

ESTABLECIMIENTO DE LA FRAGILIDAD VISUAL DEL PAISAJE MEDIANTE SIG EN EL ENTORNO DEL P.N. DE LA BREÑA Y MARISMAS DEL BARBATE (CÁDIZ, ESPAÑA). APROXIMACION METODOLOGICA.

Parrilla Alcalá, E.¹; Márquez Pérez, J.² y Rodríguez Díaz, V.³

- 1- Universidad Pablo de Olavide. Ctra. Utrera km 1, Sevilla 41013. Tf.: 954348528, fax 954348359, eparalc@upo.es
- 2- Universidad de Sevilla. Palos de la Frontera 4, Sevilla 41004. Tf.: 954551377, jmarper@us.es
- 3- Consejería de Salud, Junta de Andalucía. Avda de la Innovación s/n, Edificio Arena1 Sevilla. Tf.: 615981611, virrodri@terra.es

Palabras clave: Fragilidad visual, paisaje, SIG, La Breña y Marismas del Barbate.

Resumen.

El actual trabajo se enmarca dentro del proyecto **Metodología para la valoración de la calidad y fragilidad del paisaje mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG) (Márquez Pérez et al., 2002)**. Su objetivo concreto es el diseño de una metodología, basada en los SIG, que permita la valoración de la Fragilidad Visual de un área de estudio determinada, en este caso del litoral gaditano (entorno del Parque Natural de La Breña y Marismas del Barbate). Su fin último es la aportación de información paisajística de interés en la toma de decisiones sobre la gestión y planificación territorial.

La Fragilidad Visual puede definirse como la susceptibilidad del paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él, es decir, mide el grado de deterioro que un paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones (Montoya Ayala et al., 1997). Para la determinación de la Fragilidad Visual se tienen en cuenta factores biofísicos como la vegetación (densidad, diversidad de estratos, altura, estacionalidad, contraste cromático dentro de la vegetación y contraste cromático entre la vegetación y el sustrato superficial) y la topografía (pendiente y orientación-luminosidad), factores histórico-culturales (cercanía a elementos singulares, cercanía a vías de comunicación y núcleos de población, y accesibilidad visual) y factores de visualización (tamaño, forma y compacidad de la cuenca visual, y altura relativa del punto con respecto a su cuenca visual).

La metodología propuesta para evaluar la Fragilidad Visual de las unidades mínimas de información, y en definitiva, de las unidades de paisaje creadas, ha resultado adecuada: este trabajo demuestra que su aplicación es posible y que los resultados obtenidos son satisfactorios. Sin embargo, en el desarrollo del diseño metodológico han ido apareciendo diferentes problemas: la dificultad a la hora de seleccionar el mayor número posible de variables significativas y escasamente correlacionadas, así como su interpretación, el elevado número de análisis de visibilidad a realizar, cuya demora imposibilita un estudio exhaustivo, o la elección del método de interpolación y del tamaño de celdilla apropiados para generar un Modelo Digital de Elevaciones adecuado a los objetivos del estudio.

1- Introducción.

Los estudios de paisaje tienen diversos objetivos que van desde la valoración del paisaje como un recurso hasta aquellos en que se considera como un factor más para la planificación de usos de un territorio. En cualquier caso, para cumplimentar estos objetivos es necesaria la realización de estudios detallados que permitan analizar y valorar adecuadamente los diferentes tipos de paisaje, y que sirvan de apoyo en la toma de decisiones relacionados con determinados Proyectos, Planes o Programas de actuación con incidencia territorial (Alonso Miura, 1988; Ortega Alba, 1996; Sancho Rojo, 1999; Zoido Naranjo, 1999; Escribano Bombín, 2000).

El término paisaje suele referirse a uno de los tres elementos que intervienen en este complejo fenómeno (González Bernáldez, 1985; Ortega Alba, 1991; Gómez Mendoza, 1999; Gilmartín, 2000), el elemento que no varía del terreno u **objeto** (como por ejemplo la litología, los usos del suelo, la vegetación), las condiciones perceptivas del escenario o **medio interpuesto** (condiciones atmosféricas y de visión) y las peculiaridades del observador o **sujeto** (el punto de vista del turista, del planificador, de la población autóctona).

Por otro lado, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se han convertido en una herramienta imprescindible para los estudios del medio y del paisaje (Bolós, 1992; Mérida Rodríguez, 1994; Errea Abad, et al., 1996; Montoya Ayala et al., 1997; Labrandero Sanz et al., 1998; Otero Pastor, 1999), por lo que han sido utilizados como herramienta básica de este estudio. En este sentido, el programa empleado principalmente fue ArcView 3.1, y el modelo de datos elegido fue el raster, ya que se considera el más idóneo para este tipo de análisis cuantitativos (Márquez Pérez et al., 2002).

La zona de estudio comprende un área de 9 por 5 Km., y ha sido estudiada a partir de una **resolución espacial de 10 metros**, lo que proporciona un número suficientemente amplio de celdillas para la realización de los análisis, a la vez que no demora en exceso la generación de sus resultados. Una vez determinada la extensión que abarcaría el área de estudio, y con el fin de poder realizar los análisis de intervisibilidad completos en todas las celdillas, independientemente de su posición espacial, fue establecida un área de 5 km en torno a la zona principal. (Van der Ham, Steinitz, Viewit, Jones y Jones, Ramos et al., y Steinitz et al., todos en MOPT, 1993; Márquez Pérez et al., 2002).

2- Zona de estudio y fuentes de información.

El territorio analizado corresponde a una zona del litoral gaditano, en concreto al espacio comprendido entre los núcleos de población de **Conil, Vejer de la Frontera y Barbate** (figura 1). Este área fue elegida por que en ella coinciden una serie de características específicas de gran interés paisajístico: es un espacio litoral en el que se ubica una zona protegida, el "**Parque Natural de La Breña y Marismas del Barbate**"; con una costa accidentada, acompañada de un importante manto eólico sobre el que se localiza el pinar, así como un pequeño conjunto de playas. Junto a ellos aparece la plataforma calcarenítica sobre la que se asienta la ciudad de Vejer, la campiña de Vejer, los relieves prelitorales y la llanura aluvial, las estribaciones de la sierra del Retín, áreas endorreicas pertenecientes a la Janda, así como marismas transformadas dedicadas principalmente al cultivo en secano. Por otro lado, se mantiene una importante actividad pesquera que convive con la agricultura tradicional, el creciente sector turístico del núcleo de población Caños de Meca, la monumentalidad de Vejer de la Frontera...

Las fuentes de información a utilizar son muy variadas, y fueron consideradas todas las que pueden aportar datos sobre los componentes del paisaje. Hay que tener en cuenta que, debido a su diversidad, han podido ser generadas en diferentes escalas espacio-temporales, por lo que fueron creados archivos que informan acerca de su procedencia, fecha y escala, así como de los procesos necesarios para la integración de los datos en el sistema, y que fueron reflejadas en una publicación anterior (Parrilla Alcalá et al., 2003).

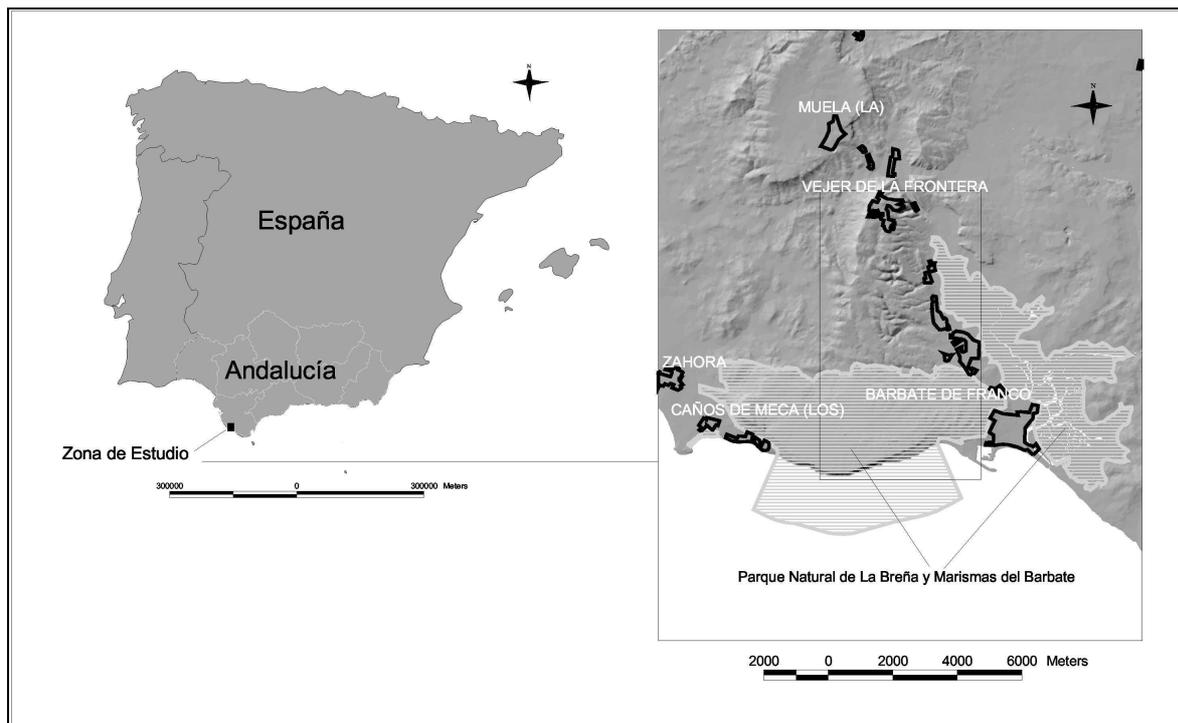


Figura 1: Situación del Parque Natural de La Breña y Marismas del Barbate

3.- Objetivos y Metodología.

El **objetivo concreto** de este trabajo es el diseño de una metodología que permita la valoración de la **Fragilidad Visual** de un área de estudio determinada, mediante la utilización de **Sistemas de Información Geográfica (SIG)**. Su fin último es la aportación de información paisajística de interés en la toma de decisiones sobre la gestión y planificación territorial.

El estudio está realizado tanto sobre el **paisaje total** (que identifica el paisaje con el medio) como sobre el **paisaje visual** (cuya consideración corresponde más al enfoque de la estética). Por esta causa, dos son las principales líneas de investigación a desarrollar, líneas que en ocasiones confluirán para finalmente venir a caracterizar de forma conjunta cada unidad de información territorial, el enfoque geográfico y el enfoque estético (Tabla 1).

	ASPECTO TOTAL	ASPECTO VISUAL
ENFOQUE GEOGRÁFICO	Capas con información de los diferentes componentes del medio físico: Lo que hay	Cuencas visuales sobre las diferentes capas del medio físico: establecidas, a partir de la situación de un observador Lo que se visualiza
ENFOQUE ESTÉTICO	Basado en preferencias paisajísticas, estableciendo relaciones entre paisajes y emociones causadas: Sentimiento generado por lo que hay	Preferencias paisajísticas de un observador situado en un punto del territorio: Sentimiento generado por lo que se visualiza
Proceso de integración de los tipos de enfoque y aspectos del paisaje: Se parte de lo que existe en el territorio, hasta llegar a dar un valor a lo que se siente cuando el territorio es visualizado por un observador. En este proceso se dan cinco fases: 1-Selección objetiva de capas de información que sintetizan los componentes del medio. 2-Cuantificación subjetiva del valor de los elementos de cada capa. 3-Delimitación objetiva de lo que un observador visualiza de cada capa. 4-Cuantificación objetiva del valor de lo que es visualizado. 5-Comparación entre el valor obtenido y el esperado.		

Tabla 1: Relación entre enfoques y aspectos en el análisis del paisaje

La Fragilidad Visual puede definirse como la susceptibilidad del paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él, es decir, mide el grado de deterioro que un paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones (Montoya Ayala et al., 1997). La Fragilidad, así definida, depende del tipo de actividad que se piense desarrollar sobre el paisaje, por lo que se podría establecer la Fragilidad Visual del territorio para cada actividad posible. Sin embargo, cuando la superficie a estudiar es extensa y el planeamiento apunta a proporcionar un marco de decisión, la Fragilidad puede considerarse intrínseca del punto, independiente de la actividad que se desarrolle sobre él y su entorno.

En este trabajo se ha seleccionado quince variables para caracterizar la Fragilidad Visual de un paisaje (González Bernáldez, 1985; Aguilo en MOPT, 1993; Fado Salazar, et al., 1996), y que pueden agruparse en tres grupos (Márquez Pérez et al., 2002): factores biofísicos, histórico-culturales, y factores de visualización.

3.1- Factores biofísicos: son los derivados de los elementos característicos del punto, y que han sido, a su vez, agrupados en dos bloques, uno basado en la vegetación, y otro establecido a partir de factores topográficos.

3.1.1- Factores relacionados con la **vegetación:**

Densidad de vegetación. Se considera que el paisaje que soporte una alta densidad de la vegetación está mejor preparado ante elementos que le pueden afectar, y por tanto posee una Fragilidad mínima.

Diversidad de estratos. La complejidad de la vegetación viene definida por el número de estratos y la altura que la vegetación presenta en una formación determinada. Cuantos más estratos tenga una formación vegetal más compleja será, y por tanto, más capacidad de camuflaje posee para ocultar posibles actuaciones, disminuyendo así su Fragilidad Visual.

Altura de la vegetación. La altura resalta el poder enmascarante de la vegetación. Cuanta mayor sea la altura de la vegetación, menor será su Fragilidad Visual.

Estacionalidad de la vegetación. La pérdida de hoja caduca es un factor que incrementa, aunque sea de forma temporal, la Fragilidad Visual. Al existir en el área de estudio un predominio de las especies de hoja perenne, se ha considerado oportuno tener en cuenta los cambios visuales que presentaban algunas especies, más que la ausencia o presencia de hoja.

Contraste cromático entre la vegetación. La diversidad cromática dentro de la vegetación favorece el camuflaje de las actuaciones, especialmente si la distribución de colores es caótica. La mayor fragilidad la ostentan las manchas monocromáticas (especialmente las constantes en el tiempo). El contraste cromático entre la vegetación viene definido por las diferencias entre tonos y tintes de ésta.

Contraste cromático entre la vegetación y el sustrato o formación superficial. El contraste cromático entre la vegetación y el sustrato geológico o las formaciones superficiales, es considerado como un indicador de la Fragilidad del paisaje, de forma que a mayor magnitud del contraste, mayor Fragilidad.

3.1.2.- Factores relacionados con la **topografía**:

Pendiente. Se atribuye una mayor capacidad de absorción visual a las pendientes más bajas, pues las más altas tienen una mayor exposición visual.

Orientación. La Fragilidad de un paisaje está influida por la incidencia de los rayos solares sobre un territorio, que depende tanto de la orientación del terreno como de la topografía del lugar (puede darse un ocultamiento del sol provocado por objetos cercanos). La orientación

afecta siempre según la incidencia del sol, por lo que existen dos formas de analizar este parámetro: iluminación y contraluz.

3.2- Factores histórico-culturales: tienden a explicar el carácter y las formas de los paisajes en función del proceso histórico que los ha producido, y están directamente relacionados con la accesibilidad.

Cercanía a elementos singulares, desde un punto de vista histórico cultural. La existencia y proximidad a puntos y zonas singulares añade Fragilidad Visual a los puntos donde se sitúan y a su entorno inmediato, pues constituyen puntos de atracción que focalizan la visión, por lo que cualquier alteración en ellos tiene mayor posibilidad de ser observada.

Cercanía a vías de comunicación y núcleos de población. La Fragilidad Visual Adquirida aumenta con el número potencial de observadores, que está directamente relacionado con la distancia a la que éstos se encuentran del punto de interés. Se considera que las zonas con un mayor número potencial de observadores son los núcleos de población y las vías de comunicación, así como zonas aledañas.

Accesibilidad Visual de la observación. Por las razones ya expuestas, se considera que las vías de comunicaciones y los núcleos de población son los grandes focos de visualización, y es establecida la Accesibilidad Visual a partir de ellos. En este caso concreto, en el que la Fragilidad Visual Adquirida depende de la posibilidad de ser observado desde esos focos de potenciales observadores, aumenta la Fragilidad a medida que lo hace la posibilidad de visualización, o el número de pobladores.

3.3- Factores de visualización: dependen de la configuración topográfica del entorno de cada punto, y de si esas zonas forman parte de una Cuenca Visual.

Tamaño de la Cuenca Visual. Un punto es más vulnerable cuanto más visible, es decir, la fragilidad visual está en relación directa con el tamaño de su Cuenca Visual. La probabilidad de que sea visualizada una actuación en el entorno de un punto es mayor a medida que aumenta su Cuenca Visual.

Compacidad del a Cuenca Visual. Se parte de la idea de que las Cuencas Visuales con menor número de huecos, ó con menor complejidad morfológica, son más frágiles. Esto puede ser entendido en principio como número de huecos o manchas no visibles dentro del

área visible, como número de manchas visibles, o bien como el número total de manchas o huecos existentes (visibles y no visibles).

Forma de la Cuenca Visual. Las Cuencas Visuales más orientadas y alargadas son más sensibles a los impactos, y se deterioran más fácilmente que las Cuencas redondeadas, debido a la mayor direccionalidad del flujo visual (Elkie et al., 1999).

Altura relativa del punto respecto a su Cuenca Visual. Son más frágiles, visualmente, aquellos puntos que están muy por encima o muy por debajo de su Cuenca Visual, y menos frágiles aquellos otros cuyas cuencas están a su mismo nivel. Cuando los rayos visuales inciden con ángulos muy pequeños sobre las superficies a observar, el detalle se aprecia mal. La visión desde distinta altura lleva a unos ángulos de incidencia mayores, y una mayor “exposición a las vistas”.

Cada una de estas variables, puede caracterizar cada mínima unidad de información en que ha sido dividida el área de estudio (celdillas de 10 por 10 metros), y han sido codificadas con valores entre 1 (Fragilidad mínima) y 3 (Fragilidad máxima).

3.4.- Cálculo de la Fragilidad Total.

La Fragilidad que se asigna finalmente a un punto depende aquí de la media de los valores obtenidos en cada una de las 15 variables anteriores. En este trabajo se ha optado por calcular la media aritmética, ya que su objetivo es principalmente metodológico, y se pretende no optar por una óptica determinada. Por esta razón se considera que todas las variables tienen igual importancia. En el caso de que se pretendiese adoptar un punto de vista concreto (ordenación del territorio, ecologista...), bastaría con conocer las preferencias del observador tipo, y ponderar consecuentemente las anteriores variables.

Hay que hacer constar que las dificultades asociadas a la realización de análisis de visibilidad determinaron que no se llevaran a cabo estos análisis en todas las celdillas, y de hecho tan solo se llevó a cabo el análisis completo en una de ellas. Por esta razón la Fragilidad Total sólo pudo ser generada en un solo punto; para el resto del territorio sólo tiene en cuenta 11 de los 15 factores considerados inicialmente.

A la hora de integrar todos los factores considerados, se optó por una doble línea de actuación:

- La no-agrupación de factores: se considera que todos son de igual importancia, por lo que se calcula directamente el promedio de los 11 factores. Se ha constatado una importante incidencia de los factores relacionados con la vegetación, debido a ser los factores más numerosos (Figura 2a).

- Agrupación de los factores según categorías: a una previa agrupación de factores en función de la categoría en que se encuadren, y el cálculo del valor promediado de cada categoría, sigue el cálculo del promedio de todas las categorías, teniendo estas igual importancia (Figura 2b).

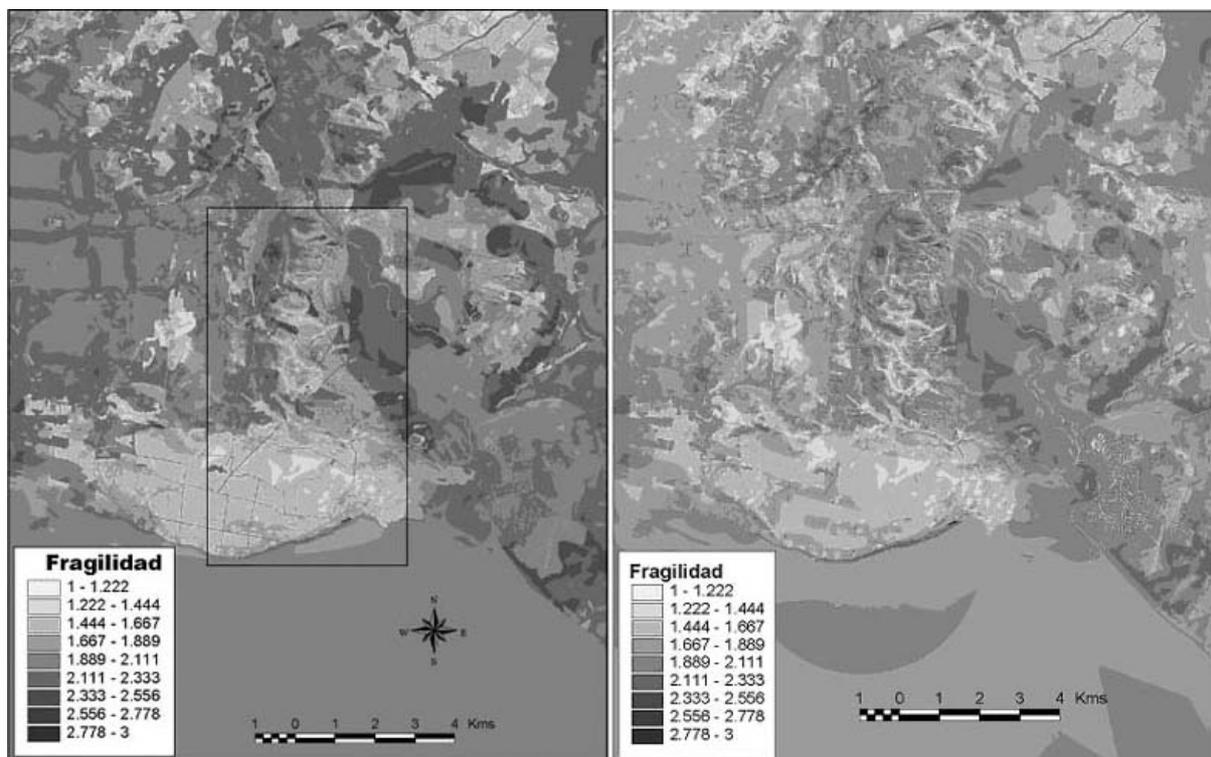


Figura 2a y 2b: Fragilidad Total basada en la media de 11 factores, y basada en 3 grupos de factores

4.- Resultados.

Considerada el área de estudio en su totalidad, los histogramas resultantes del estudio de la Fragilidad total, obtenidos a partir de 11 variables (TO_VAR11), permiten observar una concentración en torno a un valor central (valores entre 1.889 y 2.111). Esta estructura es muy parecida a la de la Fragilidad obtenida a partir de la agrupación en tres grupos (TO_TO5), aunque ahora se da un desplazamiento de los valores al intervalo inferior (1.667 y 1.889). La destacada importancia que tenían todas las variables relacionadas con la

vegetación es ahora, en este segundo caso, más visible, pues los valores generados son de una Fragilidad alta ó muy alta.

Del análisis de las variables agrupadas en factores destaca:

- Factores de la vegetación (TO_VEG5): se ve claramente que la mayoría de los valores se encuentran en la parte media-alta de la tabla, en la franja que va desde 2.333 y 2.778.
- Factores de la topografía (TO_ASPE9): la mayoría de las celdillas tienen una Fragilidad media a baja, debido en gran parte a la pendiente.
- Factores de la Accesibilidad Visual (TO_ACCE5): los valores son más heterogéneos que en los casos anteriores, aunque se agrupan en una Fragilidad baja a muy baja.

Del análisis individual de cada una de las variables se deduce que iluminación y contraluz otorgan una alta Fragilidad Visual, mientras que la pendiente, cercanía a zonas singulares, distancia y visibilidad desde vías de comunicación y pueblos, ocasionan una Fragilidad media o baja.

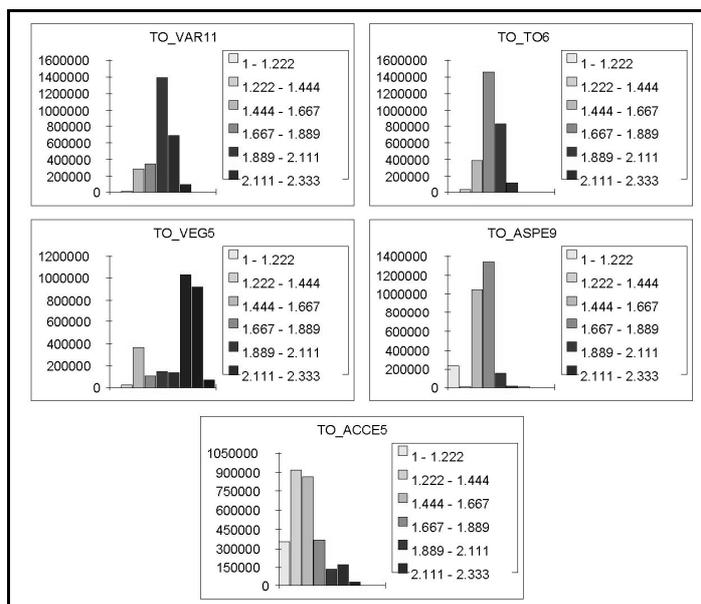


Figura 3: Diferentes histograma de la Fragilidad Visual

4.1- Fragilidad de las unidades de paisaje.

Al igual que se había realizado para el análisis de la Calidad del paisaje (Parrilla Alcalá et al., 2003), la Fragilidad de las unidades de paisaje a escala 1:25.000 se basa en la extracción de los valores de Fragilidad que poseen las mínimas unidades de información

que incluyen. La Tabla 2 muestra las estadísticas básicas de cada una de ellas según los factores agrupados en tres categorías.

TIPOS ¹	AREA_HAS	AREA_POR	FRA4_MIN	FRA4_MAX	FRA4_MED	FRA4_STD
Paisaje urbano	332,00	1,16	1,5556	2,5000	2,0300	0,1280
Marismas transformadas. Superficie de uso agrícola dominante	496,24	1,74	1,4222	2,3444	1,9973	0,1272
Regadío pivot	404,50	1,42	1,4722	2,3278	1,9808	0,1255
Franja litoral y acantilado	54,61	0,19	1,4778	2,2889	1,9778	0,1543
Promontorio de Trafalgar	4,09	0,01	1,7833	2,1944	1,9667	0,0836
Marismas transformadas. Vegetación natural o repoblada	358,43	1,26	1,4000	2,4556	1,9622	0,1269
Lomas de Cuartillos de Barbate	714,95	2,51	1,2222	2,4000	1,9467	0,1590
Llanura aluvial	1036,63	3,64	1,0833	2,4778	1,9339	0,1476
Marismas no transformadas	1054,87	3,70	1,3889	2,4000	1,9157	0,1437
Litoral arenoso y campos de dunas	201,87	0,71	1,3722	2,2889	1,9017	0,1103
Paisaje minero	44,91	0,16	1,5000	2,3944	1,8876	0,1714
Llanura litoral	528,98	1,86	1,3944	2,1722	1,8641	0,1536
Marismas transformadas. Salinas tradicionales y parques de cultivos	256,44	0,90	1,5000	2,4556	1,8634	0,1851
Plataforma calcarenítica de Vejer	1909,27	6,70	1,2167	2,5611	1,8625	0,1890
Paisaje portuario	28,52	0,10	1,5389	1,9833	1,8621	0,0696
Recreativo-deportivo	107,58	0,38	1,2778	2,2278	1,8564	0,1534
La Muela	1659,18	5,82	1,0833	2,5056	1,8482	0,1937
Superficies de agua	8195,37	28,76	1,1667	2,2611	1,8456	0,0540
Complejo Endorreico de la Janda	238,46	0,84	1,4444	2,1111	1,8325	0,1280
Cerro de Sierra Ganá	95,14	0,33	1,3333	2,3722	1,8121	0,1743
Relieves prelitorales de las marismas del Barbate	4455,31	15,63	1,1944	2,4611	1,8038	0,1900
Laguna de Alcalá	2,41	0,01	1,7778	1,7778	1,7778	0,0000
Campaña de Vejer	3903,11	13,70	1,0833	2,4167	1,7691	0,1405
Santa Lucía	60,01	0,21	1,4222	2,2833	1,7679	0,1809
Pinar de la Breña	2266,38	7,95	1,2056	2,3889	1,6438	0,1480
Comunidades vegetales de ribera	90,57	0,32	1,1667	2,3444	1,6437	0,2316

Tabla 2: Fragilidad (3 grupos de factores) de las unidades de paisaje escala 1:25.000

Se observan importantes diferencias en función de la agrupación en factores o no, de las 11 variables: la valoración según los 3 grupos de factores posee registros de Fragilidad mucho

¹ El significado de los campos de la tabla 2 es el siguiente:

- AREA_HAS: superficie de cada unidad de paisaje en hectáreas.
- AREA_POR: porcentaje de superficie de cada unidad de paisaje con respecto al total de la zona de estudio.
- FRA3_MIN: Fragilidad mínima según la media de los tres grupos de factores.
- FRA3_MAX: Fragilidad máxima según la media de los tres grupos de factores.
- FRA3_MED: Fragilidad media según la media de los tres grupos de factores.
- FRA3_STD: desviación estándar de la Fragilidad, según la media de los tres grupos de factores.

menores, tanto en la media como en la desviación estándar. Los paisajes que sufren cambios más importantes, en función del agrupamiento de variables, y según la Fragilidad **media** son: “Paisaje urbano”, “Franja litoral y acantilado”, “Complejo endorreico de la Janda” y la “Campiña de Vejer”.

La mayor **desviación estándar** en torno a la media se da en las unidades de baja Fragilidad, especialmente en las “Comunidades de ribera”, posiblemente por encontrarse distribuidas por todo el territorio y por su condición de zonas de borde. Las zonas de menor desviación estándar se sitúan en unidades con una Fragilidad intermedia: “Laguna de Alcalá”, “Superficies de agua” y “Paisaje portuario”.

Por último, podría considerarse que la mayor Fragilidad se asocia a las unidades de menor tamaño, aunque la “Laguna de Alcalá” constituye una excepción, pues todas las celdillas poseen el mismo valor de Fragilidad (baja), favorecido en parte por ser la unidad de menor extensión.

5- Conclusiones finales.

La metodología propuesta para evaluar la Fragilidad Visual de las unidades mínimas de información, y en definitiva, de las unidades de paisaje que creadas, ha resultado adecuada: este trabajo demuestra que su **aplicación es posible** y que los resultados obtenidos son satisfactorios. Sin embargo, en el desarrollo del diseño metodológico han ido apareciendo diferentes problemáticas que a continuación se detallan, y que, en cierto modo, fueron presentados en una anterior publicación sobre la calidad del paisaje (Parrilla Alcalá et al., 2003), por lo que aquí únicamente se destacarán en los puntos más relevantes para el cálculo de la fragilidad.

El proceso de generación de cada **cuenca Visual** es excesivamente lento, y si era necesario generarlas para cada una de las celdillas de la zona de estudio, para posteriormente calcular el resto de características de la cuenca (forma, compacidad...), el trabajo se ralentizaba excesivamente. Todo esto debe llevar a una solución de compromiso entre el nivel de detalle que se desee obtener en el análisis (tamaño de celdilla), y la rapidez de éste.

Aunque el trabajo tenía un fin metodológico y, en principio, objetivo, no ha sido posible evitar la toma de una serie de **decisiones** muy importantes, que afectaban al resultado final del

análisis (variables a utilizar, número de intervalos y la asignación de sus valores, etc). Estas cuestiones fueron resueltas utilizando como criterios la experiencia contenida en las fuentes bibliográficas, y la puesta en común de las opiniones de los integrantes del grupo de trabajo.

El **cálculo de determinadas variables** puede ser realizado de una forma diferente a la utilizada en este estudio, lo que exigiría un análisis más detallado: la Pendiente u Orientación, la Cercanía o Focalización, y todas las relacionadas con las características de la cuenca visual. Se da la circunstancia paradójica de que algunas de ellas son relativamente fáciles de elaborar manualmente, pero tienen gran dificultad a la hora de su implementación informática.

Se hace necesario elegir variables no correlacionadas, evitando la utilización de información redundante, que da lugar a que los resultados obtenidos puedan estar excesivamente sesgados. Un ejemplo paradigmático es el de los factores relacionados con la vegetación. Una cantidad menor de variables, pero más independientes, favorecería la claridad del análisis y la bondad de los resultados.

La escala de trabajo utilizada exigía una mayor **compartimentación** de algunos elementos, como el parcelario urbano o la zona marina, que en algunos casos, fueron analizados como superficies muy uniformes. Por ejemplo, y dentro de la zona marina, la subdivisión podía realizarse en función de la distancia, ya que la visión de los petroleros puede afectar de forma negativa la percepción del paisaje marino, mientras que la de los barcos de vela le afecta positivamente.

Finalmente es necesario insistir en dos puntos:

Los análisis de Fragilidad no pudieron ser calculados para la **totalidad del territorio**: todo lo relacionado con cuencas visuales, sólo fue calculado para un único punto, como mera demostración de que la metodología era posible. No se evaluó, pues, la Fragilidad Visual de forma completa para todo el territorio.

La creación de un **modelo digital de elevaciones** tiene una importancia capital, debido al número de variables extraídas a partir de él, como son todas las relativas a las cuencas visuales y sus características, por lo que la elección del método de interpolación que lo genera, así como su resolución espacial han de ser elegidos cuidadosamente.

En este proyecto, la metodología desarrollada es de mucho más valor que los resultados obtenidos, pues el interés del trabajo reside en la utilización de los SIG como herramienta para la evaluación de características del paisaje, y en la puesta a punto de un método global que permita valorarlas de un modo lo más objetivo posible.

Agradecimientos:

A la Consejería de Obras Públicas y Transportes, a través de la Dirección General de Ordenación del Territorio y Urbanismo, por haber subvencionado el Proyecto **Metodología para la valoración de la calidad y fragilidad del paisaje mediante SIG** dentro del proyecto de colaboración *Paisajes Mediterráneos y Alpinos*, integrado en el Programa INTERREG IIC, relativo al Mediterráneo Occidental y Alpes Latinos.

Bibliografía:

- ALONSO MIURA, R. (1988): "Sobre el concepto de paisaje", en Estudios Geográficos, nº 191.
- BEJARANO PALMA, R. (1997): "Vegetación y paisaje en la costa atlántica de Andalucía", Universidad de Sevilla, Servicio de Publicaciones, Sevilla.
- BOLOS, M^a (COORD.) (1992): "Manual de la ciencia del paisaje. Teoría, métodos y aplicaciones", Masson S.A., Colección de Geografía, Barcelona.
- ELKIE, P.C, REMPEL, R.S. Y CARR, A.P. (1999): "Patch analyst user's manual. A tool for quantifying landscape structure", NWST Technical Manual TM-002. CNFER, Ontario.
- ERREA ABAD, M.P. y GONZALEZ FERNANDEZ-NIETO, C. (1996): "Utilización de Sistemas de Información Geográfica en la elaboración de cartografías de valor natural", en Modelos y Sistemas de Información en Geografía, VII Coloquio de Geografía Cuantitativa, SIG y Teledetección. Vitoria, AGE.
- ESCRIBANO BOMBÍN, R. (2000): "El paisaje: diversidad de enfoques", en Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Geología), Tomo 96, nº1-4.
- FERNANDEZ-PALACIOS CARMONA, A. (1988): Guías naturalistas de la provincia de Cádiz. El litoral. Diputación de Cádiz, Cádiz.
- GILMARTÍN, M.A. (2000): "La percepción del paisaje", en Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Geología), Tomo 96, nº1-4.

- GOMEZ MENDOZA, J. et al. (1999): "Los paisajes de Madrid: naturaleza y medio rural", Alianza editorial y Fundación Caja Madrid, Madrid.
- GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F.(1985): "Invitación a la ecología humana. La adaptación afectiva al entorno", Tecnos, Madrid.
- LABRANDERO SANZ, J.L. y MARTINEZ VEGA, J. (1998): "Sistemas de Información Geográfica en la Planificación Ambiental de Áreas de Montaña", Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto de Economía y Geografía, Madrid.
- MARQUEZ PEREZ, J.; PARRILLA ALCALA, E. y RODRIGUEZ DIAZ, V. (2002): Metodología para la valoración de la calidad y fragilidad del paisaje mediante sistemas de información geográfica. COPT, documento interno.
- MERIDA RODRÍGUEZ, M. (1994): "Metodología de análisis y clasificación del paisaje mediante SIG y análisis multivariante",
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES (1993): "Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Contenido y metodología", Serie Monografías del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Madrid.
- MONTOYA AYALA, R., ARAMBURU MAQUA, M.P. y ESCRIBANO BOMBIN, R. (1997): "La fragilidad del paisaje de los Tuxtlas, Veracruz, México", en Primera Reunión de Usuarios de IDRISI, Alcalá de Henares.
- ORTEGA ALBA, F. (1991): "Reflexiones acerca del paisaje visual y su relación con el paisaje integrado", en II Congreso de Ciencia del Paisaje, BeiLlloc., Septiembre 1991, Monografías de PEQUIP 4, pp. 151-163.
- ORTEGA ALBA, F. (1996): "Conceptos de paisaje y opciones de intervención", en Cuadernos Geográficos, 26, 1996, pp. 153-173.
- PARRILLA ALCALA, E.; MARQUEZ PEREZ, J. y RODRIGUEZ DIAZ, V. (2003): Establecimiento de la calidad del paisaje mediante SIG en el entorno del P.N. de La Breña y Marismas del Barbate (Cádiz). Aproximación metodológica. IX Conferencia Iberoamericana de SIG, Cáceres.
- SANCHO ROYO, F. (1999): "Apuntes para una reflexión sobre la consideración del paisaje en la Ordenación del Territorio", en Seminario de Medio Ambiente, Fundación Duques de Soria, Soria 12-16 julio de 1999.
- ZOIDO NARANJO, F. (1999): "El paisaje en la Ordenación del Territorio. Apreciaciones conceptuales y metodológicas para aplicaciones en España", en Seminario de Medio Ambiente, Fundación Duques de Soria, Soria 12-16 de julio de 1999.