunos casos una mezcla de ambos.

GÓMEZ OREA concreta la aplicación de estos métodos en las siguientes fases:

- Identificación o selección de los componentes a considerar.
- Medición de los componentes para cada unidad, bien sobre el terreno o sobre información fotográfica o cartográfica.
- Establecimiento de los pesos o coeficientes de ponderación con que cada elemento contribuye a la calidad.
- Combinación de las fases precedentes para obtener un valor de la calidad visual global de la unidad en cuestión.

Esta es la metodología que se va a seguir para definir el modelo de valoración de la calidad de paisaje de nuestras unidades.

Las diferencias entre los distintos métodos radican en la selección de componentes y en la forma de valorar cada uno aunque diversos autores coinciden en la consideración de unos mismos factores: forma del terreno y usos del suelo.

Descripción del modelo de valoración de la calidad de paisaje

Determinadas las unidades de paisaje en la zona de estudio se ha realizado el modelo de calidad de paisaje, valo-

rando, para cada unidad, las componentes que se considera intervienen con más peso en su definición y agregando después los valores parciales para obtener un valor final de calidad paisajística de la unidad. La forma de valorar cada unidad de paisaje para cada componente consiste en dividir el componente en varios tipos o clases y asignar a cada una un valor numérico. El componente atribuye al valor de la unidad de paisaje el valor numérico asignado a la clase que está presente en la unidad.

Se considera que las componentes que más van a influir en la calidad paisajística de la unidad son:

1. Pendiente de la unidad
2. Influencia humana
3. Presencia de agua
4. Vegetación

1. Pendiente de la unidad

La pendiente de la unidad nos da una idea de la complejidad topográfica de la misma. Aquellas unidades que tengan una mayor pendiente se considera que aportan una mayor significación a la calidad de paisaje.

La pendiente de las unidades de paisaje se ha calculado utilizando el módulo de análisis espacial del SIG Arcview.

Se ha dividido esta variable en cuatro clases o intervalos. Para categorizar dichas clases se ha utilizado como herra-

mienta de apoyo el histograma de frecuencias de las pendientes en la zona de estudio. Las clases y valoración de las mismas se presenta en el Cuadro 1.

Tomarán valor máximo (100) aquellas unidades cuya pendiente sea abrupta por influir más positivamente a la calidad paisajística, y el valor mínimo (10) las que presenten una pendiente llana. Las valoraciones se han dado utilizando el Método Delphi.

2. Influencia humana

El grado de humanización de un paisaje adquiere mucha importancia a la hora de establecer la calidad del mismo; paisajes en los que no ha intervenido o lo ha hecho someramente la mano del hombre, se consideran de mayor calidad que aquellos en los que ha ejercido una gran influencia.

Para establecer las clases de influencia humana en la zona de estudio se ha calculado, para cada unidad, el porcentaje de superficie de zonas urbanas (categoría 1.1) y de zonas industriales, comerciales y de transporte (categoría 1.2) respecto a la superficie total de la unidad.

$$\% \text{ de Influencia humana en la unidad } i = \frac{(\text{Sup. Categ. 1.1})_i + (\text{Sup. Categ. 1.2})_i}{(\text{Sup. total})_i} \times 1003$$

Las clases de Influencia humana y la valoración de las mismas ha sido (Cuadro 2):

Cuadro 1. Clases y valoración de pendiente

Clase	Pendiente en %	Valoración
1 Llano	0-3	10
2 Ondulado	3-10	25
3 Escarpado	10-20	60
4 Abrupto	> 20	100

Cuadro 2. Clases y valoración de Influencia humana

Clase	Influencia humana en %	Valoración
1 Alta	> 20	5
2 Media	10-20	40
3 Baja	3-10	80
4 Muy baja	< 3	100

Cuadro 3. Clases y valoración de Presencia de agua

Clase	Valoración
1 Unidad costera	100
2 Unidad interior con agua	60
3 Unidad interior sin agua	0

3. Presencia de agua

La presencia de agua influye de manera positiva en la calidad paisajística de una zona. Para valorar la presencia de agua en la zona de estudio se ha dividido dicha variable en tres clases:

1. Unidad costera
2. Unidad interior con agua
3. Unidad interior sin agua

Se han identificado las unidades costeras como aquéllas en las que se ha encontrado la categoría 5.2 de clasificación Corine Land-Cover. Las unidades interiores con agua se han identificado como aquéllas en las que se puede encontrar la categoría 5.1 de clasificación Corine Land-Cover. El resto de unidades corresponden a la clase "Unidad interior sin agua".

La valoración de estas clases se muestra en el Cuadro 3.

4. Vegetación

La vegetación es uno de los elementos del medio más significativo y sobre el cual ejercen una mayor influencia el resto de los elementos. La humedad, altitud, temperaturas, características edafológicas del territorio y un sinfín más de factores medioambientales condicionan tanto la composición como la propia forma de la cubierta vegetal. A su vez, la vegetación interacciona con el resto de componentes bióticos y abióticos del medio como asimilador básico de la energía solar posibilitando la vida al conjunto de organismos de un ecosistema.

Al hablar de vegetación nos referimos al estudio de las comunidades vegetales: a las relaciones de unas especies con otras y de todas ellas con el medio. "Ya que cada comunidad vegetal es el resultado de la combinación de ciertas condiciones ambientales, se puede decir que las comunidades vegetales son representativas del ecosistema de que forman parte, y así es posible reconocer los diferentes ecosistemas de un área por delimitación de las comunidades vegetales allí presentes" (MAYOR, J, 1969; KÜCHLER, A.W, 1973).

El enfoque que se va a seguir para el estudio de la vegetación es de tipo estructural o fisionómico, basado en la apariencia externa de las plantas y comunidades. No hace referencia al medio, pero sí puede relacionarse con él. Se diferenciarán unidades de vegetación reales, cartografiables, que son fácilmente reconocibles por su biotopo dominante o por cierta combinación de biotopos.

En los estudios del medio físico interesa conocer todos los constituyentes del paisaje vegetal, es decir tanto la vegetación natural o espontánea, como la artificial o introducida por el hombre.

Para establecer las clases de vegetación se ha utilizado, como se ha comentado anteriormente, la clasificación de usos de suelo Corine Land-Cover, exceptuando aquellas categorías que no corresponden a formaciones vegetales

La vegetación se ha estudiado desde dos puntos de vista:

1. Calidad de vegetación
2. Fragilidad de vegetación

1.1. Calidad de vegetación

La calidad de vegetación se ha estudiado teniendo en cuenta las características visuales de las formaciones vegetales. Se basa en características fisionómicas, tales como el color, la forma, la estacionalidad, etc., y estructurales, como, por ejemplo, la disposición horizontal, composición, visibilidad, etc.

Para calcular la calidad de vegetación de las unidades, se han valorado éstas desde un punto de vista puramente estético (véase Cuadro 4).

Como se puede observar en dicho cuadro, se ha dado un valor máximo (100) a las categorías que más contribuyen a la calidad paisajística: Caducifolias y rebollares; Bosque mixto.

Valoradas las formaciones vegetales desde el punto de vista de su calidad, se ha procedido a continuación a calcular el

Cuadro 4. Clases de vegetación y valoración de la calidad de vegetación

Código Corine	Categoría Corine	Valoración (A)
2.1.1.0.0	Tierras de labor en secano	25
2.3.1.0.0	Praderas	40
2.4.2.1.0	Mosaico de cultivos anuales con praderas y/o pastizales	30
2.4.2.2.0	Mosaico de cultivos permanentes	25
2.4.3.0.0	Terrenos principalmente agrícolas pero con importantes espacios de vegetación natural	50
2.4.4.0.0	Sistemas agroforestales	45
3.1.1.1.1	Perennifolias esclerófilas y quejigales	95
3.1.1.2.0	Caducifolias y rebollares	100
3.1.1.3.0	Otras frondosas de plantación	90
3.1.2.1.0	Pináceas	90
3.1.3.0.0	Bosque mixto	100
3.2.1.2.0	Otros pastizales	40
3.2.2.1.0	Landas y matorrales	60
3.2.4.0.0	Matorral boscoso de transición	70
3.3.1.0.0	Playas, dunas y arenales	20
3.3.2.0.0	Roquedo	10
3.3.3.3.0	Espacios con vegetación escasa	20
3.3.4.0.0	Zonas quemadas	5

valor de calidad de vegetación de cada unidad de paisaje. Para ello, ya que en cada unidad de paisaje existen normalmente distintas formaciones vegetales, se ha promediado la contribución de cada una de ellas en base al porcentaje de superficie que ocupa en la unidad respecto a la superficie total de todas las formaciones vegetales de la unidad (MORENO, E, 2001).

El valor de calidad de vegetación de cada unidad se ha obtenido mediante la siguiente fórmula:

$$CV_i = \sum_{j=1}^n \frac{S_{ji}}{SV_i} A_j$$

$$SV_i = S_i - (S_{1,1i} - S_{1,2i} - S_{1,3i} - S_{4i} - S_{5i})$$

Donde:

CV_i = Calidad de vegetación de la unidad i

S_{ji} = Superficie en hectáreas de la categoría de vegetación j en la unidad i , variando j desde 1 hasta n , siendo n el número de categorías de vegetación

SV_i = Superficie en hectáreas de las categorías de vegetación en la unidad i

S_i = Superficie en hectáreas de la unidad i

$S_{1,1i}$ = Superficie en hectáreas de la categoría 1.1 en la unidad i

$S_{1,2i}$ = Superficie en hectáreas de la categoría 1.2 en la unidad i

$S_{1,3i}$ = Superficie en hectáreas de la categoría 1.3 en la unidad i

S_{4i} = Superficie en hectáreas de la categoría 4 en la unidad i

S_{5i} = Superficie en hectáreas de la categoría 5 en la unidad i

A_j = Valor de calidad de vegetación asignado a la categoría j

1.2. Fragilidad de la vegetación

La fragilidad de vegetación se define como el riesgo de deterioro de la vegetación cuando se desarrollan actuaciones sobre la misma. Expresa, por tanto, el grado de deterioro que experimenta la vegetación ante la incidencia de determinadas actuaciones. Así, para un mismo nivel de calidad de vegetación tendrán mayor valor de fragilidad aquellas formaciones vegetales que tengan un riesgo de deterioro mayor.

En el modelo expuesto se ha tomado como indicador del riesgo de deterioro la pendiente del terreno en que se localiza cada formación vegetal. Así, por ejemplo, tendrán un valor de fragilidad más alto los bosques mixtos situados en zonas de gran pendiente.

Para cada clase de pendiente y categoría de vegetación se ha dado un valor de fragilidad (A_{jp}). Dichos valores se reflejan en el Cuadro 5.

Como se puede observar en el cuadro 5, los valores de fragilidad de las formaciones vegetales situadas en zonas de pendiente >20% coinciden con los valores de calidad de vegetación asignados a dichas formaciones vegetales (véase Cuadro 4).

El valor de fragilidad de vegetación de cada unidad se ha obtenido mediante la siguiente fórmula:

$$FV_i = \sum_{j=1}^n \frac{S_{5j}}{SV_i} A_{jp}$$

Donde:

FV_i = Fragilidad de vegetación de la unidad i

A_{jp} = Valor de fragilidad de vegetación asignado a la categoría j según la pendiente p

El resto de coeficientes son los mismos que para la calidad de vegetación

4.3. Integración calidad-fragilidad de vegetación

Finalmente, el valor que toma el factor vegetación para cada unidad de paisaje se ha obtenido mediante la integra-

Cuadro 5. Valores de fragilidad de vegetación según la pendiente

Código Corine	Pendiente			
	< 3%	3-10 %	10-20 %	> 20 %
2.1.1.0.0	0	5	15	25
2.3.1.0.0	10	20	30	40
2.4.2.1.0	0	10	20	30
2.4.2.2.0	0	5	15	25
2.4.3.0.0	20	30	40	50
2.4.4.0.0	15	25	35	45
3.1.1.1.1	65	75	85	95
3.1.1.2.0	70	80	90	100
3.1.1.3.0	60	70	80	90
3.1.2.1.0	60	70	80	90
3.1.3.0.0	70	80	90	100
3.2.1.2.0	10	20	30	40
3.2.2.1.0	30	40	50	60
3.2.4.0.0	40	50	60	70
3.3.1.0.0	0	0	10	20
3.3.2.0.0	0	0	0	10
3.3.3.3.0	0	0	10	20
3.3.4.0.0	0	0	0	5

ción de los factores calidad y fragilidad de vegetación de cada unidad. Dicha integración se ha realizado mediante la suma ponderada de dichos factores según la siguiente fórmula:

$$V_i = \alpha CV_i + \beta FV_i$$

V_i = Valor de vegetación de la unidad i

α = Peso asignado a la calidad de vegetación = 60 %

β = Peso asignado a la fragilidad de vegetación = 40 %

Obtenido el valor de integración calidad-fragilidad de cada unidad, se han agrupado los valores en cinco clases. La jerarquización de las clases ha seguido el siguiente modo de operación (RAMOS, A., 1979): a partir del valor máximo

alcanzable M , se descuenta una vez la desviación típica σ , obteniéndose la clase que se considera la mejor respecto al factor considerado; su rango oscilará por tanto entre M y $(M - \sigma)$. La clase siguiente comenzará en $(M - \sigma)$ y llegará hasta $(M - 2\sigma)$; el proceso continúa hasta la clase A, que tomará aquellos valores inferiores a $(M - n\sigma)$, siendo $n + 1$ el número de clases (cinco). Con este sistema sacrificaremos una menor exactitud en las clases intermedias en beneficio de una mayor calidad en la definición de las clases superiores (Cuadro 6).

Realizada la clasificación y valoración de cada variable, se han integrado éstas para obtener el valor de calidad de paisaje de cada unidad. Dicho valor se ha obtenido mediante la suma ponderada de los valores que toma cada variable en la unidad (Cuadro 7).

Cuadro 6. Clases de integración calidad-fragilidad

	Clases	Rango de valores
M - (M - σ)	1 Muy alta	82.15 - 100
(M - σ) - (M - 2 σ)	2 Alta	64.30 - 82.15
(M - 2 σ) - (M - 3 σ)	3 Media	46.45 - 64.30
(M - 3 σ) - (M - 4 σ)	4 Baja	28.60 - 46.45
(M - 4 σ) - (M - 5 σ)	5 Muy baja	0 - 28.60

M = máximo valor σ = desviación típica

Cuadro 7. Valoración y pesos de los factores incidentes en la calidad de paisaje

Pendiente	Valoración	Presencia de agua	Valoración
1 Llano	10	1 Unidad costera	100
2 Ondulado	25	2 Unidad interior con agua	60
3 Escarpado	60	3 Unidad interior sin agua	0
4 Abrupto	100		
Peso del factor	15%	Peso del factor	15%
Influencia humana	Valoración	Vegetación	Rango de valores
1 Alta	5	1 Muy alta	82.15 - 100
2 Media	40	2 Alta	64.30 - 82.15
3 Baja	80	3 Media	46.45 - 64.30
4 Muy baja	100	4 Baja	28.60 - 46.45
		5 Muy baja	0 - 28.60
Peso del factor	20%	Peso del factor	50%

Valor de calidad de paisaje de la unidad i = $0,15 \times$ (Valor de la clase "Pendiente" de la unidad i) + $0,20 \times$ (Valor de la clase "Influencia humana" presente en la unidad i) + $0,15 \times$ (Valor de la clase "Presencia de agua" de la unidad i) + $0,50 \times$ Valor de vegetación de la unidad i .

Ya que el factor vegetación se ha obtenido mediante una integración numérica de calidad y fragilidad resultando una variable continua en el intervalo de 0 a 100, se ha optado, como se puede observar en la fórmula anterior, por introducir dicho valor directamente en la fórmula sin categorizarlo en clases. Como consecuencia el resultado de calidad de paisaje obtenido es más preciso.

Calculado el valor de calidad de paisaje de todas las unidades, se han agrupado los valores en cinco clases de Calidad de paisaje (Cuadro 8).

La zona de estudio quedará, por tanto, dividida en cinco clases respecto a calidad de paisaje y el posible impacto que puedan producir actuaciones sobre la misma.

En la Figura 3 se presenta el mapa de calidad de paisaje de la zona de estudio resultado de la aplicación de este modelo.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- El resultado final del modelo ha sido la caracterización del territorio en base a unas categorías de calidad de paisaje. Dicha categorización es una útil herramienta a utilizar en los estudios de ordenación del territorio e impacto ambiental para intentar conservar, en la medida de lo posible, las zonas con una calidad de paisaje mayor.
- La vocación del modelo es su posibilidad de exportación y aplicación a zonas diferentes, modificando, en los casos en que sea necesario, los pesos y puntuaciones de los factores que intervienen. Se ha optado por el método Delphi como procedimiento para la calibración de dichos pesos y puntuaciones debido a la gran flexibilidad y objetividad del mismo.
- La base de usos de suelo Corine Land Cover es adecuada para la definición de unidades de paisaje debido a su disponibilidad no sólo para el conjunto de la nación española sino también para la Unión Europea. Por otra parte, la base Corine realizada a escala 1:100.000 resulta idónea para la caracterización del paisaje a nivel regional como es el caso que nos ocupa.

Cuadro 8. Clases de calidad de paisaje

Calidad de paisaje	Rango de valores
1 Muy alta	80 - 100
2 Alta	60 - 80
3 Media	40 - 60
4 Baja	20 - 40
5 Muy baja	0 - 20

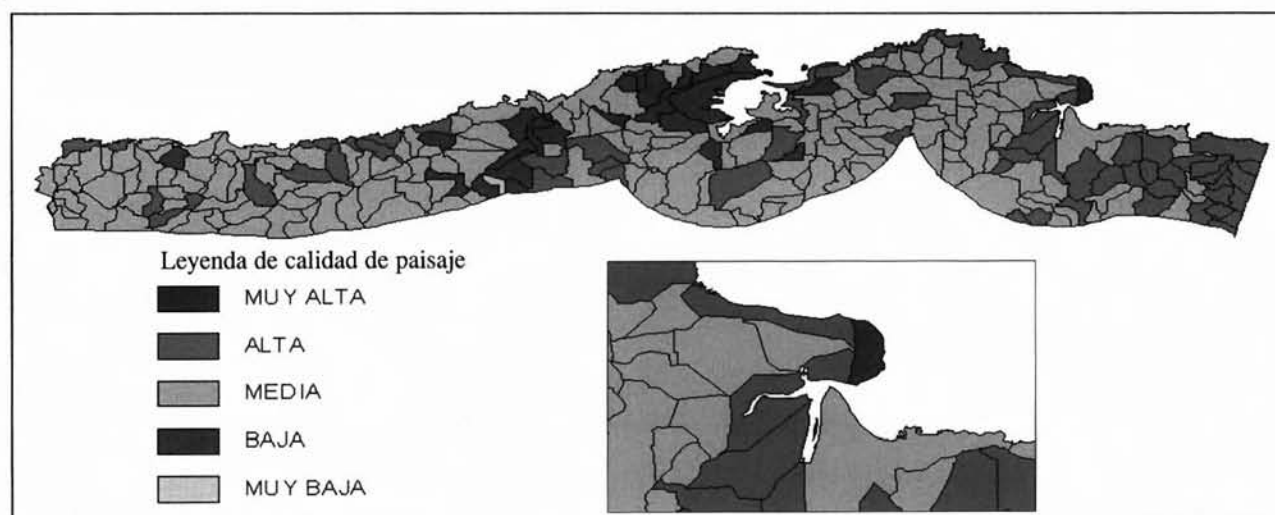


Figura 3.- Mapa de calidad de paisaje de la zona y ampliación.

Como desventaja señalar que debido a que la base Corine está definida para el año 1987, si se pretende estudiar el paisaje en otra fecha será necesario realizar previamente una actualización de dicha base de datos espacial.

- Los Sistemas de Información Geográfica son una he-

rramienta muy útil para el cálculo de unidades de paisaje a partir de un modelo digital del terreno. Esta utilidad es todavía mayor cuando se trabaja en amplias regiones geográficas donde el procedimiento manual de obtención de unidades de paisaje puede llegar a ser muy lento y dificultoso.

BIBLIOGRAFÍA

AGUILÓ, M; et al. (1998). «Guía para la elaboración de estudios del medio físico: Contenido y metodología». *Ministerio de Medio Ambiente. Secretaría General de Medio Ambiente. Madrid.*

BOLSTEAD, P and LILLESAND, T.M. (1991). «Automated GIS Integration in Landcover Classification», *Technical Papers. ACSM-ASPRS Annual Convention*, pp. 23-32.

CENDRERO, A; et al. (1993). «Guía de la naturaleza de Cantabria». *Ediciones de Librería Estudio. Santander.*

CROFTS, R.S. (1975). «The landscape component approach to landscape evaluation». *Transactions of the Institute of British Geographers*, nº 66.

DE CÁCERES, F.I. (1992). «La costa de Cantabria». *Librería Estudio. Santander.*

GÓMEZ OREA, D. (1978). «El medio físico y la planificación». *Cuadernos del CIFCA. Madrid.*

GONZÁLEZ, S., AGUILO, M. y RAMOS, A. (1983). «Directrices y Técnicas para la estimación de impactos». *Trabajos de la Cátedra de Planificación. E.T.S.I. de Montes. U.P.M. Madrid.*

HELMER, O. (1966). «The Delphi Method for Systematizing Judgements about the Future». *Univ. California; Los Angeles.*

IGN. (1994). «Memoria del Proyecto Corine Land-Cover España». *Instituto Geográfico Nacional. Área de Teledetección. Madrid.*

KÜCHLER, A.W. (1973). «Problem in classifying and mapping vegetation for ecological regionalization». *Ecology*, 54.

MAJOR, J. (1969). «The historical development of the ecosystem concept». In: G.M. van Dyne (ed). *The ecosystem concept in natural resource management.*

MOPU. (1990). «El programa CORINE de la CEE». *Monografías de la Secretaría General de Medio Ambiente. Madrid.*

MORENO CUESTA, E. (2001). «Caracterización del paisaje y estudio de su transformación en la franja costera de la CC.AA Cántabra mediante el tratamiento digital de imágenes de satélite y la utilización de Sistemas de Información Geográfica». *Tesis doctoral. E.T.S.I. Montes. U.P.M. Madrid.*

OTERO PASTOR, I. (1999). «Paisaje, Teledetección y SIG. Conceptos y aplicaciones». *Editora: I. Otero. Madrid.*

RAMOS, A. (1979). «Planificación Física y Ecología. Modelos y Métodos». *E.M.E.S.A. Madrid.*

* * *