

ARTURO SOUSA MARTÍN Y PABLO GARCÍA MURILLO

Departamento de Biología Vegetal y Ecología. Universidad de Sevilla

Cambios históricos en el avenamiento superficial y la vegetación del Parque Natural de Doñana (Sector Abalarío), Huelva

RESUMEN

La alteración y desarticulación de gran parte del avenamiento, así como de la vegetación freatófita asociada, obedece a diversas causas, algunas de ellas ligadas a la intensa transformación del territorio por los monocultivos forestales de *Pinus pinea* y *Eucaliptus spp.* A pesar de todo, la génesis de estas alteraciones es anterior, y dado el análisis cartográfico detallado sólo puede obedecer a alteraciones con una mayor escala temporal, por lo que sólo parece explicable por modificaciones climáticas similares a las que ya han sido descritas para el vecino Parque Nacional de Doñana.

RÉSUMÉ

Changements historiques du drainage superficiel et de la végétation du Parc Naturel de Doñana (Sector Abalarío), Huelva.- L'altération et désarticulation d'une grande partie du drainage, ainsi que de la végétation fréatophyte associée, obéit à des raisons diverses, étant certaines d'entre elles liées à la profonde transformation du territoire due à l'implantation de monocultures forestières de *Pinus Pinea* et *Eucaliptus spp.* Cependant, la genèse de ces altérations est antérieure et, d'après l'analyse cartographique détaillée, ne peut obéir qu'à des altérations de plus longue durée temporelle, cest à dire, à des modifications

climatiques semblables à celles décrites pour le voisin Parc National de Doñana.

ABSTRACT

Historical changes in the runoff and the vegetation of the Natural Park of Doñana (Abalarío sector), Huelva.- The alteration and disarticulation of a large part of the runoff and the associated wetland vegetation are due to several causes, some of them tied to the profound transformation induced by forestation with *Pinus Pinea* and *Eucaliptus spp.* Nevertheless, the origin of these alterations is previous, and the cartographic analysis shows that they only can obey to a longer temporal scale mutations, such the climatic changes already described to the neighboring National Park of Doñana.

Palabras clave / Mots clé / Key words

Doñana, hidrología superficial, alteración del drenaje, cambios en la vegetación, lagunas, turberas, cambio climático.

Doñana, hydrologie superficielle, altération du drainage, changements de la végétation, lagunes, turbères, changement climatique.

Doñana, surface hydrology, runoff alteration, vegetation mutation, puddle, peat bog, climatic change.

I INTRODUCCIÓN

ESTE trabajo pretende mostrar los factores que han determinado el avenamiento superficial y la distribución de la vegetación higrófitica actual de El Abalarío, incluido en el Parque Natural de Doñana (Huelva). Lugar de difícil interpretación por presentar un marco

territorial desfigurado, resultado de superponer a la propia dinámica del territorio, los efectos del uso intensivo de los recursos naturales.

Asimismo, se intenta llamar la atención sobre la conveniencia del método utilizado en el trabajo, consistente en simultanear los estudios acerca de aspectos actuales con una labor de documentación sobre la cartografía histórica y usos del territorio. Ya que en la con-

junción de esta secuencia, se encuentra la clave para la interpretación de la hidrología superficial y de la vegetación.

El artículo se ha ordenado siguiendo la misma secuencia temporal que se ha originado en las tareas investigadoras. Es decir, se analizan los cambios soportados por el territorio desde la actualidad hasta el siglo pasado (parece que de esta forma se aprecia mejor la metodología empleada y sus posibilidades).

El trabajo se ha estructurado en 3 grandes bloques:

– En el primero se analiza la situación actual del territorio a partir de los estudios habituales de cartografía temática y trabajos de campo sobre vegetación.

– En el segundo se analiza la situación retrocediendo a los cambios ocurridos en los últimos 40 años. Se han utilizado para ello, fundamentalmente, los informes de valoración/compra/venta de los cotos que formaban la zona de estudio y las fotografías de los vuelos de 1946 y 1956.

– En el tercero, se analizan los cambios anteriores a esas fechas, tomando como fuentes, la información proveniente de archivos y cartotecas históricas.

Se obtiene, así una secuencia de los cambios acaecidos sobre el drenaje superficial y la vegetación higrofítica que permite proyectarlos aproximadamente hasta el siglo XVIII.

II

ÁMBITO DE ESTUDIO

La zona cuyos cambios se van a analizar se sitúa dentro del arco litoral onubense, entre la desembocadura de los ríos Guadalquivir y Tinto. Concretamente, se ubica en el área encerrada entre la Costa de Castilla y el Arroyo de la Rocina, teniendo como límites este y oeste la carretera C-445, y los Montes Propios de Moguer, respectivamente. Estos límites coinciden, en su mayor parte, con los del Sector Oeste del Parque Natural de Doñana, si bien, incluyen otros terrenos que no pertenecen al Parque (Figura 1).

La superficie aproximada que ocupa el área de estudio es de 25.000 hectáreas. Su substrato está formado por un manto eólico cuaternario, producto de la sucesiva aparición de varios frentes dunares. En la zona norte y oeste afloran en algunos puntos arenas pliocenas (LEYVA - PASTOR, 1976). El clima es típicamente mediterráneo, aunque con una fuerte tendencia atlántica verificada por la sucesión de temperaturas más suaves [tempe-

ratura media de las mínimas del mes más frío 4.4°C, temperatura media de las máximas del mes más cálido 31.8°C, temperatura media anual 16.5°C (ALLUE, 1990)], y precipitaciones mayores que en el interior [precipitación media anual 699 mm (ALLUE, 1990)]. Desde el punto de vista biogeográfico, la zona estudiada pertenece al Sector Onubense Litoral de la provincia colológica Gaditano-Onubo-Algarviense, incluida en la Región Mediterránea (RIVAS-MARTÍNEZ, 1987). Bioclimáticamente se localiza en el horizonte superior del Piso Bioclimático termomediterráneo (RIVAS MARTÍNEZ, 1987), incluyendo terrenos correspondientes a los municipios de Almonte, Bonares, Lucena del Puerto, Moguer y Palos de la Frontera.

Tras la guerra civil, los usos tradicionales de cazadero, rozas, pastos y carboneo cambiaron, produciéndose una intensa intervención estatal sobre este territorio (OJEDA, 1987). Esta actuación, en el marco de una economía nacional de postguerra y autárquica, se orientó hacia la urgente obtención de materias primas (pasta de papel y esencias, fundamentalmente) a partir de cultivos forestales de crecimiento rápido. De esta manera el territorio quedó ocupado, en su mayor parte, por masas de eucaliptos; excepto en las zonas más meridionales, donde se emplearon pinos piñoneros.

El resultado de tales intervenciones, diseñadas desde una perspectiva colonialista, originó un cambio radical en el territorio, que pasó de ser percibido originalmente como un desierto sin valor de uso (OJEDA, 1992) y con un alto valor ambiental (numerosas lagunas, alta heterogeneidad espacial, elevada diversidad de organismos, comunidades y especies de organismos singulares en importante proporción, etc), a constituir una región modelica, paradigma de actuaciones forestales, y con una producción de materias primas ejemplar.

El cese gradual de los cultivos forestales, debido a la progresiva caída de la producción (causada por motivos intrínsecos a este tipo de cultivos) y a la pérdida de valor de las materias primas, originaron una nueva transformación en la zona (período 1953-68, según OJEDA, 1987). Los cultivos y sus infraestructuras quedaron en un estado de abandono paulatino, y el territorio fué des-poblándose gradualmente. Hoy día, la zona de estudio aparece abandonada y desorganizada, constituyendo un fenosistema de difícil interpretación.

Es en este punto, donde el método empleado ayuda a clarificar y ponderar los procesos ocurridos, indicando una serie de pautas ocultas al análisis monocorde realizado únicamente bajo la óptica de los datos actuales.

III MÉTODO DE ESTUDIO

El método utilizado consistió en la reconstrucción sobre soporte cartográfico (E. 1:25.000), tanto de los cambios que aparecen en la vegetación, como en el drenaje superficial. Para ello se compaginó el trabajo de campo, laboratorio y archivo.

En el campo se realizaron prospecciones del territorio, de la flora, inventarios de lagunas, cañadas, comunidades vegetales y transectos de vegetación, a lo largo de tres años (1993, 1994 y 1995).

En el laboratorio se procedió al análisis de la cartografía temática a partir de la fotografía aérea [vuelos aéreos de 1946 (E. 1:40.000), 1956 (E. 1:33.000), 1987 (E. 1:20.000)] e imágenes de satélites [Lansat-TM (1986 y 1990), y Spot (1989)] (ver Anexo Y). Las longitudes de los cauces se calcularon con un planímetro PLANIX 5000.

Finalmente y, debido a las características de la zona (con una tasa de cambio muy alta y un uso muy intenso de los recursos), se recurrió a la información histórica disponible en archivos y cartotecas históricas (ver Anexos I y II).

Ello ha permitido reconstruir, con una aceptable fidelidad, los cambios ocurridos en los dos últimos siglos en la zona de estudio, resolviendo la inicial desfiguración del marco territorial y estableciendo las bases para poder sentar un modelo de funcionamiento y génesis del drenaje superficial y la vegetación.

IV CAMBIOS RECIENTES DETECTADOS EN LA VEGETACIÓN

La zona de estudio se caracteriza florísticamente (GARCÍA MURILLO - SOUSA, 1997), por el alto número de taxones endémicos (*Linaria tursica*, *Daucus arcanus*, *Vulpia fontquerana*, etc), y la inesperada representación de especies de distribución atlántica (*Sphagnum inundatum*, *Pinguicola lusitanica*, *Erica ciliaris*, *Osmunda regalis*, etc) (GARCÍA MURILLO et al, 1995).

La vegetación leñosa se organiza en torno a diez unidades (GARCÍA MURILLO - SOUSA, 1997). Cada unidad incluye varias asociaciones fitosociológicas. No obstante, suele haber una de ellas que caracteriza la unidad. Las unidades y sus correspondientes asociaciones características se incluyen en el cuadro I, y su distribución en la zona de estudio en la Figura 3.

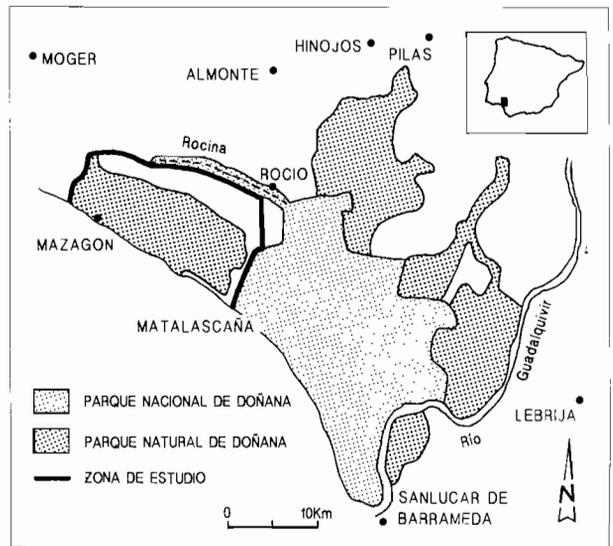


FIG. 1. Ámbito de estudio, donde se puede apreciar completa, la Reserva de la Biosfera de Doñana y su Entorno (formada por el Parque Natural y el Parque Nacional de Doñana), así como las diferentes figuras de protección.

Asimismo, siguiendo los criterios de RIVAS MARTÍNEZ (1987), se articulan estas unidades en torno a 3 series de vegetación, que corresponden a las series edafófilas de los sabinares y bosques oligotrofos riparios, y a la serie climatófila de los alcornocales costeros termomediterráneos.

En el análisis de los cambios detectados en la vegetación en los últimos 40 años (Figuras 2 y 3; GARCÍA MURILLO - SOUSA, 1997), aparecen como más destacables los siguientes hechos:

- a) La práctica desaparición del denso sabinar (*Osyrio quatripartitae-Juniperetum turbinatae*, Unidad Sabinar) situado en el perímetro más septentrional del Médano, reducido en la actualidad a algunas manchas relictas.
- b) La disminución, o casi pérdida, de la vegetación asociada a los pequeños arroyos y cañadas. Muy rica en lianas y especies trepadoras (*Lonicero hispanicae-Rubetum ulmifolii*, Unidad Cañadas).
- c) La reducción de la gran extensión que ocupaban las comunidades vegetales ligadas a ambientes turbosos (*Erico ciliaris-Ulicetum (minoris) lusitanicus*, Unidad Turbera), instaladas en una amplia superficie en los años 50. En la actualidad limitadas a la Línea de Rivatillos.
- d) El aumento en la superficie ocupada por el monte negro (*Erico scopariae-Ulicetum australis*, Unidad Abalarío), como consecuencia de la degradación de las

CUADRO I

UNIDAD	CARACTERIZACIÓN	SINTAXONES CARACTERÍSTICOS	SITUACIÓN	UNIDADES DE HIDROLOGÍA
ZONA INTERMAREAL	arenales costeros colonizados por vegetación pionera halonitrófila	<i>Cakilion aegyptiacae</i> <i>Ammophyllion australis</i>	COSTAS ARENOSAS	
MÉDANO	vegetación instalada en dunas expuestas a vientos oceánicos, dominada por matorral de camarina	<i>Rubio longifoliae-Coremetum albi</i> & <i>Rhamno oleoidis-Juniperetum turbinatae</i> (reléctica)	EN LAS COTAS MÁS ELEVADAS DEL MÉDANO	ZONA 5
SABINAR	vegetación instalada en dunas al abrigo de los vientos, dominada por la sabina	<i>Osyrio quadripartitae-Juniperetum turbinatae</i>	BASE DEL CORDÓN DE DUNAS DEL LITORAL	ZONA 3 (este) y ZONA 4 (este)
MATORRAL DEL ABALARIO	vegetación leñosa correspondiente a etapas subseriales del sabinar, instalada sobre arenas muy móviles, dominada por dos tipos de matorral: monte blanco de jaguarzos y monte negro de brezos	<i>Halimio halimifolii-Stauracanthetum genistoidis</i> & <i>Erico scopariae-Ulicetum australis</i>	ENTRE LAS UNIDADES MADROÑAL, MÉDANO Y MATORRAL OCCIDENTAL	ZONA 1
MADROÑAL	vegetación leñosa de sustitución del antiguo alcornocal dominada por madroños y otro matorral «noble»	<i>Phillyreo angustifoliae-Arbutetum unedonis</i>	ORLANDO LA UNIDAD TURBERAS EN SU PARTE MÁS MERIDIONAL	ZONA 1
MATORRAL OCCIDENTAL	vegetación leñosa correspondiente a etapas subseriales, instaladas sobre arenales con sedimentos aluviales pliocuaternarios, más diversa que la de la unidad M. Abalarío	<i>Halimio commutati-Cistetum libanotis</i>	EN LA ZONA OESTE, EN LOS MONTES PROPIOS DE MOGUER	ZONA 3 (oeste)
MATORRAL DE LA MEDIANA BAJA	vegetación leñosa subserial instaladas sobre suelos arenosos que se originan en torno a los numerosos cauces de escorrentía	<i>Erico scopariae-Ulicetum australis</i> & <i>Lonicero hispanicae-Rubetum ulmifoliae</i>	NORTE DE LA ZONA DE ESTUDIO	ZONA 2
CAÑADAS	vegetación trepadora y lianas	<i>Lonicero hispanicae-Rubetum ulmifoliae</i>	ATRAVIESAN LA ZONA NORTE EN DIRECCIÓN A LA ROCINA	ZONA 2
ARROYOS ATLÁNTICOS	vegetación leñosa reléctica de los antiguos bosques en galería: saucedas, fresnedas y alisedas	<i>Lonicero hispanicae-Rubetum ulmifoliae</i> & <i>Viti viniferae-Salicetum atrocinereae</i>	ARROYOS QUE ATRAVIESAN EL MÉDANO	ZONA 4 (oeste)
LAGUNAS TURBOSAS	vegetación leñosa, de zonas encharcables, sobre sustratos turbosos o semiturbosos	<i>Erico ciliaris-Ulicetum (minoris) lusitanicum</i>	EN LAS ZONAS DEPRIMIDAS ENTRE LOS POBLADOS DE LA MEDIANA Y ALAMILLO	ZONA 1
OTRAS LAGUNAS (temporales)	vegetación palustre y sumergida que aparece en las lagunas que jalonan el territorio	<i>diversas asociaciones de las clases Potamotea, Littorelletea e Isoeto-Nanojuncetea</i>	POR TODO EL TERRITORIO EXCEPTO EN LA ZONA SUR	ZONA 3 (este) y ZONA 3 (oeste), principalmente

Muestra las características de cada una de las unidades de vegetación establecidas, así como su localización dentro del área analizada. En total aparecen 11 unidades, al haber desglosado las lagunas en dos tipologías según fueran temporales o turbosas. Resulta necesario destacar en esta tabla la interesante correspondencia existente entre las unidades de vegetación previamente reconocidas, y las correspondientes de hidrología. Así se aprecia una clara correlación entre la vegetación y las unidades de avenamiento (ZONAS), que no hace sino confirmar la coherencia de las hipótesis establecidas sobre los cambios de la hidrología superficial respecto de la vegetación (existente y potencial). Fuente: elaboración propia.

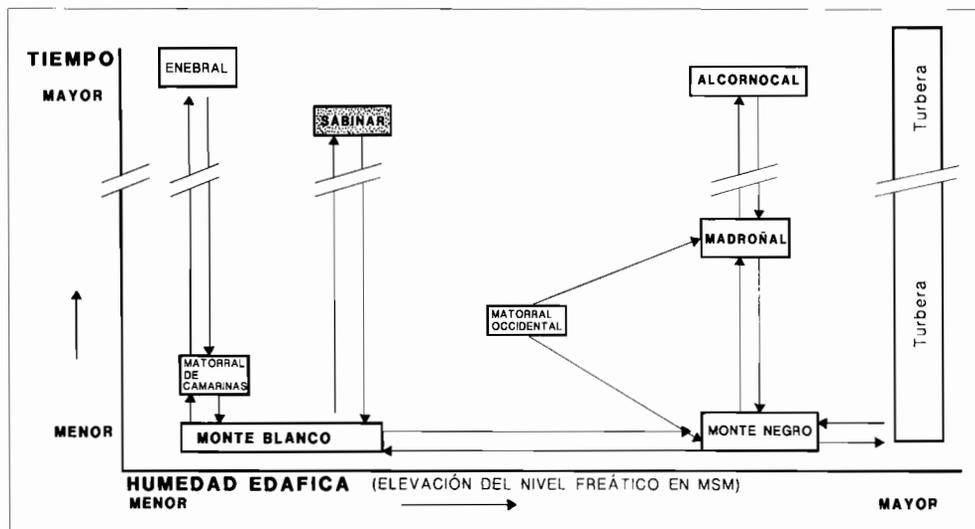


FIG. 2. Relaciones de las unidades de vegetación del Abalario, y su evolución en función del tiempo (sucesión), y de la humedad edáfica. Fuente: elaboración propia.

formaciones turbosas, ya que son menos exigentes en cuanto al encharcamiento y a la disponibilidad de materia orgánica (Figura 4).

Estos cambios se aprecian claramente en la cartografía de la vegetación antes de las grandes reforestaciones (Figura 2), y después de las grandes reforestaciones (Figura 3).

Por otro lado los datos conocidos sobre la hidrología superficial de la zona, no concordaban con los resultados obtenidos sobre la distribución de las comunidades vegetales detectadas por las fotos aéreas antiguas (1946-1956). Por eso, tratando de dar una respuesta a esta cuestión, se profundizó en el análisis recurriendo a la cartografía histórica disponible y buscando elementos vegetales testigos de antiguas redes de drenaje, como se verá en capítulos siguientes.

V

ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LOS DRENAJES

Desde el punto de vista de la hidrología superficial, el área de estudio ha sido confusamente clasificada. La mayoría de los autores (MOLINA, 1986; BORJA - DÍAZ DEL OLMO, 1987; BORJA, 1992; PALANCAR, 1995) califican parte de la zona de estudio como endorreica. Otros, para referirse a las lagunas, utilizan los términos endorreicas y exorreicas (ESPINA - ESTÉVEZ, 1992). Sin embargo, en nuestra opinión, lo correcto es emplear la denominación arreísmo para referirse al drenaje actual de la zona (ver apartado VI).

Desde este mismo punto de vista, el elemento más relevante lo constituye las denominadas Lagunas de Rivatehilos o de La Mediana (Figura 5), un conjunto de lagunas turbosas alineadas en dirección Este-Oeste que dividen el territorio en dos mitades. El origen de esta cadena de lagunas ha sido objeto de debate. En 1887, GONZALO Y TARÍN se refería al «Hilo de la Mediana», indicando que en los años húmedos desaguaba directamente hacia la Madre de las Marismas. En 1913, SAN MIGUEL (pág. 454), la relacionaba con restos del antiguo Lago Ligústico. GAVALA (1936: 48), apuntaba más claramente la posibilidad de que correspondiera a restos de antiguos cauces; sin embargo, este autor no tuvo en cuenta esta formación al explicar la génesis del estuario del Guadalquivir. Recientemente, otros trabajos (BORJA - DÍAZ DEL OLMO, 1987; BORJA, 1992; ESPINA - ESTÉVEZ, 1992; CUSTODIO - PALANCAR, 1995), han retomado con diversos matices la hipótesis de GAVALA (1936), haciendo hincapié en el hecho de que, durante el período más húmedo del lluvioso año de 1989, este conjunto lagunar permaneció en comunicación. Por otro lado, OJEDA (1987: 19) no se decanta tan claramente por esta posibilidad, añadiendo a la ya mencionada otras opciones como la de restinga o albufera.

También parece existir cierta discusión sobre las lagunas próximas al límite sureste de la zona de estudio (Figura 5). GONZALO Y TARÍN (1887: 185), ya apuntaba la posibilidad de que constituyeran otro «hilo» o antiguo cauce tapado por las dunas. Más recientemente DUQUE (1977: 57) y CUSTODIO - PALANCAR (1995: 44), indican una hipótesis similar para las cercanas lagunas del complejo Taraje-Dulce-Santa Olaya (situadas junto al límite

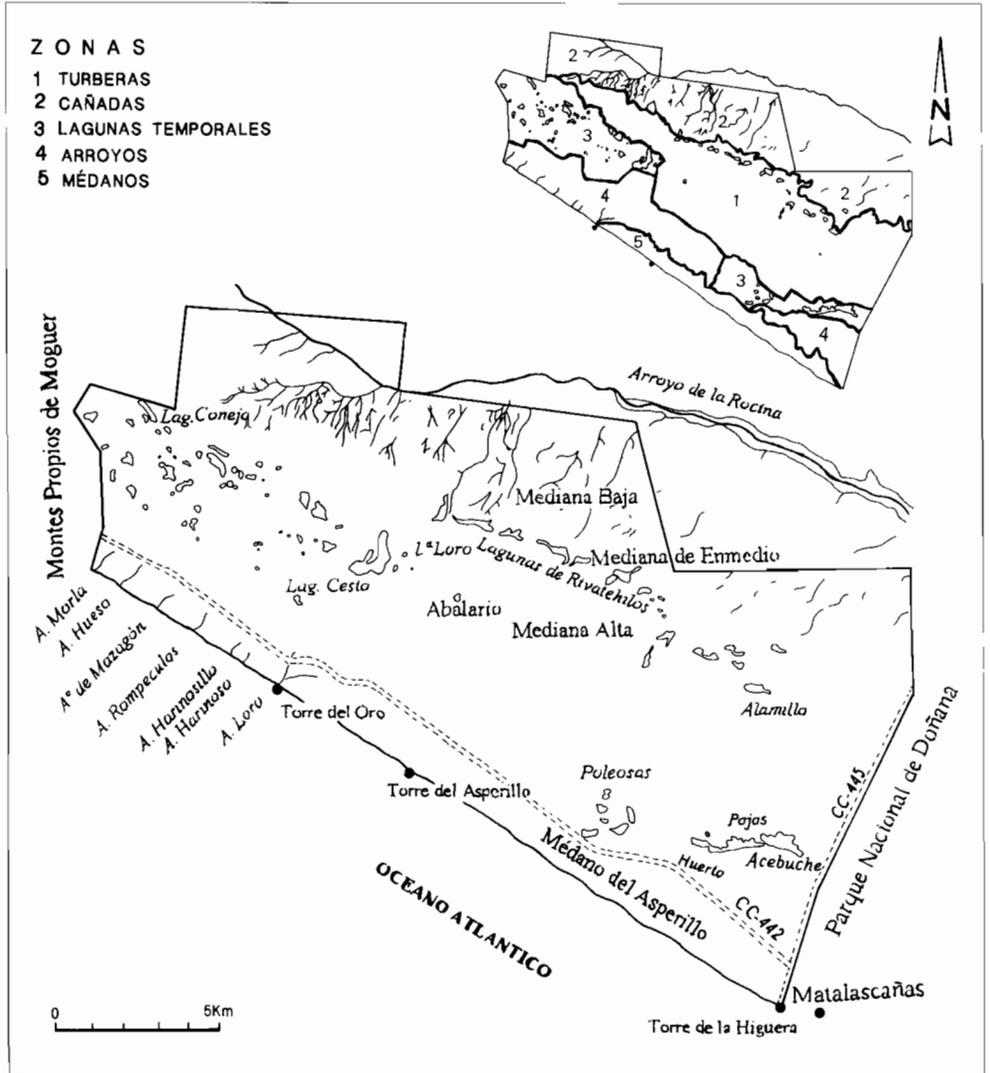


FIG. 3. (arriba) División de la zona de estudio en función de las diferentes características del avenamiento y la vegetación; (abajo) Mapa actual del área de trabajo con las principales localidades, lagunas, arroyos y otros topónimos.

del área de trabajo, pero ya dentro de los dominios del Parque Nacional de Doñana).

Estos últimos autores (CUSTODIO - PALANCAR, 1995: 43), abren también esta posibilidad para las lagunas de Las Pajas-El Huerto-El Acebuche, situadas en la misma zona pero ya dentro del ámbito de este trabajo (Parque Natural de Doñana).

Sobre el resto de la zona, OJEDA (1987), BORJA - DÍAZ DEL OLMO (1987), BORJA (1992) y ESPINA - ESTÉVEZ (1992) refieren algunas descripciones de las lagunas del Complejo Palustre del Abalarío. No obstante, es interesante señalar que, únicamente OJEDA (1987: 26) apunta la interesante disimetría entre los afluentes de la margen derecha e izquierda del Arroyo de la Rocina.

Para una mejor comprensión, a la hora de analizar las variaciones en la red de drenaje superficial se ha dividido la región en 5 zonas (Figura 6):

- *Zona 1 (Turberas)*. Incluye Rivatehilo, abarcando toda la extensión ocupada por las zonas turbosas (*Erico ciliaris-Ulicetum (minoris) lusitanicus*) en el vuelo de 1956.

- *Zona 2 (Cañadas)*. Corresponde a la zona más septentrional, y presenta un drenaje formando una red sub-paralela, en dirección al arroyo de la Rocina.

- *Zona 3 (Conjuntos lagunares temporales)*. Se localiza en los extremos más occidental y oriental, y está formada por una serie de cubetas, muy alteradas y temporales en su mayoría.

– *Zona 4 (Arroyos)*. Situada al oeste del Abalario y al este de Mazagón, donde aparecen una serie de arroyos que disectan el médano, si bien su funcionalidad y longitud, en la actualidad, son muy escasas.

– *Zona 5 (Médanos)*. Ocupa toda la zona costera del Médano del Asperillo y del Loro hasta las playas de Mazagón, se distingue por ser una zona sin avenamiento de ningún tipo debido a su topografía y a su alta permeabilidad.

VI

RESULTADOS: CAMBIOS EN LA HIDROLOGÍA SUPERFICIAL EN LOS ÚLTIMOS 40 AÑOS (PERÍODO 1956-1994)

A continuación, se van a analizar los cambios más recientes que se han producido en el drenaje superficial, para reconstruir a partir de estos y en sucesivos apartados, las alteraciones que han ocurrido al menos en los dos últimos siglos en cada una de las 5 Zonas anteriores. Para desarrollar este apartado se han utilizado como fuentes de información principal los vuelos de 1956 y 1987 (ver Figura 7). Además se han empleado para estudiar los cambios en los últimos años (período 1987-1994), varias imágenes Lansat-TM (19-10-86, 15-02-90 y 09-07-90), Spot (01-01-89), y diversos trabajos de campo durante los años 1993 a 1995.

– *Zona 1 (Turberas)*. Es el área donde se evidencian los cambios más llamativos de la Zona de Estudio (Figura 7). Consisten en la reducción del número y superficie de las lagunas turbosas, limitadas en la actualidad a Rivatehilos y que se corresponde con la unidad de vegetación turbera. Los cambios de vegetación en la zona en los últimos 40 años indican alteración en el drenaje. Hace 40 años, la vegetación de turberas, no sólo ocupaba Rivatehilos, sino una amplia superficie cuyo límite más meridional coincidía aproximadamente con el carril que une las lagunas de las Poleosas con el poblado de Abalario (Figura 5). Esto explica la presencia de puntos de brezal (*Erico ciliaris-Ulicetum (minoris) lusitanicus*) muy lejos de Rivatehilos. La alimentación de esta amplia zona parece ser por afloramiento del freático sobre el vaso lagunar.

La reforestación de la zona con eucaliptos (*E. globulus* en las zonas altas y *E. camaldulensis* en las zonas más encharcadas) produjo una espectacular pérdida de agua por evapotranspiración de las masas forestales, lo cual condujo a una disminución del nivel freático, más acentuado a medida que se deja Rivatehilos en dirección

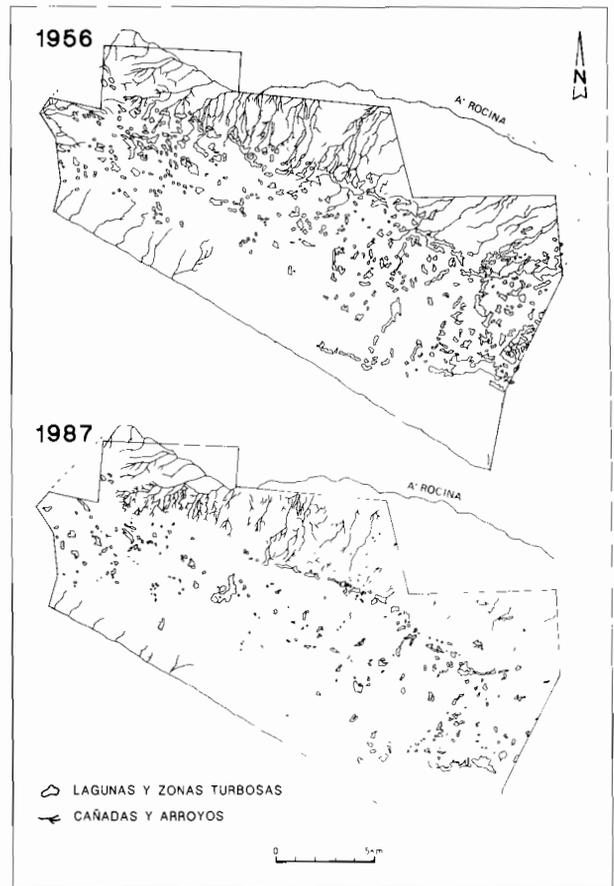


FIG. 4. Visión general de los cambios en el drenaje superficial en toda la zona de estudio, para el período 1956-1987. Se aprecia claramente la alteración del drenaje, a través de cañadas y arroyos, y la desaparición de numerosas lagunas.

Sur. El impacto de estos cultivos forestales (MÁRQUEZ, 1985; OJEDA, 1987; ESPINA - ESTÉVEZ, 1992; ESPINA - ESTÉVEZ, 1993), posteriores en su mayor parte a la guerra civil, no es aún suficientemente conocido. No obstante, a través de los cambios en la vegetación, pueden apreciarse importantes transformaciones en las disponibilidades hídricas.

El impacto de los cultivos se pone de manifiesto a partir de la disminución de la superficie encharcada por las lagunas y la sustitución de la vegetación de turbera (*Erico ciliaris-Ulicetum (minoris) lusitanicus*) por monte negro (*Erico scopariae-Ulicetum australis*). Además de estos datos, obtenidos a partir de fotografías aéreas, las alteraciones ligadas al manejo silvícola son incuestionables a la luz de diversos estudios (GONZALO Y TARÍN, 1887; CASTRO 1900a, 1900b, 1912; DE LA LAMA, 1951; KITH TASSARA, 1952; ESPINA - ESTÉVEZ 1992, 1993), de los testimonios orales, tanto de naturales de la

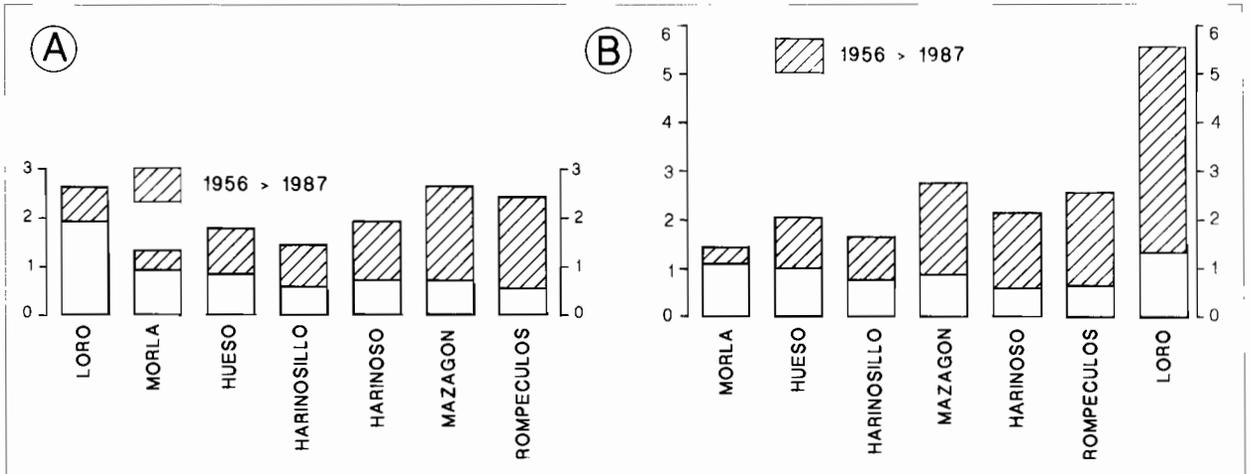


FIG. 5. Disminución de la longitud parcial (A) y total (B), de cada uno de los arroyos que conforman la Zona 4 (período 1956-1987). Globalmente la disminución ha sido superior al 60%, mientras que en la Unidad Cañadas (Zona 2), ha sido sólo del 30%.

zona recogidos por ESPINA - ESTÉVEZ (1992), como de los antiguos gestores (DE LA LAMA com. pers., RODRÍGUEZ NAVARRO com. pers.), de las actuaciones del Patrimonio Forestal del Estado y de la v División Hidrológico-Forestal en todo el área de trabajo (ver Anexo II).

– *Zona 2 (Cañadas)*. Los cambios experimentados por esta unidad (Figura 7), son de menor entidad. Se observa una disminución en el número y ramificaciones de cañadas o arroyos estacionales. Las medidas planimétricas muestran que esta disminución ha sido sólo del 30% durante el período 1956-1987. En la actualidad, las tareas de destocoado y apeo de los cultivos forestales en la Zona (*E. globulus*, sobre todo), han desmontado este complejo sistema de arroyos; por lo que es de suponer que el sistema se reorganizará nuevamente de forma similar (es decir una red subparalela), con las consiguientes alteraciones en su microtopografía.

– *Zona 3 (Conjuntos lagunares temporales)*. La gran diferencia entre estos complejos lagunares y los turbosos (Zona 1), reside en el drenaje y el ciclo de llenado. Los cambios apreciados en esta Zona, no son tan drásticos como en la Zona 1. En la parte más occidental, las lagunas son mucho más numerosas. Se aprecian aquí cambios importantes desde 1956. En cualquier caso, parece existir una conexión con el mar a través de los Arroyos Atlánticos, o a través de los afluentes del Arroyo de la Madre del Avitor.

– *Zona 4 (Arroyos)*. En ella aparecen cambios muy importantes (Figura 7). En 1987 y en la actualidad, apenas alcanzan la carretera que une Mazagón y Matalascañas, mientras que en 1956 casi duplicaban la longitud

actual (Figura 8a). En esta unidad también destaca la desaparición del Caño de Torre de la Higuera.

Como se puede observar en la Figura 7 y en los diagramas de barras, la mayor disminución en longitud corresponde al Arroyo de Mazagón (Figura 8a). Pero en extensión total (debido a diversas ramificaciones), el Arroyo del Loro es el que ha sufrido una pérdida más sensible (Figura 8b). Globalmente, el porcentaje de disminución es superior al 60% (Figura 8c).

– *Zona 5 (Médanos)*. Esta Zona, próxima al Asperillo, no presenta ningún tipo de drenaje (endorreico o exorreico), aunque sí aparecen trazas de antiguas líneas de escorrentía que ocuparían el espacio entre el borde meridional de las lagunas turbosas y las dunas del Asperillo.

Por tanto hace más de 40 años la red de drenaje tenía una configuración similar a la actual, si bien no aparecían zonas endorreicas, sino otras identificadas, más bien, con fenómenos de arreísmo a causa de la obturación y pérdida de funcionalidad de los desagües superficiales (Figura 7).

VII HIPÓTESIS SOBRE LOS CAMBIOS HIDROLÓGICOS EN LOS ÚLTIMOS SIGLOS (XVIII-XIX)

La conformación de los cambios climáticos en los últimos siglos sigue siendo un área de conocimiento todavía insuficientemente desarrollada. En concreto, en el Sureste de la Península Ibérica existen trabajos (GRANADOS, 1987; GRANADOS et al, 1988) que ponen de mani-

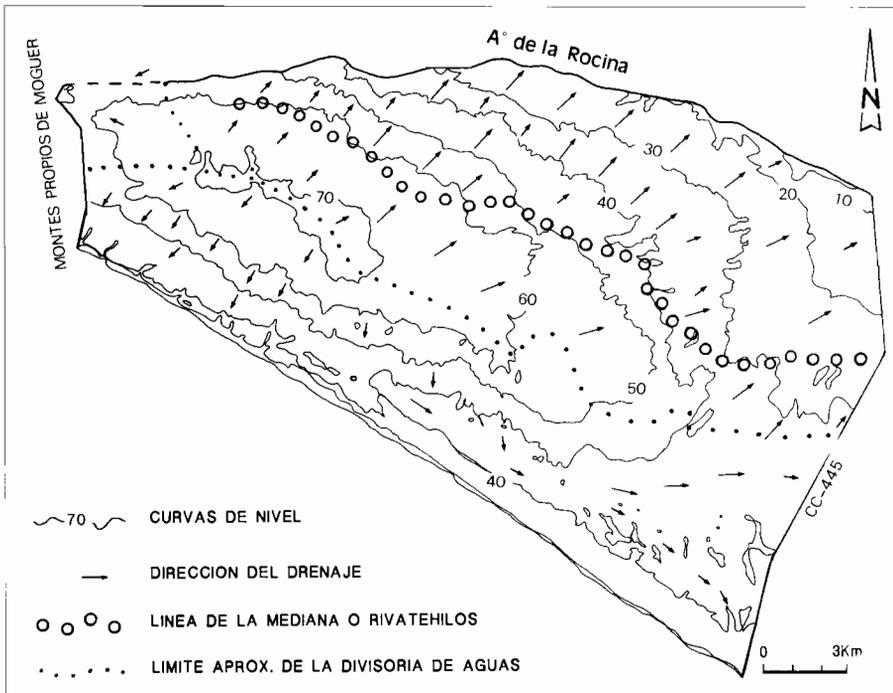


FIG. 6. Mapa altitudinal de la zona de trabajo, con la reconstrucción de la línea de cauce que ocuparía un hipotético desagué, del que las lagunas de Rivatehilos serían su testigo. Se aprecia claramente que la topografía obliga a que la escorrentía se organice hacia el Arroyo de la Rocina, y no en dirección al supuesto cauce desaparecido. Fuente: basado en GONZALO Y TARÍN (1887), ESPINA - ESTÉVEZ (1992), y modificado por los autores en base al M.T.N. y a un vuelo de 1956.

fiesto cambios climáticos, desde comienzos del S. XVIII, con repercusiones en las formaciones vegetales.

Para abordar este apartado se han utilizado, fundamentalmente, trabajos de diferentes archivos y cartotecas. Esencialmente cartografía histórica que abarca el período desde el S. XVII al XIX (ver anexo I). Ello, unido a la información de textos precedentes, en su mayoría, de los siglos XVI y XIX, permite reconstruir, con un alto grado de fidelidad, los cambios ocurridos en la hidrología superficial de la zona en los siglos XVIII-XIX y proyectar una hipótesis sobre los siglos anteriores. Este tipo de técnicas de reconstrucción de parte del paisaje a partir de datos históricos ya ha sido parcialmente utilizado, tanto en el análisis de los cambios en los cauces de los ríos (SANCHO ROYO, 1991), como de la vegetación (GRANADOS, 1987), como en el clima (KOSLOWSKI - GLASER, 1995).

– *Zona 1 (Turberas)*. El análisis de la documentación disponible permite desechar, o al menos matizar mucho, la hipótesis de que la zona denominada Rivatehilos, Línea de La Mediana o Hilo de la Mediana, correspondiera a una línea que desaguaba antiguamente y de manera directa desde El Abalarío hasta La Madre de las Marismas (sin la mediación del arroyo de la Rocina).

En la actualidad Rivatehilos o el «Hilo», se corresponde con la Unidad de Vegetación Turberas y esta uni-

dad o «hilo» (topónimo que denomina localmente a una serie de lagunas alineadas), divide el territorio en dos zonas denominadas la Mediana Baja (correspondería con la Zona 2 de la Figura 6), y la Mediana Alta (correspondería parcialmente con la Zona 1 de la Figura 6). Ambas unidades no están diferenciadas sólo por los topónimos locales, sino también por su carácter geomorfológico (Alto y Bajo Manto eólico respectivamente, BORJA - DÍAZ DEL OLMO, 1987: 38), y por su vegetación actual (Matorral de la Mediana Baja y Matorral del Abalarío respectivamente (ver apartado IV y GARCÍA MURILLO - SOUSA, 1996). Estos datos apuntan en la dirección de una génesis de diferente carácter geológico.

Por otra parte, habría que manifestar que la conformación hipsométrica impide que este «Hilo» o «Línea de la Mediana» formara en algún momento un cauce antiguo obturado por la removilización dunar (ver Figura 9). En ninguno de los documentos consultados, ni tampoco en los topónimos, aparecen indicios sobre la existencia de este hipotético cauce.

La presencia de comunidades de brezos ciliados (*Erico ciliaris-Ulicetum (minoris) lusitanicus*), indica la correspondencia con zonas turbosas, cuyo substrato se ha originado por un proceso de pseudogleización, para el que se necesitan aguas lentas con abundante vegetación. No obstante, esto no es óbice para que en los años

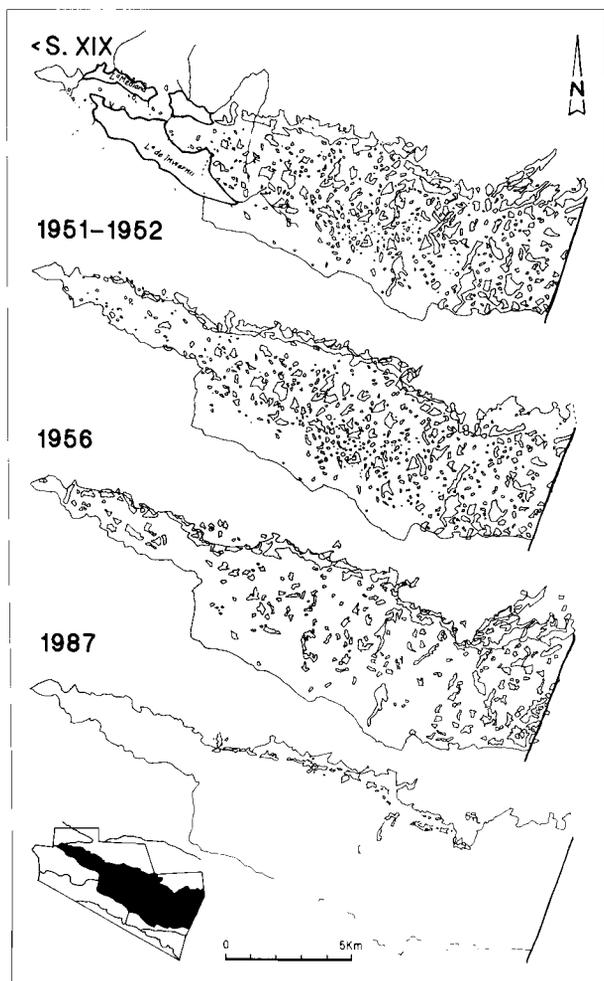


FIG. 7. Se puede observar la progresiva desaparición, de las lagunas turbosas más meridionales, desde antes del siglo XIX. Además destaca la desaparición completa de las lagunas de Invierno y La Mediana, probablemente desde finales del siglo XIX. En la cartografía se aprecia también el sentido de desaparición de las lagunas (desde SO a NE).

excepcionalmente húmedos (ESPINA - ESTÉVEZ, 1992) aumente el área de los vasos lagunares, poniéndose unos y otros en contacto y constituyendo así una línea de desagüe auxiliar hacia La Madre de las Marismas.

La cartografía y textos antiguos parecen indicar en otra dirección (Figura 10). Así, La Mediana tiene su origen etimológico en una gran laguna que se formaba en el límite oeste del Abalarío («Laguna de la Mediana»). Las dimensiones de esta laguna (MADOZ, 1848) superaban ampliamente cualquiera de las lagunas turbosas que aún hoy subsisten. A partir de esta gran laguna, recogida en diversas cartografías (COELLO, 1869; VALVERDE,

1880; CARRASCO, 1892; IBÁÑEZ, 1902), existía un rosario de lagunas que ponía de manifiesto una interfase o discontinuidad.

Por otro lado, y en base a la cartografía de los autores ya citados, puede opinarse sobre el nombre de la Laguna de La Mediana. Así, éste podría tener su origen en el tamaño del vaso lagunar, ya que sería la laguna mayor de todas las lagunas turbosas, pero menor que la gran «Laguna de Invierno», a la que posteriormente nos referiremos. Por tanto el nombrar esta laguna como «Mediana», no haría sino señalar su tamaño intermedio entre las diversas formaciones palustres de la zona.

Esta conformación territorial coincide completamente con los datos recogidos en las escrituras de compra, venta e informes de valoración de los cotos en las décadas de los 40/50 (ver Anexo II) y con la percepción del paisaje de los que ejecutaron los trabajos forestales.

– *Zona 2 (Cañadas)*. Esta unidad cabe suponer que no ha sufrido tantos cambios como otras (al menos en su funcionalidad). Quedaría separada de las áreas turbosas (Zona 1) por la discontinuidad que supone la línea de Rivatehilos (Figura 6), y diferenciaría el área de influencia del estuario cuaternario de la Rocina (GAVALA 1936), de las arenas diluviales de El Abalarío; lo cual coincidiría con la geomorfología y los cambios de vegetación que ya se mencionaron en el apartado IV. Así, el estuario de la Rocina sería extenso, y podría estar marcado por la vaguada a la altura del mencionado arroyo en el techo de las margas azules (I.T.G.M.E. 1992, Figuras 11a y 11b).

Por tanto, a medida que se iba rellenando el estuario, el drenaje superficial se iba organizando en cañadas generadas por los efectos de la erosión remontante (Figura 12). Ello implicaría una mayor riqueza de los suelos y supone un gradiente, apreciable en la distribución de las unidades de vegetación (GARCÍA MURILLO - SOUSA, 1997).

– *Zona 3 (Conjuntos lagunares temporales)*. Realmente sería más correcto dividirla en dos unidades diferentes (orientales y occidentales), ya que su génesis parece ser distinta en cada una de ellas. Sin embargo, debido a que su alimentación y proceso de alteración han sido similares, se ha optado por incluirlas en la misma Zona.

En las lagunas más orientales no se observan cambios importantes salvo los derivados de la artificialización de las lagunas del Acebuche, La Pajas y el Huerto, al objeto de constituir una zona de acogida para los visitantes de Doñana, desde los años 80. Este complejo lagunar parece ligado o continuación de los existentes

más al este, ya dentro de los límites del Parque Nacional de Doñana.

Respecto a la génesis de las lagunas occidentales, parece que formaban parte de una antigua gran laguna temporal, mencionada en los documentos antiguos como «Laguna de Invierno». MADDOZ (1848), refiriéndose a la provincia de Huelva, señala:

«Bastantes lagunas existen en la provincia, siendo las más importantes la llamada de Invierno, situada al N de la Torre del Asperilló en la parte central de su costa. La Mediana, al N de esta última, la del Portil al S.O. de Huelva...» (sic).

Hasta esta laguna parecía llegar el Arroyo del Loro, conocido en esta época como «Río del Oro» (sic) (legajos D1, D2, D3, D6, D12, D13, D14 y D15 del S. XVI, cit. MORA FIGUEROA, 1981; cartografía de GUSSEFELD 1781 y de SAAVEDRA 1810; GONZALO Y TARÍN, 1887: 181), lo que puede apreciarse en la Figura 13.

Estos datos, junto con las cartografías de COELLO (1869), VALVERDE (1880) e IBÁÑEZ DE IBERO (1902), donde aparece delineada esta laguna como «Laguna de Invierno»; así como la de CARRASCO (1892), donde aparece como «Laguna de la Suerte» permiten hacer una aproximación de la reconstrucción de esta zona (Figura 14). Así mismo, es posible que esta laguna sea la que por error, aparece en SAN MIGUEL (1913) como «Laguna de Los Ansares».

En cambio, BORJA (1992) rechaza la presencia de esta gran Laguna de Invierno e interpreta la cadena de Lagunas de la Línea de la Mediana como los restos de un cauce producido por «obturación de antiguos drenajes, y su evolución por fragmentación» (sic). Posibilidad que quedó descartada anteriormente, a causa de la topografía del terreno (ver Zona 1 en este mismo apartado), y que tampoco puede mantenerse a la vista de la cartografía de COELLO (1869, detalle en la Figura 15), documento referido por BORJA (1992: 81) en la argumentación de su hipótesis.

– Zonas 4 y 5 (Arroyos y Médanos, respectivamente). El análisis de los cambios de estas zonas se ha hecho de forma conjunta, ya que, aunque una y otra tienen matices diferentes, su funcionamiento global es similar.

La proximidad de estos arroyos a la franja costera hace que la cartografía histórica disponible sea más amplia que en las otras unidades (GUSSEFELD, 1781; SAAVEDRA, 1810; COELLO, 1869; MONTOJO Y SALCEDO, 1875; VALVERDE, 1880; GONZALO Y TARÍN, 1887; CARRASCO, 1892; NORIEGA - COBO DEL GUZMÁN, 1897; Anónimo, siglo XIX; Cuerpos de E.M., siglo XIX; IBÁÑEZ DE IBERO, 1902), así como la cartografía topo-

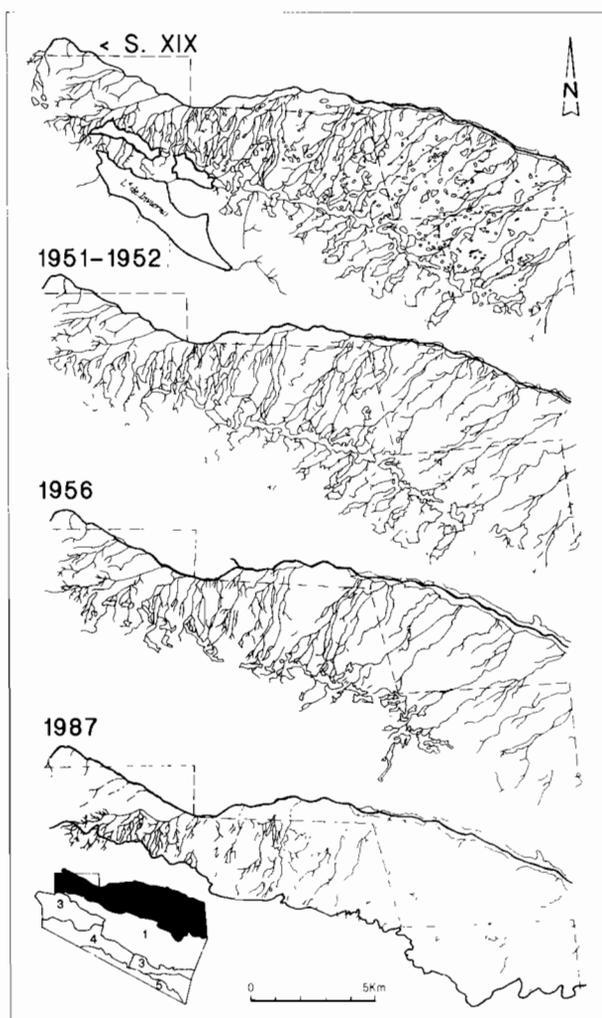


FIG. 8. Retroceso del drenaje de la Zona 2 (Cañadas) y desaparición de las pequeñas lagunas de la Zona.

gráfica y geológica de la primera mitad del siglo XX (SAN MIGUEL, 1913; GAVALA, 1936; Mapa Topográfico Nacional, 1947; Mapa Topográfico Nacional, 1949; Mapa Topográfico Nacional, 1951).

De todos los arroyos al oeste del Médano del Loro (Arroyo del Loro, Harinoso, Harinosillo, Rompeculos, Mazagón, Hueso y Morla), los que tenían una mayor longitud eran sin duda el de Mazagón y el del Loro (Figura 8a). Este último podría ser el canal de drenaje original de la Laguna de Invierno (Figura 16). Además, existían otros barrancos de menor tamaño, hoy desaparecidos en su mayor parte y denominados como: Arroyo Atarazanas, Arroyo del Tojar del Lagarto, Arroyo Carboneros o el Caño de La Higuera.

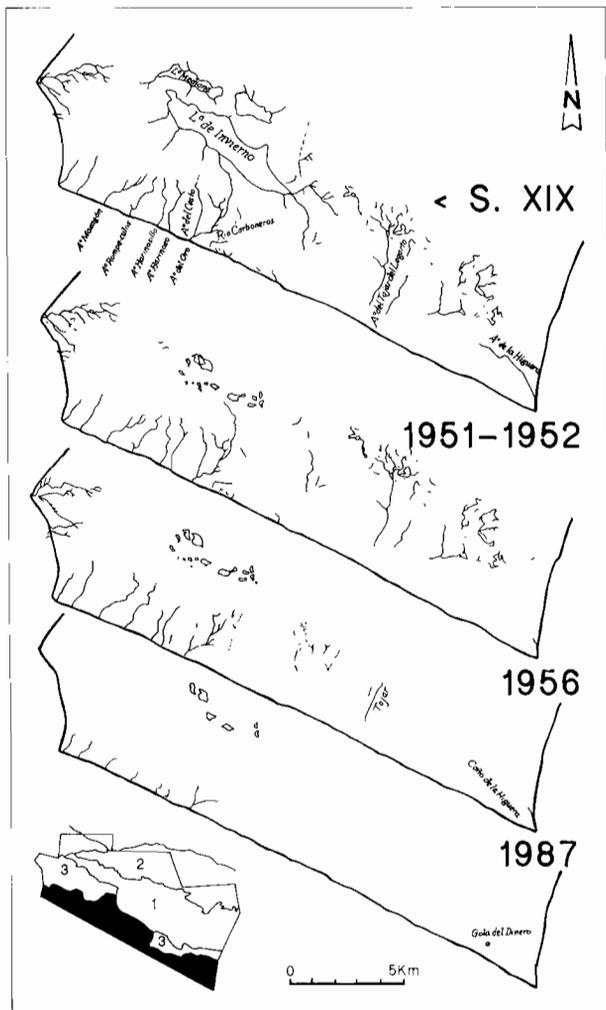


FIG. 9. Proceso de desaparición de los arroyos más orientales y pérdida de conexión del arroyo del Loro con la Laguna de Invierno.

Un caso especialmente interesante es el del arroyo del Tojar del Lagarto, cuya desaparición progresiva se observa claramente en los topónimos de la cartografía estudiada en los mapas topográficos («Arroyo del Tojar del Lagarto» 1951; «Tojar» 1987). En el vuelo de 1956 todavía se observan rastros de la línea de escorrentía primitiva. Probablemente, este arroyo y otros de menor entidad, situados entre Torre de La Higuera y Torre del Loro, no llegaron nunca a atravesar las grandes dunas del médano. Desaparecían al llegar a ellas para volver a reaparecer al pie del acantilado del Asperillo (Figura 16).

Otro arroyo de gran interés es el Caño de la Higuera que aparece en diversa cartografía (COELLO, 1869; MONTOJO Y SALCEDO, 1875; GONZALO Y TARÍN, 1887; SAN MIGUEL, 1913), cuyos cambios en los últimos 40

años ya fueron mencionados (ver apartado VI), y del que sólo quedan sus huellas en los topónimos locales («Gola del Dinero», por ejemplo en Mapa Topográfico Nacional 1951 y 1972). Los datos de SAN MIGUEL (1913: 464) no resultan claros; ya que este autor señalaba su origen en la Laguna de Las Poleosas, indicando que a principios del siglo XX existía todavía un resto del talweg original, a la altura de estas lagunas. Si bien es cierto que en el Mapa Topográfico Nacional (1951) aparece a lo que se puede referir SAN MIGUEL, no está claro en nuestra opinión, que coincidiera con la parte alta del antiguo arroyo de La Higuera. La topografía extraordinariamente llana dificulta poder establecer ninguna conclusión sólida al respecto.

Para resolver este inconveniente, se recurrió a una observación detallada de las cotas que aparecen en la cartografía E. 1:10.000 (Centro de Estudios Territoriales y Urbanísticos, 1987) analizando las curvas de nivel con una separación aproximada entre ellas de 2-3 metros (Figura 17). Según este análisis, la longitud del talweg sería de 4.7 km, frente a los 0.85 km que quedaban en 1956 (Figura 16). A pesar de su proximidad no queda claro, aún así, si llegaba hasta las Poleosas.

De todo ello se desprende que la desaparición de este arroyo se debió a la obturación de su desembocadura al mar y su posterior relleno por la removilización de las arenas dunares. La construcción de la carretera Matalascañas-El Rocío (C-445) borró los últimos vestigios.

Parece interesante, también, tener en cuenta las referencias de textos de la época romana citados por SAN MIGUEL (1913: 440) acerca de dos ríos que podrían coincidir con el actual Arroyo del Loro y el desaparecido Caño de la Higuera.

En cualquier caso, resulta muy aventurado asociar la fuerte regresión de estos arroyos sólo a los trabajos forestales de los últimos 50 años. Más bien, parece que estos cauces iniciaron una etapa regresiva desde mucho antes del S. XIX, que se fue acentuando durante el último siglo, y que terminó con los trabajos forestales de los años 40.

Los documentos históricos relacionados con este tema y editados por MORA FIGUEROA (1981), referentes a la construcción de Torres de Almenara en el siglo XVIII en el litoral onubense, coinciden con lo hasta ahora expuesto. Así por ejemplo, se señala que la mayor disponibilidad de agua (no se refiere a agua de pozo) se encuentra en el tramo correspondiente al Asperillo, no existiendo agua en el tramo anterior y poca cantidad en el tramo de costa posterior al Río del Oro:

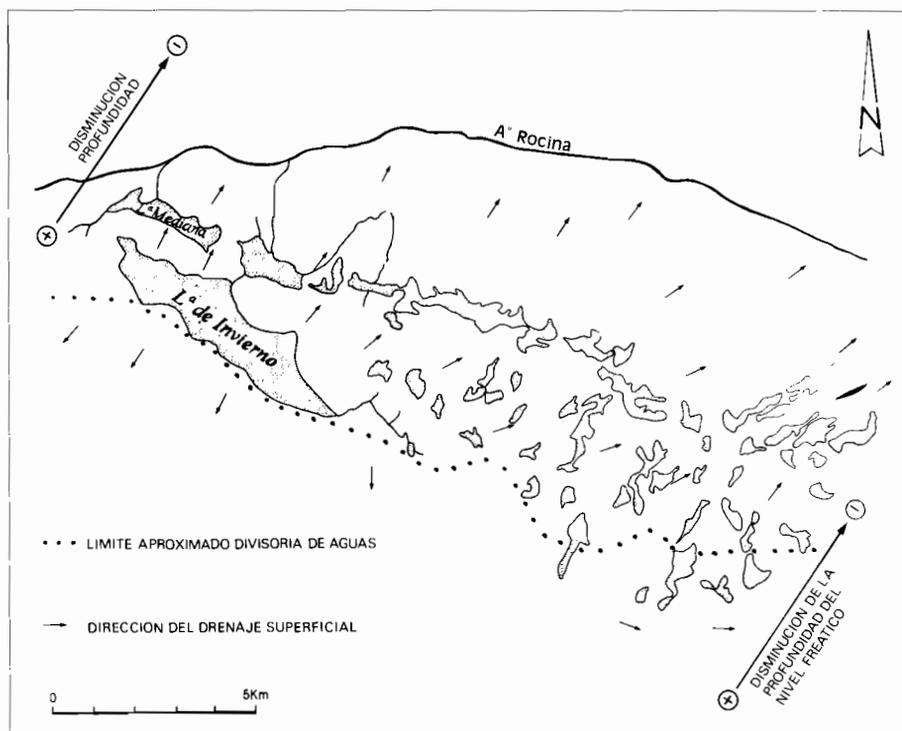


FIG. 10. En el supuesto de producirse una como la disminución del nivel freático, esta afectaría en primer lugar a la Laguna de Invierno, y seguidamente a las turbasas más meridionales (como la Laguna Mediana). Esta hipótesis coincide plenamente con los cambios detectados en la vegetación turbosa, y con la reconstrucción de la cartografía histórica de las lagunas de la Figura 7.

«De la Carbonera a la Higuera ay dos legüas y en el camino no hay agua y en la Higuera sí, ...» (sic); «De la Higuera al Río del Oro ay tres legüas, ay aguada abundantísima y es estancia de pescadores y acuden allí de ordinario los navíos enemigos por hazer agua por ser en abundancia y hazella presto tiene necesidad de torre muy buena...» (sic); «Del río del Oro a Julianejo ay dos legüas ay agua, es estancia de Pescadores y...» (sic) (Legajo D3, 1577. Cit. MORA FIGUEROA, 1981).

VIII DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Quizás el hecho más relevante, a la vista de los datos anteriores, lo constituyen las importantes modificaciones en las disponibilidades hidrológicas desde antes de las grandes explotaciones forestales. El examen de la cartografía de siglos pasados, permite poner de manifiesto los cambios ocurridos antes de la Guerra Civil.

En referencia a las causas de estos cambios, lo previsible es que existan varios factores que estén interactuando. Es muy probable que intervengan alteraciones climáticas a largo plazo ligadas a un aumento de la xericidad del medio, como las referidas por GRANADOS (1987) para Doñana. Estos cambios parecen ir en dirección a una disminución del número de años húmedos respecto al de años secos. Según este autor, los cambios empezaron a

comienzos del siglo XVIII, haciéndose más patentes a partir de su segunda mitad, hipótesis que coincide totalmente con el análisis de la cartografía histórica y los cambios que se han detectado en la zona del Abalarío. Y de forma general, también coincide con estudios paralelos para el norte de Europa (KOSLOWSKI - GLASER, 1995).

Es posible, también que otros factores, como la colmatación del fondo de las cubetas por la movilización de arenas, hayan estado actuando [proceso de dunización secundaria ligado a componentes climáticos, similar al detectado en Doñana en el siglo XVII (GRANADOS, 1987)]. O bien, otros procesos de ámbito regional [colmatación de la marisma (I.T.G.M.E., 1992), y cambios en la línea de costa (CUSTODIO - PALANCA 1995)], que puedan afectar al acuífero 27.

Del mismo modo, los datos examinados, ponen de manifiesto que en las últimas décadas se ha producido una aceleración en la pérdida de la disponibilidad hídrica de la zona. Este cambio, reconocible a escala local (GARCÍA MURILLO - SOUSA, 1997), va indiscutiblemente ligado a la desecación de zonas encharcadas por la actividad de las masas de eucaliptos. Y puede haberse reproducido también en el ámbito regional, dando lugar a una pequeña disminución en el nivel freático de la zona. Los efectos se observan en dos niveles:

– Una pequeña disminución en la altura de la capa freática, que afectaría a las lagunas con alimentación subterránea, correspondientes a las de carácter turboso.

– Una disminución en la frecuencia de años húmedos, que daría lugar a que algunas lagunas de ciclo permanente pasaran a ser temporales y que otras temporales se convirtieran en una depresión cubierta con monte negro higrofítico.

Ambos efectos se producirían de manera simultánea sobre todas las zonas encharcables, así como sobre los arroyos y cañadas (y su vegetación asociada).

Desgraciadamente no existen datos directos (sondeos) que puedan apoyar estas hipótesis, ya que los sondeos más antiguos publicados por el I.T.G.M.E. datan de 1968 (I.T.G.M.E., 1992). Sin embargo todos los datos indirectos, incluidos los referentes, a la vegetación) apuntan en esta dirección.

No obstante, un hecho muy significativo al respecto, es que las dos primeras lagunas en desecarse parcialmente fueron las dos más grandes (Laguna de La Mediana y Laguna de Invierno). Estas dos lagunas son las que están más próximas a la divisoria de aguas (Figura 18), en la zona del domo freático (CUSTODIO - PALANCAR 1995). Por tanto serían las zonas que se verían afectadas en primer lugar por una hipotética disminución del nivel de las aguas subterráneas. Ya que, como se puede apreciar en la Figura 9, aunque la Laguna de La Mediana no esté tan cerca de la divisoria como la de Invierno, si lo está al compararla con el resto de lagunas turbosas (se sitúa próxima a la cabecera de la cuenca del Arroyo de La Rocina).

En cambio, las zonas que todavía presentan la vegetación en un buen estado, es decir aquellas que mejor han conservado la humedad edáfica, son las zonas turbosas más alejadas del domo freático, que hoy se conocen como las lagunas de Rivatillos. Así, de haber ocurrido una disminución del nivel del freático, serían éstas las lagunas que tardarían más tiempo en verse afectadas, ya que topográficamente son las que presentan el nivel piezométrico más cercano a la superficie. Ello explicaría en buena medida, la desaparición de gran parte de las formaciones turbosas, detectadas por los autores, al menos desde 1956. Estos datos parecen coincidir con los cambios advertidos en el cercano Parque Nacional de Doñana (GRANADOS, 1987) en otras comunidades ligadas a ambientes con una humedad edáfica considerable (alcornocales y madroñales).

Otro factor que no se debe olvidar es la activación de las formaciones paleodunares como consecuencia del

desmonte y roza del matorral (especialmente grave en el Médano del Asperillo), y el carboneo de las sabinas.

Asimismo, habría que considerar también la posibilidad de que el retroceso del nivel costero o avance del nivel del mar en el sector de Torre del Oro (hoy llamada Torre del Loro) a Torre de La Higuera (SAN MIGUEL, 1913; VANNEY - MENANTEAU, 1979; CUSTODIO - PALANCAR, 1995), haya posibilitado un alejamiento de la capa freática. Existe constancia escrita de la virulencia de este proceso al menos desde el S. XVI (Legajos D1, D5, D6 y D17, cit. MORA FIGUEROA, 1981). Esto afectaría especialmente, a las disponibilidades hídricas de los arroyos atlánticos, que pasarían casi a funcionar como arroyos subterráneos, y a las formaciones de Sabinar denso situados a sotavento de las Dunas del Asperillo.

Otros fenómenos puntuales como los regadíos del Plan Almonte-Marisma y las urbanizaciones de Matalascañas y Mazagón son citados por VELA et al (1991), como causas de disminuciones locales en el nivel de freático (CUSTODIO - PALANCAR, 1995). Este conjunto de factores, unos a nivel regional y otros de carácter local, con diferentes escala de tiempo, parecen haber tenido un efecto sinérgico.

Todo lo descrito está respaldado por los cambios detectados en la vegetación en los últimos 40 años: pérdida de elementos arbóreos en la zona de cañadas, disminución de las zonas turbosas frente al aumento del monte negro higrofítico, formaciones vegetales relictas en algunos arroyos atlánticos reflejo de otras épocas más húmedas o la disminución en las formaciones densas de sabinares (GARCÍA MURILLO et al, 1995; GARCÍA MURILLO - SOUSA, 1997).

En resumen, puede decirse que el documentado cambio de la hidrología superficial desde 1956, ha sido precedido por otros cambios en las disponibilidades de agua (constatados de forma indirecta), cuyos mayores exponentes son la desaparición de arroyos (Caño de La Higuera, Tojar del Lagarto, Atarazanas, Carboneros) y grandes formaciones lagunares (Laguna de Invierno, Laguna de La Mediana). Todos se han visto acentuados por las labores forestales posteriores a la Guerra Civil española, aunque su génesis es mucho más anterior y probablemente ligada a modificaciones climáticas a largo plazo.

Este conjunto de factores ha conducido a un proceso, en gran parte irreversible, de disminución de las superficies ocupadas por algunas comunidades vegetales y de aumento de otras comunidades correspondientes a etapas más pioneras.

B I B L I O G R A F Í A

- ALLUE, J. L. (1990). *Atlas fitoclimático de España. Taxonomías*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. I.N.I.A. Madrid.
- BORJA, F. (1992). Geosistemas lagunares en el litoral de Huelva: los complejos húmedos de El Abalarío (Entorno de Doñana). En Márquez, J. y Pérez-Embid, J. (eds.). *Huelva en su historia*, 4. 63-103. Huelva.
- BORJA, F. - DÍAZ DEL OLMO, F. (1987). Complejos húmedos del Abalarío (Entorno de Doñana, Huelva. *Oxyura*. Vol. 4 (1): 27-44.
- BURGUERS, T. F. (1948). Asociaciones de plantas y elección de especies forestales en los terrenos diluviales y aluviales del sur de la provincia de Huelva. *Rev. de Montes* 23: 393-403.
- CASTRO, A. F. de (1900a). Repoblación de dunas. *Rev. de Montes* 559 (1-5): 225-232.
- CASTRO, A. F. de (1900b). Repoblación de dunas. *Rev. de Montes* 561 (1-6): 281-285.
- CASTRO, A. F. de (1912). Dunas del Suroeste de la Península. *Rev. de Montes* 843 (1-03): 151-159.
- CUSTODIO, E. - PALANCA, M. (1995). Las aguas subterráneas en Doñana. *Revista de Obras Públicas* 3340: 31-53.
- DE LA LAMA, G. (1951). Diez años de trabajos forestales. *Revista de Montes* 39: 195-201.
- DUQUE, A. (1977). *El mito de Doñana*. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Educación. Madrid.
- ESPINA, J. - ESTÉVEZ, A. (1992). *Programa de recuperación del Patrimonio del P. N. Doñana. Vol. III. Abalarío*. Informe inédito.
- ESPINA, J. - ESTÉVEZ, A. (1993). El espacio de repoblación de Cabezudos-Abalarío. En Granados M. - Ojeda, J. F. (Eds.): *Intervenciones Públicas en el Litoral Atlántico andaluz. Efectos territoriales*. Agencia de Medio Ambiente. Consejería de Cultura y Medio Ambiente. Sevilla.
- GARCÍA MURILLO, P., SOUSA, A. y FUERTES, E. (1995). *Sphagnum inundatum* Russ., nuevo para Andalucía. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 53. 2.
- GARCÍA MURILLO, P. - SOUSA, A. (1997). Vegetation changes in Abalarío (Parque Natural Entorno de Doñana). *Proceedings VIII OPTIMA Meeting*. Aceptado para su publicación.
- GAVALA, J. (1936). *Mapa geológico de España E. 1:50.000 y memoria explicativa. Hoja N 1017 («El Asperillo»)*. Inst. Geológico y Minero de España. Madrid.
- GONZALO Y TARÍN, J. (1887). *Mapa Geológico y Topográfico de la Provincia de Huelva E. 1:400.000 y memoria*. Inst. Geológico y Minero de España. Madrid.
- GRANADOS, M. (1987). *Transformaciones históricas de los ecosistemas del P. N. de Doñana*. Tesis Doctoral, Universidad de Sevilla. Sevilla.
- GRANADOS, M., MARTÍN, A. y GARCÍA NOVO, F. (1988). Long-term vegetation change in the stabilized dunes of Doñana National Park (SW Spain). *Vegetatio* 75: 73-80.
- I.T.G.M.E. (1992). *Hidrogeología del Parque Nacional de Doñana y su Entorno*. Inst. Tecnol. Geominero de España. Madrid.
- KITH TASSARA, M. (1952). Diez años de colaboración de la 5ª División Hidrológica-Forestal con el Patrimonio Forestal del Estado. *Revista de Montes* 45: 166-172.
- KOSLOWSKI, G. - GLASER, R. (1995). Reconstruction of the ice winter severity since 1701 in the western baltic. En: *Climatic Change*, 31, págs. 79-98.
- LEYVA, F y PASTOR, F. (1976). *Mapa Geológico Nacional Hoja 1017 (10-42; «El Abalarío»)*. Memoria y mapa escala 1:50.000. Inst. Geológico y Minero de España. Madrid.
- MADOZ, P. (1848). *Diccionario Geográfico-estadístico-histórico de España y sus posesiones de Ultramar*. Biblioteca Santa Ana (1990). Almadralejo.
- MÁRQUEZ, D. (1985). Las repoblaciones de eucaliptos y su impacto en la última década 1973-1983. *Revista de Estudios Andaluces*, 5: 135-142.
- MOLINA, F. (1986). *Programa de Protección de los humedales de Doñana (Abalarío). Informe Previo*. Informe técnico de la Agencia de Medio Ambiente (Junta de Andalucía). Coord. Molina, F.; Dir. Díaz del Olmo, F. - Figueroa, E. Sevilla.
- MORA FIGUEROA, L. (1981). *Torres de almenara de la costa de Huelva*. Excm. Diputación Provincial de Huelva. Huelva.
- OJEDA, J. F. (1987). *Organización del territorio en Doñana y su Entorno próximo (Almonte). Siglos XVIII-XX*. I.C.O.N.A. (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación). Madrid.

OJEDA, J. F. (1992). Políticas forestales y medio ambiente en Doñana y su Entorno. *Agricultura y Sociedad*, 65: 303-357.

PALANCAR, M. (1995). Doñana, algo más que un Parque. *Revista de Obras públicas* 3340: 7-16.

RIVAS MARTÍNEZ, S. (1987). *Memoria del Mapa de Series de Vegetación de España E. 1:400.000*. I.C.O.N.A. (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación). Madrid.

SANCHO ROYO, F. (1991). *Estudio de las riberas del Guadalquivir en el Área Metropolitana de Sevilla*. Dpto. Biología

Vegetal y Ecología, Univ. de Sevilla. Sancho Royo, F. (Dir.). Informe inédito.

SAN MIGUEL, M. (1913). Las costas de la provincia de Huelva y sus variaciones en el período histórico. *Bol. R. Soc. Hist. Nat.* 13: 434-468.

VANNEY, J. R. - MENANTEAU, L. (1979). Types de reliefs littoraux et dunaires en basse andalousie (de la ría de Huelva a l'embouchure du Guadalquivir). *Melanges de la Casa Velázquez*, 15: 1-52.

A N E X O S

ANEXO I

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA CONSULTADA

- 1606. «*Andalucía Nova (Jodocus Hondius, 1606)*». Escala estimada 1:400.000. Cartoteca del Instituto Geográfico Nacional.
- 1640-1650. «*Andaluzia continens Seviliam et Cordobam*». Obra: *Theatrum du Monde au Nouvel Atlas*. Autor: Willem Blaeu. Escala 1:1.333.333. Escala gráfica en millas hispánicas. En «La representación del territorio, Huelva».
- 1696. «*Li Regni de Granata E D'Andalucía*». Autor: Domenico de Rossi (Domenicus Rubeis). Escala aproximada 1:658.000. En «La representación del territorio, Huelva».
- S. XVII. «*Mapa de España de Carlos III (J. Danckaert, siglo XVII)*». Theatre de la Guerre de Espagne et en Portugal, Preferente a Charles III. Roy d'Espagne et des Indes, etc: etc: a Amsterdam. C. Danckerts avec Privilege (sic). Escala estimada 1:1.000.000. Cartoteca del Instituto Geográfico Nacional.
- 1781. «*Carte de Seville*». Autor: F. L. Gussfeld. Imp. Herederos de Homann. Escala 1:623.000. En «La representación del territorio, Huelva».
- 1810. «*Plano geográfico de Moguer, con los movimientos del General Lacy*», por D. Ángel Saavedra, Ayudante Primero de E.M. Escala 1:150.000 (estimada). Cartoteca Histórica del Servicio Geográfico del Ejército.
- 1869. «*Huelva*», por D. Francisco Coello Coronel de Ingenieros Militares 1869. Escala estimada 1:50.000. Cartoteca Histórica del Servicio Geográfico del Ejército.
- 1869. «*Huelva*» por D. Francisco Coello, Coronel de Ingenieros. Atlas de España y sus posesiones de ultramar. Escala 1:200.000.
- 1875. «*Costa Sudoeste de España*». Hoja II (desde Huelva hasta la Torre de la Higuera). Según trabajos realizados desde 1865-1870 por la Comisión Hidrográfica a cargo de D. José Montojo y Salcedo. Dirección de Hidrografía, Madrid 1875. Carta náutica. Escala aprox. 1:50.000.
- 1880. «*Provincia de Huelva*», por D. Emilio Valverde. E. 1:750.000. Atlas Geográfico descriptivo de la Península Ibérica, Islas Baleares, Canarias y Posesiones Españolas en Ultramar por el Comandante graduado Capitán de Infantería D. Emilio Valverde y Álvarez. *...*
- 1887. «*Mapa geológico y topográfico de la provincia de Huelva*». E. 1:400.000. Acompaña de 3 cortes geológicos. Joaquín Gonzalo y Tarín. Ed.: IGME. Biblioteca del Instituto Geológico y Minero.
- 1892. «*Nuevo mapa geográfico estadístico de la provincia de Huelva*». Autor: José Carrasco Padilla (Excmo. Diputación Provincial de Huelva). E. 1:300.000. En «La representación del territorio, Huelva».
- 1897-1900. «*Provincia de Huelva, nivelación*», por el Instituto Geográfico Estadístico. Dibujado por F. Noriega y J. Cobo de Guzmán. Trabajos topográficos desde 1897 a 1900. Proyección Tissot. Altimetría deducida del mapa 1:100.000. Escala estimada 1:500.000.
- 1897-1900. «*Provincia de Huelva*», por el Instituto Geográfico Estadístico.
- S. XIX. «*Provincia de Huelva*», anónimo. Escala estimada 1:200.000. Cartoteca Histórica del Servicio Geográfico del Ejército.
- S. XIX. «*Parte Sudoeste de la Provincia de Huelva*», Cuerpo de E.M. 1870/1878. Escala estimada 1:100.000. Cartoteca Histórica del Servicio Geográfico del Ejército.

• 1902. «*Mapa de España (Ibáñez de Ibero, 1902)*». Escala 1:500.000.

Mapa de España formado por el excmo. señor Mariscal de Campo D. Carlos Ibáñez de Ibero con motivo de la división del territorio en zonas militares para situar las reservas y depósitos del ejército (sic). Publicado en 1884 y reproducido en 1902. Lit. Instituto Geográfico y Estadístico.

• 1913. «*Las costas de la provincia de Huelva y sus variaciones en el período histórico*». Maximino San Miguel de la Cámara. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. XIII (434-468).

• 1936. «*Mapa Geológico de España E. 1:50.000 y memoria explicativa*». Hoja N 1017 («El Asperillo»). Juan Gavala y Laborde. Instituto Geológico y Minero de España. Tip. y Lit. Coullant, 1936.

• 1946. Vuelo E. 1:40.000 del 11-02-1946. Servicio Geográfico del Ejército del Aire.

• 1947. «*Mapa topográfico Nacional E. 1:50.000, Hoja 1000 ("Moguer")*». 1ª edición, 1947. Con cuadrícula de la Proyección de Lambert y meridiano en el origen de Madrid. Dirección General Instituto Geográfico y Catastral y Servicio Geográfico del Ejército.

• 1949. «*Cartografía Militar de España E. 1:25.000*». Hoja 1017 («El Picacho»), cuarto IV-III («El Picacho»).

• 1949. «*Cartografía Militar de España E. 1:25.000*». Hoja 1017 («El Picacho»), Cuarto I («El Abalarío»).

• 1951. «*Mapa topográfico Nacional E. 1:50.000*», Hoja 1017 («El Picacho»).

• 1956. Vuelo E. 1:33.000 de los meses de julio, septiembre, octubre, noviembre y diciembre de 1956. Servicio Geográfico del Ejército.

• 1966. «*Mapa Forestal de España E.* 1:400.000. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid 1966. Dir. Luis Ceballos Fernández de Córdoba.

• 1970. «*Mapa geológico E. 1:200.000*». Hoja Ayamonte-Huelva (80-81). Memoria y mapa. Autores: Fontbote, J. M. (Univ. Granada) e I.G.M.E. 1970, 1ª edición.

• 1974. «*Mapa topográfico Nacional E. 1:50.000*», Hoja 1017 («El Abalarío»). 2ª edición (puesta al día según los datos de 1972).

• 1978. «*Mapa de Cultivos y Aprovechamientos E. 1:50.000*». Hoja 10-41/1000 («Moguer»).

• 1981. «*Cartografía Militar de España E. 1:50.000*». Serie L, Hoja 10-14/1017 («El Abalarío»), 1981. 2ª edición 1984.

• 1982. «*Cartografía Militar de España E. 1:50.000*». Serie L, Hoja 10-41/1000 («Moguer»). 1982. 2ª edición 1988.

• 1987. «*Mapa topográfico 1:25.000 del Abalarío*». Obtenido a partir de un S.I.G. de las Hojas E. 1:10.000 del Centro de Estudios Territoriales y Urbanísticos. Inédito. A.M.A. (Junta de Andalucía).

• 1987. «*Mapas topográficos de Andalucía E. 1:10.000*». Centro de Estudios Territoriales y urbanísticos. Junta de Andalucía.

• 1987. Vuelo E. 1:20.000 de septiembre y agosto de 1987. Dirección General de Política Alimentaria (M.A.P.A.).

• 1987. Imagen Lansat-TM (19-01-1986), de Doñana y su Entorno publicada por la A.M.A. (Junta de Andalucía), en 1987. Escala gráfica aprox. 1:100.000.

• 1990. Imagen Lansat. TM (09-07-1990), correspondiente a los cuadrantes (202024-3, 202034-4, 202035-1 y 202035-2), de la imagen del Parque Nacional de Doñana y su Entorno editada por la A.M.A. (Junta de Andalucía). Escala gráfica aprox. 1:100.000.

• 1990. Imagen superpuesta Lansat-TM (15-02-1990) y Spot (01-01-89), con un S.I.G. por la A.M.A. (Junta de Andalucía). Inédito, escala gráfica aprox. 1:100.000, y ampliación incompleta escala gráfica aprox. 1:25.000.

• 1992. «*Mapa Hidrogeológico del Subsistema acuífero Almonte-Marismas E. 1:50.000*». Instituto Geológico y Minero de España. Sondeos piezométricos año 1989. En «Hidrogeología del Parque Nacional de Doñana y su Entorno». I.G.M.E., 1992.

• 1992. «*Mapa Hidrogeológico del Subsistema acuífero Almonte-Marisma E. 1:50.000*». Instituto Geológico y Minero de España. Sondeos piezométricos año 1982. En «Hidrogeología del Parque Nacional de Doñana y su Entorno». I.G.M.E. 1992.

• 1994. «*Inventario de Humedales 1:25.000 del Proyecto de restauración ecológica del complejo palustre del Abalarío*». A.M.A., Junta de Andalucía. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Tragsatec S.A. Sin escala gráfica, ni proyección. Inédito.

• «*Mapa militar de España. Western Europe 1:250.000*». Huelva (N) 29-12. Series M501). Edition 1AMS. Fecha desconocida

• «*Mapa de España E. 1:500.000 Huelva - Sevilla - Cádiz - Tán-ger*». Consejo Forestal. Mapa Mural de España. Hoja nº 7. Fecha desconocida.

ANEXO II

INFORMES DE COMPRA, VENTA Y VALORACIÓN DE LOS COTOS COMPRENDIDOS EN LA ZONA DE ESTUDIO

Escrituras de Compra/Venta del Coto La Rocina II

• Informe y valoración (De La Lama, 1946). Patrimonio Forestal del Estado.

• Escritura de Compra/Venta (1947). Patrimonio Forestal del Estado.

• Escritura de carta de pago (1948). Patrimonio Forestal del Estado.

• Cesión a I.R.Y.D.A. (1978). I.R.Y.D.A.

Escrituras de Compra/Venta del Coto La Rocina I

• Informe de valoración (De La Lama, 1951). Patrimonio Forestal del Estado.

• Ofrecimiento de la finca a la Empresa Calvo Sotelo (1951). Patrimonio Forestal del Estado.

- Carta cediendo la Compra (1951). Patrimonio Forestal del Estado.
- Escritura de Compra/Venta a la empresa Calvo Sotelo (1952). Patrimonio Forestal del Estado.
- Informe de La Lama sobre la Compra/Venta (1952). Patrimonio Forestal del Estado.

Escrituras de Compra/Venta del Coto Cabezudos

- Valoración de la finca (Giménez-Quintana) (1946). Patrimonio Forestal del Estado.
- Valoración de la finca (De La Lama y Giménez-Quintana) (1947). Patrimonio Forestal del Estado.
- Escritura de Compra/Venta (1948). Patrimonio Forestal del Estado.

Escrituras de Compra/Venta del Coto La Matilla

- Valoración en informe previo sobre coto La Matilla (1942). Patrimonio Forestal del Estado.
- Escritura de Compra/Venta (1942). Patrimonio Forestal del Estado.
- Plano del predio rústico del Coto La Matilla E. 1:20.000 (1942). Patrimonio Forestal del Estado.

Escrituras de Compra/Venta del Coto Ibarra

- Características del Coto Ibarra antes de comprarlo (1940). Patrimonio Forestal del Estado.
- Tasación para la adquisición de la finca (1940). Patrimonio Forestal del Estado.
- Memoria y reconocimiento de montes y propuestas de trabajos (1940). Patrimonio Forestal del Estado.
- Relación de arrendatarios (1940). Patrimonio Forestal del Estado.
- Escrituras de Compra/Venta a Coto Atlántico (1940). Patrimonio Forestal del Estado.
- Resumen de la situación de la propiedad (-). Patrimonio Forestal del Estado.
- Reconocimiento y propuestas de trabajos en la finca (De La Lama, 1941). Patrimonio Forestal del Estado.
- Informe sobre la situación del Coto Ibarra desde 1935 (1965). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Escrituras de Compra/Venta del coto Bodegones

- Valoración de la finca (De La Lama, 1942). Patrimonio Forestal del Estado.
- Escritura de Compra/Venta (1942). Patrimonio Forestal del Estado.
- Planos del catastro Dehesa «Los Bodegones» en el término de Almonte E. 1:25.000. Patrimonio Forestal del Estado.

Escrituras de Compra/Venta del Coto El Sacristán

- Comunicación de la expropiación por razones de interés forestal (1950). Patrimonio Forestal del Estado.

- Situación de las escrituras antes de la Compra (1951). Patrimonio Forestal del Estado.
- Escritura de Compra/Venta (1951). Patrimonio Forestal del Estado.
- Informe de valoración (De La Lama, 1951). Patrimonio Forestal del Estado.
- Descripción de la finca (1952). Patrimonio Forestal del Estado.

Escrituras de Compra/Venta del Coto Bayo

- Oferta de Venta de «Forestal de Villarejo» (1941). Patrimonio Forestal del Estado.
- Expediente para la adquisición por convenio (1941). Patrimonio Forestal del Estado.
- Escritura (1941). Patrimonio Forestal del Estado.

Escrituras de Compra/Venta de la finca Dunas de Almonte

- Aprobación del proyecto de fijación y repoblación Dunas de Almonte (Kith Tassara), y respuesta de la jefatura (1932). v División Hidrológico-Forestal.
- Aprobación del proyecto de fijación y repoblación de Dunas de Almonte (1934). v División Hidrológico-Forestal.
- Relación de propiedades y terrenos a adquirir para el proyecto de fijación y repoblación. Respuesta de los propietarios (1934). v División Hidrológico-Forestal.
- Comunicación del Ingeniero sobre hectáreas y fincas adquiridas (1935). v División Hidrológico-Forestal.
- Escritura de Compra/Venta zona de dunas de Coto Ibarra y Coto Bayo (1935). v División Hidrológico-Forestal.
- Camino de unión Dunas del Odiel - Dunas de Almonte Coto Mazagón. Respuesta de los propietarios. Edicto 1, B.O.E. (1936). v División Hidrológico-Forestal.
- Propuesta de ampliación del proyecto de fijación y repoblación de la dunas de Almonte (KITH TASSARA, 1936). v División Hidrológico-Forestal.
- Informe de la jefatura. v División Hidrológico-Forestal.
- Dictamen del Gobierno Civil de Huelva (1940).
- Expedientes para la adquisición por convenio de la finca «Coto de Mazagón» y «Coto Ibarra» (1940). v División Hidrológico-Forestal.
- Decreto de «Utilidad pública a efectos de expropiación ... para proyecto de ampliación» (1940). v División Hidrológico-Forestal.
- Contestación del Coto Atlántico (1940). v División Hidrológico-Forestal.
- Propuesta y presupuesto para el estudio de la ampliación del Plan Forestal y de repoblación de las dunas de Almonte (1941). v División Hidrológico-Forestal.
- Superficie de Dunas de Almonte después de la permuta con Wordl Hotel S.A., según I.C.O.N.A. (1982). I.C.O.N.A.
- Escritura a nombre de v-División Hidrológico-Forestal (-). v División Hidrológico-Forestal.