



5º CONGRESO FORESTAL
ESPAÑOL

5º Congreso Forestal Español

Montes y sociedad: Saber qué hacer.

REF.: 5CFE01-389

Editores: S.E.C.F. - Junta de Castilla y León
Ávila, 21 a 25 de septiembre de 2009
ISBN: 978-84-936854-6-1
© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Estudio y Análisis de indicadores hidromorfológicos para establecer las condiciones de referencia de sistemas lagunares en la provincia de Valladolid.

RUIZ LEGAZPI, J.¹, DEL RIO SAN JOSÉ, J.², NAVARRO HEVIA, J.³

¹ Alumno Ingeniería Montes (UVA).

² Junta de Castilla y León. Delegación Territorial de Valladolid. Servicio Territorial de Medio Ambiente.

³ Universidad de Valladolid. Profesor Docente Unidad Hidráulica e Hidrología.

Resumen:

En aplicación de la Directiva Marco del Agua, el estudio pretende establecer una serie de indicadores hidromorfológicos que permitan definir el estado de referencia de los humedales como hábitat, así como determinar los procesos de degradación que hayan podido sufrir en una sucesión temporal definida. Partiendo de una serie de fuentes cartográficas, sometidas a un proceso de homogenización que las convirtiera en comparables entre ellas, se elaboró la cartografía temática sobre la que obtener las métricas espaciales y temporales. Entendiendo por métrica espacial el conjunto de mediciones, morfológicas y de usos del suelo, que procesadas mediante índices hidromorfológicos, permitan conocer si han existido procesos de degradación (Perforación, Incisión, Pérdida de teselas del hábitat, Rotura o Disección, Pérdida hábitat sin fragmentación) así como su intensidad, y por métrica temporal las variaciones en la intensidad de dichos procesos a lo largo de un periodo de tiempo, estableciendo las tendencias de los mismos. Como resultado del análisis de toda la información obtenida, cabe resaltar las conclusiones que a continuación se exponen: Existe una relación directa entre la degradación de los humedales y los usos del terreno en el que se encuentran insertos. En este sentido se puede concluir que la tutela pública de los predios donde se encuentran ubicados los humedales ha sido durante el periodo 1957-2002 la garantía más eficaz para su conservación. Esta situación sólo se ha producido en la provincia de Valladolid en las zonas húmedas nemorales incluidas en los Montes de Utilidad Pública. El Catálogo de montes ha sido la figura de protección más eficaz.

Palabras clave:

Humedales, Estado Referencia, Indicadores hidromorfológicos, Procesos Degradación, Monte Utilidad Pública.



1.- Introducción

La Directiva Marco del Agua (DMA) define para cada tipo de masa de agua el “muy buen estado ecológico”, que se corresponde con aquél en el que las condiciones de las mismas se encuentran inalteradas, y que se considera, implícitamente como el estado de referencia y establece, además, una serie de indicadores de calidad, biológicos, hidromorfológicos, químicos y físico-químicos, que sirven para definirlo. Es destacable que la DMA no considera a los humedales como un tipo de masa de agua independiente, de manera que en su desarrollo no establece los indicadores de calidad para definir el estado de referencia de los humedales como hábitat. Conscientes de este vacío en la Directiva y de la importancia de los humedales como ecosistemas, se ha intentado estudiar en la provincia de Valladolid, la determinación de indicadores hidromorfológicos que nos aproximen a las condiciones de referencia en una serie de humedales singulares.

Los humedales seleccionados para la elaboración del estudio se recogen en la figura 1.-

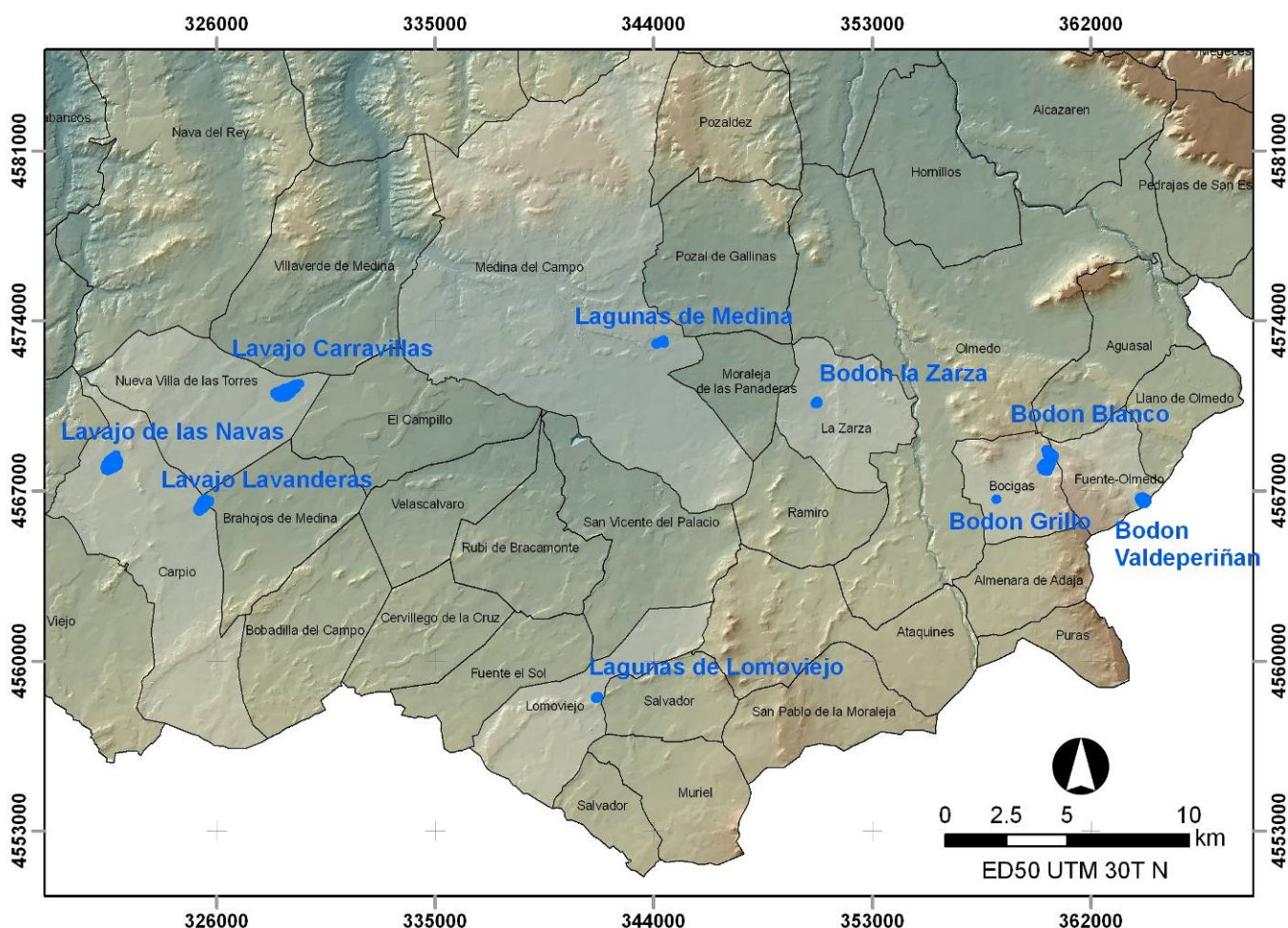


Figura 1.- Localización de la zona de estudio. Humedales nemorales y esteparios en la provincia de Valladolid.

Éstos se dividen en dos grupos: humedales nemorales, insertos en una matriz de usos del suelo forestal (Bodón de la Zarza, Bodón del Grillo, Lagunas de Medina del Campo y Laguna de Lomoviejo) y humedales esteparios, insertos en una matriz de usos del suelo agrícola (Bodón Blanco, Bodón Juncial, Lavajo de las Lavanderas, Bodón de Valdeperián, Lavajo de Carravillas y Lavajo de la Nava).

2.- Objetivos

- 1.- La definición cartográfica de la superficie de referencia de un humedal y comprender su dinámica mediante el uso de indicadores hidromorfológicos.
- 2.- El desarrollo de una metodología de análisis cartográfico de la evolución histórica de los humedales a través de estos indicadores hidromorfológicos.
- 3.- El análisis de los procesos de degradación y de la presión humana, así como las posibles consecuencias sobre los humedales.

3.- Metodología

Para analizar su evolución histórica se han empleado 29 fuentes cartográficas que recorren en forma de fotografía aérea, ortofotoplano, mapas y planos la zona objeto de estudio, desde el año 1956 hasta el año 2004. Este corpus cartográfico es una fuente de asimilación intermitente sobre el territorio que permite realizar un seguimiento discontinuo de los humedales.

La metodología empleada divide en tres bloques el trabajo:

1. Análisis de Fuentes.
2. Métrica Espacial.
3. Métrica Temporal.

Análisis de Fuentes: Se examina la información que aportan las fuentes cartográficas y la calidad de dicha información, para poder elaborar una cartografía única, homogénea.

En primer lugar se evalúan las fuentes en función del valor técnico y jurídico de sus datos, con el fin de poder llevar a cabo una jerarquización de las mismas, que permita facilitar la toma de decisiones de cara a descartar las fuentes menos válidas para elaborar la cartografía. Se tiene, por tanto, una lista de fuentes cartográficas heterogéneas, a partir de las cuales se ha de obtener una cartografía integrable, que permita una comparación multiescalar, en definitiva, una cartografía homogénea. Para homogeneizar la cartografía es necesario que toda ella se encuentre en el mismo soporte y que sea reducida a un sistema de proyección común. Una vez llevados a cabo los pasos anteriores, se debe calcular un “ancho de banda” o “buffer” que permita conocer las incertidumbres sobre la delimitación del humedal según las distintas fuentes, con una probabilidad del 66%.

Tras este análisis, las fuentes fidedignas utilizables son 5, recogidas en la Tabla 1.-.

Tabla 1.- Fuentes cartográficas seleccionadas.

Nº FUENTE	AÑO	DESCRIPTOR DE LA FUENTE	MATERIAL	ESCALA
1	1957	Vuelo americano de 1957	Fotografía aérea	1 / 37.000
2	1977	Vuelo de 1977	Fotografía aérea	1 / 17.000
3	1989	Vuelo catastral	Ortofotoplano	1 / 5.000
4	2000	Vuelo vitivinícola	Ortofotoplano	1 / 10.000
5	2002	Vuelo SIGPAC	Ortofotoplano	1 / 5.000



A continuación, se seleccionan las fuentes cartográficas cronológicamente consecutivas por pares. Se comparan, mediante una serie de variables, con el fin de integrar las fuentes y obtener, para cada par cronológico unos indicadores de incertidumbre que posibiliten detectar un proceso de degradación, así como la veracidad del hecho en cada uno de ellos.

A partir de las fuentes cartográficas seleccionadas se realizan los siguientes procesos de la metodología:

Métrica Espacial: consiste en realizar las mediciones sobre la cartografía obtenida en el proceso anterior y analizar espacialmente dichas mediciones a través de una serie de métricas de morfometría y de usos del suelo, para conocer si han existido procesos de degradación en la forma del humedal (figura 2.-): perforación, incisión, rotura o disección, pérdida de hábitat sin fragmentación, pérdida de teselas del hábitat.

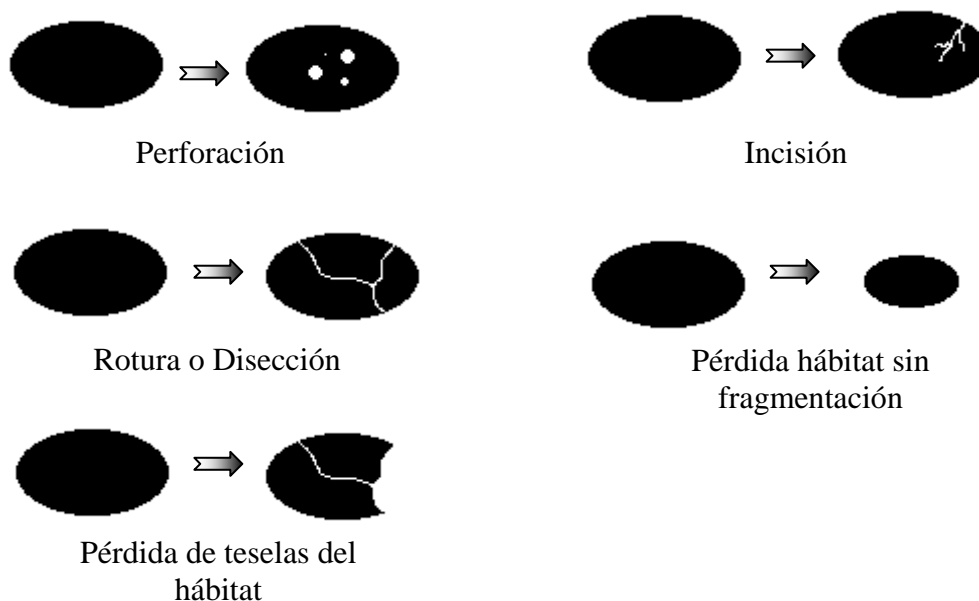


Figura 2.- Procesos más habituales en la degradación del paisaje de los humedales.

A partir de las mediciones efectuadas sobre la cartografía, se puede calcular el valor de las métricas del paisaje, a partir de las cuales se obtienen las métricas de la morfometría y de usos del suelo que permitirán evaluar la existencia o inexistencia de los procesos de degradación anteriormente citados, entre dos momentos temporales consecutivos. Este procedimiento se muestra esquematizado en la figura 3.-.

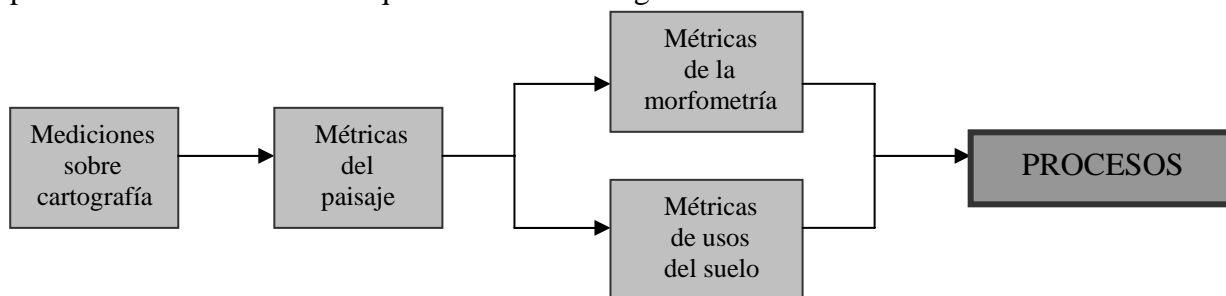


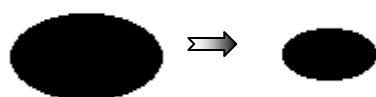
Figura 3.- Esquema de obtención de métricas y detección de procesos.

Las métricas del paisaje, de la morfometría y de los usos del suelo quedan recogidas en la tabla 2.-.

Tabla 2.- Relación de métricas del paisaje, de la morfometría y de usos del suelo.

Métricas del paisaje	Descripción	Unidades
nt	Número de teselas que componen el humedal	Adimensional
p	Perímetro de las teselas que componen el humedal	Metros
a	Área de las teselas que componen el humedal	Hectáreas
ni	Número de incisiones realizadas en el humedal (drenajes, caminos, etc.)	Adimensional
pi	Perímetro de las incisiones sufridas por el humedal (drenajes, caminos, etc.)	Metros
np	Número de perforaciones realizadas en el humedal (rellenos parciales, expropiaciones temporales, etc.)	Adimensional
pp	Perímetro de las perforaciones sufridas en el humedal (rellenos parciales, expropiaciones temporales, etc.)	Metros
Métricas de la morfometría	Descripción	Unidades
NT	Número total de teselas que componen el humedal	Adimensional
A / P	Relación entre al área y el perímetro del humedal	Metros
NI	Número total de incisiones realizadas en el humedal	Adimensional
PI	Perímetro total de las incisiones sufridas en el humedal	Metros
NP	Número total de perforaciones realizadas en el humedal	Adimensional
PP	Perímetro total de las perforaciones sufridas en el humedal	Metros
Métricas de usos del suelo	Descripción	Unidades
Sref.	Superficie del humedal el año de referencia (1957)	Hectáreas
Sact.	Superficie del humedal el año actual (2002)	Hectáreas

Finalmente, en el análisis de la existencia de procesos, cada proceso de degradación existe, si y solo si, se cumplen unas reglas que lo definen. Sirva como ejemplo la regla que define la existencia del proceso de Pérdida de hábitat sin fragmentación:



∃ pérdida de hábitat sin fragmentación si:

$$\Delta A/P < 0 \wedge \Delta NP = 0 \wedge \Delta PP = 0 \wedge \Delta NT = 0$$

Figura 4.- Pérdida hábitat sin fragmentación

Es decir existe pérdida de hábitat sin fragmentación si la variación de la relación Área / Perímetro es menor que cero y no hay variación del número de perforaciones, no hay variación en el perímetro de las perforaciones y el número de teselas se mantiene constante (véase figura 4.-).

Métrica Temporal: Para obtener una buena información sobre el desarrollo y cambio de la estructura del paisaje es necesario realizar análisis de series temporales o tendencias. Posteriormente las tendencias obtenidas deben ser interpretadas para que el diagnóstico de la evolución de los humedales sea completo.

Se obtienen unas métricas que evalúen las intensidades con que se han producido los procesos de degradación, y analizar la evolución de esas intensidades a lo largo del periodo temporal que abarca el estudio, concretamente de 1957 a 2002. Con este análisis conoceremos si la intensidad de un proceso particular muestra una clara tendencia, ya sea positiva o negativa, o si bien, por el contrario, no presenta tendencia alguna y debemos hablar entonces de fluctuaciones o de que no existen cambios.

4.- Resultados

Los resultados obtenidos de los 10 humedales seleccionados para el estudio y que recogen la evolución de éstos desde la situación de referencia (año 1957) hasta la situación actual (año 2002) se muestran de la tabla 3.- a la tabla 12.- y en las figuras 5.- a 14.-.

Tabla 3.- Resultados numéricos del Bodón de la Zarza.

BODÓN DE LA ZARZA				
Secuencia temporal	Procesos detectados	Intensidad (%)	Posibilidad de detección (%)	Tendencia
1957 - 1977	Pérdida de hábitat sin fragmentación	0,5	10	El proceso de pérdida de hábitat sin fragmentación tiene un carácter fluctuante , es decir que no existe una tendencia a incrementarse o disminuir.
1977 - 1989	Pérdida de hábitat sin fragmentación	2	64	
1989 - 2000	~~	~~	23	Interpretación: pese a no tener una tendencia, el proceso se va acumulando, de modo que al final del periodo de estudio, la intensidad acumulada es del 4%.
2000 - 2002	Pérdida de hábitat sin fragmentación	1,5	68	

Tabla 4.- Resultados numéricos del Bodón del Grillo.

BODÓN DEL GRILLO				
Secuencia temporal	Procesos detectados	Intensidad (%)	Posibilidad de detección (%)	Tendencia
1957 - 1977	Pérdida de hábitat sin fragmentación	1	10	El proceso de pérdida de hábitat sin fragmentación tiene un carácter fluctuante , es decir que no existe una tendencia a incrementarse o disminuir.
1977 - 1989	~~	~~	73	
1989 - 2000	Pérdida de hábitat sin fragmentación	7	54	Interpretación: pese a no tener una tendencia, el proceso se va acumulando, de modo que al final del periodo de estudio, la intensidad acumulada es del 8%.
2000 - 2002	~~	~~	67	

Tabla 5.- Resultados numéricos de las Lagunas de Medina del Campo.

LAGUNAS MEDINA CAMPO				
Secuencia temporal	Procesos detectados	Intensidad (%)	Posibilidad de detección (%)	Tendencia
1957 - 1977	~~	~~	10	El proceso de pérdida de hábitat sin fragmentación no es posible establecer tendencia al disponer de un único valor de intensidad.
1977 - 1989	~~	~~	37	
1989 - 2000	~~	~~	23	Interpretación: si bien no existe una tendencia, el humedal sufre en el periodo 1957-2002 una degradación, aunque con una baja intensidad.
2000 - 2002	Pérdida de hábitat sin fragmentación	0,06	10	

Tabla 6.- Resultados numéricos de la Laguna de Lomoviejo.

LAGUNA DE LOMOVIEJO				
Secuencia temporal	Procesos detectados	Intensidad (%)	Posibilidad de detección (%)	Tendencia
1957 - 1977	Pérdida de hábitat sin fragmentación	1	13	El proceso pérdida de hábitat sin fragmentación presenta una tendencia +
1977 - 1989	Pérdida de hábitat sin fragmentación	8	90	
1989 - 2000	Pérdida de hábitat sin fragmentación	16	86	Interpretación: El proceso se produce con más intensidad a medida que transcurre el periodo 1957-2002, presentando una intensidad acumulada del 36%.
2000 - 2002	Pérdida de hábitat sin fragmentación	10	90	

Tabla 7.- Resultados numéricos del Bodón Blanco.

BODÓN BLANCO				
Secuencia temporal	Procesos detectados	Intensidad (%)	Posibilidad de detección (%)	Tendencia
1957 - 1977	Pérdida de hábitat sin fragmentación	0,4	28	El proceso pérdida de hábitat sin fragmentación presenta una tendencia + . Del proceso de rotura no es posible establecer tendencia .
1977 - 1989	Pérdida de hábitat sin fragmentación	2,3	43	
1989 - 2000	Pérdida de hábitat sin fragmentación	12	53	Interpretación: La pérdida de hábitat se acumula con una intensidad del 14%, sobre la parte del humedal en contacto con zonas agrícolas, quedando intacta la zona colindante con el M.U.P.
2000 - 2002	Pérdida de hábitat sin fragmentación Rotura	0,03 2	10	

Tabla 8.- Resultados numéricos del Bodón Juncial.

BODÓN JUNCIAL				
Secuencia temporal	Procesos detectados	Intensidad (%)	Posibilidad de detección (%)	Tendencia
1957 - 1977	Pérdida de hábitat sin fragmentación	0,29	10	El proceso de pérdida de hábitat sin fragmentación tiene un carácter fluctuante , no existe una tendencia a incrementarse o disminuir. Del proceso de rotura no es posible establecer tendencia.
1977 - 1989	Rotura	42	90	
1989 - 2000	Pérdida de hábitat sin fragmentación	4	50	Interpretación: La rotura aunque no presente tendencia, existe, y se puede constatar su gravedad (42% de intensidad). La pérdida de hábitat se va sucediendo a lo largo del tiempo con mayor o menor intensidad.
2000 - 2002	Pérdida de hábitat sin fragmentación	0,21	10	

Tabla 9.- Resultados numéricos del Lavajo de las Lavanderas.

LAVAJO DE LAS LAVANDERAS				
Secuencia temporal	Procesos detectados	Intensidad (%)	Posibilidad de detección (%)	Tendencia
1957 - 1977	~~	~~	0	No se han detectado procesos.
1977 - 1989	~~	~~	90	
1989 - 2000	~~	~~	50	
2000 - 2002	~~	~~	15	

Tabla 10.- Resultados numéricos del Bodón de Valdeperiñan.

BODÓN DE VALDEPERIÑAN				
Secuencia temporal	Procesos detectados	Intensidad (%)	Posibilidad de detección (%)	Tendencia
1957 - 1977	Rotura	26	50	El proceso pérdida de hábitat sin fragmentación presenta una tendencia - y el proceso de rotura una tendencia - ,es decir, a disminuir. El proceso de incisión no es posible establecer tendencia al disponer de un único valor de intensidad.
1977 - 1989	Rotura	43	90	
1989 - 2000	Pérdida de hábitat sin fragmentación	22	90	Interpretación: A pesar de las tendencias negativas los procesos se siguen produciendo, con unas intensidades acumuladas alarmantes (36% y 81% respectivamente). Que no exista tendencia en la incisión no significa que el proceso no ocurra ni que no sea significativo.
2000 - 2002	Pérdida de hábitat sin fragmentación	14	43	
	Incisión	10		
	Rotura	12		



Tabla 11.- Resultados numéricos del Lavajo de Carravillas.

LAVAJO DE CARRAVILLAS				
Secuencia temporal	Procesos detectados	Intensidad (%)	Posibilidad de detección (%)	Tendencia
1957 - 1977	Pérdida de hábitat sin fragmentación	37	69	El proceso pérdida de hábitat sin fragmentación presenta una tendencia - : las intensidades han ido disminuyendo con el paso del tiempo.
1977 - 1989	~~	~~	89	
1989 - 2000	Pérdida de hábitat sin fragmentación	16	76	Interpretación: si bien la tendencia es negativa, el humedal sufre en el periodo 1957-2002 una degradación con una intensidad acumulada del 60%, que de continuar así, acabaría con el humedal.
2000 - 2002	Pérdida de hábitat sin fragmentación	8	52	

Tabla 12.- Resultados numéricos del Lavajo de la Nava.

LAVAJO DE LA NAVA				
Secuencia temporal	Procesos detectados	Intensidad (%)	Posibilidad de detección (%)	Tendencia
1957 - 1977	~~	~~	0	El proceso pérdida de hábitat sin fragmentación presenta una tendencia + mientras que del proceso de incisión no es posible establecer tendencia.
1977 - 1989	Pérdida de hábitat sin fragmentación	6,06	90	
1989 - 2000	Pérdida de hábitat sin fragmentación	7,23	63	Interpretación: Que la incisión no presente tendencia no quiere decir que no suponga un gravísimo impacto para el humedal dada, además, su intensidad.
2000 - 2002	Pérdida de hábitat sin fragmentación Incisión	12 21,17	50	

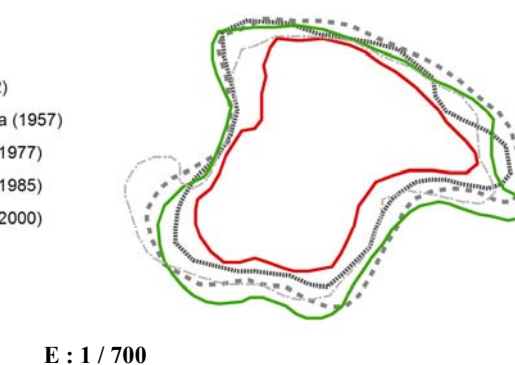
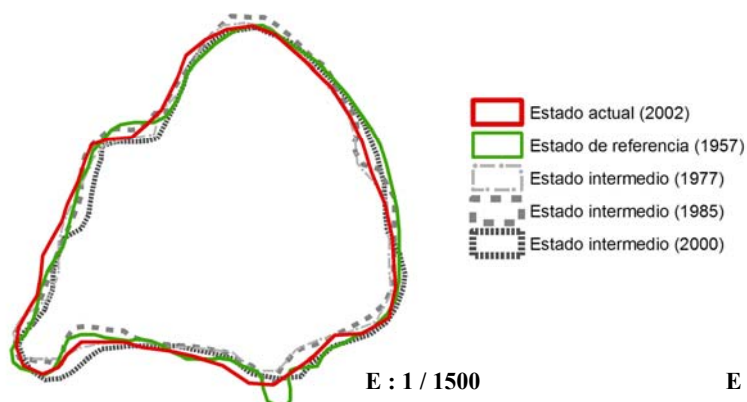


Figura 5.- Resultados gráficos del Bodón de la Zarza.

Figura 6.- Resultados gráficos del Bodón del Grillo.

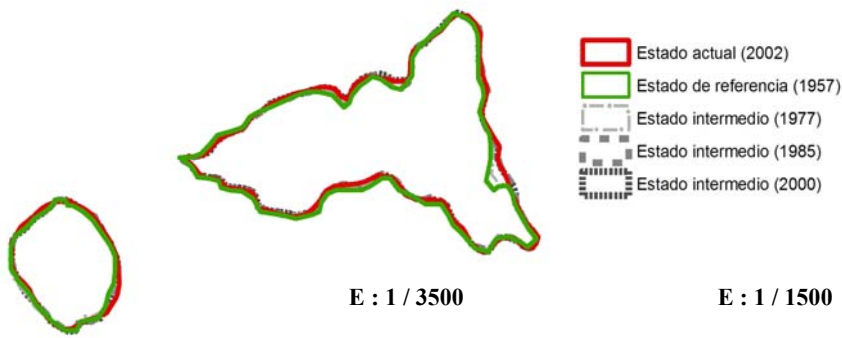


Figura 7.- Resultados gráficos de la Lagunas de Medina del Campo.

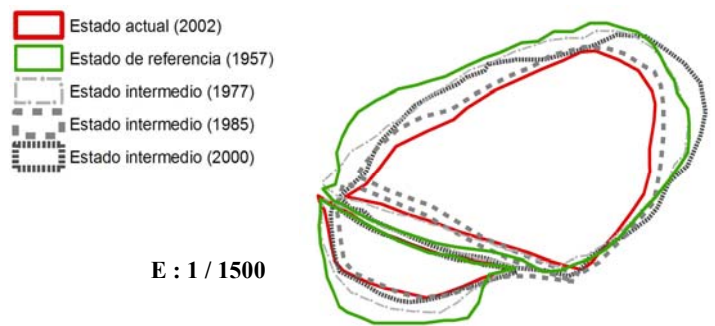


Figura 8.- Resultados gráficos de la Laguna de Lomoviejo.

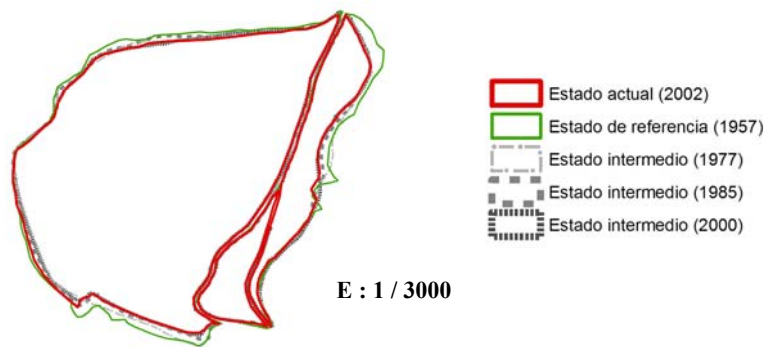


Figura 9.- Resultados gráficos del Bodón Blanco.

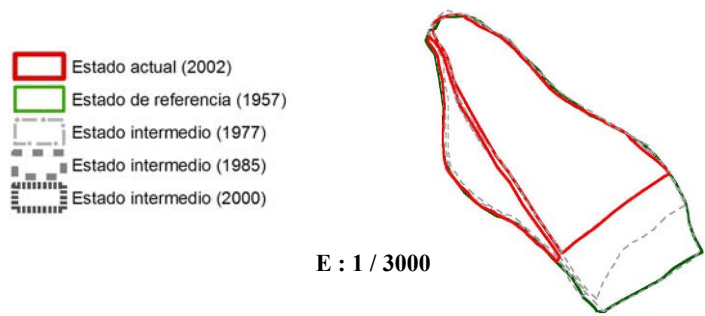


Figura 10.- Resultados gráficos del Bodón Juncial.

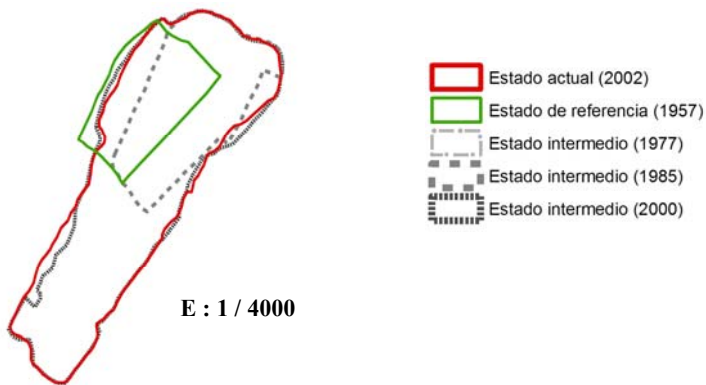


Figura 11.- Resultados gráficos del Lavajo de las Lavanderas.

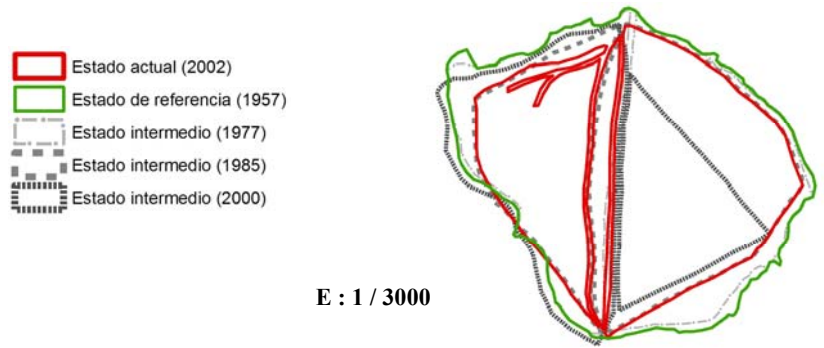


Figura 12.- Resultados gráficos del Bodón de Valdeperñan.

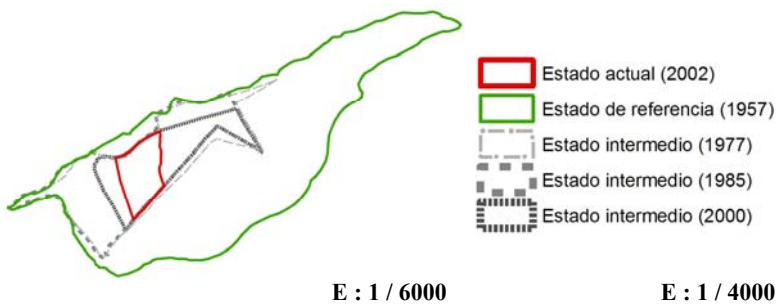


Figura 13.- Resultados gráficos del Lavajo de Carravillas.

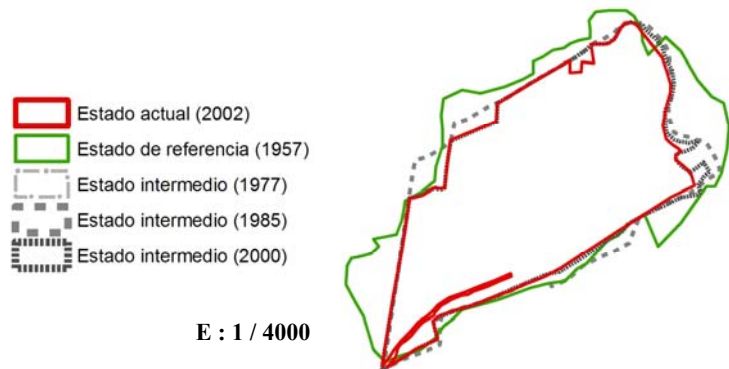


Figura 14.- Resultados gráficos del Lavajo de la Nava.

5.- Discusión

El salto cualitativo más importante, en lo relacionado con el presente estudio, es el concepto de estado de referencia, y su representación en el territorio. Es criticable, sin embargo, la falta de claridad en la definición de los conceptos que realiza la Directiva, lo que dificulta desarrollar una metodología para poder determinar el estado de referencia de los distintos tipos de masas de agua.

La multiplicidad de figuras de protección y su financiación diversa, aconsejan una redefinición de las figuras de protección existentes, o bien la creación o implantación de nuevas figuras específicas, que permitan combinar sus características particulares con el concepto de estado de referencia.

6.- Conclusiones

Entre las conclusiones del estudio en este documento es preciso destacar las siguientes por su importancia:

1. Los procesos de degradación con mayor intensidad se detectan en los humedales que se encuentran en una matriz de uso de terreno agrícola.
2. El proceso más habitual es la pérdida de hábitat sin fragmentación, que se produce en todos los humedales a excepción del Lavajo de las Lavanderas, con una intensidad media del 8%, y valores máximos de hasta el 37%.
3. Existen una serie de procesos que se detectan, con unas intensidades muy bajas, inferiores al 5%, pero que debido a la baja probabilidad de detección, inferior al 10 %, no se pueden confirmar.
4. El proceso de rotura en el Bodón de Valdeperiñan acumula una intensidad del 81% con una probabilidad de detección del 61% durante el periodo 1957-2000, y en el Bodón Juncial una intensidad del 42% con una probabilidad del 90%. El proceso de incisión se presenta en el Lavajo de la Nava con una intensidad acumulada del 22% con una probabilidad del 50%., durante el mismo periodo.
5. La degradación sufrida por los humedales de este territorio parece que está ligada prácticamente en su totalidad a la agricultura, probablemente viéndose favorecida por el aumento del número y la potencia de la maquinaria.
6. En los humedales incluidos en una matriz de uso del terreno forestal no se aprecian reducciones de lo que se puede deducir que el M.U.P. ha funcionado como una figura eficaz de protección y conservación de los humedales. Más aún cuando el único que ha ganado superficie es el Lavajo de las Lavanderas como consecuencia de la compra de los terrenos colindantes al humedal, por parte de la Administración.
7. Aunque no es conclusión derivada exclusivamente de este trabajo, el hecho de que los humedales ubicados en los Montes de Utilidad Pública no hayan sufrido perturbaciones ni reducciones de superficie, nos permitiría utilizar estos humedales como buenos indicadores de la evolución climática del periodo estudiado con una probabilidad del 51%.

6.- Agradecimientos

Al Servicio Territorial de Medio Ambiente de Valladolid y especialmente a Javier Gordo, por facilitar la realización del trabajo durante el año 2005.

7.- Bibliografía

BERNÁLDEZ, F.G. . 1992. Los Paisajes del Agua. Terminología popular de los Humedales. Departamento Interuniversitario de Ecología. Universidad Complutense y Autónoma. Madrid.

BERNÁLDEZ, F.G., MONTES, C.. 1988. Conservación de especies = Conservación de ecosistemas. El caso de los humedales (wetlands). II Jornadas sobre Bases Ecológicas para la Gestión Ambiental. Junio 1988. Zaragoza.

CANAL DE ISABEL II. 1989a: Los humedales del acuífero de Madrid. Inventario y Tipología según su origen y funcionamiento. Comunidad de Madrid.

CASADO, S., MONTES, C. . 1995. Guía de los lagos y humedales de España. J.M. Reyero (Ed). Madrid.

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA. Plan Andaluz de Humedales. 2002.. Sevilla.

TVEITE, H., LANGAAS, S. Accuracy Assessments of Geographical Line Data Sets, the Case of the DigitalChart of the World. Norwegian Research Council under the Geographical Information Technology Programme

IGME. 1980: Investigación hidrogeológica de la cuenca del Duero. Sistemas 8 y 12. Aguas subterráneas. Colección Informe.

REY BENAYAS, JOSÉ MARÍA. 1991. Aguas subterráneas y ecología. Ecosistemas de descarga de acuíferos en Los Arenales. I.C.O.N.A

TVEITE, H., LANGAAS, S. Accuracy Assessments of Geographical Line Data Sets, the Case of the Digital Chart of the World. Norwegian Research Council under the Geographical Information Technology Programme.

VELEZ-SOTO, F. 1979. Impactos sobre zonas húmedas naturales. Monografía 20. I.C.O.N.A.. Madrid.

ZALIDIS, G.C., A.L. MANTZAVELAS & E.N.FITIKA 1996. Mediterranean Wetland Inventory: Photointerpretation and Cartographic Conventions. Med Wet / Greek Biotope / Wetland Centre (EKBY) / Instituto da Conservação da Natureza / Wetlands International Publication. Volume IV.

