

UNA PROPUESTA PARA CUANTIFICAR LA VISIBILIDAD DEL TERRITORIO DESDE LA RED VIARIA

FERNANDO MADIEDO RUZ*, JOAQUIN BOSQUE SENDRA**

Recibido: 1-11-06. Aceptado: 15-01-07. BIBLID [0210-5462 (2006-2); 39: 69-81].

PALABRAS CLAVE: SIG, impacto visual, cuenca visual.

KEY WORDS: GIS, visual impact, visual field.

MOTS-CLEFS: SIG, impact visuel, champ visuel.

RESUMEN

Se propone una metodología para la cuantificación del impacto visual que produciría un elemento antrópico en el medio natural percibido desde la red viaria. Partimos de la premisa de que el impacto visual no es tan sólo inversamente proporcional a la distancia objeto impactante-observador impactado, sino que existen unos umbrales de distancia que determinan impactos de igual valor. Por otra parte se ha tenido en consideración las peculiaridades del visionado dinámico (en movimiento, desde la carretera).

ABSTRACT

We present a methodology to quantify the visual impact that would be produced by any antropic element in nature background as perceived from a railway. We have tried to prove that a visual impact is not only inversely proportional to the distance between the antropic object and the observer, but there exist distance thresholds that determine equal value impact. At the same time we have taken into account the peculiarities of the dynamic vision (when moving, from a road).

RÉSUMÉ

Nous proposons une méthodologie pour la quantification de l'impact visuel que produirait un élément anthropique dans le milieu naturel, perçu depuis le réseau routier. Nous partons du fait que l'impact visuel n'est pas seulement inversement proportionnel à la distance objet impactant-observateur impacté, sinon qu'il existe des seuils de distance qui déterminent des impacts de même valeur. Par ailleurs, nous avons pris en compte les particularités de la vision dynamique (en mouvement, depuis la route).

* UGR, fmadiedo@ozu.es

** UAH, joaquin.bosque@uah.es

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se constata un creciente interés en el contexto europeo por el tema del paisaje, que ha empezado a ser reconocido como un importante recurso ambiental, económico y cultural, así como un elemento clave en la mejora de la calidad de vida de las poblaciones. A raíz de este reconocimiento, que ha propiciado entre otras iniciativas la redacción de la Convención Europea del Paisaje (en vigor desde marzo de 2004)¹, surge la necesidad de considerar al paisaje en los distintos instrumentos de planificación territorial y ambiental. Hasta fechas muy recientes estos estudios de paisaje se han realizado con técnicas manuales, lo que retrasaba y encarecía considerablemente los trabajos. Los sistemas de información geográfica (SIG), que ya han demostrado sus enormes prestaciones en distintos aspectos de la planificación y ordenación del territorio, pueden y deben emplearse ahora en los estudios de paisaje, añadiendo nuevas posibilidades de análisis y abaratando los costes de estos trabajos.

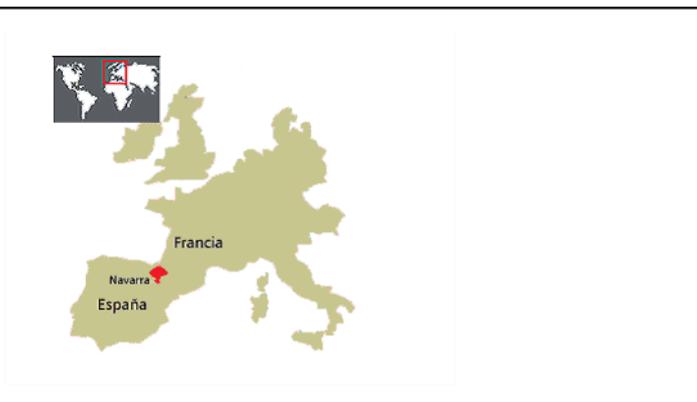
Se ha señalado frecuentemente la existencia de dos tipos de aproximación al estudio de los paisajes: una aproximación *geosistémica* (*paisaje integrado*) y otra aproximación *perceptual* (*paisaje visual*). El *paisaje integrado* es entendido como un geosistema, un modelo que intenta explicar los hechos complejos de la superficie terrestre, como una integración de una serie de elementos que funcionan como *subsistemas interactivos y dinámicos* y que sólo pueden ser valorados por un *observador-experto* que sabe discernir las unidades complejas del paisaje, definir las, cartografiar las, etc. Por el contrario en las aproximaciones *perceptuales* se da especial relevancia a la figura del observador (el público), en tanto que consumidor *no experto* del paisaje, que percibe los elementos puramente sensoriales del paisaje, con lo que entran en juego los mecanismos mentales de la percepción (ORTEGA ALBA, 1997).

La fragilidad es un concepto muy utilizado en los estudios de paisaje y refiere a la susceptibilidad de un paisaje al cambio o alteración por las acciones modificadoras del hombre. Este concepto de fragilidad está mucho más matizado en los estudios perceptuales ya que en ellos refiere, no ya a las alteraciones objetivas del medio, sino a las condiciones de visibilidad o no visibilidad de las mismas y a las consecuencias sociológicas más o menos significativas en términos de alarma social provocadas por dichas alteraciones o por su conocimiento o interpretación (ORTEGA ALBA, 1997).

Es precisamente en los aspectos de intervención, entendidos en este caso como prevención, donde los estudios perceptuales adquieren su mayor interés. Estas actuaciones pueden aprovechar o coincidir con las del paisaje integrado, pero añadiéndoles ciertos retoques *cosméticos*. Nos referimos a ciertas técnicas de localización de actuaciones con el fin de hacerlas menos visibles en el interior de un escenario, lo que a veces resulta ser la única opción planificadora posible, sobretudo en aquellos casos en que la actuación no admita corrección intrínseca o en aquellos otros en que su realiza-

1. Se puede consultar el texto íntegro en: http://www.coe.int/T/F/Coop%E9ration_culturelle/Environnement/Paysage

Figura 1. Situación geográfica de Navarra



FUENTE: cfnavarra.es

ción sea incuestionable por imperativos políticos o económicos. En estos casos, en que el geosistema tiene que soportar inevitablemente determinadas cargas ambientales que alteren sus características en términos objetivos, se debe intentar que afecten mínimamente a la percepción de la población, es decir que resulten lo menos visibles posible.

En el año 2000, el Gobierno de Navarra puso en marcha el Sistema de Información Territorial de Navarra —SITNA—, en soporte SIG, con el objetivo de servir de nexo entre los Sistemas departamentales, como el de Medio Ambiente, y permitir una amplia comunicación al público de información con componente territorial. Para el Departamento de Medio Ambiente, este proyecto es especialmente valioso al poder servir de vía de difusión de la Información Ambiental y permitir que los promotores de planes y proyectos incorporen los aspectos ambientales desde el inicio de la formulación de los mismos. Dentro de esta perspectiva, es imprescindible generar información ambiental completa y de calidad, principalmente en los proyectos que incorporan los estudios de Evaluación de Impacto Ambiental o de Afecciones Ambientales. A este efecto el Sistema de Información Ambiental de Navarra —SIAN—, encuadrado en el SITNA, se presenta como una herramienta para la evaluación y defensa de la biodiversidad del territorio navarro.

Sin embargo el SIAN, que ya contaba con suficientes coberturas de información como para establecer acciones de corrección paisajística a intervenciones con un criterio *geosistémico* (MDT, ocupación del suelo, hábitats, montes, cuencas hidrográficas..., información dada en su mayoría en lo que se consideraba en aquel momento la escala de gestión —1:25.000—), carecía de información acerca de la visibilidad del territorio por parte de sus habitantes. Para subsanar esta carencia el Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Navarra, a través de la empresa pública TRACSA, suscribe un contrato con la Universidad de Alcalá para la realización de un trabajo a tal fin. Este trabajo, denominado «*Elaboración de un sistema de cuantificación de la*

visibilidad y análisis previo del impacto visual de instalaciones industriales, realizado mediante SIG en Navarra», se realiza bajo la supervisión de los profesores Joaquín Bosque Sendra (UAH) y Amparo Ferrer (UGR).

El objetivo general del trabajo era ofrecer al SIAN alguna información acerca del *volumen de consumo potencial de paisaje* que se da en la Comunidad navarra. Dicho de otra manera, el grado en que cada punto del territorio de la comunidad puede ser visualizado por la población residente en ella. De esta manera se facilitarían al Sistema datos interesantes para la localización de actuaciones con el fin de hacerlas menos visibles en el interior de un escenario.

Si bien es cierto que la población percibe el entorno básicamente desde aquellos lugares en que realiza la mayor parte de su quehacer diario (los núcleos de población en que reside), el empleo masivo del automóvil por parte de la población ha aumentado cuantitativamente el tamaño del territorio potencialmente visible en lo cotidiano, por lo que el trabajo debía asimismo considerar esta percepción del entorno desde la red viaria. Es decir, por una parte el trabajo debía arrojar información acerca de la porción de territorio que puede ser potencialmente percibida desde aquellos lugares en que la población reside; por otra, obtener información acerca de la porción de territorio susceptible de ser percibida por la población que transita en su quehacer cotidiano. El sujeto de esta ponencia es la descripción de las labores realizadas en esta segunda fase del trabajo².

1.2. *Objetivos*

El objetivo general de esta segunda fase del trabajo es ofrecer al SIAN información acerca del *volumen de consumo potencial de paisaje* desde la carretera que se da en la Comunidad navarra. Dicho de otra manera, el grado en que cada punto del territorio de la comunidad puede ser visualizado por la población que transita por su red viaria.

Para ello deberemos establecer una serie de coberturas de información, un conjunto de diversos mapas, que reflejen las relaciones de visibilidad que se dan entre el territorio y la población que transita por la red viaria. Estos mapas son:

- Determinación de la porción de territorio que puede ser potencialmente percibida desde la red viaria por la que transita la población. Información acerca de la

2. La descripción de las labores y resultados obtenidos en la primera fase del trabajo (visibilidad potencial del territorio desde los núcleos de población) fueron objeto de una ponencia presentada en la *X Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica* de la Sociedad Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica, celebrada en San Juan de Puerto Rico los días 6 al 9 de septiembre de 2005, con el nombre de «una propuesta metodológica para cuantificar la visibilidad del territorio por la población».

- visibilidad/no visibilidad de cada punto del territorio desde la red viaria (expresado en este caso como una celdilla de una retícula raster usada en el SITNA³).
- Determinación de la probabilidad de visionado de cada uno de los puntos del territorio potencialmente visibles desde la red viaria. Dada la fugacidad del acto de visionado dinámico (visionado en movimiento), estableceremos la probabilidad de visionado en función a la cantidad de ocasiones en que un punto del territorio puede ser visto desde un tramo de la red viaria.
 - Determinación del volumen de visionado. Como es imposible establecer el volumen exacto de habitantes que transita (cantidad de pasajeros por vehículos), trabajaremos con el volumen de tráfico establecido en rangos (según datos de Aforos de Tráfico de la Dirección General de Obras Públicas del Gobierno de Navarra).
 - Determinación del grado de impacto visual producido por una potencial actuación antrópica, para cada una de las células potencialmente visibles desde la red viaria. El impacto visual se determinará en función de la probabilidad de visionado (en cuántas ocasiones puedo percibir un punto del territorio desde la red viaria) y del volumen de visionado (cantidad de vehículos —por rangos— que potencialmente pueden percibir ese punto del territorio).

2. METODOLOGÍA

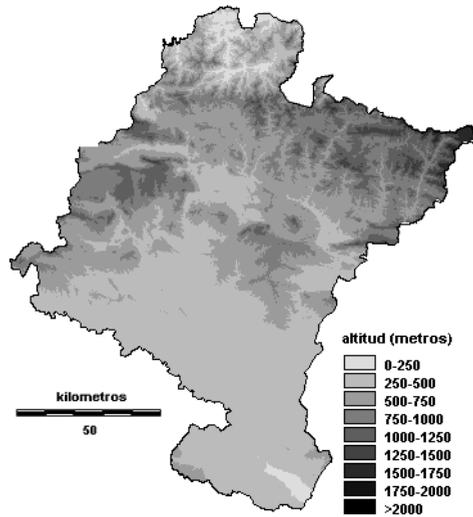
El sistema empleado para la obtención de la información deseada se basa en el empleo del Modelo Digital del Terreno (en este caso Modelo Digital de Elevaciones —MDE—), sobre el que se establecerán toda una batería de cuencas visuales. La dinámica del trabajo consiste en establecer la cuenca visual de todos y cada uno de los tramos de la red viaria (tramos segregados en función del tipo de vía y del aforo que acoge), para a continuación dar información numérica (píxel a píxel) acerca de los parámetros arriba citados (probabilidad de visionado, volumen potencial de visionado, impacto visual).

Para ello, era preciso realizar una serie de labores previas con respecto a la elección del MDT y al establecimiento del radio máximo de alcance de las cuencas.

2.1. Elección del MDE

Se utiliza para el trabajo el MDT a escala 1:25000 del IGN. El MDE para toda la Comunidad navarra, consiste en una imagen raster de 156 Mb; con 6004 columnas x 6676 filas, lo que corresponde a 40.082.704 píxeles de 25 m x 25 m; una imagen que abarca el territorio situado entre las coordenadas UTM-30N 539300 m a 689400 m de

3. De todas y cada una de las células de 25x25m, hasta cubrir la totalidad del territorio de la Comunidad Foral (10.421 km²).

Figura 2. *Modelo digital de elevaciones*

FUENTE: Elaboración propia.

longitud y 4632300 m a 4799200 m de latitud. De esta imagen sólo se mantienen valores Z en los píxeles correspondientes al territorio navarro, anulando los valores exteriores (Z=0) (Véase fig. 2).

2.2. Empleo de las cuencas visuales

El procedimiento más ajustado para determinar con precisión la cuenca visual es el cálculo automático efectuado sobre un MDT. Para su obtención se emplea el programa *Idrisi3.2 release two*. El procedimiento consiste en establecer las cuencas visuales de los distintos tramos de la red viaria por los que transita la población, tramos segregados en función al tipo de red viaria y al volumen de tráfico que acoge. Los datos ofrecidos por la Dirección de Obras Públicas nos segrega:

- 6 tipos de vías: autopistas, autovías, carreteras generales (nacionales), carreteras forales (autonómicas), vías comarcales y vías locales.
- Información acerca de la intensidad media diaria de tráfico, partiendo de una descomposición de la red viaria en tramos de características uniformes en cuanto al tráfico. Los datos son recogidos por el sistema de estaciones de Aforo de la red de Carreteras de Navarra (271 estaciones de control).

Partiendo de estos datos, y con la finalidad de facilitar la comprensión de las cifras obtenidas, se segregan 6 rangos de intensidad de tráfico: más de 20.000 vehículos/día, 10.000-20.000 vehículos, 4.000-10.000, 2.000-4.000, 1.000-2.000, menos de 1.000.

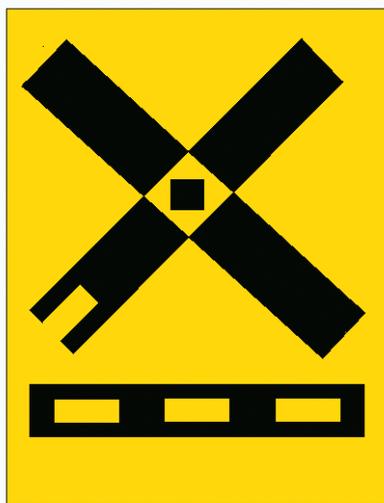
Se establecen así sobre el MDE generado, las cuencas visuales de todos y cada uno de los tramos uniformes segregados en función al tipo de vía y al rango de tráfico que acoge, hasta completar un total de 134 tramos identificados.

2.3. Alcance máximo de la cuenca visual

Si bien, como veremos más adelante, el método para cuantificar el impacto visual desde la red viaria se va a basar en la determinación del *volumen* y de la *probabilidad* del visionado, es necesario hacer aquí una referencia a aquella primera parte del trabajo, ya señalada, en que se trataba la visibilidad del territorio desde las entidades de población, ya que en ella se justificaba el alcance máximo de la cuenca visual. A diferencia de las cuencas visuales establecidas desde la red viaria, en las cuencas visuales establecidas desde los núcleos de población se cuantificó el impacto visual en base al *grado de aprehensión de los elementos de caracterización del objeto impactante*. Lo explicamos:

Entramos aquí en la parte más delicada de aquella primera parte ya que de ella habrían de salir tanto la distancia máxima que debíamos dar a las cuencas, como la división interior de las mismas en umbrales de distancia que cuantificaran el impacto visual⁴. La hipótesis de trabajo planteada a tal fin era que, partiendo del principio de que el impacto visual de una instalación es inversamente proporcional a la distancia entre el objeto impactante y el observador impactado, existen unos umbrales de distancia en que se producen saltos cuantitativos en la percepción del impacto, y que existe una distancia (*umbral crítico*) más allá de la cuál el impacto es despreciable. Según nuestra hipótesis, estos umbrales en que se producen saltos cuantitativos en la valoración del impacto están íntimamente ligados a la aprehensión que el observador va tomando acerca del objeto impactante. Esta aprehensión del objeto impactante viene determinada por la identificación de ciertos elementos del objeto que dan información al observador acerca de la naturaleza del mismo. Pensemos, por ejemplo, en una cementera situada en un paraje y en un observador que desconoce la existencia de la misma y que se aproxima a ella desde lejos. A una determinada distancia, el observador se percatará de que hay un elemento antrópico ajeno al medio natural (*umbral crítico*). Conforme avanza, el observador va aprehendiendo información acerca del elemento (su color, su forma, su tamaño, el material con que está hecho, la

4. Insistimos una vez más en que la clasificación de las cuencas visuales establecidas desde la red viaria se va a realizar en base a los criterios *volumen* y *probabilidad* del visionado y no en base a la *aprehensión* del objeto impactante.

Figura 3. *La Figura-Test*

FUENTE: Elaboración propia.

existencia de líneas internas —tuberías, cintas transportadoras...—) y con ello va identificándolo. Nuestra hipótesis es que esa aprehensión no es *lineal* sino que se produce *a saltos*, es decir, que existen umbrales de distancia en que se identifican dichos elementos.

Para poder fijar esos umbrales de una forma genérica, a fin de darles validez para cualquier tipología industrial, era necesario establecer previamente una figura que sintetizara los diversos elementos que conforman la aprehensión de un objeto impactante: con esa figura se podrían realizar unos experimentos posteriores (véase fig. 3). La figura se estableció a partir de la síntesis de múltiples tipologías industriales, señalizaciones náuticas y del test de Secchi⁵.

Se trata de un panel de fondo amarillo con una figura compuesta de color negro. Las *aspas* tienen 1,75 m de largo x 0,30 m de ancho. Estas *aspas* presentan un *hueco* en el centro (0,30 x 0,30m), hueco en el que se sitúa una *diana* interior de 15 x 15 cm, girada 45° con respecto a las *aspas* (*contraortogonalidad*). Una de las *aspas* presenta una *muesca* de 10 x 25 cm. La *barra* inferior es de 1,5 m y presenta tres *granos* de 10 x 25 cm.

5. Las tipologías industriales se extrajeron de la obra fotográfica del matrimonio Bernd y Hilla Bechers («A Typology of Technical Constructions», «Pennsylvania Coal Mine Tipples», «Eine Typologie technischer Bauten», «Industrial Facades», «Water Towers»...); obra que podemos contemplar en la exposición «Basic form of industrial building» (Fundación Telefónica, hasta el 17 de julio).

La premisa de estos experimentos consistía en verificar en qué orden y en qué umbrales de distancia los observadores encuestados iban identificando los distintos elementos de caracterización arriba señalados (aspas, diana, ...). El experimento consistía en una aproximación a la figura desde una distancia tal que impedía inicialmente a los encuestados percibir la figura (ninguno de ellos la había visto previamente)⁶.

A partir de los resultados obtenidos en los experimentos-encuestas, y tras un tratamiento estadístico de los mismos, se obtuvo la siguiente secuencia:

Color(850m)-Aspas(400m)-{Granos+hueco}(150m)-
{Muesca+Diana}(80m)- Contraortogonalidad (50m)

2.3.1. Umbral crítico en las cuencas visuales establecidas desde los núcleos de población

A la vista de los resultados arrojados por el experimento, se estableció el umbral crítico del experimento en 850m, distancia a la que se aprecia el elemento de caracterización *color*. (Umbral crítico del experimento = 850m).

Radio de la cuenca visual < 850m ► confirmación de actividad antrópica.

Proponemos este umbral crítico para establecer el radio o alcance máximo de las cuencas visuales a establecer, puesto que no podemos hablar de impacto visual hasta que no se confirme la presencia de actividad antrópica. Evidentemente este umbral crítico hace referencia única y exclusivamente al caso de las medidas de la figura-test de este experimento. Como conocemos las medidas exactas de la figura-test (por ejemplo, que las aspas de la figura miden 1.75m) podemos extraer un índice genérico de umbrales críticos para cualquier tamaño de aspas⁷. $iuc = \text{Índice de umbral crítico} = \text{distancia umbral crítico} / \text{tamaño aspas} = 850m / 1,75m = 485.71$. $iuc = 485.71$.

Podemos ahora establecer una tabla de umbrales críticos para diferentes tamaños de aspas: Umbral crítico = $iuc \cdot \text{tamaño aspas}$

<i>Tamaño de las aspas</i>	<i>Umbral crítico</i>
5 metros	2428.57 metros
10 metros	4857.1 metros
15 metros	7285.65 metros
20 metros	9714.2 metros
25 metros	12142.75 metros
30 metros	14571.3 metros

Hemos señalado en **negrita** el umbral crítico para una figura-test con un tamaño de aspas de 15 metros ya que, tras un análisis de diferentes tipologías constructivas industriales, consideramos que este tamaño de figura-test es el correspondiente a la mayoría de las construcciones industriales reales. El tamaño de las aspas correspondería, en una construcción real, al tamaño medio de las líneas rectas de identificación de la misma

6. Una adaptación «a la inversa» del *test de Secchi* para la medición de turbidez de las aguas.

7. Lo que en la práctica correspondería a diferenciar tipologías constructivas industriales.

<i>Tamaño aspas (tipología constructiva)</i>	<i>Impacto máximo (ic=28.57)</i>	<i>Impacto alto (imd=45.71)</i>	<i>Impacto medio (igh=85.71)</i>	<i>Impacto bajo (ia=228.57)</i>	<i>Impacto mínimo (iuc=485.71)</i>
5 m	142.85 m	228.55 m	428.55 m	1.142.85 m	2.428.57 m
10 m	285.7 m	457.1 m	857.1 m	2.285.70 m	4.857.10 m
15 m	428.55 m	685.65 m	1.285.65 m	3.428.55 m	7.285.65 m
20 m	571.4 m	914.2 m	1.714.2 m	4.571.40 m	9.714.20 m
25 m	714.25 m	1.142.75 m	2.142.75 m	5.714.25 m	12.142.75 m
30 m	857.1 m	1371.3 m	2571.3 m	6.857.10 m	14.571.30 m

(tamaño de una chimenea, de una tubería exterior...). Esta es la razón por la que el alcance de las cuencas visuales establecidas desde los núcleos de población era de 7.285 metros. Llegados a este punto se estableció un primer cuadro de umbrales en base a criterios estrictamente visuales. Se trata de establecer umbrales en aquellas distancias en las van apareciendo los diferentes elementos de caracterización de la figura. Repetimos la operación anterior, determinando índices para cada una de estas distancias. Una vez elaborados los índices extrapolamos a una tabla con diferentes tamaños de figuras-test.

ia = distancia identificación aspas / tamaño aspas = 400 m/1.75 m = 228.57; ia = 228.57.

igh = distancia identificación {grano+hueco}= 150 m/1.75 m = 85.71; igh = 85.71.

imd = distancia identificación {muesca+diana}= 80 m/1.75 m = 45.71; imd = 45.71.

ic = distancia identificación contraortogonalidad = 50 m/1.75 m = 28.57; ic = 28.57.

Con estos índices pudimos levantar una tabla de umbrales para distintos tamaños de aspas en base a criterios estrictamente visuales. De los resultados que ofrece la tabla obtenemos una clasificación de umbrales de impacto visual.

2.3.2. Umbral crítico de las cuencas visuales establecidas desde la red viaria

Acabamos de ver cómo mediante unos experimentos se han establecido un umbral crítico y una serie de umbrales de impacto visual de las cuencas visuales *establecidas desde los núcleos de población*. Es evidente que los resultados del experimento anterior no eran aplicables en el caso del visionado *dinámico* o en *movimiento* (para cuencas visuales establecidas desde la red viaria) ya que las condiciones de atención del observador son diferentes (está a bordo de un vehículo en movimiento) y el tiempo de observación *potencial*⁸ del objeto va a ser mínimo (*futilidad del visionado*). A pesar

8. Potencial, ya que cabe la posibilidad de que el observador no llegue a ver el objeto impactante (puede estar al otro lado de la carretera, o sencillamente el observador no se fija porque está conduciendo). Esta es la razón por la que finalmente se opta por el parámetro *probabilidad* del visionado para la cuantificación del impacto.

de ello nos propusimos realizar un experimento *dinámico* o *en movimiento* para tratar al menos de establecer el umbral crítico del visionado dinámico. En este experimento subimos a los encuestados a bordo de unos vehículos que recorrieron un tramo de carretera desde el que en unos determinados momentos se podía ver la figura-test situada en el escenario. La figura se situó a distintas distancias siguiendo los valores establecidos en el experimento anterior (850 m, 400 m, 150 m, 80 m, 50 m) realizándose otras tantas pasadas y con pasajeros diferentes en cada una de ellas.

Los resultados confirmaron nuestra sospecha de que el visionado *en movimiento* (y por tanto *fútil* y *potencial*⁹) daba resultados incoherentes y sin lógica alguna en lo que a *aprehensión de los elementos de caracterización* refiere. No obstante, el experimento arrojó un dato significativo con respecto al *umbral crítico*: a diferencia del experimento anterior en que el elemento de caracterización «color» era el primero en ser aprehendido, en este caso los encuestados no empiezan a percibir el elemento antrópico hasta la aprehensión del elemento de caracterización «forma». Por esta razón se decide establecer el umbral crítico para el visionado dinámico en el umbral correspondiente:

$I_{uc} = 228.57$ ___con la tipología constructiva elegida (tamaño aspas = 15m)___umbral crítico = 3428.55

2.4. Métodos de ponderación del impacto visual

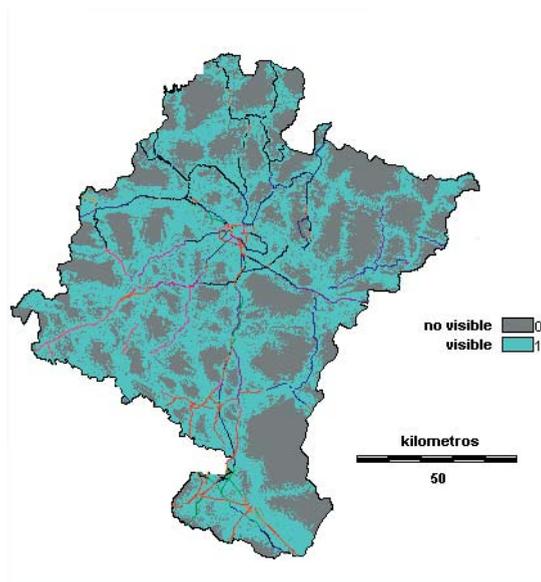
Recordemos los objetivos que nos proponíamos en el primer apartado:

- Determinación de la porción de territorio que puede ser potencialmente percibida desde la red viaria por la que transita la población.
- Determinación de la probabilidad de visionado de cada uno de los puntos del territorio potencialmente visibles desde la red viaria.
- Determinación del volumen de visionado.
- Determinación del grado de impacto visual producido por una potencial actuación antrópica, para cada una de las células potencialmente visibles desde la red viaria.

2.4.1. Determinación de la porción de territorio que puede ser potencialmente percibida desde la red viaria por la que transita la población. Información acerca de la visibilidad/no visibilidad de cada punto del territorio desde la red viaria. Puesto que ya hemos establecido la cuenca visual de todos y cada uno de los tramos de carreteras (segregados en función al tipo de vía y al rango de tráfico que soportan), nos basta con sumar todas estas coberturas, establecer una reclasificación binaria y obtenemos el *mapa de visibilidad del territorio desde la red viaria*. La información que nos propor-

9. Hubo ocasiones en que algún encuestado ni siquiera llegó a darse cuenta de la presencia de la figura-test.

Figura 4. *Mapa de visibilidad del territorio desde la red viaria*



FUENTE: Elaboración propia.

ciona el píxel o *célula de información* es si esa cuadrícula de 25 x 25m es «visible» ($Z = 1$) o «no visible» ($Z = 0$) desde alguno de los tramos del viario.

2.4.2. Determinación de la *probabilidad de visionado* de cada uno de los puntos del territorio potencialmente visibles desde la red viaria. Información acerca de en cuantas ocasiones a lo largo del recorrido de un tramo se puede ver una determinada célula. El programa Idrisi 3.2. nos ofrece para ello una modalidad de cuenca visual que establece una clasificación «proporcional» de las células «visibles». La información que nos proporciona el píxel se refleja en tanto por 1 ($Z=1$, para la célula vista desde más puntos del recorrido, $0 < Z < 1$, para las otras células vistas —el valor Z refleja el tanto por 1 de veces que puede ser vista—, $Z=0$ para las células no visibles). La superposición de todas las cuencas visuales nos ofrece el *mapa de probabilidad de visionado del territorio desde la red viaria*.

2.4.3. Determinación del *volumen de visionado*. Información acerca de la cantidad de vehículos desde los que una célula puede ser potencialmente vista. Se trata simplemente de adscribir información acerca del volumen de tráfico que soporta un tramo de carretera a la cuenca visual correspondiente a dicho tramo. La superposición de todas las coberturas nos da el *mapa de volumen de visionado del territorio desde la*

red viaria. Este volumen puede darse en cifras absolutas (lectura de las estaciones de aforo), aunque la claridad y la comprensión de los índices obtenidos aconsejan el empleo de rangos de tráfico (ya señalados).

2.4.4. Determinación del grado de impacto visual producido por una potencial actuación antrópica, para cada una de las células potencialmente visibles desde la red viaria. Hemos venido señalando a lo largo de la ponencia que la cuantificación del impacto se establece mediante la combinación del *volumen* y de la *probabilidad* del visionado¹⁰. Partimos del principio de que una actuación antrópica en un determinado punto del territorio (célula) es susceptible de provocar un mayor impacto visual cuantos más vehículos tengan la posibilidad de verlo (*volumen*) y cuantas más ocasiones haya de poder verlo (*probabilidad*, determinada en función del número de puntos del recorrido desde el que se puede ver esa célula). En el *mapa de impacto visual desde la red viaria*, el índice de *probabilidad*, expresado en tanto por 1, matiza el *volumen* de impacto.

3. BIBLIOGRAFÍA

- ORTEGA, F. (1997); «Conceptos de paisaje y opciones de intervención»; *Cuadernos Geográficos*, 26, 153-173.
- BECHER, B. y H. (1970); *Anonyme Skulptur, Eine Typologie technischer Bauten*, Düsseldorf: Art-Press Verlag.
- , (1992); *Pennsylvania Coal Mine Tipples*, New York: Dia Center for the Arts.
- , (1999); *Basic Forms*, New York: teNeues Publishing Company.

10. Como hemos visto anteriormente, el experimento *en movimiento* de aprehensión de los elementos de caracterización de un objeto impactante (sintetizado en la figura-test) no reveló coherencia alguna.