

## **INFRAESTRUCTURAS Y TERRITORIO. LA NECESIDAD DE CAMBIOS POR LA EFICACIA Y EFICIENCIA EN EL CAPITAL PRODUCTIVO TERRITORIAL.**

Gradientes de accesibilidad y transformación territorial: Una aportación a los estudios de fragilidad paisajística.

*Emilio Molero Melgarejo\**

*Pilar García Martínez \*\**

*\*Ingeniero de Caminos C. y P. Profesor Ayudante del Área de Urbanismo y Ordenación del Territorio. Universidad de Granada.*

*\*\* Dr. En Geografía. Profesora Titular del Área de Análisis Geográfico Regional. Universidad de Jaén.*

### **1. INTRODUCCIÓN**

El creciente interés de las distintas administraciones públicas e instituciones científicas europeas por los problemas de la degradación del medio ambiente y el desarrollo sostenible queda de manifiesto en la aparición durante las últimas décadas de numerosos textos internacionales, legislativos y científicos, relacionados con la protección y gestión del patrimonio paisajístico.

En el ámbito nacional, el paisaje toma cada vez más importancia científica y política, desde el 20 de octubre de 2000, cuando España firma la Convención Europea del paisaje, y la Directiva Marco del Agua europea (DMA) 2000 con su transposición a la legislación española en la ley 62/2003 supone un importante cambio de perspectiva en el tratamiento del agua y en su planificación, pasando a un primer lugar las consideraciones medioambientales y de sostenibilidad. Entre estos estudios destacan aquellos que exploran metodologías para la valoración de la calidad y de la fragilidad paisajística utilizando los Modelos Digitales de Terreno y las capacidades de los Sistemas de Información Geográfica.

Esta ponencia constituye un avance de los trabajos que se están realizando en el marco de un proyecto de investigación más amplio<sup>1</sup>, que a su vez es continuación de otro proyecto anterior<sup>2</sup>. Las distintas líneas de investigación se centran, por una parte, en la dinámica que experimentan los usos del suelo y en su modelización prospectiva y por otra, en el estudio de la fragilidad paisajística desde la problemática del agua.

<sup>1</sup> *Simulaciones geotemáticas para modelizar dinámicas ambientales. Avances metodológicos y temáticos.* Proyectos de I+D. MICIIN. Dpto. de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física. Univ. de Granada. Laboratorio GEODE CNRS, Univ. de Toulouse Le Mirail, Inst. de Geografía, UNAM, México. BIA2008-00681.

<sup>2</sup> *Sistemas de Información Geográfica y modelización de la dinámica paisajística de la montaña mediterránea: Sierra Nevada y Pirineos Orientales franceses.* Plan Nacional de I+D+I del Min. de Educación y Ciencia. Inst. de Desarrollo Regional, UGR. Laboratorio GEODE CNRS, Univ. de Toulouse Le Mirail. BIA2003-01499.

## 2. ZONA DE ESTUDIO Y FUENTES DE INFORMACIÓN

El ámbito espacial elegido se sitúa en el sureste español, concretamente en la región murciana, con fuertes dinámicas de transformación de usos ligados, sobre todo, a la gestión del agua en sus fértiles vegas y al fenómeno urbanístico.

La cuenca hidrográfica del río Segura representa un ejemplo interesante para el planteamiento de estudio de la dinámica de la fragilidad paisajística desde la problemática del agua. Esta región debe hacer frente a numerosos problemas medioambientales ligados a la degradación medioambiental, a la escasez de agua, a la intensificación de la agricultura, a la expansión del regadío, a la contaminación del río Segura y de los acuíferos, a la intensa urbanización del litoral, al turismo masificado, etc. Los paisajes murcianos han sido objeto de estudio de múltiples trabajos y proyectos con un enfoque clásico de síntesis regional y todos han destacado una gran importancia del agua en modelación de este territorio.

Para este avance de resultados del proyecto, se elige una zona test, más reducida, para el ensayo algoritmos y validación de las metodologías, de 2270 km<sup>2</sup> de extensión (marco de 50 km x 45 km) y que comprende gran parte de la vega media del río Segura, la cuenca del Mula y el valle del Guadalentín (Fig.1). Este ámbito es muy representativo no sólo de la riqueza paisajística existente en la región de Murcia, sino también de las fuertes dinámicas espaciales y socioeconómicas que están teniendo lugar en las últimas décadas.

En estas dinámicas se han primado más los principales factores que las motivan que la localización y cuantificación particular de los cambios. En la actualidad, en mayor medida que en décadas atrás, el desarrollo de las infraestructuras de transportes, comunicaciones, e hidráulicas entre otros factores, constituyen los ejes vertebradores del modelo de ocupación agrícola y del poblamiento, a la vez que han configurado profundas transformaciones territoriales y económicas en la zona de estudio.

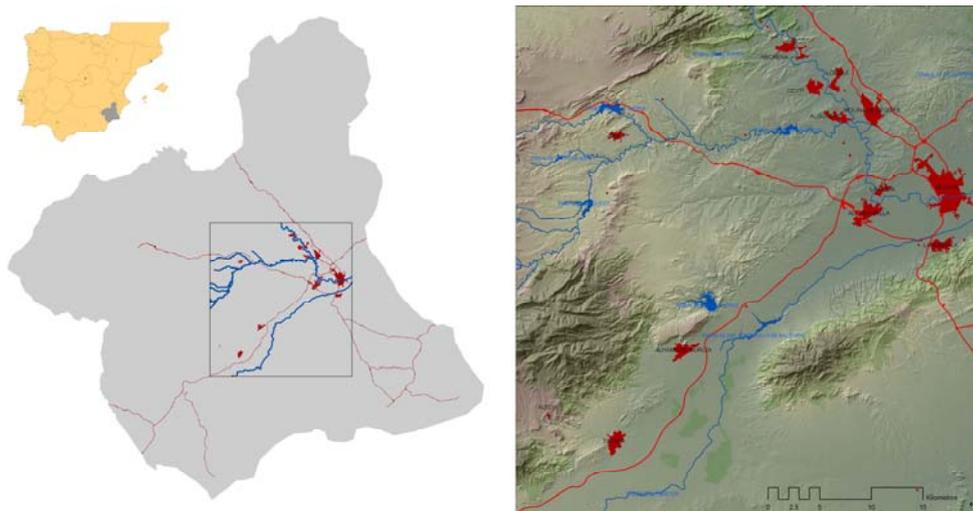


Fig.1. Localización de la zona test. Elaboración propia.

Las fuentes cartográficas utilizadas proceden en su gran mayoría de las bases de datos generadas para un estudio anterior<sup>3</sup>. Esta ingente cantidad de información ya procesada y que fue proporcionada por la Confederación Hidrográfica de Segura, el Instituto Geográfico Nacional y la Comunidad autónoma de la Región de Murcia (CARM), es complementada con nuevos elementos procedentes del proyecto Corine Land Cover 2006, del “Atlas de los Paisajes de la Región de Murcia”<sup>4</sup>, del Navegador de Carreteras de la Región de Murcia (Navecarm), del proyecto Natmur-08 de la Dirección General de Patrimonio Natural y Biodiversidad de la Región de Murcia, del Sistema de Información Territorial de la Región de Murcia (SITMURCIA) y del estudio del transporte terrestre en la región de Murcia ETTRM (2005-2020) de la Consejería de Obras Públicas y Ordenación del Territorio, en su mayoría mediante servicios WMS.

### 3. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

Se pretende destacar aquí, el papel de las infraestructuras de transporte como vías de acceso al paisaje y el de las infraestructuras del agua como generadoras de éste, siendo ambas, factores explicativos de las profundas transformaciones territoriales y paisajísticas que han tenido lugar. Para ello, se aportan conceptos novedosos como los de gradiente de accesibilidad territorial y gradiente de accesibilidad o conectividad visual. La variable temporal es introducida de esta forma como variable fundamental en la modelización prospectiva.

Consideramos la fragilidad visual, como la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso o actuación sobre él. Este indicador sintético que se ha convertido en una base importante para gestión de cambios paisajísticos tiene en cuenta tanto factores biofísicos como histórico culturales y de visualización.

Nos parece interesante la posibilidad de incluir factores como la accesibilidad territorial o la accesibilidad visual y su cambio temporal (gradientes) entre los factores que condicionan las transformaciones territoriales.

Como punto de partida se toman las unidades de paisaje desde la perspectiva del agua (Fig. 2) procedentes del estudio previo de la cuenca hidrográfica del Segura (véase nota 3), introduciendo el análisis de las relaciones complejas de múltiples variables, tanto humanas como físicas, a través del empleo de los Sistemas de Información Geográfica.

Se identificaron y analizaron las hidroecoregiones a partir de los datos hidrológicos, climáticos, hidrogeológicos y morfológicos, tales como: pluviometría, índice de evapotranspiración, existencia de acuíferos, geología, litología, hipsometría, pendientes, susceptibilidad a la erosión, divisorias de cuencas vertientes, red de drenaje y ámbitos fluviales.

Proponemos caracterizar varios tipos de hidroecoregiones en función de la “disponibilidad” del agua para el funcionamiento adecuado de sus paisajes y superponer estos con los datos sobre la estabilidad de los usos del suelo durante distintos períodos, que nos permitirá elaborar la cartografía sobre la evolución de

---

<sup>3</sup> GÓMEZ ORDOÑEZ, J.L. y GRINDLAY MORENO, A.L. (Dirs.). AGUA, INGENIERÍA Y TERRITORIO: la transformación de la cuenca del río Segura por la Ingeniería Hidráulica. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. Confederación Hidrográfica del Segura, 2008.

<sup>4</sup> CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO: *Atlas de los paisajes de la región de Murcia*. Murcia, 2009.

la fragilidad de los paisajes en el ámbito de estudio. A partir de esta información se propone realizar un análisis multivariable y modelizar la dinámica de fragilidad paisajística.

En esta ponencia aportamos un avance de resultados en el proceso para alcanzar dos de los factores que creemos más novedosos, y que actualmente se están ensayando, así como la justificación de su utilidad. Se realiza para ello un análisis de los cambios acaecidos en la zona test y posteriormente se analiza la correlación de éstos con los factores propuestos.

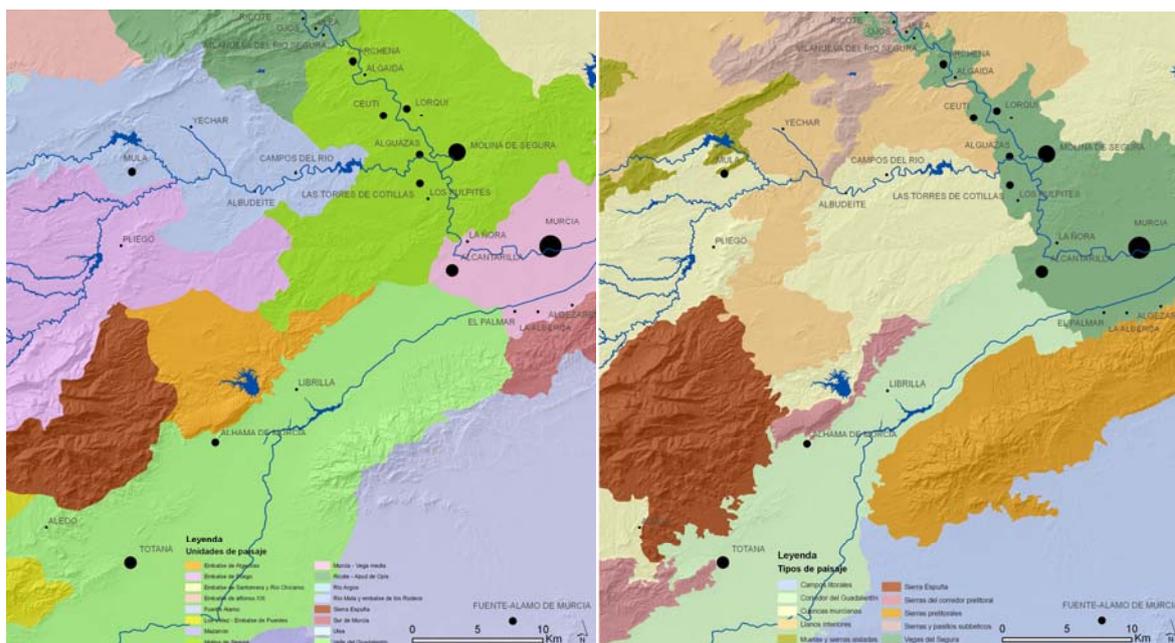


Fig. 2. Unidades de los “Paisajes del Agua” (izquierda) y del “Atlas de los Paisajes de la Región de Murcia” (derecha). Elaboración propia.

### 3.1 Dinámica en los usos del suelo

Se han evaluado las dinámicas de los usos del suelo, a partir de 3 series temporales del proyecto Corine Land Cover, (1990, 2000 y 2006) con especial atención al regadío, una de las dinámicas más importantes de la cuenca, y al uso urbano. Los datos de las categorías de nivel 3 se han agrupado de forma que la cartografía que se presenta está transformada en relación a la original. No obstante, para su correcta lectura adjuntamos las categorías originales y los 7 usos del suelo resultantes de la agrupación realizada.

La zona test abarca en distinto grado unidades paisajísticas muy representativas de la región de Murcia tales como: vegas del Segura que incluye la mítica huerta murciana, el denominado “corredor del Guadaletín”, parte importante también de los llanos y cuencas murcianas, el macizo de Espuña, distintas sierras aisladas, la sierra prelitoral de Carrascoy y un sector, en el SE, de los denominados “campos litorales”.

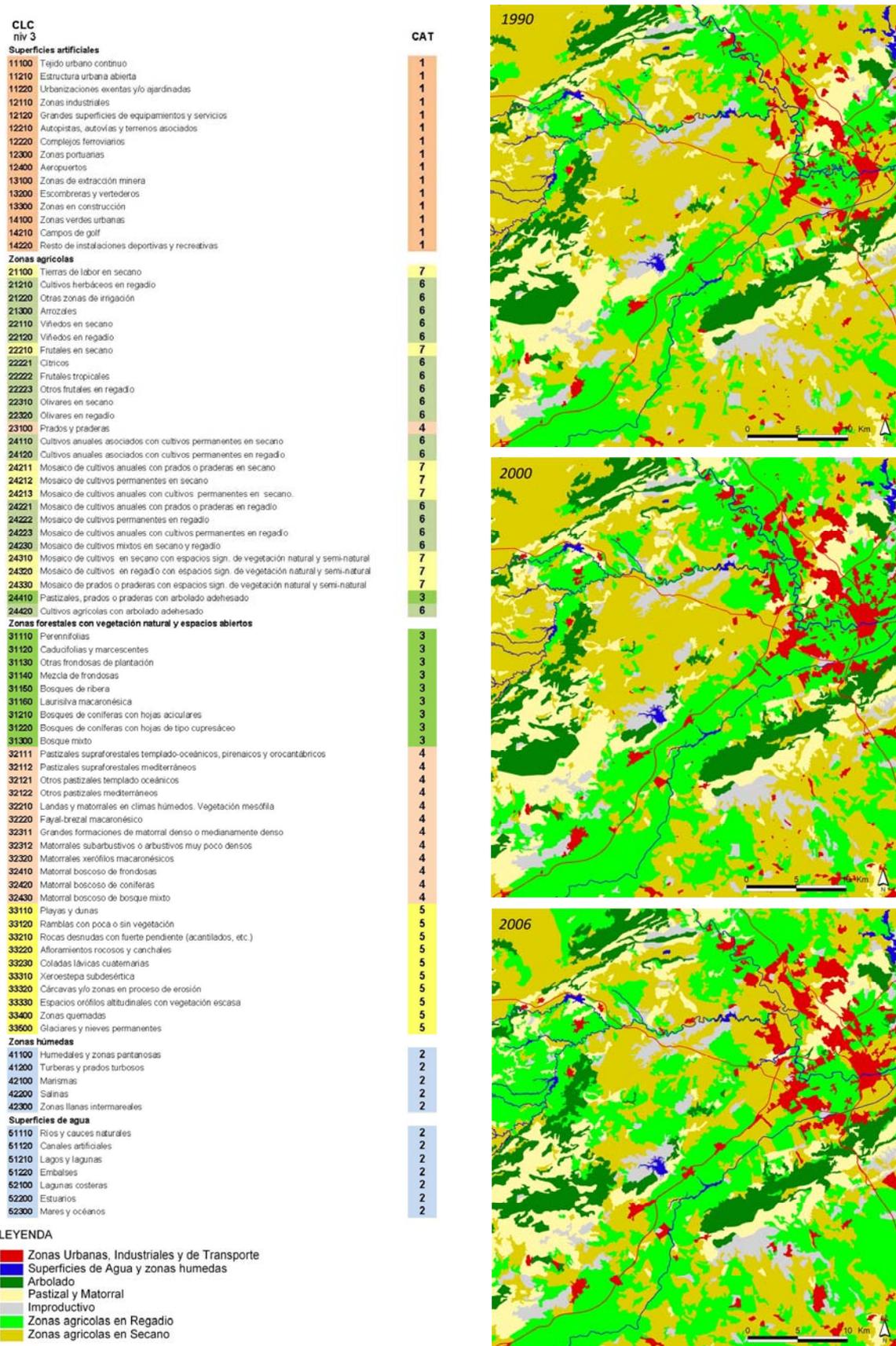


Fig. 3. Mapas de usos agrupados para los años 1990, 2000 y 2006. Elaboración propia a partir del Proyecto Corine Land Cover.

## 3.2 Gradiente de accesibilidad territorial

El concepto de accesibilidad hace referencia al factor de interacción del territorio, donde las relaciones entre dos puntos aumentan en función de la disminución del coste de desplazamiento entre ellos. Denominaremos accesibilidad territorial de un lugar a aquella que representa la calidad y diversidad de comunicaciones de que dispone un punto del territorio (Galán, 1999).

Los tradicionales indicadores de accesibilidad, e incluso de los análisis de redes, en sintonía con la teoría matemática de los grafos, usados por los SIG vectoriales, no consideran todo el territorio, sino que lo aísla en modelos arco/nodo mediante la localización de la población y de los servicios, y el trazado de la red viaria que los comunica. Se obtienen en estos casos valores de accesibilidad para los nodos comunicados, pero no para cada punto del territorio.

Para conseguir un modelo continuo se recurre a los modelos raster, que aunque reducen la precisión geométrica de los elementos (dependiendo del tamaño de celda), ofrecen unas capacidades analíticas mucho mayores, fundamentalmente a través del álgebra de mapas.

Experiencias con este modelo las encontramos en los trabajos citados en Molero, Grindlay y Asensio (2007) sobre Lisboa y la región del Valle del Tajo, en Honduras, sobre la red viaria de Alta capacidad en España, en la provincia de La Coruña y en diversas zonas de Portugal, donde se utilizan modelos de cálculo que permiten determinar el coste acumulado existente en el desplazamiento desde uno o varios puntos tomados como objetivos al resto de puntos de una región. Más recientemente el Laboratorio de Urbanismo de la Universidad de Granada aplica esta metodología en la cuenca del Río Guadalfeo, en la segunda circunvalación de Granada y en la autovía Granada-Badajoz (Molero, 2010).

### 3.2.1 Generación de la superficie de fricción

Para la modelización de la accesibilidad se ha considerado el territorio como una matriz de elementos discretos o malla (en nuestro caso de 20 x 20 m) asignándole a cada celda o píxel un valor que representa la resistencia al desplazamiento en términos de tiempo y que se denomina superficie de fricción.

Para determinar el valor de cada cuadrícula, es decir, la impedancia o coste que supone cruzarla, se tienen en cuenta diferentes características del territorio, la red viaria como elemento fundamental, ríos, áreas urbanas, barreras y tipo de cobertura del suelo. La velocidad de viaje asignada a cada píxel se transforma, mediante una reclasificación para expresarla en términos de tiempo requerido en cruzar un metro de territorio.

El valor así estimado de las celdas es posteriormente modificado mediante un coeficiente multiplicativo que recoge la pendiente del terreno (a las pendientes menores de 3% se le asigna el coeficiente de valor 1, entre 3% y 7%, el valor 2 y más de 7% el valor 3).

### 3.2.2 El algoritmo Costo-Distancia

Sobre la superficie generada o superficie de fricción y seleccionando previamente unos polos u objetivos, se aplica el algoritmo costo-distancia (cost-distance), que

permite calcular para cada celda el menor costo acumulado, en términos de tiempo, hasta el objetivo más cercano. El resultado es una superficie continua donde a cada celda se le ha asignado el tiempo en alcanzar dicho objetivo. Esta malla es posteriormente clasificada para la obtención de isocronas.

La comparativa de tiempos entre el estado actual y la futura situación con la puesta en servicio de las nuevas actuaciones, pone de manifiesto cuales son tanto la magnitud de los cambios producidos, según gradiente, como la distribución espacial de los mismos. Se obtienen mediante sustracción (álgebra de mapas) los gradientes de accesibilidad o ganancias en términos de tiempo (minutos) que propician las nuevas infraestructuras.

El presente estudio se ha realizado bajo el entorno de trabajo de ArcGis 9.3 y del módulo Spatial Analyst que permite trabajar tanto con datos de tipo vectorial como raster.

### **3.3 Gradiente de accesibilidad o conectividad visual**

El concepto de "conectividad visual" es relativamente nuevo en el campo del análisis cartográfico, si bien siempre ha ocupado un lugar importante en el pensamiento de los paisajistas. Ello ha sido así porque es ahora cuando la tecnología SIG permite una mejor aproximación cartográfica.

Una cuenca visual identifica todos los puntos del territorio que son visibles desde al menos una celda. Un paso más allá en lo que se refiere a la conectividad visual sería la "exposición visual" referente al mismo concepto sólo que sumando el número de veces que cada celda es vista por el total de las celdas de observación. El resultado indica la exposición visual tomada desde los principales puntos de observación, en nuestro caso, un punto cada 5 km. y con 10 km de profundidad visual, y en intersecciones y nudos importantes, sobre la red viaria considerada.

La variación o gradiente de estas exposiciones, una vez insertados los tramos de autovía propuestos por la Consejería de Obras Públicas en su ETTRM (2005-2020), y calculada de nuevo la exposición visual, identificará las nuevas zonas que pueden ser accesibles visualmente y aquellas que aumentan su exposición, y que, por lo tanto, podrían variar sus condiciones de fragilidad.

## **4. RESULTADOS**

### **4.1 Dinámica en los usos del suelo**

La secuencia temporal de imágenes presentada para la zona test permite que podamos extraer los cambios más relevantes que se observan en relación a los usos del suelo. En apoyo de los comentarios, la figura nº4 muestra los porcentajes de superficie en la zona test de cada uno de los usos y su variación temporal.

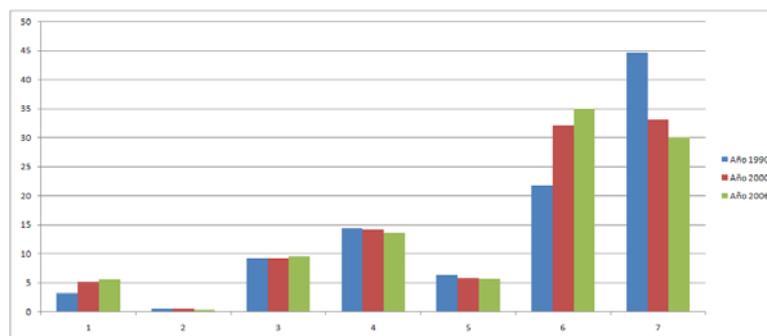


Fig. 4. Superficies (%) de los diferentes usos del suelo y su evolución.

- Tendencia ascendente y espectacular en determinados sectores de lo que hemos denominado “zonas urbanas, industriales y de transportes”.
- Aumento muy significativo de las “zonas agrícolas en regadío”.
- En relación con el hecho anterior, disminución de las “zonas agrícolas en seco”.
- Mantenimiento y estabilización relativa en la categoría tanto de “arbolado” como de “pastizal y matorral”, si bien la primera se consolida con respecto a la segunda.
- Descenso perceptible, aunque tímido, de la categoría catalogada como “improductivo”
- Por último, en cuanto a la categoría genérica de “superficies de agua y zonas húmedas”, pese a que la escala de las imágenes no permite apreciarlo debidamente, cabe señalar que los recursos hídricos de la zona han acusado un aumento más que destacable. Difícilmente se puede explicar el incremento de la superficie de regadío sin tener en cuenta el incremento registrado en la oferta de agua en la actualidad (Gómez, 2008).

El encuadre de la ponencia dentro del área temática “infraestructuras y territorio”, explica que, en este avance de resultados del proyecto, nos centremos sólo en la dinámica que muestran algunos usos del suelo muy relacionados con determinadas infraestructuras.

#### 4.1.1 Zonas urbanas, industriales y de transporte

Uno de los cambios más llamativos que se aprecia en la cartografía presentada es el significativo incremento de lo que genéricamente podríamos denominar “superficies artificiales” y que engloba a “zonas urbanas, industriales y de transporte”. La transformación espacial que ha tenido lugar en la zona test ha sido constante y evidente en las últimas décadas. A este respecto, nos remitimos a la obra de Gómez Ordoñez et al (ver nota nº3) donde podemos encontrar un análisis minucioso de este proceso y donde se aportan ortofotos, imágenes satélite y datos precisos sobre la evolución del suelo urbano.<sup>5</sup> Con todo, y como ejemplo significativo, presentamos una imagen espectacular de Murcia y su área metropolitana.

<sup>5</sup> Véase en particular el capítulo 7 de dicha obra: “La transformación espacial de la cuenca del Segura”, pp. 435-503.

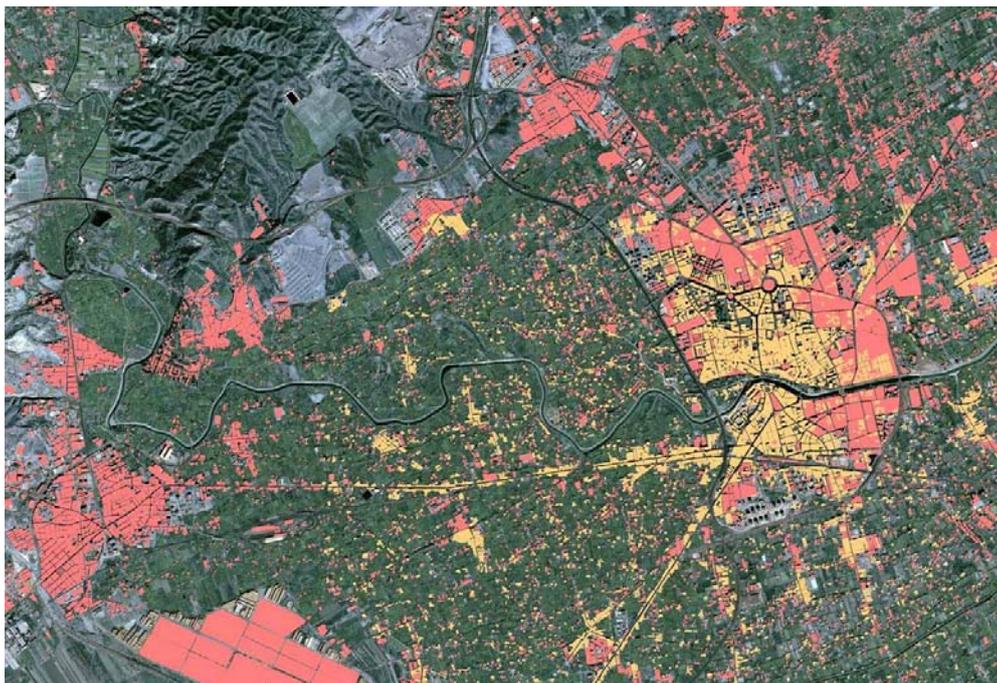


Fig. 5. Evolución urbana de Murcia (hasta 1956 en amarillo y hasta 1990 en rojo) sobre Ortoimagen Quickbird 2007. (Gómez y Grindlay, 2008)

Fundamentalmente, dos serían los elementos que han estructurado tanto el proceso de urbanización en sus distintas formas (tejido urbano continuo, explosión de un suburbano disperso...), como las numerosas superficies “artificiales” ligadas a equipamientos y servicios. Desde muy antiguo, el agua, su presencia o ausencia, ha configurado el territorio en este ámbito espacial (Morales, 2001), y ya, en tiempos más recientes, las infraestructuras viarias, desde las relativamente recientes autopistas y autovías hasta las tradicionales carreteras nacionales, comarcales, sin olvidar la red de caminos de huerta tan singulares en este territorio.

El río Segura y el Guadalentín, como principales “corredores hídricos” conforman los ejes de poblamiento y los ejes agrícolas fundamentales. La infraestructura viaria desarrollada, casi paralela a estos “corredores”, no ha hecho sino afianzar y potenciar una urbanización dispersa y descontrolada además de favorecer la proliferación de equipamientos agroindustriales, de servicios logísticos y de almacenaje que demanda la potente y vanguardista agricultura.

Observando la cartografía evolutiva, se pueden distinguir tres sectores donde las “zonas urbanas, industrial y de transporte” adquieren un mayor desarrollo. Este hecho es más evidente en el sector que engloba la vega alta y media del Segura así como en gran parte de la huerta murciana. En segundo lugar, y también reconocible, en parte del “corredor del Guadalentín”, en torno a los municipios de Totana, Alhama de Murcia y Campo de Sangonera. Y por último, aunque de forma menos acusada, en la zona SE del área test, en torno al municipio de Fuente Álamo.

Es en el primer sector donde los paisajes “antropizados” adquieren un protagonismo remarcable siendo los cambios profundos y complejos. A destacar los siguientes:

Los tradicionales núcleos urbanos, vinculados a los ámbitos hidrológicos y al aprovechamiento del agua, a lo largo del recorrido del río Segura han experimentado un importante crecimiento, primero, mediante una ampliación de su casco urbano, para posteriormente explotar en un disperso residencial de hondo calado visual y territorial. Este fenómeno, posibilitado por el desarrollo y extensión de las redes de abastecimiento mediante la Mancomunidad de los Canales del Taibilla, es especialmente visible en el municipio de Murcia donde su tradicional huerta ha sido objeto de una descontrolada suburbanización<sup>6</sup>.

Si en décadas atrás la urbanización indiscriminada tenía lugar fuera de los espacios de vega, en los terrenos menos productivos para el cultivo, en la actualidad, las tradicionales vegas son objeto de una urbanización desenfundada que utiliza la densa red caminera, los caminos de huerta y carreteras locales existentes, para la ubicación de los residenciales de baja densidad y viviendas exentas y unifamiliares. Proliferan también a lo largo de este sector, un continuo de polígonos industriales, áreas de servicios, transportes y logística que abastecen a estos espacios económicamente multifuncionales.

Una dinámica similar, aunque menos “agresiva”, la encontramos en el sector norte del corredor del Guadalentín, donde los núcleos urbanos registran también un crecimiento más compacto, por el momento, aunque no exento de fenómenos periurbanos. A ambos lados de la autovía A-7 que cruza este sector se están desarrollando nuevos espacios urbanos, industriales y de servicios cada vez más continuos. El sentido lineal del crecimiento “urbano” es palpable.



Fig. 6: Ejemplos de nuevos espacios agroindustriales y de servicios en el valle del Guadalentín.

En el sector SE de la zona test se observa también un incremento de las “zonas urbanas, industria y de transportes”. Destacar el aumento del núcleo urbano de Fuente Álamo, al absorber éste a gran parte de la población dispersa, anteriormente ligada a unos secanos mediocres hoy abandonados y reconvertidos en la mayoría de los casos. Resaltar además la aparición de espacios industriales ligados a la instalación del Parque Tecnológico de Fuente Álamo, y la proliferación de superficies de equipamientos y de servicios en consonancia con las nuevas bases socioeconómicas de este espacio. Hemos de tener presente que su incremento de accesibilidad respecto al litoral murciano, que los nuevos

<sup>6</sup> Datos socioeconómicos y demográficos de la cuenca del Segura en general y de la zona que nos ocupa pueden consultarse en la obra de Gómez y Grindlay (2008). Véase en particular el capítulo 6: “Transformaciones socioeconómicas de la cuenca del Segura”, pp.357-435

viales han favorecido, están originando la aparición de residenciales asociados al turismo.

#### 4.1.2 Dinámica de las zonas agrícolas en regadío y en secano

En el apartado anterior conectábamos el imparable fenómeno de urbanización experimentado en la zona de análisis con el desarrollo y potenciación de las infraestructuras viarias y de transportes. La dinámica que presentan las zonas agrícolas en regadío hemos de relacionarla ahora con el importante desarrollo que han tenido las infraestructuras hidráulicas que han dado lugar a profundas transformaciones socioeconómicas y territoriales (Gómez, 2008).

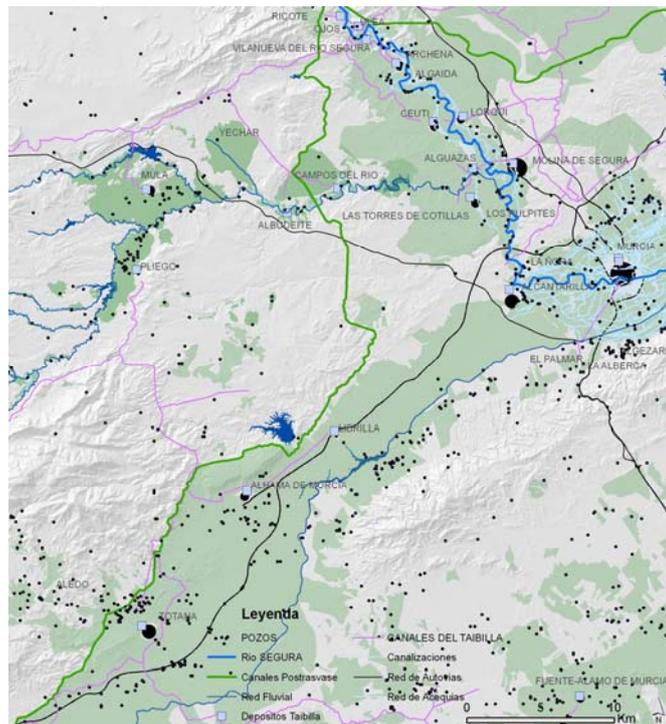


Fig. 7. Infraestructuras hidráulicas y áreas de regadío en la zona test. Elaboración propia.

En este sentido, no podemos aislar o desligar la zona test del marco geográfico en la que se inserta. Un ámbito donde la aridez es su rasgo fundamental y donde la lucha del hombre por disponer de este recurso escaso, pero vital, ha sido una constante desde tiempo inmemorial. Fruto de todo ello es una extraordinaria “cultura del agua” resultado de la adaptación milenaria del hombre a este medio caracterizado por unas duras y extremas condiciones hídricas. Todo ello ha dado lugar a múltiples estrategias para la captación, distribución, uso y aprovechamiento del agua por medio de importantes obras hidráulicas para la puesta en valor de estas tierras mediante su transformación en regadío (Morales, 2001). Destacamos, en esta línea, las obras relacionadas con el Postrasvase, la construcción de nuevos embalses, las nuevas técnicas de explotación de los acuíferos y la proliferación de balsas para riego.

La cartografía evolutiva de usos del suelo para el año 1990 refleja que las áreas de regadío se localizaban preferentemente en tres sectores bien delimitados:

Vega alta y media del río Segura y huerta de Murcia, si bien no de forma “continua” espacialmente; sector norte del corredor del Guadalentín aunque con significativas “manchas” de secano; cuenca del Mula, en torno a este municipio y al de Pliego; y por último, en sectores puntuales del Campo de Cartagena (SE zona test). Por su parte, y a grandes rasgos, las zonas agrícolas de secano ocupaban una gran superficie de las cuencas y llanos interiores murcianos además de amplios sectores en el campo de Cartagena.

La cartografía para el año 2000 manifiesta una consolidación del regadío en las zonas citadas, mientras que las áreas de secano intercaladas en el regadío van desapareciendo, a la vez que se va implantando el regadío en el sureste.

En el año 2006, se subrayan las líneas anteriores y se pone en evidencia cómo las áreas de regadío han ocupado gran parte de las cuencas y llanos interiores, anteriormente con una clara dominancia del secano, y se consolida, finalmente, el regadío en el campo de Cartagena.

En el aumento que han registrado las zonas agrícolas de regadío encontramos procesos variados, acordes a la propia diversidad de la zona de estudio. Sin embargo, se observa un patrón de comportamiento que se puede hacer extensible a todo el conjunto. Teniendo en cuenta su importante grado de “antropización”, la expansión del regadío se ha realizado, no solo a costa del secano, sino también mediante la puesta en explotación de terrenos que difícilmente hubieran tenido esa vocación con anterioridad. Se trata de amplios espacios de piedemonte, glacis de erosión y conos de deyección... antaño sólo objeto de precarios labradíos cerealistas, con una pobre arboricultura (almendro, vid y olivar) y regados ocasionalmente con técnicas artesanales y que son hoy exponentes de unos regadíos intensivos y vanguardistas. El ejemplo más claro de esta dinámica se localiza en el corredor del Guadalentín, flanqueado a ambos lados por sierras, y cuyos piedemontes y glacis acogen hoy a estos nuevos regadíos.

## **4.2 Gradientes de accesibilidad y fragilidad paisajística.**

Se muestran a continuación parte de los resultados utilizados para estimar las posibles correlaciones entre la accesibilidad territorial, la localización de las transformaciones espaciales analizadas y su futuro desarrollo. La figura 8 muestra los estadíos 1 y 2 de la evolución de la accesibilidad territorial una vez puestas en servicio las nuevas autovías: las que conectarán Archena con Mula y Alcantarilla en la zona norte de nuestra área test y las ya existentes que partiendo de las inmediaciones de Totana y Alhama de Murcia, enlazan con Mazarrón y Fuente Álamo respectivamente.

Los procesos de urbanización asociados a la ganancia de accesibilidad territorial son claramente palpables en un primer acercamiento como así se hizo patente en el apartado anterior. Los núcleos urbanos existentes a lo largo del recorrido del río Segura por su vega alta y media han experimentado un crecimiento considerable materializado en un disperso residencial de fuerte impacto visual que está desembocando en un continuo urbano. Este fenómeno es especialmente visible en el municipio de Murcia, tal y como se explicaba anteriormente.

El desarrollo socioeconómico de zonas, como Fuente Álamo, ha sido y será en un futuro, consecuencia, en gran medida, de la accesibilidad territorial que los nuevos viales les proporcionan.

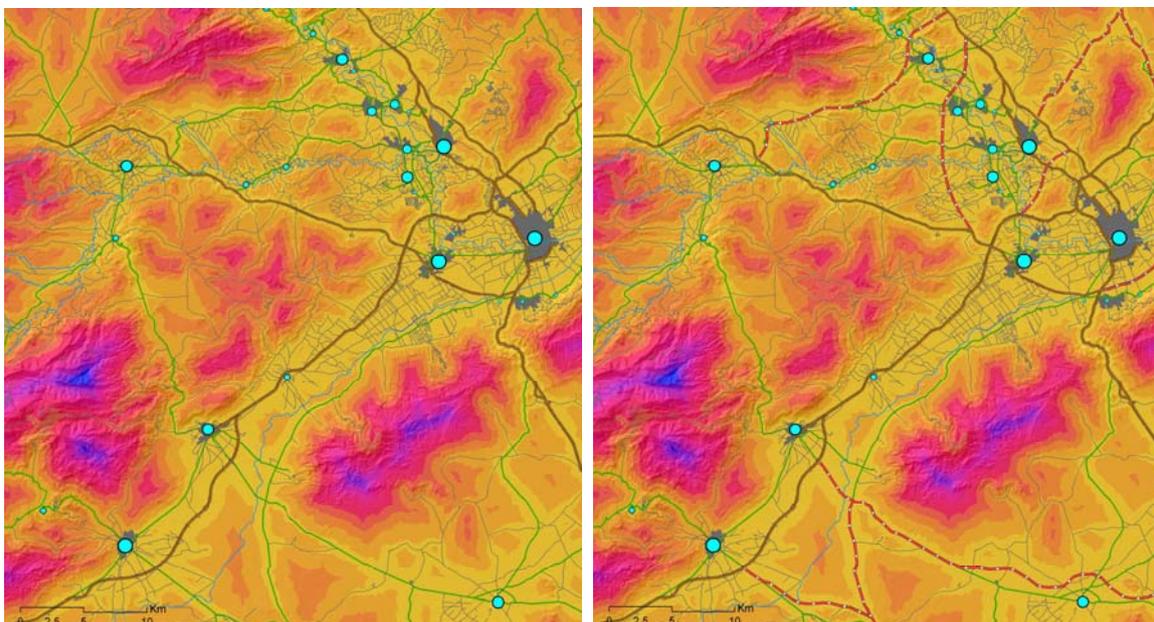


Fig. 8 Accesibilidad territorial actual y futura. La color de las isócronas refleja el grado de accesibilidad (Tonos amarillos mayor accesibilidad)

En este sentido, el gradiente de accesibilidad territorial mostraría los lugares de oportunidad que se ponen en juego tras la puesta en servicio de las autovías propuestas y donde los cambios de uso son más probables.

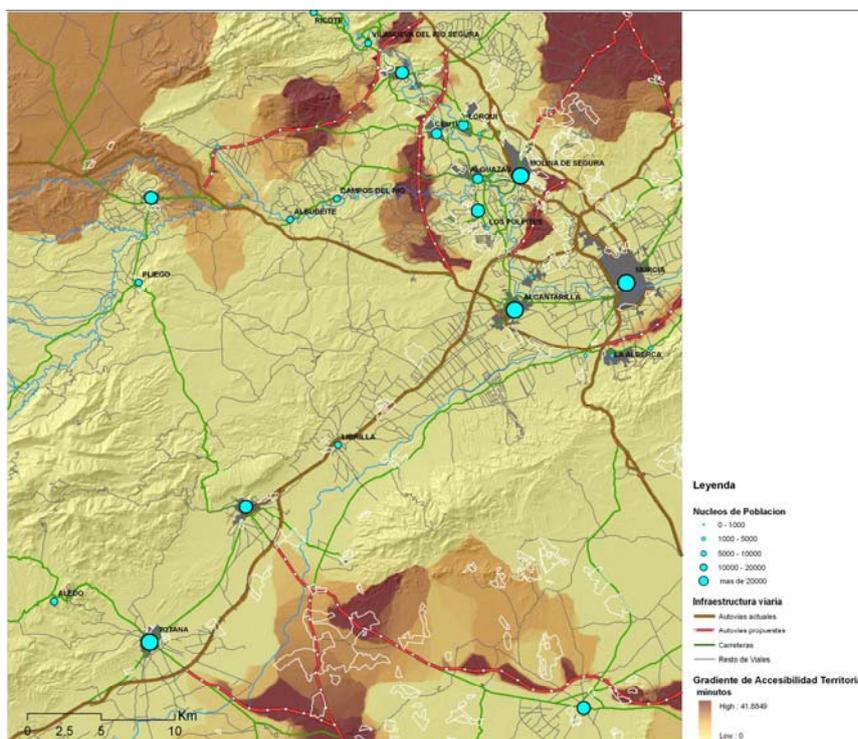


Fig. 9: Gradiente de accesibilidad territorial y cambios de uso.

La fragilidad o vulnerabilidad visual de los lugares con más alta exposición visual (en morado en la figura) y las zonas que verían aumentada este tipo de accesibilidad en un futuro, se ponen de manifiesto en las imágenes siguientes. Se observan, por un lado, altos grados de exposición visual para los nuevos usos urbanos mientras que las autovías propuestas darían en el futuro un importante acceso visual a amplias zonas del Campo de Cartagena y de las cuencas y llanos interiores.

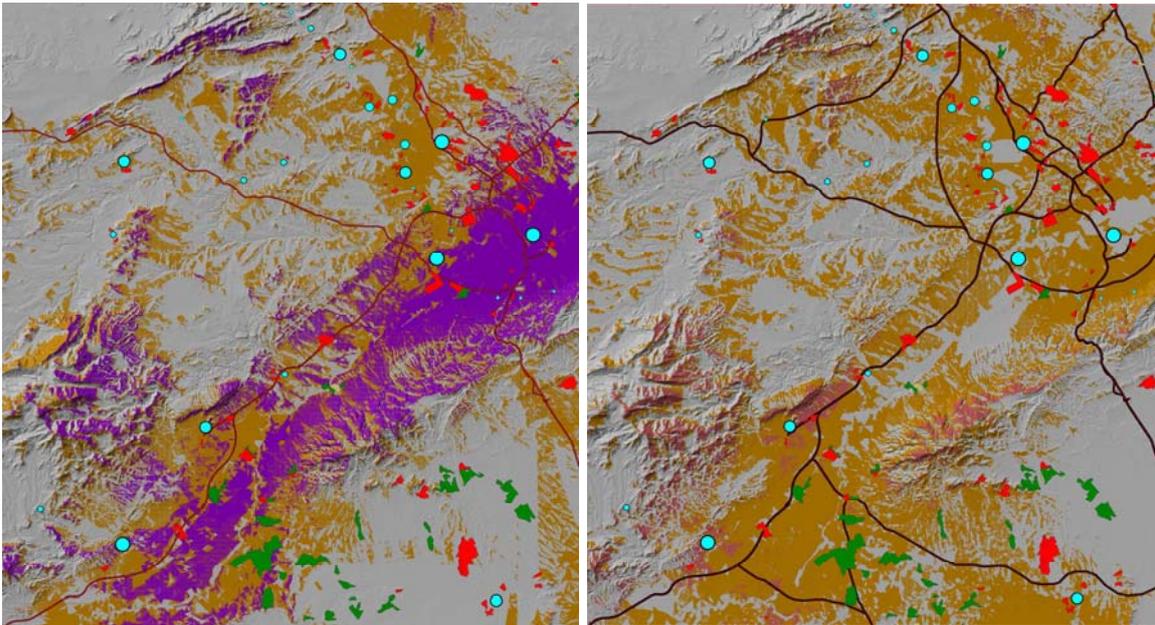


Fig. 10: Exposición Visual actual y Gradiente de Accesibilidad visual. En rojo los cambios a usos urbanos e industriales y en verde los cambios a regadío (2000-2006)

La integración de estas variables (gradiente de accesibilidad territorial y gradiente de accesibilidad visual) en los modelos de fragilidad visual del paisaje, formulados desde hace ya casi dos décadas (Escribano, 1991), permitiría incorporar la repercusión de las infraestructuras viarias propuestas por el planeamiento en distintas líneas de investigación: en la modelización prospectiva, en la simulación de escenarios futuros y en general, en la sostenible gestión de un patrimonio tan importante como es el paisaje.

Se pondría de manifiesto de esta forma, además del valor de las infraestructuras del transporte como fuente de accesibilidad territorial, su condición también de infraestructuras de acceso al paisaje.

## BIBLIOGRAFÍA

CAMACHO O., M. T., MOLERO M., E. y PAEGELOW M. (2010): "Modelos geomáticos aplicados a la simulación de cambios de usos del suelo: evaluación del potencial de cambio". XIV CTIG. Sevilla

ESCRIBANO, M. et al. (1991). "El Paisaje", Ministerio de Obres Públicas y Transportes, Madrid.

GALÁN, P. (1999): "La red local y la accesibilidad como instrumento de desarrollo territorial". II Congreso Nacional de Carreteras locales. Asociación Española de la Carretera. Torremolinos (Málaga).

GÓMEZ O., J.L. y GRINDLAY M. A. (Dir.) (2008): "Agua, Ingeniería y Territorio: La transformación de la cuenca del río Segura por la Ingeniería Hidráulica". Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. Confederación Hidrográfica del Segura.

GRINDLAY M., A., MOLERO M, E. y RODRIGUEZ R, I. (2007): "Desarrollo Infraestructural Hidráulico, Planificación Hídrica y Territorial en la cuenca del Segura: hacia una Planificación Integrada". V CIOT Malaga.

GRINDLAY M., A. y HERNANDEZ G-A. E. (2008): "Las Infraestructuras hidráulicas en la Cuenca de Segura". CICC

GRINDLAY M, A., RODRIGUEZ R, I. y MOLERO M, E. (2008): Infraestructuras de abastecimiento y suburbanización en la Cuenca del Segura: La Transformación de las Huertas Tradicionales. 2º Congreso Internacional Paisaje e Infraestructura. Granada 2008.

MÁRQUEZ P. (2002): "Metodología para la valoración de la calidad y fragilidad del paisaje mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG)"

MOLERO M., E. (2010): "Cartografías de procesos y flujos" Tesis Doctoral (sin publicar)

MOLERO M, E. GRINDLAY M, A y ASENSIO R, J.J. (2007): "Escenarios de aptitud y modelización cartográfica del crecimiento urbano mediante técnicas de evaluación multicriterio". Geofocus artículos

MORALES G, A. (2001): "Agua y territorio en la Región de Murcia. Fundación Centro de Estudios Históricos e Investigaciones locales". Murcia

PÉREZ G., L. y MARTÍ V.,J.R. (2004): La valoración de la fragilidad visual del paisaje en la planificación territorial

PÉREZ G., L. y MARTÍ V.,J.R. (2006): Estudio de la fragilidad del paisaje como una herramienta para el análisis de la ordenación ambiental del territorio.