

PROPUESTA DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LOS RECURSOS NATURALES PARA LA CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DEL TRAMO BAJO DEL RÍO GUADAIRILLA (SEVILLA)

David Cristel Gómez Montblanch

Aula Miguel Cala Sánchez. Morón de la Frontera (Sevilla).
davidcristel@gmail.com

Rafael Cámara Artigas

Departamento de Geografía Física y Análisis Geográfico Regional. Universidad de Sevilla
rcamara@us.es

RESUMEN

Se realiza una propuesta de ordenación para la conservación y restauración de la ribera del curso bajo del río Guadairilla, afluente del Guadaíra (cuenca del Guadalquivir). Esta propuesta se basa en una metodología de ordenación de los recursos naturales que identifica unidades ambientales objeto de ordenación partiendo del análisis de los elementos geomorfológicos, hidrológicos y biogeográficos y sus cambios temporales. Estos cambios establecen cuales son las áreas de progresión, estabilidad o regresión de la superficie de distribución de las comunidades vegetales de ribera que quedan de este río. En función de este análisis de cambio y del conocimiento de campo de la composición florística y estructural de las comunidades vegetales riparias del río Guadairilla, se propone una zonificación en tres niveles para: manejo, conservación y propuesta de restauración de una ribera mediterránea. El análisis muestra la capacidad de regeneración ambiental que tienen las riberas fluviales termomediterráneas cuando disminuye la presión del hombre y cuál sería la respuesta que el medio natural poseería al realizarse una ordenación del territorio con criterios ambientales sostenibles.

Palabras clave: ordenación, restauración, conservación, Guadairilla.

Fecha de recepción: febrero 2014.

Fecha de aceptación: mayo 2015.

ABSTRACT

This paper shows a proposal of management for the conservation and restoration of the lower basin of Guadairilla River, a tributary of Guadaíra (Guadalquivir basin). This is based on a methodology for natural resources management focused on the identification of environmental units under management from the analysis of geomorphological, hydrological and biogeographic elements and their changes along the time line. These changes produce areas of progression, stability or regression of the surface distribution of riparian plant communities that still remain in this river. A proposal of zoning based on the analysis of changes and the field knowledge about floristic and structural composition of riparian plant communities of Guadairilla River. This zoning is focused on three levels: management, conservation and restoration. The analysis shows the ability of environmental regeneration of thermo-mediterranean riverbanks when human pressure decreases and what would be the response of the environment to a land use planning designed with a sustainable criterion.

Keywords: management, restoration, conservation, Guadairilla,

I. LA CONSERVACION Y RESTAURACION ECOLOGICA EN RIBERAS FLUVIALES: ESTADO DE LA CUESTION

Los trabajos biogeográficos cuya temática se centra en la vegetación de ribera para España son: escasos, aunque en los últimos años se aprecia una tendencia positiva unida a la cada vez mayor importancia de la concienciación social sobre la conservación de los paisajes fluviales. En este sentido, cabe destacar las aportaciones de Bejarano (1991), Panareda (2009), Gómez Montblanch y Meaza (2010; 2013) y Gómez Montblanch *et al.* (2014). Sólo aparece esta formación vegetal tratada dentro de manuales de vegetación como los desarrollados por Ortuño (1977), Ferreras y Arozena (1987), Sterling Carmona (1996) o Gómez Manzaneque *et al.* (1997), así como estudios regionales o comarcales de vegetación, destacando a Panareda (2007); y de las publicaciones del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) como la «Caracterización de la vegetación de ribera de la mitad sur española» con la colaboración con la Universidad Autónoma de Madrid y la Universidad de Valencia.

Unas aportaciones singulares de la biogeografía de riberas fluviales dentro y fuera de España son el trabajo de Treviño *et al.* (2001) en el estado de Nuevo León en México que trata la vegetación con índices numéricos; la aplicación de una metodología de valoración de la vegetación a riberas fluviales en el río Butrón (Bizkaia) de Cadiñanos *et al.* (2002); la síntesis histórica realizada por Panareda (2009); con un análisis pormenorizado de la percepción del paisaje de ribera; o la que trata las implicaciones biogeográficas como resultado del embalsamiento de aguas en el río Nansa (Cariacedo y García Codrón, 2011).

Ha sido importante el desarrollo de trabajos en los que se trata específicamente cuestiones abordadas sobre elementos geomorfológicos o hidrológicos y su correspondiente dinámica, siendo su más destacado exponente el concepto de hidrosistema (Schumm, 1977, Stodart,

1965, Dunne y Leopold, 1978, Amorost y Petts 1993, Piégay y Schumm, 2003), entendiéndolo tal como un sistema de tres dimensiones en el que la componente longitudinal, lateral, y vertical/superficial transfieren energía, materia y biota. Un aspecto importante a considerar aquí es el concepto de «espacio de libertad» (Magdaleno, 2008) donde el río puede desarrollar su dinámica natural y que debe ser considerado y consecuentemente aplicado en la ordenación de las riberas fluviales.

El impacto antrópico sobre estos espacios, especialmente la agricultura (González, 1996; Goodwin *et al.*, 1997), ha sido muy intenso, y lo que queda, en el mejor de los casos, son fragmentos de la vegetación de ribera desconectados y formando pequeños bloques que dificultan la conectividad ecológica del «geoeosistema» (Tabacchi *et al.*, 1990). Los cambios producidos en la cobertura vegetal afectan directamente al conjunto de la cuenca y a sus procesos hidrológicos relacionados con la disponibilidad de agua y con el manejo de los riesgos por inundación, como se ha puesto de manifiesto, entre otros, en los trabajos realizados en Costa Abajo de Colón en Panamá (Díaz del Olmo *et al.*, 2009). La dinámica de cambios en la cobertura vegetal de las riberas tienen un efecto directo sobre estos procesos de inundación y sus efectos, así como en la conservación de la biodiversidad vegetal y animal de estos ecosistemas, pudiéndose valorar su impacto a través de índices e indicadores, entre los que cabe destacar el índice RFV de Magdaleno y Martínez (2010) o el de interactividad entre fitoindicación/fitoacción, de Gómez y Meaza (2010), que ha sido aplicado en un estudio comparativo de comunidades riparias de fresnos (fresnedas) para los ríos Cerneja (Burgos) y Guadaíra (Sevilla).

El estudio de la conservación y restauración de riberas fluviales ha sido abordado en muchos proyectos de restauración de ríos. Estas experiencias indican que la práctica científica de la restauración fluvial requiere de un conocimiento de los sistemas naturales más allá de nuestros conocimientos actuales, y presenta un importante desafío científico (Wohl *et al.*, 2005). González (1996) plantea tres estrategias para la restauración de las riberas fluviales afectadas por el avance de la agricultura:

- la bio-asimilación con el control de las temperaturas del agua, reducción de los sedimentos y reducción de los nutrientes, todo ello con la recuperación de las formaciones vegetales riparias;
- la restauración de la morfología fluvial con el diseño de pendientes transversales favorables, recuperación de la sinuosidad del cauce, y recuperación de rápidos y remansos;
- y el desarrollo de una agricultura biológica, traducida en una agricultura poco agresiva para el conjunto del paisaje.

Existen importantes experiencias de restauración de riberas fluviales a nivel institucional en España por parte del *Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente* como son las intervenciones en las cuencas hidrográficas de los ríos Duero, Ebro y Segura. Sus líneas de actuación se han centrado en la mejora de la formación, protección y conservación, rehabilitación y restauración, programas de voluntariado en ríos, coordinación administrativa y desarrollo de I+D+i. Las iniciativas más importantes como proyectos de restauración fluvial han sido:

- Estudio de alternativas de actuación de restauración de ríos y defensa frente a inundaciones en la confluencia del Arga-Aragón: Plan de restauración ecológica.
- Mejora ambiental del meandro de El Plantío (Mendigorría y Mañeru, Navarra). Ejecutado en el año 2008.
- Seguimiento de la mejora ambiental del meandro de El Plantío (Mendigorría y Mañeru). Ejecutado entre 2009 y 2010.
- Proyecto de restauración del entorno del río Zújar entre la presa del Zújar y su desembocadura en el río Guadiana. Ejecutado en 2006.

Estos trabajos han tenido como resultado las publicaciones del CEDEX a partir de la Estrategia Nacional de Restauración de Ríos, como: «Restauración del Espacio Fluvial: Criterios y Experiencias en la cuenca del Duero» elaborado por la Comisaría de Aguas de la Confederación Hidrográfica del Duero; «Manual de restauración de riberas en la cuenca del río Segura» editado por la Confederación Hidrográfica del Segura y la «Guía Metodológica para elaboración de proyectos de restauración de ríos» elaborada en colaboración con la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de la Universidad Politécnica de Madrid.

Las aportaciones científicas más recientes en este campo en España son: los trabajos metodológicos de González del Tánago (2007), Magdaleno (2008) y Martín Vide (2006) y de aplicación en el Ebro medio de Magdaleno y Martínez (2011) y del impacto de la agricultura de González del Tánago (1996); o más en la temática propia de ordenación de Ollero et al. (2004) para el corredor ribereño del Ebro, y Rodríguez y Pansart (2006) para el río Guadalfeo relacionado con los riesgos de inundación, y en el ámbito del río Guadamar (Guerrero y Baena, 2002; Borja *et al.*, 2006)

En publicaciones internacionales cabe destacar trabajos más de corte metodológico como de Muhar et al (1995) relativo a los conceptos y estado de la cuestión de la restauración fluvial, o Wohl *et al.* (2005) o los de Hughes *et al.* (2005), Aronson *et al.* (2006) Dufour y Piégay (2009) y Beechie et al. (2010). Unos ejemplos de aplicación son las aportaciones de Goodwid *et al.* (1997) en el oeste de los Estados Unidos, Poudevigne *et al.* (2002) en el valle del Sena en Francia, o de Nelson *et al.* (2014) de aplicación de un SIG en el sur de Illinois.

La introducción del manejo adaptativo (Sabine *et al.*, 2004) que se ha desarrollado como metodología desde el año 2000, puede ser aplicado en la ordenación de cuencas fluviales en general y de riberas de ríos en particular. Supone la integración de variables ambientales, sociales y económicas en el desarrollo de políticas ambientales y de estrategias de dirección; a partir de unos objetivos de manejo, la generación de modelos de acción, una estructura de decisión, su implementación y el monitoreo de dicha implementación, que lleva a la revisión de los objetivos inicialmente planteados. Otra vía de acción importante en esta metodología es la consulta de los agentes que participan en el manejo de la cuenca, como los propios planificadores, representantes políticos, ONGs, y en el caso de Iberoamérica, las propias comunidades locales (Cámara y Díaz del Olmo, 2004), cuya percepción es generalmente recabada a través de encuestas socio-ambientales, destacando algunas experiencias como: Pedernales (República Dominicana), Golfo de Montijo y Costa Abajo de Colón (Panamá), sierra de Tamaulipas (México) o manglar de Paraiba (Joao Pessoa, Paraiba, Brasil) (Quilez *et al.*, 2008).

Finalmente, otro aspecto importante a considerar en la ordenación de riberas fluviales son las áreas de inundación según los periodos de recurrencia que forman parte de la dinámica natural hidrológica de un río. En España se ha desarrollado por parte del *Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente* un *Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables* (SNCZI) como apoyo a la gestión del espacio fluvial, la prevención de riesgos, la planificación territorial y la transparencia administrativa (<http://www.magrama.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/snczi/>) y que tiene como uno de sus ejes de actuación la delimitación del Dominio Público Hidráulico (DPH).

Para el desarrollo de estos estudios de dinámica fluvial se cuenta con el apoyo de modelos de simulación alfanuméricos, que en caso de los ríos y sus cuencas tiene sus ejemplos más conocidos en software de libre disposición HEC-RAS o HEC-HMS elaborados por el *Cuerpo de Ingenieros* de los Estados Unidos de América (<http://www.hec.usace.army.mil/software/>), o el programa IBER, modelo matemático bidimensional para la simulación de flujos en ríos, desarrollado en colaboración por el *Grupo de Ingeniería del Agua y del Medio Ambiente*, GEAMA (Universidad de A Coruña, UDC) y el Instituto FLUMEN (Universitat Politècnica de Catalunya, UPC, y Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería, CIMNE) que surge como apoyo a la necesidad del *Centro de Estudios Hidrográficos* del CEDEX en disponer de una herramienta que facilite la aplicación de la legislación sectorial vigente en materia de aguas, especialmente en los requerimientos derivados de la *Directiva Marco del Agua*, la *Instrucción de Planificación Hidrológica*, la *Directiva de Inundaciones o el Plan Nacional de Calidad de las Aguas*; o del funcionamiento de aguas subterráneas como VISUAL MODFLOW, éste último con adquisición de licencia para su utilización.

II. EL BAJO GUADAIRILLA: OBJETIVO Y METODOLOGÍA PARA UNA PROPUESTA DE ORDENACIÓN

El objetivo de esta aportación es mostrar la metodología para la ordenación de riberas fluviales dirigida a su conservación y restauración, que ha sido aplicada a la cuenca del río Guadaíra y que en el presente trabajo se presenta como ejemplo en el tramo bajo del río Guadairilla, afluente del Guadaíra, en la provincia de Sevilla. Los objetivos específicos son: establecer unas unidades ambientales a partir de la caracterización de las comunidades vegetales presentes en el tramo de estudio y las unidades geomorfológicas del sistema fluvial, y establecer una zonificación con directrices para plantear una propuesta de ejecución de cara a la conservación y restauración del sistema de corredor fluvial, respetando el espacio de libertad del río y permitiendo su conectividad geo-hidrológica y de las comunidades vegetales en consonancia con el funcionamiento del geohidrosistema.

Para la consecución de estos objetivos la metodología desarrollada considera la funcionalidad fluvial (procesos de erosión, transporte y sedimentación) para plantear propuestas de restauración fundamentadas en la naturalidad de los procesos hidrogeomorfológicos, y la conservación de la cubierta vegetal en consonancia con la funcionalidad de estos procesos, de tal forma que se conserve la conectividad fluvial. Para ello, analizamos los cambios en la cobertura vegetal para identificar cuáles han sido los impactos y dónde se han producido

Por consiguiente, se propone la identificación de las unidades ambientales a partir de:

- elaboración de una cartografía geomorfológica a escala 1:6.000 de la ribera fluvial estudiada a partir de fotointerpretación y trabajo de reconocimiento de campo.
- identificación de las principales comunidades vegetales mediante la elaboración de 9 inventarios florísticos en transectos lineales de 20 m, identificando su distribución a partir de la fotointerpretación de fotogramas aéreos en escala 1:5.000.
- desarrollar una cartografía de cambios temporo-espaciales de unidades de paisaje a escala 1:80.000 y de comunidades vegetales riparias identificadas (1:6.000), mediante el uso de técnicas de fotointerpretación de dos vuelos fotogramétricos correspondientes a los años 1956 y 2009.

A partir del tratamiento de estas cartografías en un SIG se identifican las unidades ambientales que sirven para la elaboración de la cartografía de ordenación, estableciendo las directrices de actuación en función del estado de conservación y funcionamiento de elementos geomorfológicos y biogeográficos. Además, las situaciones de progresión, estabilidad y regresión identificadas en campo y a través de la fotointerpretación, sirven para diagnosticar problemas derivados de alteraciones hidrológicas, déficits de sedimentos, o retroceso y degradación de comunidades vegetales. A partir de estos fundamentos se valora el estado ambiental de río Guadairilla y se plantean unas directrices de acción que tienen como objetivo la ordenación de los recursos naturales la ribera del curso bajo para su conservación y restauración.

En este sentido, se han seguido las pautas planteadas por Ureña y Ollero (2000) y Ollero (2007) para la restauración ambiental de los ríos:

- Articular la comprensión de los procesos de ecosistema,
- Recuperar el Territorio Fluvial o parte del mismo, reconociendo los balances temporales y espaciales que interactúan en la respuesta del río, apoyándonos en las fotografías y datos históricos
- Proponer bandas protectoras del cauce (*buffer-strips*) cuya función es retener y absorber nutrientes y otras sustancias procedentes de terrenos agrícolas o de escorrentías de infraestructuras, así como sedimentos derivados de las funciones y procesos de los ecosistemas fluviales.
- Favorecer la recuperación de la vegetación riparia y su desarrollo.
- Eliminar los obstáculos al funcionamiento hidrológico del río que rompan, además, con la transmisión de sedimentos.

Siguiendo el método para la ordenación de recursos naturales y su zonificación basado en la identificación e interpretación de unidades ambientales (Cámara y Díaz del Olmo, 2004), se proponen tres grandes áreas identificadas con las letras: A, B y C. A estas grandes unidades de conservación identificadas y propuestas, se les ha asignado un determinado grado de protección, y consecuentemente, de gestión, así como también se ha propuesto una serie de directrices acordes a dicha gradación.

Áreas de conservación y protección integral (A): Se identifican así los fragmentos de bosque ripario que presentan mayor interés por su conservación, riqueza específica, y madurez de sus elementos y que sirva de soporte para la fauna integrante de este sistema fluvial. Coincide con las unidades vegetales de mayor estabilidad temporal.

Áreas de conservación ecológica (B): Engloba fragmentos del mosaico fluvial en recuperación como áreas de especial interés por su potencialidad ambiental. Se propone intervenir con objeto de asegurar determinados espacios para la conservación de los fragmentos predominantes del mosaico ripario, coincidiendo con aquellos fragmentos que son resultado de la extensión en superficie de las comunidades riparias. El perímetro de esta subunidad ambiental se hace coincidir con la llanura de inundación extraordinaria, para así incorporar la superficie de bosque ripario eliminado desde 1956. Los niveles o subcategorías de conservación ecológica que se proponen son:

B1 – Regeneración: son aquellas áreas que han progresado en los últimos 50 años de forma natural, sin intervención.

B2 – Restauración geomorfológica y vegetal: para la consecución de las estrategias de restauración de la llanura aluvial, es preciso atender a cuatro criterios de integridad geocológica:

- Asegurar la conectividad del sistema.
- Asegurar el suficiente caudal y flujo
- Calidad de sus aguas.
- Asegurar la dinámica sedimentaria del sistema fluvial.

B3 – Unidades geomorfológicas aluviales de interés especial. Incluye barras e islas arenosas desarrolladas bajo condiciones «bio» e «hidrogeomorfológicas» específicas de las que depende su grado de aislamiento y que, a su vez, favorece una alta diversidad biológica. Es posible encontrar, además de unidades geomorfológicas no estabilizadas, unidades fitoestabilizadas con individuos arbóreos maduros, así como comunidades herbáceas condicionadas por la acción selectiva y depredadora de la componente ganadera.

Áreas de intervención sostenible (C): Estas áreas se deben compatibilizar con los usos característicos del paisaje agrícola. El grado de intensidad del tipo de agricultura que se practica es el componente o factor fundamental que condiciona el conjunto de interacciones entre la matriz agrícola y la unidad de paisaje ripario.

C1 – Unidad de intervención especial. Son fragmentos compuestos por formaciones alóctonas que obedecen a un criterio silvocultural. La propuesta se centra en conservar estos fragmentos implementando, mediante su manejo, su progresiva sustitución por comunidades riparias permanentes.

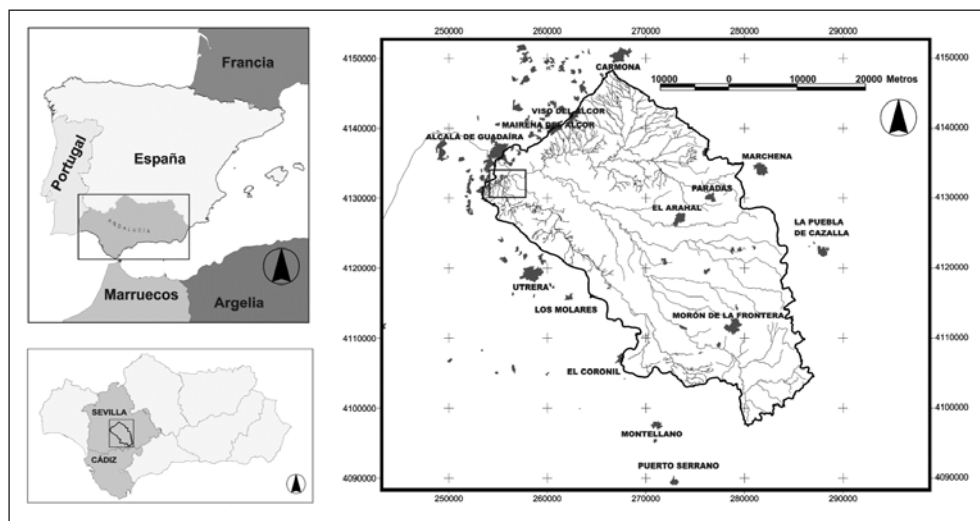
C2 – Unidad de amortiguamiento ecológico. Se propone en estos fragmentos tipificados como de amortiguamiento, la permisividad de usos con cierto carácter restrictivo, siendo la base de tal restricción evitar en lo posible los cambios de uso –por ejemplo, tipología de cultivo–. El criterio responde a la vulnerabilidad de la formación superficial y su dinámica hidro-geomorfológica.

C3 – Área de aprovechamiento agrícola. Se propone para este tipo de categoría aquellos fragmentos más alterados y/o transformados históricamente y, por consiguiente, ecológicamente menos sensibles.

III. CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LA CUENCA Y USO DEL TERRITORIO

El río Guadairilla se localiza en la campiña sevillana y es el principal tributario del río Guadaíra, afluente por la margen izquierda del río Guadalquivir (figura 1). Su cuenca se caracteriza por su configuración estrecha y alargada de 204,63 km², perímetro de 109 km, y escasa pendiente (0,0056 m/m).

Figura 1
LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO,
CUENCA DEL GUADAÍRA Y SUBCUENCA DEL GUADAIRILLA EN SOMBRADO



Elaboración propia.

Bioclimáticamente pertenece al dominio del Piso Termomediterráneo (Rivas Martínez, 1989). La cuenca tiene una temperatura media de 17 °C, y una precipitación anual que oscila entre 500 y 600 mm y que se reparte principalmente entre los meses de octubre a mayo, presentando una paralización vegetativa hídrica de 3 a 4 meses, entre junio y septiembre, coincidente con el estío. La ETP anual se sitúa en torno a 850 mm y su ETR no alcanza la mitad de la potencial (415 mm), además su índice ombrotérmico, cuyo valor se sitúa entre -25 y -40, implica que su régimen bioclimático se emplace entre los ombrotipos seco y subhúmedo, característicos de la distribución zonal propia del Piso Termomediterráneo en este lugar de la Región Mediterránea.

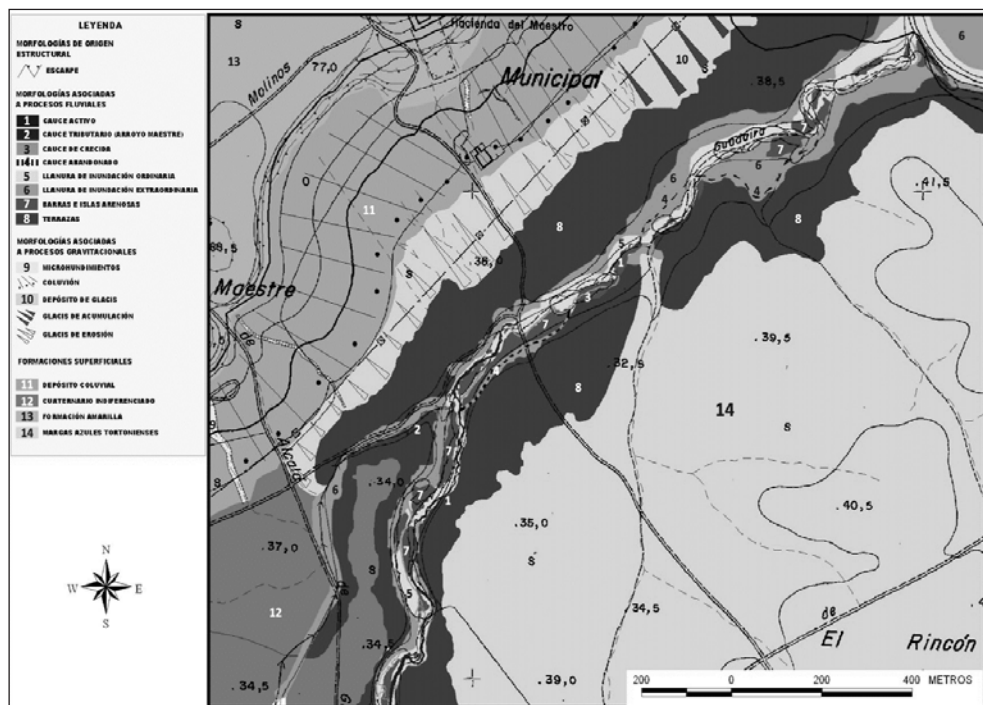
III.1. Elementos hidrogeomorfológicos

Geomorfológicamente, presenta una llanura de inundación ordinaria de sustrato arenoso donde proliferan canales tipo «micro-braided» seccionando barras arenosas a ambas márgenes del cauce principal marcadamente incidido. La dinámica hídrica está condicionada por la estacionalidad (dualidad estiaje-periodo húmedo) y ello se muestra en la morfología de la

sección transversal a lo largo de todo el sector estudiado, pues el estrechamiento e incisión del cauce (entre 2 y 3 m de media) contrasta con una llanura de inundación ordinaria amplia y seccionada de múltiples canales de crecida. A ello cabe añadir la importante presencia de pozas que acumulan algo de agua durante el estiaje. Estas evidencias geomorfológicas se explican por un comportamiento hídrico de marcado contraste estacional que es característico de ríos con régimen pluvial mediterráneo. Cabe mencionar que presenta un único nivel de terraza (figura 2).

Su red de drenaje adquiere una longitud total de 282 km, siendo la longitud del cauce principal de 53 km. El factor de forma y la razón de circularidad calculados ofrecen valores de 0,072 y 0,21 respectivamente, mostrando una cuenca con características que propician un comportamiento torrencial, caracterizado por una evacuación del flujo casi instantánea en momentos de precipitaciones abundantes y de gran intensidad, comunes en este ámbito geográfico del suroeste peninsular. El tiempo de desfase de punta (TDP) calculado para el sector fluvial estudiado es de 12 horas. Este valor ha sido calculado y cotejado con datos de precipitación registrados en su cuenca en el año 2006.

Figura 2
MAPA GEOMORFOLÓGICO DE DICHA ÁREA DE ESTUDIO



Elaboración propia.

La jerarquía de la red de drenaje (tabla 1) se ha calculado siguiendo la metodología de Strahler y se ha contabilizado un total de 429 cauces organizados jerárquicamente hasta

alcanzar un orden de tipo 5 (V). La jerarquía de drenaje de esta red y su razón de bifurcación informan de una red poco organizada, constatándose la existencia de un gran número de cauces de orden 1 (I), hecho relacionado con las propias características morfométricas descritas, las cuales están relacionadas a su vez con los factores climáticos y geomorfológicos previamente citados.

Tabla 1
JERARQUÍA DE LA RED DE DRENAJE DEL SISTEMA FLUVIAL GUADAIRILLA

Orden	Nº de cauces	Relación de bifurcación (R_b)
I	348	5,35
II	65	5,41
III	12	4
IV	3	3
V	1	

Elaboración propia.

Otro aspecto a tener presente es su pobre densidad de drenaje ($0,0014 \text{ m/m}^2$) que favorece que, en periodos de precipitaciones intensas y concentradas temporalmente, esta cuenca pueda drenar volúmenes de caudal muy importantes en poco tiempo, empleando para ello su gran red de cauces de orden bajo (1 y 2). A esta característica cabe añadir otros factores, como la escasa pendiente y longitud —en relación al cauce principal— que albergan estos cauces primarios. El carácter torrencial del funcionamiento hidrológico de este sistema queda expresado a través del análisis empírico de caudal, mediante una adaptación del método de Manning (Ruberto *et al.*, 2003; Gómez Montblanch *et al.*, 2014), que permite inferir la velocidad del flujo por medio de las características morfométricas de la sección transversal, resultando muy útil para el cálculo de caudales de *bankfull* o de caudales teóricos en sistemas estacionarios como éste, pues de la velocidad se puede extraer el valor de volumen (caudal) al conocer también la superficie de la sección transversal a la que se aplica el algoritmo. Los valores obtenidos mediante la aplicación de esta formulación oscilan entre $2,54 \text{ m}^3/\text{s}$ para la sección mínima y $112,65 \text{ m}^3/\text{s}$ para la de *bankfull*, quedando patente una importante diferencia de caudal entre ambas situaciones, hecho que explica la capacidad de drenaje y su comportamiento hidrológico de marcado carácter estacional.

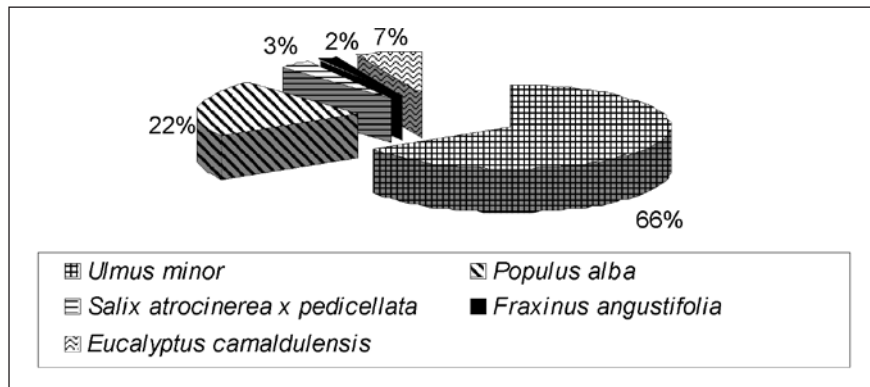
En el curso bajo del río Guadairilla la conectividad está asegurada a lo largo de todo el sector estudiado (3 km). A pesar de la característica estacionalidad del comportamiento hidrológico del sistema estudiado, su módulo o caudal medio anual ha quedado fijado empíricamente en $2,54 \text{ m}^3/\text{s}$ con un caudal medio mensual máximo de $35,23 \text{ m}^3/\text{s}$ en el mes de enero, siendo su caudal en *bankfull* de $112,65 \text{ m}^3/\text{s}$, aproximadamente. Al no estar regulado por ningún dique o *azud* su comportamiento hidrológico es muy irregular, lo que se traduce en crecidas de carácter estacional que generalmente se implementa un aporte de materia orgánica a las márgenes y moderadamente al conjunto de la llanura de inundación, y de esta manera se favorece la dinámica progresiva de su bosque ripario. Las aguas del Guadairilla no son aptas para el consumo doméstico pues aunque si bien es cierto que no

recibe vertidos urbanos, sí recibe efluentes de explotaciones ganaderas distribuidas a lo largo de su cuenca. También contribuye a esta naturaleza de sus aguas la contaminación difusa constatada en la analítica de las masas de agua elaboradas para el Plan Hidrológico del Guadalquivir (Apéndice X-exenciones de las masas de agua), donde se advierte de un exceso de nitrógeno —y derivados— cuyo valor es de 6,5 mg/l, teniendo en cuenta que el valor tomado como indicador de buen estado es de 5,5 mg/l. Este sistema aluvial adquiere gran capacidad de transporte durante la estación húmeda, como se ha advertido al analizar su caracterización hidro-geomorfológica. Sin embargo, durante la estación seca, el caudal carece de suficiente energía para el transporte. Este hecho conlleva que el caudal, al carecer de carga sólida, implemente la erosión lineal en incisiva de su *talweg*.

III.2. Elementos biogeográficos

El mosaico del corredor fluvial del sector estudiado ocupa una superficie de 8,24 ha, en la que se distribuyen comunidades vegetales con especies arbóreas monoespecíficas: el 66% del total (5,43 ha) está compuesto por comunidades vegetales con *Ulmus minor*; el 22% (1,83 ha) son fragmentos de comunidades con *Populus alba*, el 7% (0,56 ha) con *Eucalyptus camaldulensis*, el 3% (0,26 ha) con *Salix atrocinerea x pedicellata* y el 2% del conjunto del mosaico se compone de fragmentos con *Fraxinus angustifolia* (0,14 ha) (Figura 3).

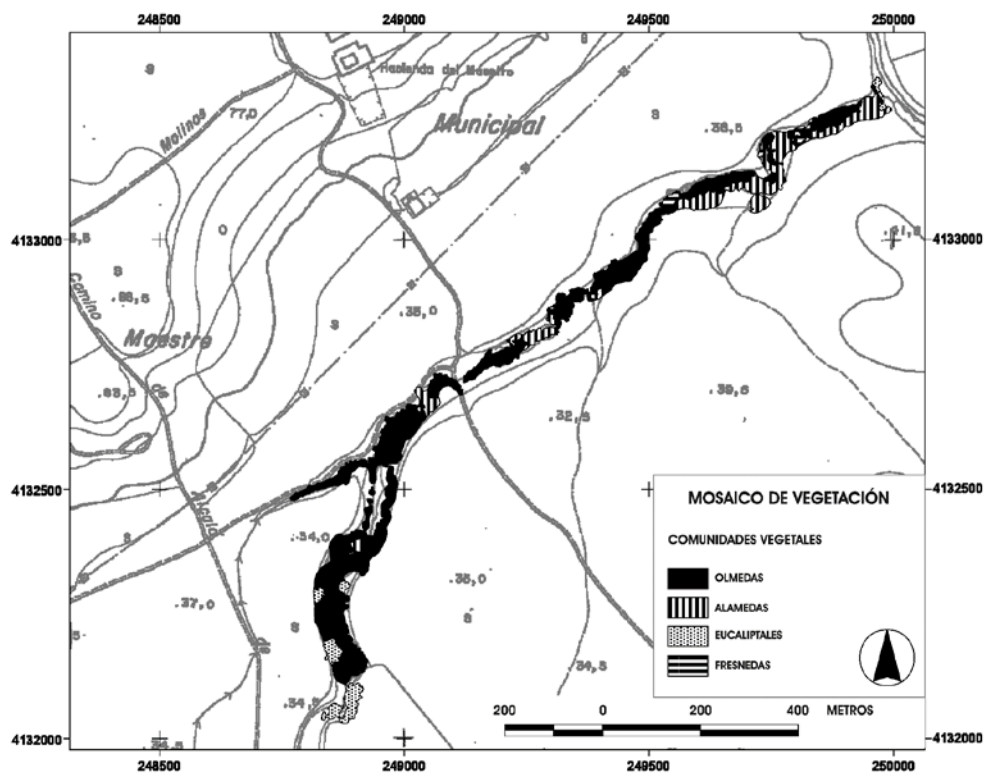
Figura 3
PORCENTAJES DE SUPERFICIE DE COMUNIDADES VEGETALES EN EL ÁREA ESTUDIADA



Elaboración propia.

A excepción de los fragmentos de la comunidad vegetal con olmos —que aparece de forma continua en el sector estudiado—, y la de eucaliptos —cuya presencia responde a un silvocultivo—, las de saucedas y fresnedas se localizan próximas a la confluencia del Guadairilla con el río Guadaíra, mientras que las alamedas adquieren una distribución lineal muy concentrada a lo largo del último medio kilómetro, apareciendo también en pequeños fragmentos (*patches*) a lo largo de todo este corredor ripario. (Fig. 4).

Figura 4
 MAPA DE COMUNIDADES VEGETALES DEL CURSO BAJO DEL RÍO GUADAIRILLA



Elaboración propia.

III.3. Cambios del paisaje de campiña en la cuenca del Guadaira en el siglo XX

El paisaje vegetal de la cuenca media del río Guadaira, y por extensión de su afluente, el río Guadairilla, ha experimentado en el siglo XX su mayor y más rápida transformación ligada a los cambios en las técnicas de cultivo asociadas a los procesos de mecanización agrícola.

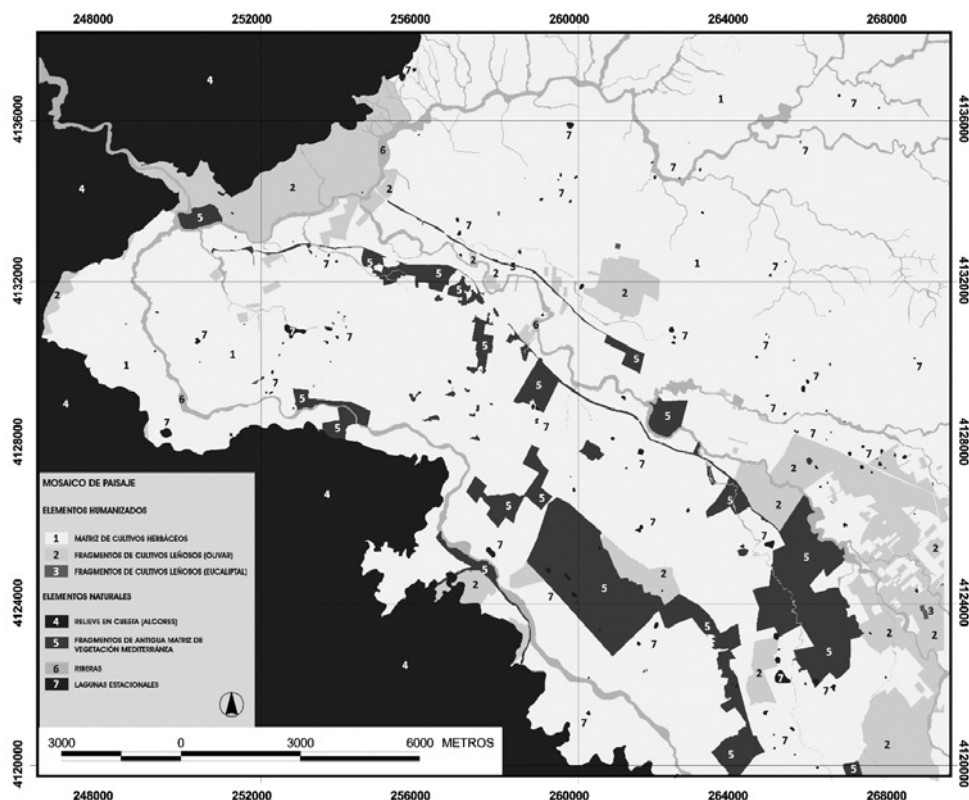
Según la cartografía del MTN de 1917 (Instituto Geográfico Catastral de España) la mayor extensión estaba ocupada por el cultivo de cereales de secano al norte del cauce principal del río Guadaira y en la cuenca de su afluente el Guadairilla. Entre estas dos superficies predominaban dehesas (matriz de vegetación mediterránea natural) y eriales para el ganado (bovino, porcino y equino y ocasionalmente ovino y caprino) (información suministrada por el capataz del Cortijo de Maestre, cuya propiedad se extiende por gran parte del área de estudio). Estos espacios de dehesa eran importantes para la cría de animales que se utilizaban en la roturación y siembra: mulos, asnos y bueyes.

En los fotogramas aéreos de 1956 que han sido cartografiados (figura 5) se puede apreciar la disminución de superficie, así como la fragmentación de los espacios adheresados, debido a dos causas principales:

- el inicio de la mecanización del campo y la menor necesidad del ganado de apoyo agrícola;
- y la necesidad de aumentar la superficie cerealística para abastecer la industria panadera que abastecía a la ciudad de Sevilla, y que en el primer tercio del siglo XX se encontraba en expansión.

Otro cultivo que aumenta su presencia es el olivar en el talud de los alcores hacia la cuenca del Guadaíra y en el sector sureste, hacia aguas arriba del sector estudiado. Es de destacar la presencia de humedales con encharcamientos temporales que se extendían por toda la superficie de la cuenca.

Figura 5
CARTOGRAFÍA DEL PAISAJE EN LA CUENCA DEL GUADAÍRA EN 1956 A PARTIR
DE LA FOTOINTERPRETACIÓN DE LOS FOTOGRAFAS AÉREOS DEL VUELO AMERICANO

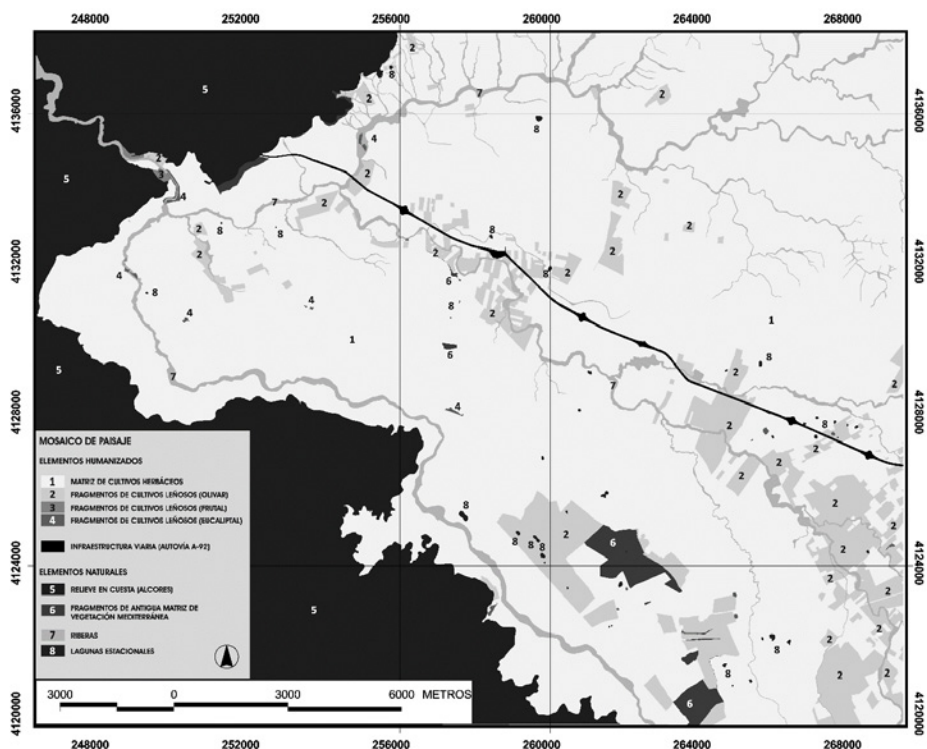


Elaboración propia.

Entre 1956 y la actualidad (figura 6) se producen los cambios definitivos que configuran el paisaje actual de la cuenca del Guadaíra:

- Se cultivan eucaliptos para desecar los humedales presentes en la campiña. Los humedales que aparecen en 1956 ya no están en la actualidad y solo en situaciones de precipitaciones extraordinarias —con valores acumulados por encima de 650 mm— vuelven a aparecer ocasionalmente.
- Se conserva la superficie de olivar en el conjunto de la cuenca, aunque desaparece la que se situaba en el talud de Los Alcores, permaneciendo principalmente la que se encuentra próxima a la localidad de Morón de la Frontera, aunque se trata de una nueva tipología de olivar «superintensivo» en regadío, en lugar del olivar de secano tradicional.
- Aumentan los cultivos de cereales y la dehesa queda reducida a dos fragmentos grandes al sur de la cuenca, desapareciendo todos los fragmentos que se encontraban en torno a los cauces de los ríos Guadaíra y Guadairilla en el año 1956.

Figura 6
 CARTOGRAFÍA DEL PAISAJE EN LA CUENCA DEL GUADAÍRA EN 2009 A PARTIR DE LA FOTINTERPRETACIÓN DE LOS FOTOGRAMAS AÉREOS DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA



Elaboración propia.

La mecanización definitiva del campo en la década de los 60 dio más capacidad para cultivar y obtener mayor productividad, favoreciendo la desaparición de la superficie de dehesa como apoyo agrícola (pérdida de funcionalidad) y como producción ganadera.

Estos cambios en el paisaje acaecidos durante el siglo XX han tenido repercusiones sobre la vegetación riparia en la cuenca del río Guadaíra y por consiguiente en el sector de estudio en el río Guadairilla. La superficie regresiva se localiza en la orla exterior de ambas márgenes, fundamentalmente en el sector central del mosaico estudiado, donde los fragmentos de vegetación riparia han sido eliminados con objeto de extender la superficie de tierras de labor. Estas zonas próximas al corredor fluvial, son de escasa productividad como consecuencia, tanto de las crecidas estacionales del Guadairilla —que suele acabar con gran parte del cereal que se cultiva—, como, sobre todo, por la saturación de humedad edáfica (y flujo subsuperficial) presente en los fluvisoles desarrollados en la llanura de inundación. Los fragmentos cuya superficie ha permanecido estable aparecen indistintamente a lo largo del sector fluvial estudiado. La recuperación de fragmentos de vegetación riparia (progresión) es especialmente intensa en los sectores más alejados de la zona de confluencia con el río Guadaíra. Actualmente, su dinámica progresiva está condicionada por la afección de grafiosis, presentando un ecotipo característico de comunidades permanentes condicionadas de carácter disclimácico o plesioclimácico (Clements, 1916; Huggett, 2004) con un aspecto de formación permanentemente inmadura, donde no es posible encontrar ejemplares longevos (Gómez Montblanch *et al.*, 2015) (figura 7).

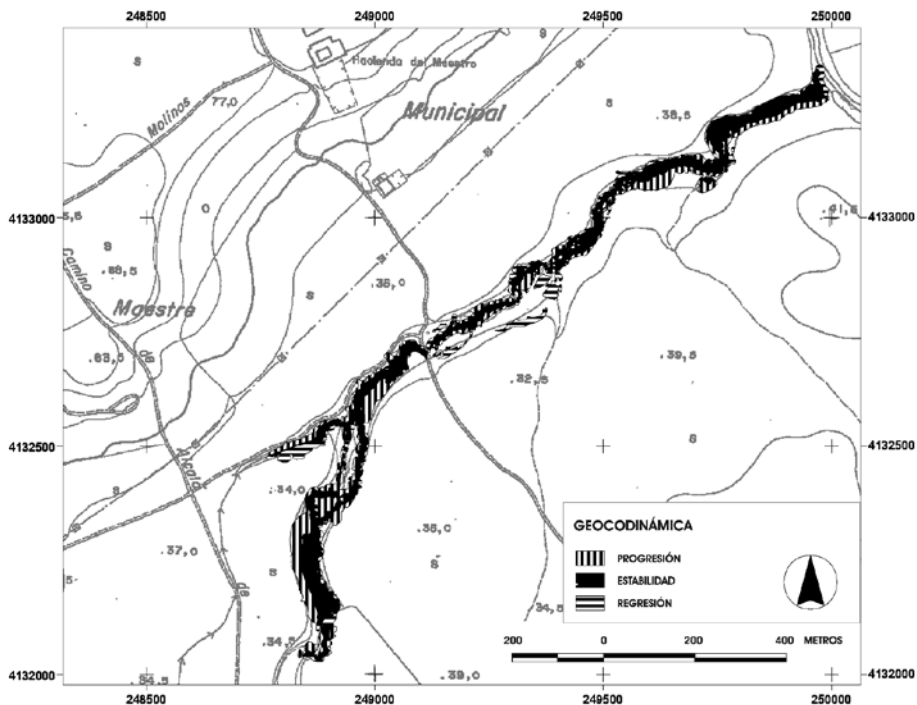
Como puede apreciarse en la tabla 2, los fragmentos estables predominan en el mosaico, aunque la dinámica superficial presenta una tendencia muy positiva, puesto que los fragmentos progresivos presentan una superficie sustancialmente mayor que los fragmentos desaparecidos en el contexto temporal sobre el que se ha realizado este análisis. Especialmente, se constata que la pérdida de fragmentos se ha focalizado en la franja de borde (ecotono), donde la tensión entre la dinámica biológica del corredor y el uso agrícola predominante en la matriz de paisaje, se hace especialmente palpable. El balance de progresión del bosque ripario en este periodo ha sido de 21,26 ha, siendo la superficie total actual (2009) de 82,66 ha, frente a las 61,40 ha de 1956.

Tabla 2
SUPERFICIE DE CAMBIO DEL BOSQUE DE RIBERA DEL CURSO BAJO DEL GUADAIRILLA ENTRE 1956 Y 2009

Tipo de geocodinámica	Superficie afectada (ha)	Porcentaje (%)
Progresión	34,18	35,76
Estabilidad	48,48	50,72
Regresión	12,92	13,52
<i>Total</i>	95,58	100

Elaboración propia.

Figura 7
EVOLUCIÓN DEL BOSQUE DE RIBERA DEL BAJO GUADAIRILLA (1956-2009)



Elaboración propia.

IV. PROPUESTA DE ORDENACIÓN Y USOS PARA LA CONSERVACIÓN DEL BOSQUE DE RIBERA DEL BAJO GUADAIRILLA

A partir de la metodología propuesta se identificaron las unidades ambientales que configuran los polígonos sobre los que se realiza la zonificación que a continuación se expone con sus directrices. Las unidades ambientales identificadas son:

- Unidad ambiental 1: unidad geomorfológica estable en llanura de inundación ordinaria ocupada por comunidades vegetales arbóreas y cauces con funcionamiento hidrogeomorfológico estacional. Se identifican tres subunidades según la comunidad vegetal con especie arbórea dominante.
- Unidad ambiental 2: unidad geomorfológica estable en llanura de inundación ordinaria y extraordinaria ocupada por fragmentos del mosaico fluvial en recuperación y morfologías aluviales dinámicas como barras e islas arenosas no fitoestabilizadas e islas arenosas fitoestabilizadas. Según predomine la recuperación vegetal, la dinámica fluvial, o la conservación del funcionamiento de los elementos geomorfológicos, se ha subdividido en tres subunidades.

- Unidad ambiental 3: terraza aluvial y campiña. Se consideran tres subunidades: una primera relativa a los cultivos de especies arbóreas alóctonas; una segunda como *buffer* de la vegetación riparia que coincide con los límites de la llanura de inundación extraordinaria; y una tercera que abarca la terraza fluvial del Guadairilla y las margas, que como litología subyacente que en ocasiones aflora, configuran el relieve acolinado de la campiña.

Esta propuesta metodológica de ordenación y usos está basada en la aplicación del conocimiento adquirido acerca del funcionamiento del sistema aluvial y el geosistema al que pertenece (geoecología) lo que permite que la inversión sea reducida –en comparación con otras propuestas, véase Programa Coordinado de Recuperación y Mejora del río Guadaíra-. En este sentido focaliza las acciones en aquellos elementos que necesariamente requieren una intervención (manejo) y, además, en la mayoría de las categorías son medidas encaminadas a la conservación y/o protección.

En base a estas unidades ambientales, y la metodología expuesta, la propuesta de ordenación es (figura 8):

- a) **Áreas de conservación y protección integral (A):** Requieren la máxima protección por considerarse el núcleo fundamental de este mosaico fluvial. Se propone evitar cualquier cambio de uso, desbroce, quema o aprovechamiento ganadero, dada la alta calidad ambiental y fragilidad ecológica (menor resiliencia del conjunto de fragmentos estudiados) para la conservación de los fragmentos predominantes del mosaico ripario

A1 – Reserva integral de olmos.

A2 – Reserva integral de álamos.

A3 – Reserva integral de fresnos.

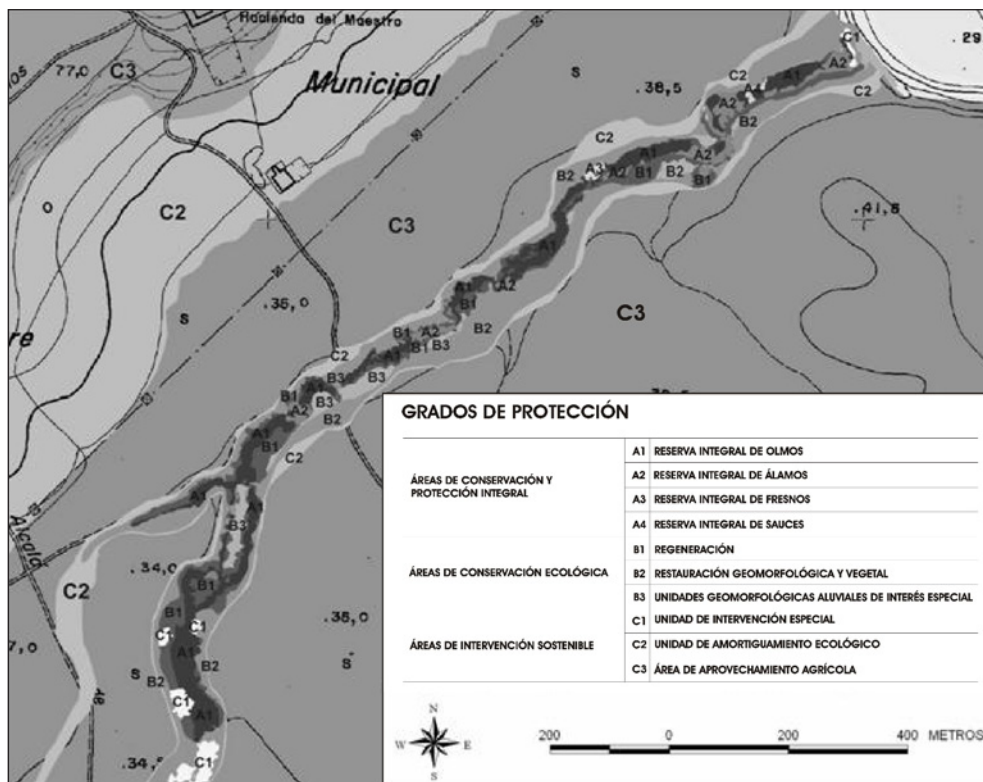
A4 – Reserva integral de sauces.

- b) **Áreas de conservación ecológica (B):** Se propone dotar a estos fragmentos de un régimen completamente restrictivo al uso ganadero itinerante –fundamentalmente caprino-, característico de este paisaje de campiña sevillana. Las áreas de conservación ecológica que se proponen son:

B1 – *Regeneración*: Debe restringirse el uso ganadero, por la inmadurez geoecológica de las especies leñosas cuya abundancia en los estratos: arbustivo y subarbustivo, las hacen especialmente palatables y deseadas por los numerosos efectivos que componen los rebaños itinerantes que pastorean por la zona.

B2 – *Restauración geomorfológica y vegetal*: la restauración del sistema fluvial, y su bosque asociado, debe priorizar a aquellos fragmentos en los cuales la intervención humana, a modo de impacto positivo, redunde en la funcionalidad inherente de este tipo de paisajes y por consiguiente, en su equilibrio o armonía paisajística. Es necesario plantear acciones orientadas a la reforestación con especies riparias en base a un modelo de imitación del fenosistémica conociendo bien su criptosistema (González Bernáldez, 1981), así como medidas restrictivas para determinados aprovechamientos silvoculturales y ganaderos. En este sentido, la propuesta requiere la aplicación de tres acciones estratégicas encaminadas a que dicha restauración sea viable y exitosa:

Figura 8
MAPA DE ORDENACIÓN Y USOS DEL TRAMO BAJO DEL RÍO GUADAIRILLA.



Liberar aquellas zonas cultivadas ubicadas en la llanura de inundación –al menos en la llanura ordinaria–, reforestar con especies edafohigrófilas e instalación de vallados provisionales que cerquen los fragmentos reforestados.

B3 – *Unidades geomorfológicas aluviales de interés especial*. Son las principales áreas recomendadas por esta propuesta de ordenación para el pastoreo, implementando así una mayor diversidad de fragmentos de paisaje.

- c) **Áreas de intervención sostenible (C)**: se propone la necesaria puesta en práctica de técnicas menos agresivas que redunden en la conservación de los recursos naturales, sin los cuales, la actividad económica agraria no sería posible.

C1 – *Unidad de intervención especial*: recoge los fragmentos de silvocultivos de *Eucalyptus camaldulensis* que se plantaron durante la segunda mitad del siglo XX con un doble objetivo: obtener un aprovechamiento maderero de rendimiento a corto plazo, dada su rapidez de crecimiento, y desecar las numerosas lagunas y zonas encharcadas características de esta zona, dada la alta componente de arcillas y margas de su formación superficial. Los ejemplares de Eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*) consu-

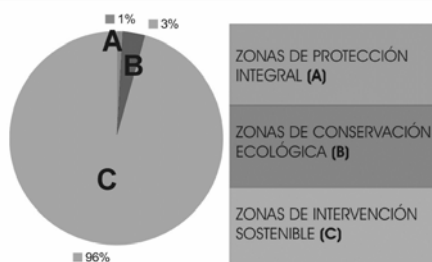
men rápidamente los recursos hídricos subsuperficiales, disminuyendo los periodos de encharcamiento –y con ello, las pérdidas económicas- y posibilitando la expansión de las zonas cultivables. La propuesta de conservación e intervención de este tipo de fragmentos siempre despierta cierto recelo y controversias. Esta propuesta está argumentada tanto en el papel geoecológico que cumple este ecotipo como sustituto de las desaparecidas formaciones leñosas riparias que se distribuían en el Guadairilla y que eran fundamentales para una gran riqueza de especies de aves, por ejemplo; así como debido a su particular rol criptosistémico que hace posible albergar cortejos florísticos de alta diversidad y equitabilidad¹. La propuesta se centra en conservar estos fragmentos implementando, mediante su manejo, su progresiva sustitución por comunidades permanentes, concretamente por álamo blanco (*Populus alba*) cuyas características fenotípicas les confiere ser la formación vegetal idónea para tal fin en esta zona.

C2 – Unidad de amortiguamiento ecológico. Restringir el uso agrícola y la estabulación temporal de ganado –característico de la ganadería caprina itinerante de la periferia del área metropolitana de Sevilla–.

C3 – Área de aprovechamiento agrícola. La propuesta de ordenación contempla la evolución del uso agrícola intensivo hacia una agricultura biológica, donde el conocimiento de la interacción ecológica en el complejo sistema de producción agrícola vaya imponiéndose al actual modelo practicado, cuyo efecto en el ecosistema tardará bastante tiempo en remitir.

Para la superficie estudiada, sobre la que se aplica la presente propuesta, y que alberga una superficie de 409,6 ha, la zonificación que incluye a los tipos A, B y C, se distribuye de la siguiente manera: el tipo A, denominado como de «Protección Integral», ocupa el 1% (4,56 ha) de la superficie total; el tipo B, denominado como de «Conservación Ecológica», concentra el 3% (13,98 ha); y, por último, el conjunto de fragmentos que componen la categoría definida como tipo C o de «Intervención Sostenible» ocupa el 96% (391,06 ha) de la superficie total. (Fig. 9).

Figura 9
PROPORCIÓN DE LA SUPERFICIE OCUPADA POR CADA GRADO DE PROTECCIÓN
EN EL ÁMBITO DEL CURSO BAJO DEL RÍO GUADAIRILLA



1 Este fragmento de eucaliptal naturalizado, como tantos otros estudiados en el contexto geográfico de la cuenca del río Guadaíra, presenta altos valores de diversidad (Shannon-Wiener) y equitabilidad (Pielou), concretamente de **3,01** y **0,95** respectivamente (Datos que pueden consultarse en la Tesis Doctoral del autor).

A continuación, (tabla 3) se puede apreciar el valor desglosado por categorías y la proporción superficial que ocupa cada una en el contexto del espacio geográfico estudiado.

Tabla 3
DESGLOSE SUPERFICIAL DE LAS CATEGORÍAS DE ORDENACIÓN Y USOS PROPUESTAS

Tipo	Grado de protección	Categorías	Superficie (ha)	Peso porcentual (%)
A	Protección Integral	A1	3,57	0,87
		A2	0,90	0,22
		A3	0,05	0,01
		A4	0,04	0,01
		<i>Subtotal A</i>	<i>4,56</i>	<i>1,11</i>
B	Conservación Ecológica	B1	3,41	0,83
		B2	7,50	1,83
		B3	3,07	0,75
		<i>Subtotal B</i>	<i>13,98</i>	<i>3,41</i>
C	Intervención sostenible	C1	0,56	0,14
		C2	81,50	19,90
		C3	309,00	75,44
		<i>Subtotal C</i>	<i>391,06</i>	<i>95,48</i>
<i>Total</i>			<i>409,60</i>	<i>100</i>

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El sector estudiado del río Guadairilla se halla emplazado próximo a su confluencia con el Guadaíra y comprende unos 2 km de longitud. La atención focalizada en este sector radica en la excepcional calidad de su bosque ripario —único en el conjunto de su cuenca—, y está dirigida a profundizar en un modelo de corredor ecológico fluvial que pueda extrapolarse al conjunto de la cuenca del río Guadaíra, y cuya única propuesta de ordenación existente, se remite a la aprobación en sede parlamentaria andaluza de la *Proposición no de Ley núm. 8/94, relativa a puesta en marcha de un Plan de Saneamiento y Recuperación Integral del río Guadaíra* por la que se instaba a la Junta de Andalucía —a través de la entonces Consejería de Obras Públicas y Transportes— a que formulara el *Programa de Recuperación y Mejora del río Guadaíra*. En dicho programa se proponía abordar el problema desde una doble perspectiva:

- *subprograma Guadaíra Blanco*, mejora de la calidad bioquímica del caudal en el conjunto de la cuenca mediante el tratamiento de aguas residuales;
- *subprograma Guadaíra Verde*, mejorar el estado del patrimonio fluvial (natural, histórico y cultural).

El modelo de ordenación que sigue el *Programa Coordinado de Recuperación y Mejora del río Guadaíra* parte de un principio de modificación sustancial del mosaico paisajístico fluvial para adecuarlos a un tipo de uso terciario (parque fluvial), donde el objetivo principal:

«rescatar el importante patrimonio natural, histórico y cultural. La consecución de este segundo objetivo se aborda ahora bajo el epígrafe que hemos denominado: «La creación de un parque fluvial», que refleja con claridad que lo que se pretende es obtener un río para el disfrute y ocio de los habitantes que conviven con él». El modelo de ordenación propuesto en el presente trabajo apuesta por la conservación del mosaico fluvial como espacio de libertad donde han de concentrarse aquellas interacciones necesarias para permitir el funcionamiento armónico del paisaje ribereño, donde las acciones propuestas son más dinámicas y fáciles de adaptar a las condiciones de organización funcional de este territorio.

Cabe indicar además que aunque el *Programa Coordinado* se diseñó con objetivos ambiciosos y con una firme propuesta de ejecución, para el cual se le dotó económicamente, y se desarrollaron varias acciones (instalación de depuradoras, colectores de saneamiento, adecuación de algunas márgenes, recuperación de algunos molinos y diseño y «recualificación» de algunos parques), lo cierto es que la ejecución ha sido incompleta, sin coordinación y centrada casi exclusivamente en el sector urbano del municipio de Alcalá de Guadaíra. Por consiguiente, los objetivos del *Programa Coordinado de Recuperación y Mejora del río Guadaíra* están lejos de haberse cumplido y en este sentido cabe resaltar algunas actuaciones pendientes de ejecución, tales como:

- deslinde y protección del dominio público.
- desarrollo de programas de regularización de vertidos industriales, saneamiento y depuración del poblado de Pozo Amargo.
- regeneración de la vegetación de ribera.
- recuperación de las vías pecuarias.
- recuperación de las zonas afectadas por canteras y graveras.
- recuperación del patrimonio histórico y cultural ligado al río.

No obstante, hay que reconocer el notable esfuerzo realizado por la Junta de Andalucía referente a la restauración de riberas fluviales. Así, la Consejería de Medio Ambiente está llevando a cabo la *Estrategia Andaluza de Restauración de Ríos* con el objetivo de mejorar el estado ecológico de los ríos y riberas de Andalucía que contempla el *Programa de restauración y rehabilitación de ríos* con un manual sobre *Restauración de riberas en ríos mediterráneos* (Costa et al., 2008).

La importancia de establecer una propuesta de ordenación del paisaje, cuyo objetivo prioritario es la conservación de los principales factores de funcionamiento fluvial (hidrológicos, geomorfológicos y biogeográficos), supone una aportación metodológica y un nuevo enfoque a la ordenación del territorio en la cuenca del Guadaíra. De este análisis, se concluye como principales objetivos a desarrollar en la presente propuesta de ordenación y usos:

- compatibilizar la conservación del mosaico fluvial (paisaje vegetal ripario) de manera íntegra,
- favorecer su desarrollo en función de la potencialidad de las características geoecológicas que lo definen
- facilitar el funcionamiento hidrogeomorfológico del río
- y permitir un aprovechamiento agrícola y sostenible del entorno.

A ello cabe añadir, como potencialidad de esta propuesta de ordenación, la capacidad de adaptación de este modelo a los cambios ambientales que este sistema fluvial pudiera experimentar dada su dinámica, albergando un carácter adaptativo al funcionamiento de un sistema fluvial, integrado en un medio de carácter rural o agrario.

Cabe indicar, además, que este modelo de ordenación toma en consideración la *Directiva Marco del Agua (2000/60/CE)*, y que ésta plantea «*la necesidad de la protección y la correcta gestión de los hidrosistemas*». Además establece la intención de crear demarcaciones hidrográficas, que en la presente propuesta está condicionada por la excelente calidad geoecológica del paisaje vegetal ripario de este sector de cuenca del Guadairilla, retomando así el concepto de «*Registro de Áreas Protegidas por Demarcación Hidrográfica*». Dicho registro recoge aquellas áreas que han sido declaradas objeto de una protección especial en virtud de una norma comunitaria específica relativa a la protección de sus aguas superficiales o subterráneas o a la conservación de los hábitats y las especies que dependen directamente del agua y son:

- Zonas de captación de agua para abastecimiento, incluyendo todos los abastecimientos destinados al consumo humano con un volumen medio superior a 10 m³/día o que sirvan para abastecer a más de 50 personas.
- Zonas de futura captación de agua.
- Zonas de protección de especies acuáticas económicamente significativas regidas por la Directiva 78/659/CEE de 18 de julio relativa a la calidad de las aguas continentales que requieren protección o mejora para ser aptas para la vida de los peces.
- Masas de agua de uso recreativo, incluidas las zonas declaradas aguas de baño Directiva 2006/7/CE, de 15 de febrero de 2006, relativa a la gestión de la calidad de las aguas de baño transpuesto a España por el Real Decreto 1341/2007 de 11 de octubre.
- Zonas Vulnerables. Directivas de la Unión Europea 91/676/EEC y 75/440/EEC transpuesta a España por el Real Decreto 261/1996 en el que se establecen las medidas necesarias para prevenir y corregir la contaminación de las aguas, continentales y litorales, causada por los nitratos de origen agrario y se estipula que los gobiernos de las distintas comunidades autónomas son los encargados de designar estas zonas.
- Zonas sensibles identificadas por el Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas establece los criterios para la determinación de las zonas sensibles. Así, se considera que un medio acuático es zona sensible si se puede incluir en lagos, lagunas, embalses, estuarios y aguas marítimas que sean eutróficos o que podrían llegar a ser lo en un futuro próximo si no se adoptan medidas de protección.
- Zonas de protección de hábitat o especies: LICs, ZEPAs, zonas especiales de conservación integrados en red natura enmarcadas por dos directivas: 92/43/EEC, destinada a proteger la herencia natural dentro de la Comunidad Europea; y la 79/409/EEC, destinada a la protección de aves. La transposición al derecho español ha sido a través de los Reales Decretos 1997/1995 y 1193/1998.
- Perímetros de protección de aguas minerales y termales, cuyos perímetros de protección han sido determinados por la Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas.

- Reservas naturales fluviales y protección especial regidas por el Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, que aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica, en su arts. 22 recoge en las llamadas «zonas protegidas», un grupo de figuras de protección ambiental en el que se incluyen las Reservas naturales fluviales y Zonas sometidas a un «régimen de protección especial», que en el caso de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir no han sido aún demarcadas.
- Zonas húmedas: RAMSAR, Inventario Nacional de Zonas Húmedas. Abarca las zonas protegidas los humedales de importancia internacional incluidos en la Lista del Convenio de Ramsar, de 2 de febrero de 1971, así como las zonas húmedas incluidas en el Inventario Nacional de Zonas Húmedas de acuerdo con el Real Decreto 435/2004, de 12 de marzo, por el que se regula el Inventario nacional de zonas húmedas. La comunidad autónoma andaluza tiene el propio

En este sentido, cabe indicar que el río Guadairilla se encuentra incluido en la demarcación de las siguientes tres zonas:

- Zonas de captación de agua subterráneas para abastecimiento.
- Zona vulnerable. Delimitada por el decreto 36/2008, de 5 de febrero de la Junta de Andalucía que designan las zonas vulnerables y se establecen medidas contra la contaminación por nitratos de origen agrario. En concreto la Zona 2 Valle del Guadalquivir.
- Zona sensible del Parque Nacional Doñana y su entorno.

Las directrices planteadas en el presente modelo de ordenación que se corresponden con las categorías: A1, A2, A3, A4 y B1 se corresponde con los criterios de Reservas naturales fluviales y protección especial del *Registro de Áreas Protegidas por Demarcación Hidrográfica* en la cuenca del Guadaira ya que las olmedas del curso bajo del río Guadairilla se adaptan perfectamente a tipo V del Anexo IV de Zonas protegidas de la Directiva Marco del Agua: «protección de hábitats o especies cuando el mantenimiento o mejora de las aguas constituya un factor importante para su protección».

La presente propuesta va más allá de las experiencias de ordenación en el ámbito fluvial como la realizada por la Agencia Catalana del Agua, que si bien considera la restauración fluvial atendiendo no solo a la vegetación sino también a la recuperación morfodinámica, se centra en la zonificación del espacio fluvial en las áreas de inundación, según los riesgos derivados de la peligrosidad y vulnerabilidad. Más cerca de nuestra orientación se sitúa el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de Sotos y Galachos del río Ebro, del Gobierno de Aragón aprobado por el Decreto 89/2007, de 8 de mayo (BOA nº 75 de 25/06/07), en el que se considera una máxima protección ambiental en el tramo Escatrón-Zaragoza que está zonificado en función de su riqueza ecológica:

- Reserva Natural Dirigida (RN) que comprende el cauce del río Ebro, los sotos ribereños, humedales y otros elementos y que estaría relacionado con la zona de tipo A de nuestra propuesta.
- Zona Periférica de Protección (ZPP), adyacente a la anterior, y creada para mitigar posibles impactos medioambientales sobre el espacio de mayor valor ecológico, res-

tringiendo los usos. Se extiende sobre la llanura de inundación, y se relaciona con la categoría C2 de nuestra propuesta.

- Zona 1: cauce del río, sotos ribereños, humedales y elementos asociados de la dinámica fluvial en el ámbito del Plan. Corresponde con la superficie cubierta por agua en su máxima crecida ordinaria. Concentra los mayores valores ambientales del área de estudio la necesidad de mantener los mayores valores ambientales del área de estudio y la necesidad de mantener la continuidad fluvial a través del río y de sus riberas. En nuestra propuesta se relaciona con las categorías B1 y B3.
- Zona 2: territorio que, estando comprendido en una franja máxima de 500 metros a partir de la Zona 1, se halla además en la llanura de inundación definida por el período de retorno de 500 años. En esta zona se justifica la adopción de medidas de prevención y cautela para la protección del medio natural por su proximidad y relación estructural y funcional de la Zona 1, para mantener su naturalidad. Se corresponde con la categoría C3 de nuestra propuesta.

En conclusión la propuesta de ordenación presentada en este trabajo se plantea como un esfuerzo la orientación de la delimitación de zonas jerarquizadas según los grados de protección o intervención con el objetivo de la conservación y restauración de la dinámica hidrogeomorfológica y la vegetación asociada a ella. El objetivo de esta propuesta no es fitoestabilizar las riberas fluviales, sino conseguir que se recupere el ya mencionado espacio de libertad del río y con él la vegetación asociada. Con ello, se pretende aportar una orientación que contribuya a la demarcación del registro de áreas protegidas de las riberas fluviales.

Se ha especificado que para cada categoría existe un grado de protección que varía en función del carácter restrictivo desde el más alto (tipo A) hasta el más permisivo (tipo C).

Atendiendo a que las directrices marcadas en la categoría A, cabe señalar que son de carácter enfocado expresamente a la conservación y protección (1,11%). Las categorías B1, B3, C2 y C3 son restrictivas o de modificación de uso agrícola (96,92%). La superficie propuesta como área de amortiguamiento ecológico (C2) ocuparía proporcionalmente la segunda posición (19,90%). Esta superficie también se destina al uso agrícola actual con la recomendación de evitar cambios sustanciales de uso y/o tipo de cultivo.

Las categorías B2 y C1 indican acciones de restauración sobre formaciones autóctonas (B2) o alóctonas (C1) (1,97%), y finalmente la categoría B3 indica un uso recomendable (3,41%) proponiéndose un cambio progresivo de actividades en el desarrollo de las labores agrícolas que redunde en la mejora del conjunto de los recursos naturales sobre los que se sustenta este ecosistema. Las medidas de intervención directa, que podríamos denominar como correctoras se aplican al 98,89% del territorio estudiado.

La presente propuesta de ordenación destinaría un total de 390,5 ha (95,34%) a la persistencia del uso agrícola, entendiendo así que la vocación histórica de este paisaje humanizado es preferentemente agrícola.

En función de la importancia superficial de cada categoría establecida cualitativamente en relación a sus directrices, los objetivos de la presente propuesta de Ordenación y usos podrían quedar resumidos en una propuesta de conservación-protección y restauración de la olmeda.

La propuesta de Ordenación presentada lleva implícita, como principal aportación, el enfoque de preservación del paisaje como un hecho histórico heredado y no se plantea en ningún caso cambios de uso, ni adecuación con infraestructuras para uso de ocio y disfrute ciudadano. La vocación de la propuesta es la consecución y conservación de la armonía de un paisaje de características agrarias.

Finalmente, como toda propuesta de ordenación, es importante considerar la **participación** en todo el proceso, pues para un desarrollo exitoso de las propuestas de restauración, se necesita del consenso social, especialmente de las personas afectadas por la propuesta de ordenación, así como los agentes sociales e institucionales.

V. AGRADECIMIENTO

El presente trabajo no habría sido posible sin la colaboración de D. José Rodríguez Díaz, Ingeniero Técnico Agrícola encargado de la gestión de la Finca Maestre de Alcalá de Guadaíra. También agradecer las aportaciones de los revisores del Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles por su colaboración en la mejora del presente trabajo.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- AMOROS, C. y PETTS, G.E. (Eds.). (1993): *Hydrosystemes Fluviaux*. Masson, Paris.
- ARONSON, J.; CLEWELL, A.F.; BLIGNAUT, J.N. y MILTON, S.J. (2006): Ecological restoration: a new frontier for nature conservation and economics. *Journal for Nature Conservation*, 14. pp. 135-139.
- BEECHIE, T.J.; SEAR, D.A.; OLDEN, J.D.; PESS, G.R.; BUFFINGTON, J.M.; MOIR, H.; RONI, P. y POLLOCK, M.M. (2010): «Process-based principles for restoring river ecosystems». *BioScience*, 60(3). pp. 209-222.
- BEJARANO, R. (1991): «La vegetación de ribera y su dinámica en relación con el factor antrópico. El ejemplo de los tramos finales de los cauces del SE de Málaga». *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 17, (1-2). pp. 7-23.
- BORJA, F., BARRAL, M.A., BORJA, C. y ROMÁN, J.M. (2006): «Caracterización hidrogeomorfológica e impacto antrópico en la llanura aluvial y la marisma del Guadiamar (1956-2006)» en *La restauración ecológica del río Guadiamar y el proyecto del Corredor Verde*. Junta de Andalucía. pp. 102-220.
- CADIÑANOS, J.A. *et al.* (2002): «Aplicación de una metodología de valoración de la vegetación a riberas fluviales: ensayo en el río Butrón (Bizkaia)» en *Aportaciones geográficas en memoria del profesor Miguel Yetano Ruiz*. pp. 65-88.
- CÁMARA-ARTIGAS, R., DÍAZ DEL OLMO, F. (2004): *Directrices de gestión para la conservación y desarrollo integral de un humedal centroamericano: Golfo de Montijo (litoral del Pacífico, Panamá)*. AECI-ANAM. Fondo Mixto Hispano-Panameño. Panamá.
- CAMPODRON, J. FERREIRA M.T. y ORDEIX M. (2012): *Restauración y gestión ecológica fluvial. Un manual de buenas prácticas de gestión de ríos y riberas*. RICOVER. Unión Europea.
- CARRACEDO, V. y GARCIA CODRON, J.C. (2011): «Consecuencias biogeográficas de las infraestructuras hidroeléctricas del río Nansa (Cantabria)». *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, pp. 369-478.

- CLEMENTS, F.E. (1936): «Nature and structure of the Climax». *Journal of Ecology*. 24-1. 252-284.
- COSTA, J.C., LOZANO R., CALVO M.J., MARCHENA O., VIDAL M.R. (2008): *Restauración de riberas en ríos mediterráneos. Consejería de Medio Ambiente*. Junta de Andalucía.
- DÍAZ DEL OLMO, F., SALOMON, J.N., MARTÍNEZ BATLLE, J.R. y CÁMARA-ARTIGAS, R. (2009): «L'évènement Climatique Extrême Tropical (Ecet) du 21 Novembre 2006: Analyse Hydro-Géomorphologique Et Gestion Intégrée Des Bassins Versants Hydrographiques Tropicaux». *Les Cahiers D'outre-Mer*. 246 (62). pp. 219-240.
- DUFOUR, S. y PIÉGAY, H. (2009): «From the myth of a lost paradise to targeted river restoration: forget natural references and focus on human benefits». *River Research and Applications*, 25. pp. 568-581.
- DUNNE T. y LEOPOLD, L.V. (1978): *Water in Environmental Planning*. Freeman. San Francisco.
- FERRERAS, C. y AROZENA, M.E. (1987): *Geografía Física de España: Los bosques*. Alianza Editorial. Barcelona.
- GÓMEZ MANZANEQUE, F. et al. (1997): «Bosques ribereños» en *Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica* (Castro E.B. coord). Ed. Geoplaneta. pp. 451-500.
- GÓMEZ MONTBLANCH, D.C. y MEAZA, G. (2010) «Interactividad fitoindicación/fitoacción : Aplicación en fresnedas de los ríos Cerneja (Burgos) y Guadaíra (Sevilla)» *Revista Lurralde: Investigación y Espacio*, 33. pp. 15-36
- GÓMEZ MONTBLANCH, D.C. y MEAZA, G. (2013): «Funcionalidad geocológica del tarajal (*Tamarix gallica*) del arroyo Aceitero (alto Guadaíra. Sevilla)». *Revista Lurralde: Investigación y Espacio*, 36. Pp 31-49
- GÓMEZ MONTBLANCH, D.C.; LAGUNA LUMBRERAS, E. y MEAZA, G. (2014): «Caracterización geocológica de comunidades vegetales a partir de valores indicadores de Ellenberg y del método fitoindicación/fitoacción. Ensayo de aplicación en los tarajales del arroyo Aceitero (Cuenca del Guadaíra. Sevilla)». *Revista Geographicalia* 65 pp. 87-114.
- GÓMEZ MONTBLANCH, D.C.; LOZANO, P. y MEAZA, G. (2015) «Dynamics of Riparian Vegetation (Geocodynamics) in Thermo-Mediterranean Landscapes» en Noel Duncan (Eds.) *Fluvial Geomorphology and Riparian Vegetation: Environmental Importance, Functions and Effects on Climate Change*. Nova Science Publishers. Hauppauge, New York. pp.1-52.
- GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F. (1981): *Ecología y Paisaje*. Ediciones Blume, Madrid.
- GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, M. Y GARCÍA DE JALÓN, D. (2007): *Restauración de ríos. Guía metodológica para la elaboración de proyectos*. Madrid, Ministerio de Medio Ambiente.
- GONZALEZ, M. (1996): «Impacto de la agricultura en los sistemas fluviales. Técnicas de restauración para la conservación del suelo y del agua» *Agricultura y sociedad*, 78. 211-236.
- GOODWID, C.N., HAWKINS, C.P. y KERSHNER, J.L. (1997): «Riparian Restoration in the Western United States: Overview and Perspective». *Restoration Ecology*, 5 (4). pp. 4-14.

- GUERRERO, I. y BAENA, R. (2002): «Geomorfología Fluvial y Restauración Ambiental: el Ejemplo del Río Guadamar en la Zona de Entremuros (Parque Natural de Doñana)». Estudios Recientes (2000-2002) en *Geomorfología. Patrimonio, Montaña y Dinámica Territorial*. Valladolid. SEG-Departamento de Geografía Universidad de Valladolid. pp. 79-90.
- HUGGETT, R. (2004): *Fundamentals of biogeography*. Psychology Press.
- HUGHES, F.M.R.; COLSTON, A. y MOUNTFORD, J.O. (2005): «Restoring riparian ecosystems: the challenge of accommodating variability and designing restoration trajectories». *Ecology and Society*, 10(1): pp. 12
- MAGDALENO F. y MARTINEZ, R. (2011): «Marco metodológico para la restauración fluvial en el nuevo contexto normativo y técnico». *Revista Montes* 4º trimestre pp. 25-30
- MAGDALENO, F. (2008): *Manual de técnicas de restauración fluvial*. CEDEX, 300 p., Madrid.
- MAGDALENO, F., MARTINEZ R. y ROCH V. (2010): «Índice RFV para la valoración del estado del bosque de ribera». *Ingeniería Civil* 157, pp. 85-96
- MARTÍN VIDE, J.P. (2006): *Ingeniería de ríos*. Edicions UPC, 381 p., Barcelona (2ª ed).
- MUHAR, S., SCHMUTZ, S. y JUNGWIRTH, M., (1995): «River restoration concepts, goals and perspectives». *Hydrobiologia*, 303. pp. 183-194
- NELSON, A.M., STOEBNER, T.J., SCHOONOVER, J.E. y WILLIARD, K.W.J. (2014): «Using physical parameters and geographic information system analyses to predict potential riparian restoration sites for giant cane in southern Illinois» En: Groninger, John W.; Holzmüller, Eric J.; Nielsen, Clayton K.; Dey, Daniel C., eds. *Proceedings 19th Central Hardwood Forest Conference U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station*. 388 p.
- OFICINA DE PLANIFICACIÓN HIDROLOGICA DE LA CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, (2013): *Plan Hidrológico de la demarcación Hidrográfica del Guadalquivir: 2009-2015*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.
- OLLERO, A. (2007): «Channel adjustments, floodplain changes and riparian ecosystems of the Middle Ebro River: Assessment and Management». *Water Resources Development* 23(1) pp. 73-90.
- OLLERO, A., SANCHEZ, M. y DEL VALLE J. (2004): «Problemática actual del corredor ribereño del Ebro aragonés en su curso de meandros libres». En: J.L. Peña, L.A. Longares y M. Sánchez (coords.) *Geografía Física de Aragón. Aspectos Generales y temáticos*. Universidad de Zaragoza e Institución Fernando el Católico. Zaragoza pp. 253-263
- ORTUÑO, F.; CEBALLOS, A. (1977): *Los bosques españoles*. Incafo. Madrid
- PANAREDA, J.M. (2009): «Evolución en la percepción del paisaje de ribera». *Boletín de la AGE*, 51. pp. 305-324.
- PIÉGAY, H. y SCHUMM, S.A. (2003): «Systems approaches in fluvial geomorphology». En *Tools in Fluvial Geomorphology* (Kondolf, G.M. y Piégay, H. coord). Wiley. Chichester. 105-134.
- POUDEVIGNE, I., ALARD, D., LEUVEN, R.S.E.W. y NIENHUIS, P.H. (2002): «A systems approach to river restoration: a case study in the lower Seine Valley, France». *River Research and Applications*, 18. pp. 239-247

- QUILEZ, A.M., BATISTA, L.M., CAMARA-ARTIGAS, R. y DIAZ DEL OLMO, F. (2008): «Conservación y Protección de Recursos Medicinales en el Área de Preservación Permanente de la Mata Atlántica de Buraquinho (Joao Pessoa, Estado de Paraíba, Brasil)». en *Avances en Biogeografía*. Ministerio de Educación. Madrid. pp. 99-103.
- RIVAS MARTINEZ, S. (1989): *Memoria del mapa de series de vegetación de España*. Icona. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- RODRIGUEZ, M. y PANSART, M. (2006): «Los SIG en la Planificación hídrico-territorial. El caso del delta del Guadalfeo». En *Actas del XII Congreso nacional de tecnologías de la información geográfica. El acceso a la información espacial y las nuevas tecnologías geográficas*. Granada, pp. 1765-1775
- RUBERTO, A.R., CARRERAS, J.M., y DEPETTRIS, C.A. (2003): «Estudio explorativo de la sensibilidad del coeficiente de rugosidad en un río de llanura». *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas*. Universidad Nacional del Nordeste.
- SABINE, E., SCHREIBER, G., BEARLIN, A.R., NICOL, S.J. y TODD, C.R. (2004): «Adaptive management: a synthesis of current understanding and effective application». *Ecological Management & Restoration*, 3 (5). pp. 177-182.
- SCHUMM, S.A. (1977): *The fluvial system*. Wiley. New York.
- STERLING CARMONA, A. (1996): *Los sotos, refugios de vida silvestres*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General Técnica. Madrid.
- STODART, D.R. (1965): «Geography and the ecological approach. The ecosystem as a geographical principle and method». *Physical Geography*. pp. 242-251.
- TABACCHI, E., PLANTY-TABACCHI, A.M. y D’CAMPS, O. (1990): «Continuity and discontinuity of the riparian vegetation along a fluvial corridor». *Landscape Ecology*, 1 (5). pp. 9-20.
- TREVIÑO, E.J., CAVAZOS, C. y AGUIRRE, O.A. (2001): «Distribución y estructura de los bosques de galería en dos ríos del centro sur de Nuevo León», *Madera y Bosques* 7 (1). 13-25.
- UREÑA, J.M. y OLLERO, A. (2000): «Criterios y Propuestas para la Ordenación de Áreas Fluviales». *Ciudad y Territorio, Estudios Territoriales*. XXXII (126) pp. 689-710
- WOHL, E. ANGERMEIER P.L., BLEDSOE B., KONDOLF G.M., MACDONNELL L., MERRITT D.M., PALMER M.A., LEROY N. y TARBOTON D. (2005): «River restoration», *Water Resources Research*, 41. pp. 1-12.