

CRITERIOS Y BASES ECOLOGICAS
PARA LA REGENERACION DE LA MARISMA GALLEGA
(PARQUE NATURAL DE DOÑANA)

PROYECTO Nº

ELABORACION	Redacción	TRATAMIENTOS Y PROYECTOS MEDIOAMBIENTALES S.L. Javier Camacho Martínez Vara de Rey <i>Biólogo</i> Luis Ventura Garcia. <i>Biólogo. Instituto de Recursos Naturales.</i> Agueda Villa Díaz <i>Geógrafa</i>
	Fotografía	Javier Camacho Martínez Vara de Rey
	Delineación	Javier Camacho Martínez Vara de Rey Jesus Delgado Avila
ASESORIA		Fernando Sancho Royo. <i>Biólogo. Universidad de Sevilla</i> José Maria Arenas Cabello <i>Geógrafo</i> Javier Cobos Aguirre. <i>Biólogo. Agencia de Medio Ambiente.</i> José Fernández-Palacios Carmona. <i>Biólogo. Agencia de Medio Ambiente.</i>
DIRECCION TECNICA		José Fernández Palacios Carmona. <i>Biólogo. Agencia de Medio Ambiente</i>

INDICE

1.- INTRODUCCIÓN

- 1.1. **Objetivo del estudio**
- 1.2. **Aclaraciones previas**
- 1.3. **Fuentes de Información**
- 1.4. **Localización y límites**
- 1.5. **Propiedad y gestión**
 - 1.5.1. Aspectos históricos
 - 1.5.2. Situación actual

2.- DESCRIPCIÓN DEL ÁREA

- 2.1. **Climatología**
 - 2.1.1. Resumen y conclusiones.
- 2.2. **Geología**
 - 2.2.1. Esbozo Comarcal
 - 2.2.2. Geología en la Zona: Estratigrafía
 - 2.2.3. Resumen y Conclusiones
- 2.3. **Topografía y Geomorfología**
 - 2.3.1 Topografía
 - 2.3.1.1. Marco Comarcal
 - 2.3.1.2. Marco Local
 - 2.3.2 Elementos geomorfológicos.
- 2.4. **Suelos**
 - 2.4.1. Características generales y antecedentes
 - 2.4.2.- Evolución y características actuales
 - 2.4.2.1. Metodología
 - 2.4.2.2. Características fisico-químicas
 - A) Salinidad
 - B) Ph
 - C) Materia orgánica
 - D) Carbonatos
 - 2.4.2.3. Características morfológicas
 - A) Color
 - B) Estructura
 - C) Raíces
 - 2.4.2.4. Clasificación
 - 2.4.3. - Resumen y conclusiones.

2.5. Hidrología.

- 2.5.1 Hidrología superficial original.
 - 2.5.1.1. Marco comarcal
 - 2.5.1.2. Marco Local
 - A) Niveles de inundación: cauces y flujos principales (56)
- 2.5.2 Dinámica estacional
- 2.5.3 Hidrología superficial actual
 - 2.5.3.1. Cauces aportantes
 - 2.5.3.2. Niveles de inundación
 - 2.5.3.3. Características de las aguas de inundación y subsuperficiales
- 2.5.4. Hidrología subterránea
 - 2.5.4.1. Acuíferos
 - 2.5.4.2. Repercusiones de la extracciones actuales
- 2.5.5 Focos contaminantes
 - 2.5.5.1. Ambito Comarcal
 - 2.5.5.2. Ambito local
- 2.5.6. Resumen y conclusiones.

2.6. Vegetación

- 2.6.1. Marco regional.
 - 2.6.1.1. Generalidades
 - 2.6.1.2. Factores determinantes.
- 2.6.2. Ambito local
 - 2.6.2.1. Vegetación original del sector.
 - 2.6.2.2. Condicionantes actuales
- 2.6.3. Características actuales de la vegetación y su evolución en las distintas unidades fisiográficas.
 - 2.6.3.1. Vegetación de zonas elevadas.
 - 2.6.3.2. Vegetación de las zonas de transición.
 - 2.6.3.3. Vegetación de las depresiones.
- 2.6.5. Resumen y conclusiones.

2.7. Fauna

- 2.7.1. Situación original
 - 2.7.1.1. Invertebrados
 - 2.7.1.2. Peces
 - 2.7.1.3. Anfibios y reptiles
 - 2.7.1.4. Aves
 - 2.7.1.5. Mamíferos
- 2.7.2. Situación actual
 - 2.7.2.1. Invertebrados
 - 2.7.2.2. Peces
 - 2.7.2.3. Anfibios y reptiles
 - 2.7.2.4. Mamíferos
 - 2.7.2.5. Aves
- 2.7.3. Resumen y conclusiones

2.8. Medio social

- 2.8.1. Usos y aprovechamientos tradicionales
 - 2.8.1.1. Evolución del manejo humano en la marisma de Hinojos
 - 2.8.1.2. Aprovechamientos
- 2.8.2. Situación actual
 - 2.8.2.1. Aprovechamientos y rentas
- 2.8.3. Conclusiones

2.9. Unidades Ambientales

- 2.9.1. Vetas
- 2.9.2. Marisma Alta
- 2.9.3. Lucios
- 2.9.4. Caños
- 2.9.5. Caño Guadiamar
- 2.9.6. Canales de Drenaje

2.10 Afecciones territoriales y sectoriales

- 2.10.1. Ley 91/1978 del Parque Nacional de Doñana
- 2.10.2. Plan Especial de Protección del Medio Físico
- 2.10.3. Plan Director Territorial de Coordinación de Doñana y su Entorno.
- 2.10.4. Ley de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía.
- 2.10.5. Proyecto de Plan de Ordenación de Recursos Naturales.
- 2.10.6. Ley de Costas.

3.- TRANSFORMACIONES Y ACCIONES EFECTUADAS

3.1. Modificaciones de cauces.

3.2. Transformaciones agrícolas

- 3.2.1. El Proyecto Guadalquivir-FAO
- 3.2.2. Desarrollo del Plan General de Transformación

3.3. La aprobación de la Ley de Doñana de 1978

3.4. De Preparque Norte a la declaración del Parque Natural del Entorno de Doñana

3.5. Proyectos de Regeneración Hídrica

- 3.5.1. Recuperación de la Montaña del Río
- 3.5.2. Solución Centro-Norte
- 3.5.3. Solución Sur
- 3.5.4. Solución Norte
- 3.5.5. Restitución funcional de caños

3.6. Resumen cronológico de las transformaciones.

4.- CONCLUSIONES

- 4.1. Generales.**
- 4.2. Relativas a su situación y límites.**
- 4.3. Relativas a la hidrología.**
- 4.4. Relativa a la vegetación.**
- 4.5. Relativa a la fauna.**
- 4.6. Relativa a los efectos de las transformaciones.**
- 4.7. Relativas al medio social**

5.- ALTERNATIVAS Y CONSIDERANDOS EN LA GESTION.

- 5.1. Alternativas al modelo de gestión de la zona**
 - 5.1.1.- Recuperación integral de los procesos hidrológicos originales. Mínima intervención. Conservación de la naturalidad de los procesos.
 - 5.1.2.- Ejecución de mejoras con las limitaciones actualmente existentes. Mantenimiento de la artificialidad del sistema pero simulando condiciones naturales.
 - 5.1.3.- Ejecución de mejoras con las limitaciones actualmente existentes. Mantenimiento de la artificialidad del sistema. Creación de condiciones deseadas.
- 5.2. Consideraciones a alternativas de restauración de la zona.**
 - 5.2.1. Eliminación total del sistema de drenaje artificial (canales, diques y caminos).
 - 5.2.2. Modificación limitada a los elementos artificiales que mas claramente distorsionan el régimen natural de las unidades de mayor interés, pero salvaguardando las situaciones singulares asociadas a dichos elementos.

6.- PROPUESTAS DE ACTUACION.

- 6.1.- Consideración territorial.**
- 6.2.- Recuperación de los volúmenes de aportes hídricos.**
- 6.3.- Recuperación de los flujos hidrológicos y patrones de inundación originales.**
- 6.4.- Restauración de ecosistemas.**
- 6.5.- Adecuación de hábitats.**
- 6.6.- Calidad del agua.**
- 6.7.- Conexión con otras áreas.**
- 6.8.- Limpieza de la marisma.**
- 6.9.- Adecuación para uso público.**
- 6.10.- Amortiguación de los niveles de perturbación y minimización de impactos.**
- 6.11.- Estudios e investigaciones complementarias.**

7. ANEXOS

8. BIBLIOGRAFÍA.

1. INTRODUCCION

1.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO.

El presente estudio se enmarca dentro del proyecto “Restauración y Regeneración de Ecosistemas” correspondiente a “Regeneración Hídrica de la finca Marisma Gallega, Parque Natural Entorno de Doñana”. Tiene por objeto sentar los principios de actuación para la regeneración, en base a criterios ecológicos, de parte de la denominada Marisma Gallega de Hinojos.

La zona de estudio corresponde a la parte de la marisma del t.m. de Hinojos comprendida al norte del caño Guadiamar. Con una extensión aproximada de 1800 has, estas marismas fueron expropiadas (1971) al Ayuntamiento de Hinojos para su transformación y puesta en cultivo por parte del IRYDA. Este objetivo no llegó a cumplirse en su totalidad, si bien llegó a ser alterada parcialmente mediante la construcción de una red de canales que desaguan en el encauzamiento del antiguo caño Guadiamar.

Este documento recoge, en un primer lugar, las condiciones originarias y las actualmente existentes (tanto a nivel del medio físico, biológico como social) además de su evolución, dinámica e importancia ecológica y funcional. Seguidamente se describen cronológicamente el conjunto de transformaciones y acciones efectuadas (FAO, Plan Almonte-Marismas, Proyectos de regeneración Hídrica del Parque Nacional, etc).

Debe observarse que la homogeneidad y simplicidad del ecosistema marismeño es solo aparente. Los patrones y gradientes que condicionan el establecimiento de las distintas comunidades son sutiles, a veces difíciles de prever y con frecuencia de intereses contrapuestos. Es por lo que finalmente se ofrecen diversas alternativas al modelo de gestión de la zona con detalle de las actuaciones, considerandos y un conjunto de propuestas que pretenden, lejos de ser definitivas, invitar a su discusión y perfeccionamiento dentro de un objetivo final de regeneración del área y de su compatibilidad con los variados intereses de su entorno.

1.2. ACLARACIONES PREVIAS

Hasta hace relativamente pocos años, la marisma ha sido considerada como un lugar insalubre y marginal en la que ha imperado un tipo de aprovechamiento muy extensivo y de escasa rentabilidad. Ello, unido a su carácter estacional, con amplios periodos de inundación, ha determinado que la información que se tiene sobre ella sea escasa y muy dispersa, sin una serie de datos que permitan una valoración cuantificable.

La individualización de los datos a la sección de marisma considerada, situada la norte del caño Guadiamar, presenta muchas dificultades ya que hasta fechas muy recientes, concretamente su expropiación por el IRYDA en 1.971, se incluía en una finca mayor denominada "Marisma de Hinojos". Aún así, se ha intentado en lo posible recomponer y conocer sus aspectos más relevantes a través de las comunicaciones personales de antiguos guardas y lugareños, complementada con la bibliografía, consulta de archivos y diarios de campo de naturalistas que la visitaron antes de su transformación definitiva.

Ha de plantearse pues el carácter tentativo y, en cierta manera, especulativo que toda proyección en el pasado comporta en relación a la fisonomía del paisaje, tanto porque en éste no sólo operan factores objetivos de largo período y comportamiento metaestable (rasgos climáticos, edáficos, geomorfológicos,...) sino que también acontecimientos aleatorios y circunstanciales. En consecuencia, no son predecibles y desdibujan en menor o mayor medida los perfiles característicos esperables.

De igual manera, no debe descuidarse, la evolución de todo ecosistema de marisma, relevantemente rápida y dinámica, a escala de tiempo geológica y humana y como consecuencia, su carácter cambiante y eficientemente activo.

Hay que señalar, finalmente, que las observaciones realizadas en el periodo de estudio (XI-1995, XII-1996) han estado muy marcadas por las altas precipitaciones registradas y los efectos acumulados de la fuerte sequía padecida entre los años 1990 y 1995.

1.3 FUENTES DE INFORMACIÓN

Como complemento a la bibliografía consultada se citan a continuación otras fuentes adicionales:

- * Archivo Municipal de Hinojos
- * Anteproyecto de transformación en regadío de la zona Almonte-Marismas. FAO 1972.
- * Plano del término municipal de Hinojos de 1899, E. 1:25.000
- * Plano del término municipal de Aznalcazar de 1879, E. 1:25.000
- * Planos de Nivelación del término de Aznalcazar de 1903, E. 1:25.000
- * Mapa Nacional Topográfico Parcelario. Sin fecha, posiblemente de 1940. E. 1:10.000
- * Plano catastral del término de Aznalcazar, 1951
- * Mapa Topográfico de Andalucía. (1986). M.O.P.U., E. 1:10.000. Hojas 1018 (2-1,2-2,2-3,3-1 y 3-2)
- * Mapa Topográfico de Andalucía. (1989). C.O.P.T., E. 1:10.000. Hojas 1018 (2-1,2-2,2-3,3-1 y 3-2).
- * Mapa Militar 1:50.000 (1946 y 1992). Hoja 1018
- * Vuelo septiembre-noviembre 1956, E. 1:33.000
- * Vuelo Noviembre 1980, E. 1:25.000. Foycar
- * Vuelo Noviembre 1981, E. 1:30.000. Mapa Nacional . Aerofoto
- * Vuelo Octubre 1984. E. 1:10.000
- * Vuelo Octubre 1984. E. 1:40.000. Foycar s.a.
- * Vuelo Noviembre 1995. E. 1:10.000. Junta de Andalucía.
- * Vuelos XI/95, III/96 y X/96. Tomas oblicuas
- * Imagen de satélite 1986, E. 1:50.000
- * Imagen de satélite 1989, E. 1:50.000
- * Imagen de satélite 1990, E. 1:50.000, E. 1:25000
- * Isidro Medina Fernandez. Hijo de Juan Medina Viejo, antiguo guarda de la Marisma Gallega
- * Manuel Díaz Gil. Expresidente del coto de caza de Marisma Gallega
- * Sr. Alcalde del Ayuntamiento de Hinojos
- * Braulio Fernández Tejerina. Secretario Ayto. Hinojos
- * Aurelio. Ganadero de Hinojos
- * Antonio Campos Peña. Propietario colindante.
- * Joaquín Campos. Propietario Colindante (Hato Blanco)
- * Guardería del Parque Natural de Doñana.
- * Luis García. Anillador de la E.B.D.

1.4 LOCALIZACIÓN Y LÍMITES

El área de estudio se encuentra enclavado en el litoral suratlántico peninsular como parte integrante del complejo de marismas del Guadalquivir (figs. 1 y 2). Se enmarca entre los meridianos de longitud oeste:

6° 20' 20" (Límite Este)
6° 24' 45" (Límite Oeste)

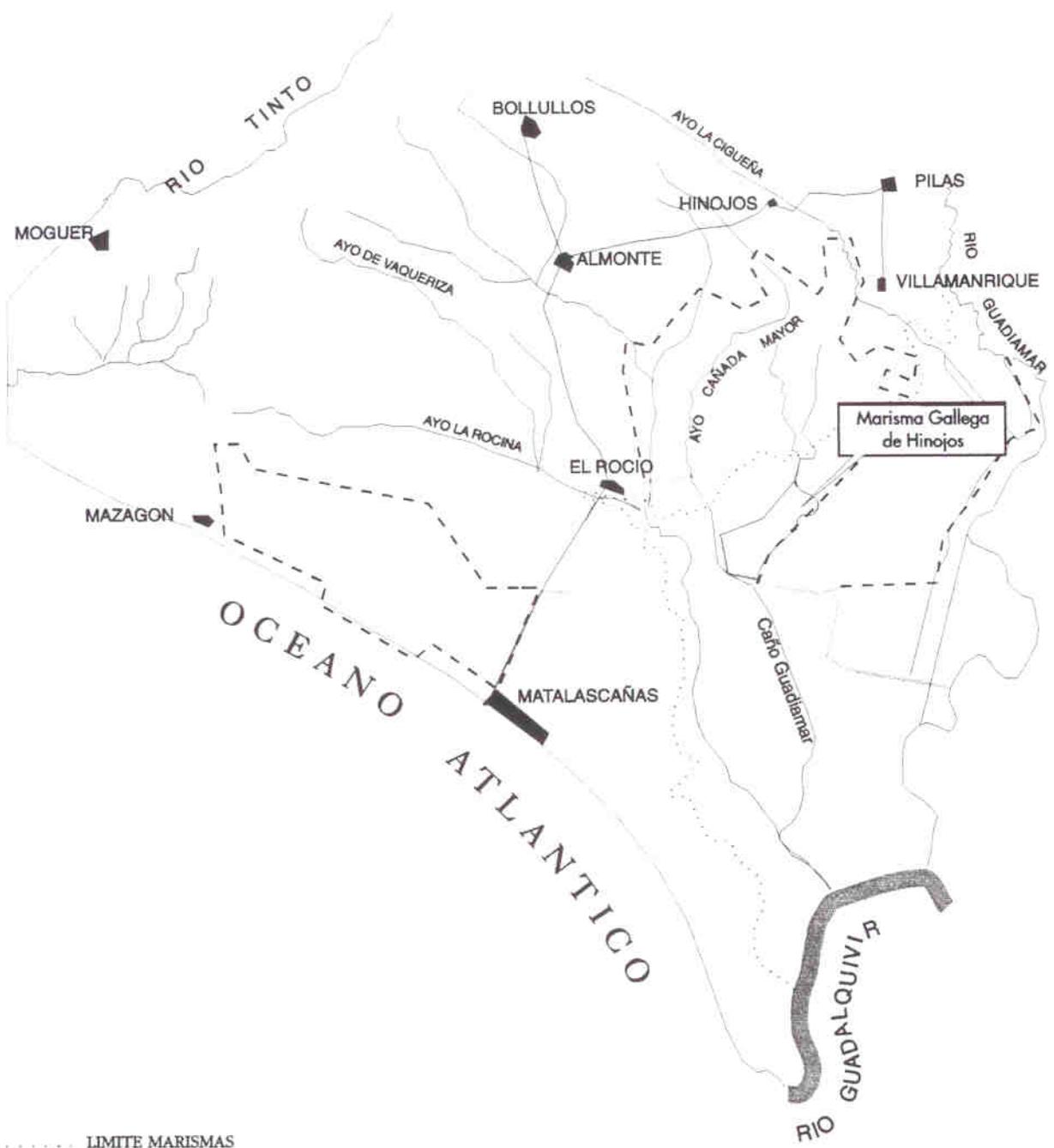
y los paralelos de latitud norte:

37° 08' 20" (Límite Norte)
37 04' 20" (Límite Sur)

Sus límites son (ver figs. 2 y 3):

- Norte:** Coto del Rey, propiedad de la familia Noguera. Indicado por la alambrada que parte de la cancela de la Escupidera, por el oeste, y llega hasta el caño Pescador, al este.
- Sur y Oeste:** Muro de la FAO comprendido desde su intersección con el caño Guadiamar hasta la cancela de la Escupidera.
- Este:** Límite del término municipal con Aznalcazar. Discurre por el mismo encauzamiento del caño Guadiamar y continua hacia el norte por el cauce del caño Pescador. Limita con las fincas de d. Antonio Campos y d. Clemente Tassara.

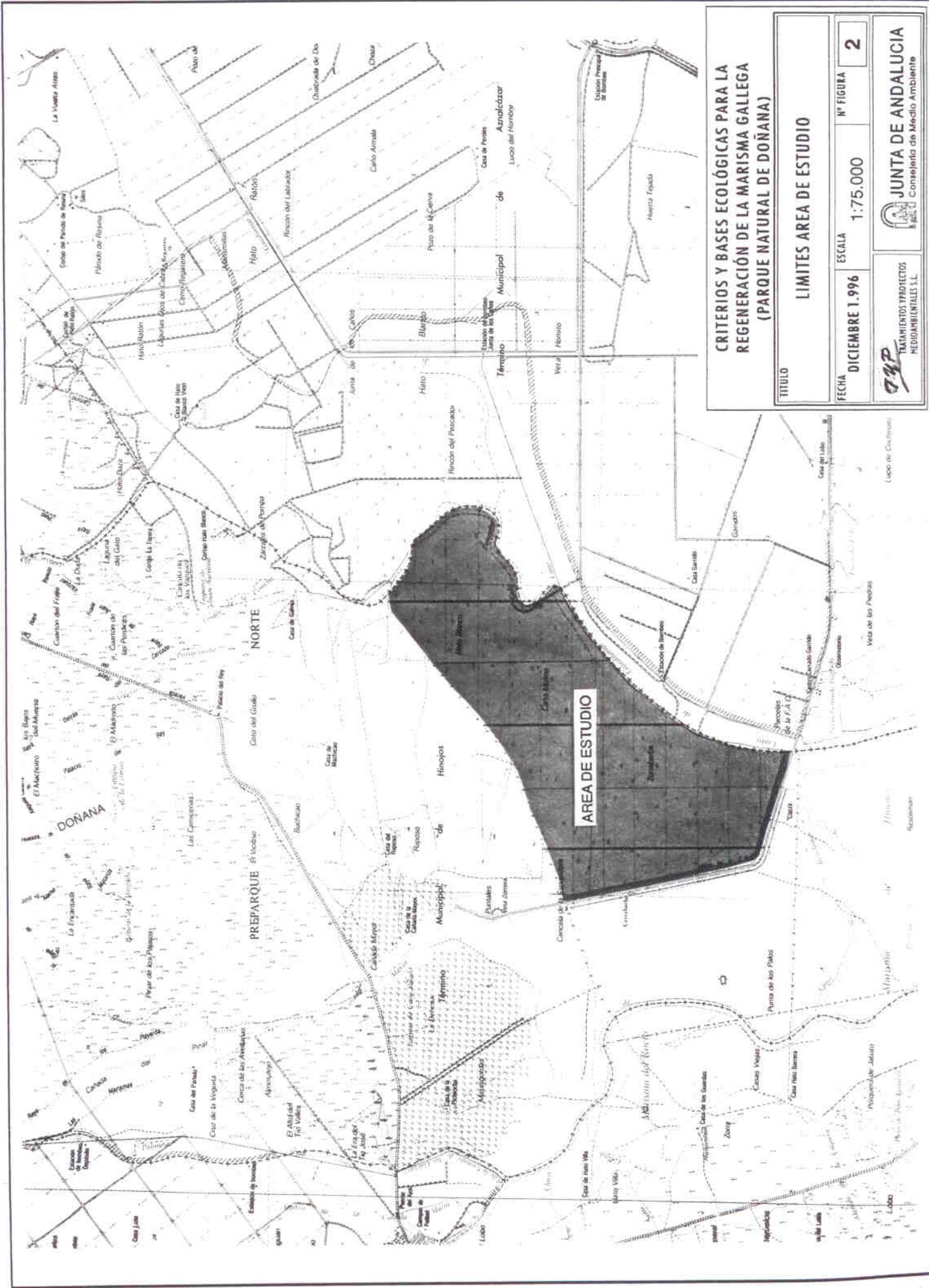
Cuenta con una superficie total de 1550 has, perteneciendo en su totalidad al término municipal de Hinojos (Huelva)



- LIMITE MARISMAS
- LIMITES PARQUE NACIONAL DOÑANA
- - - - - LIMITES PARQUE NATURAL ENTORNO DOÑANA
- ▭ AREA DE ESTUDIO
- AREAS URBANAS

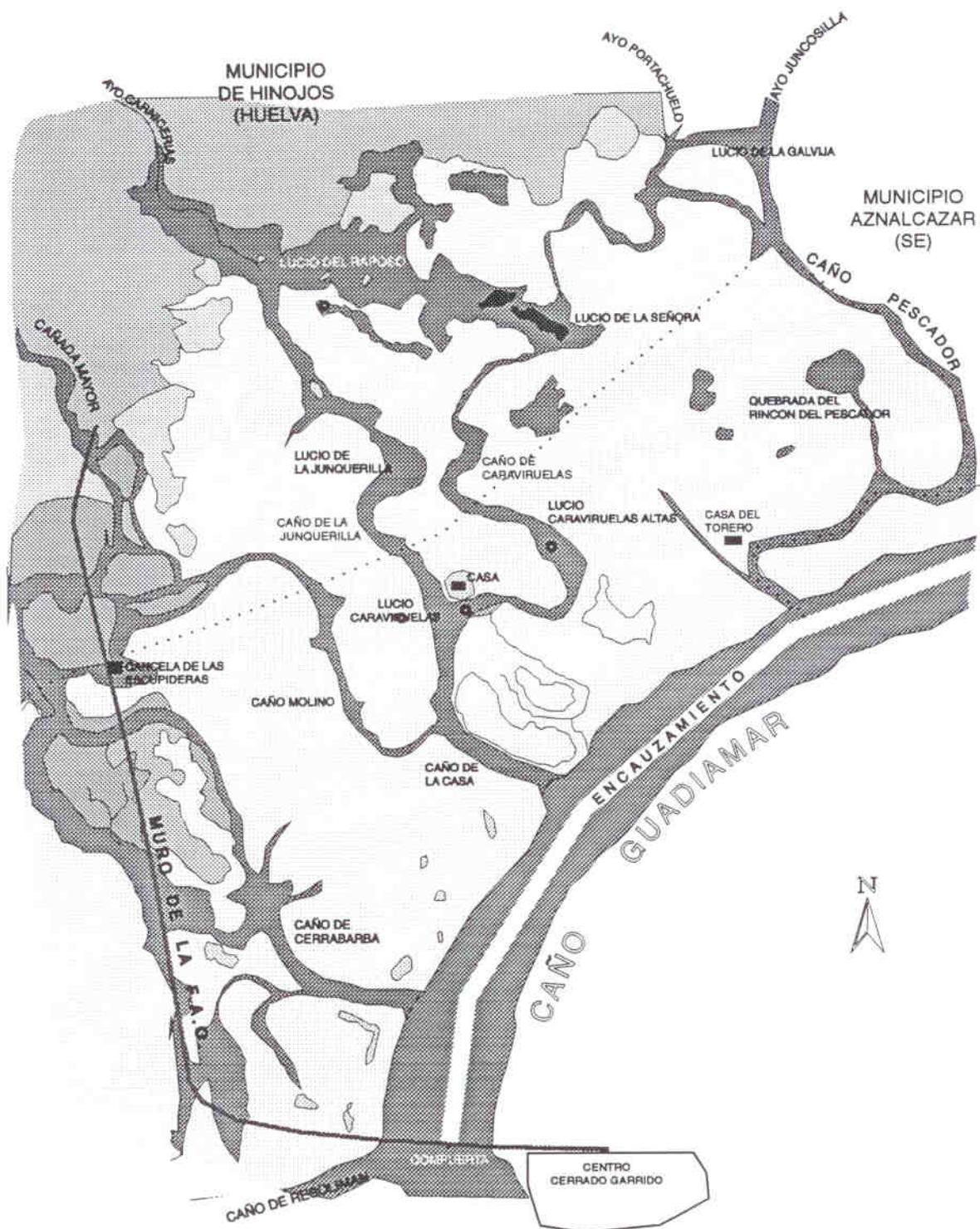
**CRITERIOS Y BASES ECOLÓGICAS PARA LA
REGENERACIÓN DE LA MARISMA GALLEGA
(PARQUE NATURAL DE DOÑANA)**

TITULO		
LOCALIZACION		
FECHA	ESCALA	Nº PLANO
DICIEMBRE 1.996	10 Km	1
 TAP TRATAMIENTOS Y PROYECTOS MEDIOAMBIENTALES S.L.	 JUNTA DE ANDALUCIA Consejería de Medio Ambiente	



CRITERIOS Y BASES ECOLÓGICAS PARA LA REGENERACIÓN DE LA MARISMA GALLEGA (PARQUE NATURAL DE DOÑANA)

TÍTULO LÍMITES AREA DE ESTUDIO		
FECHA DICIEMBRE 1.996	ESCALA 1:75.000	Nº FIGURA 2
 TRÁMITE AMBIENTAL S.L. MEDIO AMBIENTE		
 JUNTA DE ANDALUCÍA CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE		



CRITERIOS Y BASES ECOLÓGICAS PARA LA
 REGENERACIÓN DE LA MARISMA GALLEGA
 (PARQUE NATURAL DE DOÑANA)

TÍTULO
PLANO TOPONÍMICO

FECHA **DICIEMBRE 1.996** ESCALA **1 Km** N° PLANO **3**

TAP
 TRATAMIENTOS Y PROYECTOS
 MEDIOAMBIENTALES S.L.

JUNTA DE ANDALUCIA
 Consejería de Medio Ambiente

1.5 PROPIEDAD Y GESTIÓN.

1.5.1. ASPECTOS HISTÓRICOS

La fecha de la conquista (1.258) y el repartimiento cristiano marca un hito importante para el ámbito marismeño ya que se define como una unidad con características concretas, intentándose regular la propiedad y los aprovechamientos. Dentro de los objetivos y ámbito de este estudio no merece la pena establecer un seguimiento exhaustivo de los problemas de usos y propiedad de la marisma, pero sí establecer que desde finales del siglo trece la marisma ha entrado en una dinámica que desembocará, en cuanto a usos y propiedad, en la situación actual.

En cuanto a la propiedad parece que la gestión de los aprovechamientos en las "Islas" (actualmente terrenos de las marismas de Puebla del Río) pasan al Concejo de la ciudad de Sevilla aunque los vecinos de La Puebla pueden usarlas sin pagar tributo al citado Concejo. El resto de las marismas de la margen derecha del río Guadalquivir, denominada de forma genérica Marisma Gallega (actualmente incluida en los términos municipales de Aznalcazar e Hinojos) va ha contar con una situación jurídica-administrativa menos clara, parece que Sevilla ejercía algún dominio explícito sobre ella a la par que mantiene un funcionamiento como bien comunal y una cierta dependencia de los otros dos Concejos municipales, Hinojos y Aznalcazar, que se ha manifestado de forma desigual, apareciendo como mucho más efectivo el del Concejo de Hinojos sobre la sección de marisma que actualmente se incluye en su término municipal.

La marisma de "Hinojos" se percibe como una unidad diferenciada desde fechas muy tempranas, apareciendo el Concejo municipal de la citada villa como administrador de sus aprovechamientos en nombre propio, al menos desde finales del siglo XVI, aunque parece que Sevilla no había perdido sus derechos dominicales. A mediados del siglo XIX, concretamente en 1855, se publica en España la legislación desamortizadora de los bienes de las Corporaciones Civiles, siendo la finca declarada inicialmente como bien del común de los vecino y, por tanto, exenta de desamortización, y posteriormente como

desamortizable al cambiar su calificación a bien de "Propios" del Concejo, para lo cual sale a la venta en distintos lotes. La venta se anulará y por una Real Orden dictada el 26 de Agosto de 1.890, se hace entrega de la finca al Ayuntamiento de Hinojos, que la inscribirá como bien de Propios en el Registro de la Propiedad de La Palma del Condado el 23 de Septiembre de 1.957 mediante Certificación de Dominio al amparo del artículo 206 de la Ley Hipotecaria. Esta inscripción fue recurrida por la Abogacía del Estado de Huelva que interpuso una demanda de Juicio de Mayor Cuantía, iniciándose un proceso que culminó en una sentencia a favor del Ayuntamiento de Hinojos fechada el 10 de Abril de 1.961, que en la actualidad es el propietario de la finca a excepción de las 1.550 Has expropiadas por el IRYDA en 1.971.

1.5.2. SITUACIÓN ACTUAL.

En la actualidad esta finca, conocida como Marisma Gallega, se encuentra bajo la titularidad de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía y su gestión recae sobre el Parque Natural de Doñana, que es la figura jurídica que le afecta.

La fecha de individualización de esta finca es muy reciente, 1 de Marzo de 1.977, cuando, según el documento de valoración de los terrenos, el IRYDA expropia 1.550 Has. (no hay acuerdo en esta superficie, en otros documentos se señalan cifras en torno a las 1.818 has.), con el objetivo de transformarlas en tierras útiles para cultivos agrícolas.

Esta transformación para la agricultura que finalmente no ha sido ejecutada, se lleva a cabo dentro del proyecto del Plan Almonte-Marismas, que unos años antes había sido declarado de Interés Nacional. El ambicioso plan de regadíos denominado Plan Almonte-Marismas, suponía la culminación de los intentos de transformación de la marisma del Guadalquivir, que venían sucediéndose desde finales del siglo XVIII y a lo largo del XIX.

La intención era sanearla impidiendo la entrada de las aguas y facilitando una rápida evacuación de las lluvias, corrigiendo de ese modo el exceso de humedad y las sales perjudiciales para las plantas. Se inició la transformación ejecutándose la canalización de la finca, sin que se llegase a culminar su puesta en producción.

Desde esa fecha (1.977) la finca se mantiene bajo titularidad pública, aunque ha sufrido algunos cambios. En 1.984 cumpliendo las disposiciones del Decreto de Transferencias, con el cual se traspasan distintas funciones del gobierno central a la Comunidad Autónoma, pasó a titularidad de la Junta de Andalucía, concretamente al IARA (Instituto Andaluz de Reforma Agraria) y, tras la desaparición de éste, a la Consejería de Agricultura. La difícil problemática que ha acompañado al Plan Almonte-Marismas desde su puesta en funcionamiento, ha llevado a recortar la superficie señalada inicialmente y, por decreto, esta finca se desafectó para la agricultura.

La vinculación de este sector de la Marisma Gallega con el Ayuntamiento de Hinojos, en cuanto a propiedad, finalizó en ese año, aunque su carácter de expropiación forzosa y el no haber cumplido el objetivo para el cual fue expropiada, da pie al Ayuntamiento a solicitar su reversión. En algún momento el Ayuntamiento ha expresado su voluntad de hacerlo, pero, el hecho de estar desafectada para el uso que justificó la expropiación y las condiciones en que ésta reversión se realizaría, lo han disuadido de ello, de ahí que esa reivindicación, manifestada en algunos grupos de la población y en situaciones concretas, reviste más bien un carácter simbólico.

Con anterioridad a la expropiación, esta finca fue afectada por la declaración de Doñana como Parque Nacional en 1.969, ante cuyo Decreto el Ayuntamiento de Hinojos interpuso un recurso por las incidencias negativas que esta declaración podía tener en el aprovechamiento de la marisma. Un año después de la expropiación, este espacio fue afectado por la Ley de Doñana, que significaba la regulación específica de este espacio protegido. En esta Ley se amplían los límites del espacio protegido, estableciendo distintos preparques y zonas de protección, incluyéndose esa finca en el preparque Norte.

La gestión, en cuanto a usos y aprovechamientos, se enmarca en los criterios y determinaciones señaladas en la Ley de Inventario de Espacios Protegidos de 1.989, y, más concretamente, en dos documentos el Plan de Ordenación de Recursos Naturales (PORN) y el Plan Rector de Uso y Gestión (PRUG) que han sido aprobados recientemente (Enero de 1.997).

El PORN, para la finca que se analiza, considera la ganadería como un uso compatible con la conservación, si se asegura la correcta asignación de las cargas y el mantenimiento del ganado en un buen estado sanitario, pudiéndose llegar a prohibir la actividad si se considera necesario. La caza, en el PORN, se señala como una actividad permitida mientras sea compatible con el mantenimiento del resto de los recursos naturales del Parque que, como en el caso anterior, se reserva el derecho a su prohibición si se considera necesaria.

En la zonificación establecida en el PRUG, clasifica esta finca como de categoría B, definiendo este grupo como "áreas de indudables valores ecológicos, científicos culturales y paisajísticos que presentan un alto grado de transformación antrópica, resultado del aprovechamiento primario compatible en su estado actual con la conservación de los valores que se pretenden proteger". En su título II regula los aprovechamientos, señalando para esta finca la caza y la ganadería como los únicos permitidos.

2. DESCRIPCION DEL AREA

2.1. CLIMATOLOGÍA.

Para los datos climáticos se han usado los de las estaciones de Almonte ("La Cañada") y Villamanrique ("La Juncosilla") a lo largo de los períodos 1971-1989 y 1951-1991, respectivamente.

En líneas generales corresponde al patrón general de clima mediterráneo subhúmedo suavizado por la influencia atlántica.

- * **Temperatura:** Inviernos moderados, con temperaturas mínimas que raramente descienden de los 0°C y veranos calurosos, con máximas diarias que a veces llegan a superar los 40°C. Las temperaturas medias van desde los 10°C en los meses de diciembre y enero, hasta los 23°C en julio y agosto (figs., 6 y 7).
- * **Precipitaciones** (figs. 4, 5, 6 y 9): Se concentra (80%) en una estación húmeda que va de octubre a marzo. El resto, de abril a septiembre, comprende un período seco con lluvias escasas y esporádicas, con un déficit en el balance hídrico debido al predominio de una situación anticiclónica. Hay una alta variabilidad en los valores mensuales: todos los meses del año, excepto junio, julio y agosto, han sido en alguna ocasión mes más lluvioso del año (C.H.G., 1993). La precipitación media anual es de 590 mm, presenta también una alta variabilidad con secuencias secas, donde la precipitación puede llegar a no pasar de los 280 mm, y otras húmedas próximas a los 800 mm. (Tabla I)

AÑOS	SECUENCIA	DURACION (años)	PRECIPITACION MEDIA (mm)
1871-1875	seca	5	280
1876-1890	media	15	557
1891-1895	húmeda	5	785
1896-1899	seca	4	472
1900-1902	húmeda	3	680
1903-1908	seca	6	423
1909-1942	media-húmeda	34	585
1943-1959	media-seca	17	512
1960-1972	húmeda	13	723
1973-1975	seca	3	396
1976-1979	húmeda	4	637
1980-1986	seca	7	437

(Susó y Llamas, 1990, según Castroviejo, 1993)

TABLA I

PRECIPITACION ANUAL

Estación de Villamanrique "La Juncosilla"

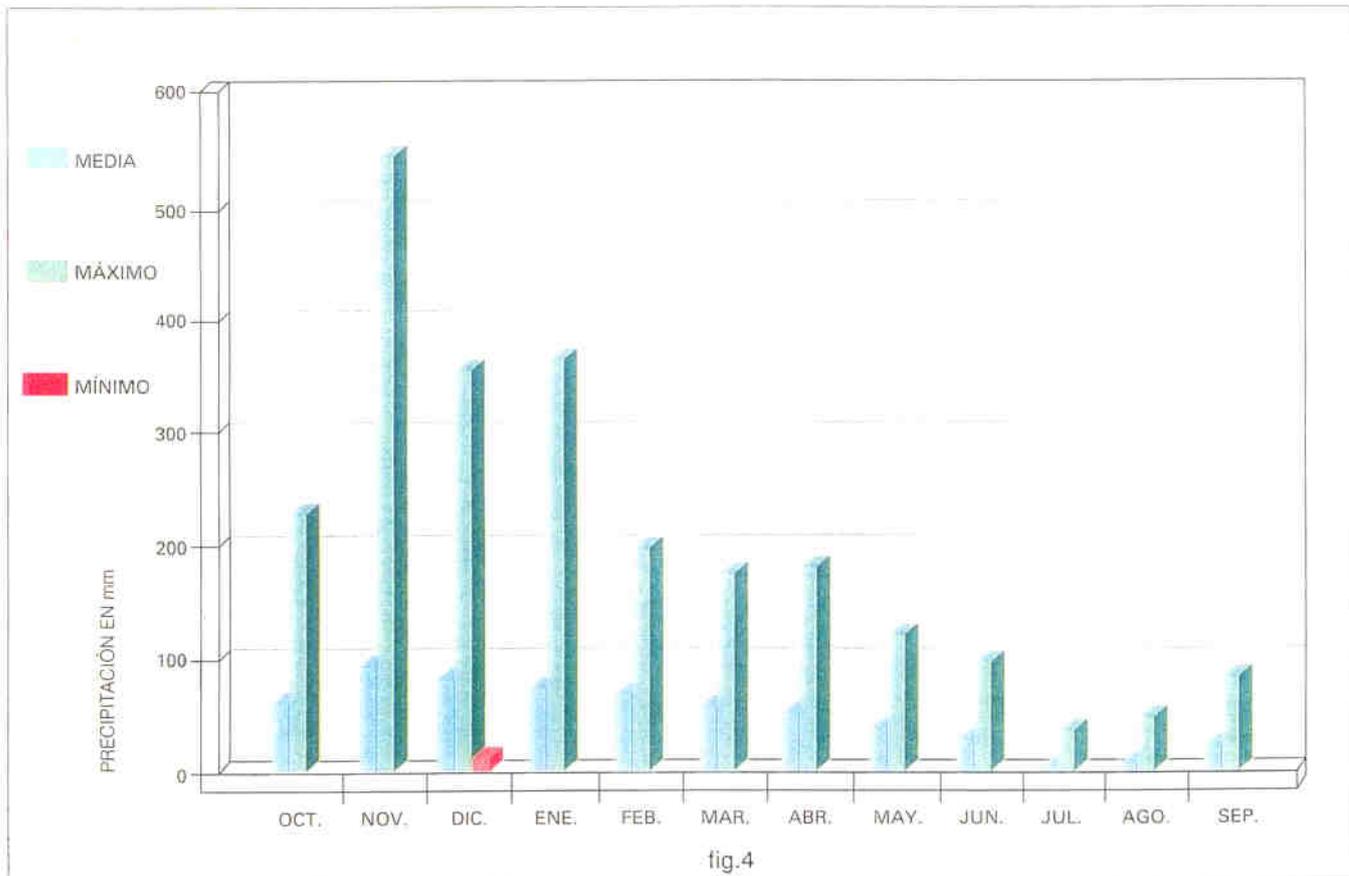


fig.4

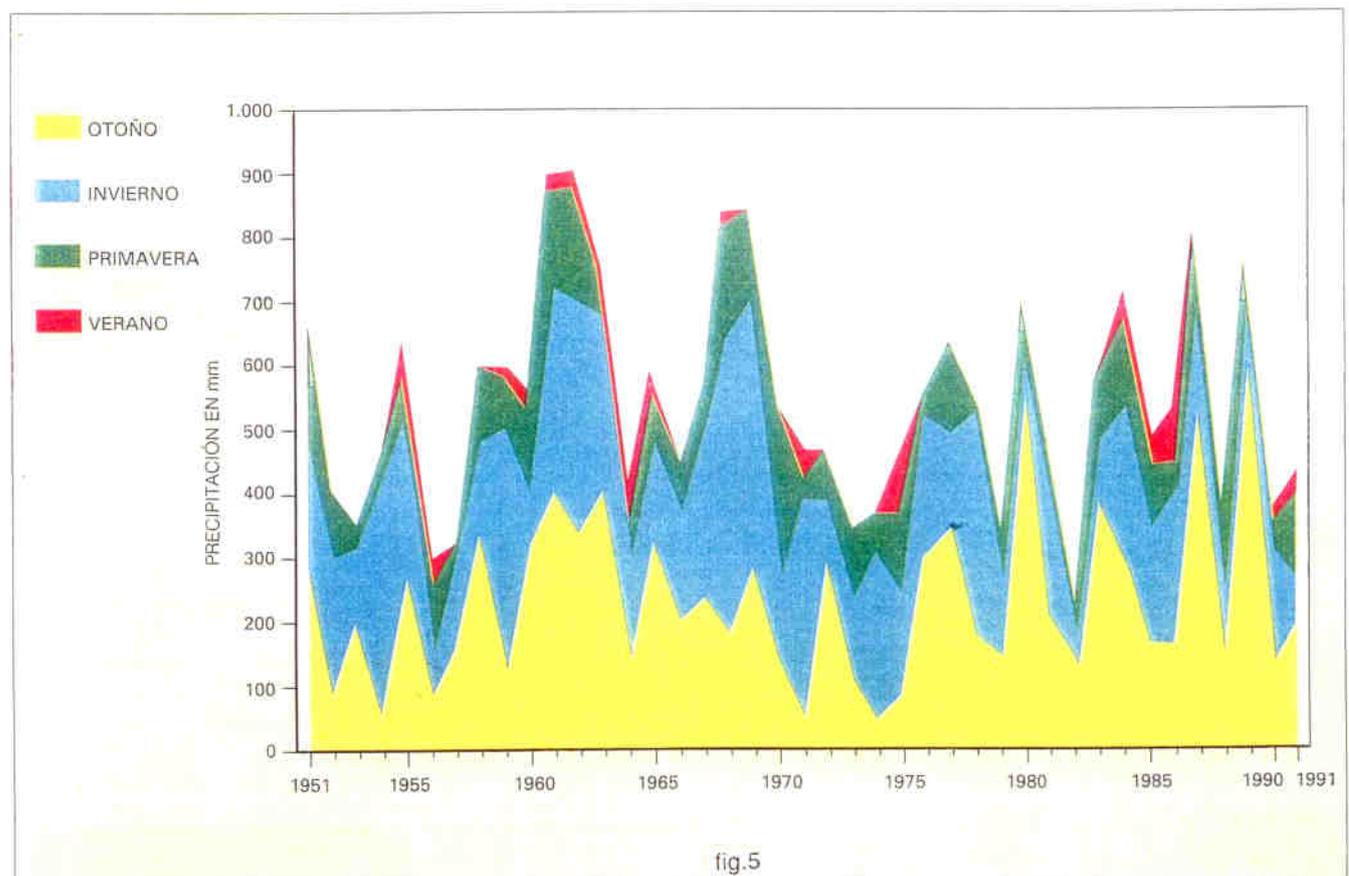


fig.5

DIAGRAMA OMBROTÉRMICO DEL PERIODO 1971-1989.

Almonte "La Cañada". Estación meteorológica n.º: 853-E; Centro Meteorológico del Guadalquivir. Provincia de Huelva. (Latit:37°12' N; Long.: 6°24' W).

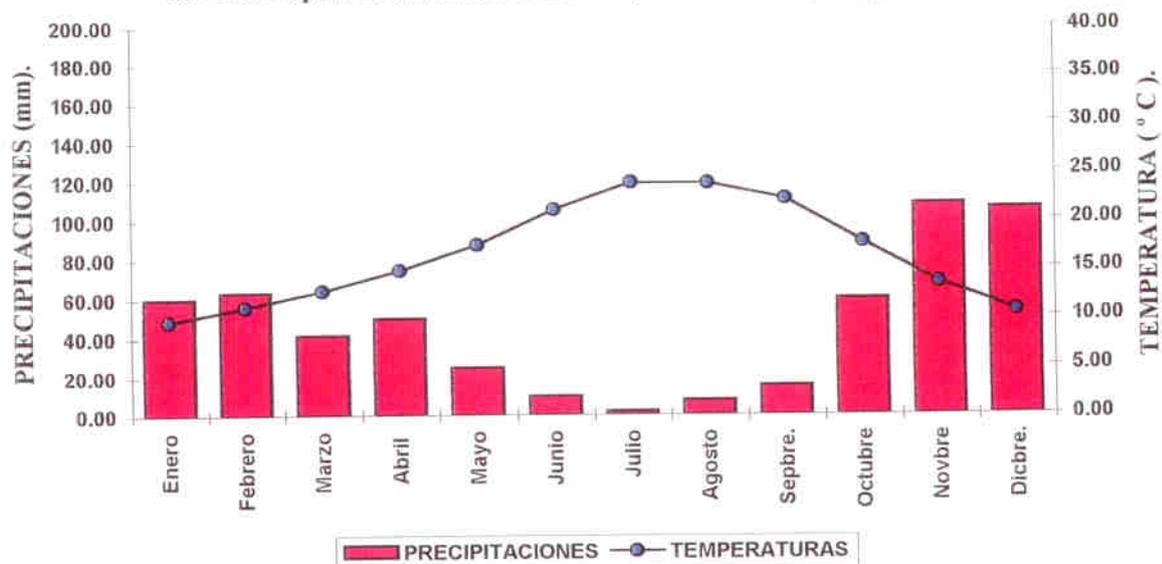
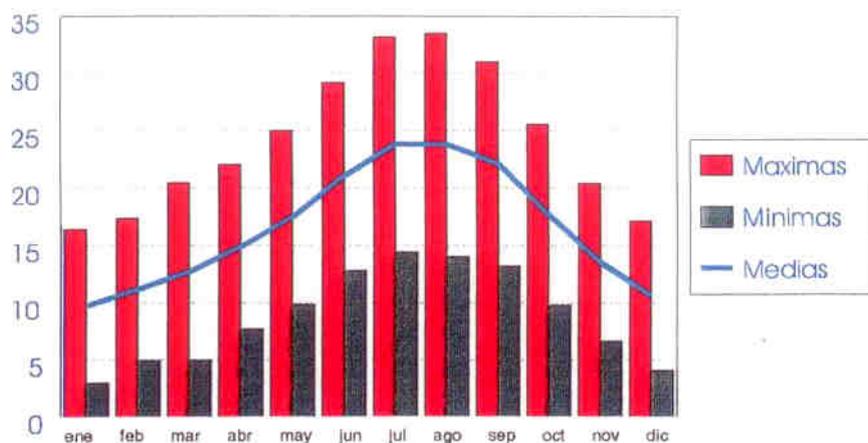


fig. 6

TEMPERATURAS MEDIAS

Almonte "La Cañada"

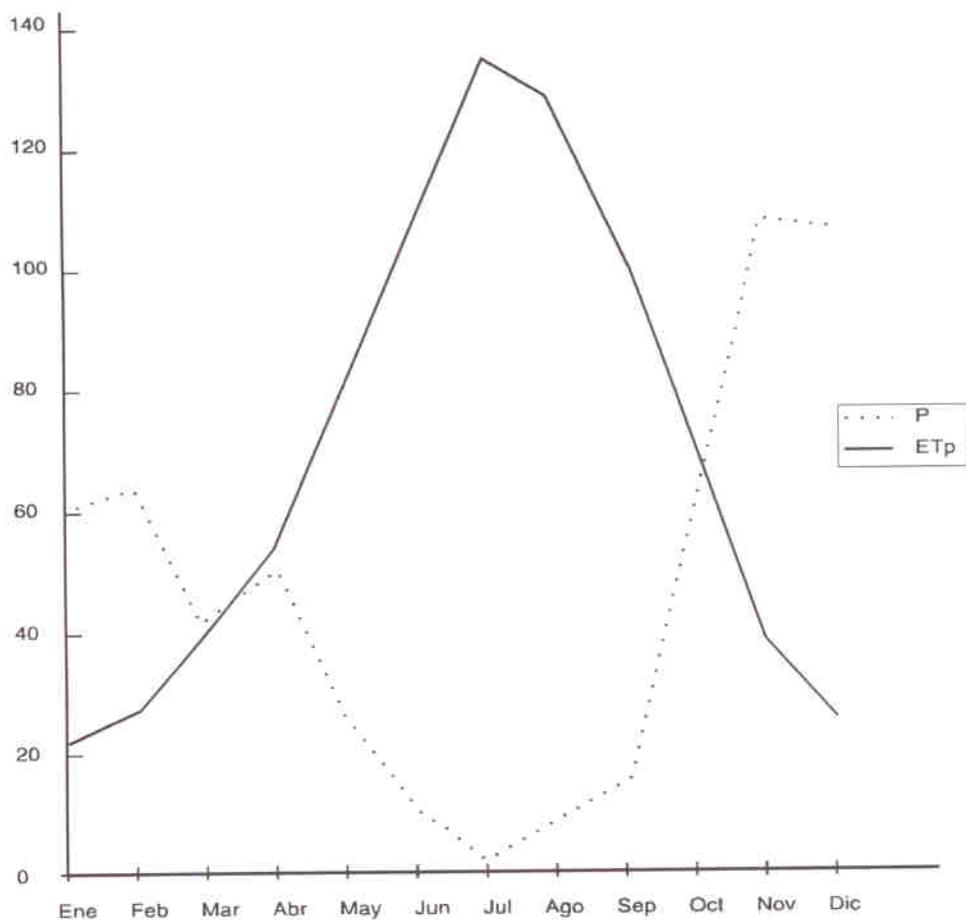


Periodo 1971-1989

fig.7

Meses	Enero	Febrer	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septbre	Octubi	Novbre	Dicbre.
Precp. med.	59.86	63.05	41.31	49.84	24.57	9.75	1.98	7.42	15.06	59.36	108.24	105.77
Tª.M. med.	16.38	17.35	20.42	22.02	24.95	29.20	33.17	33.49	31.03	25.51	20.37	17.15
Tª.m. med.	3.01	4.94	5.01	7.68	9.86	12.84	14.39	14.05	13.18	9.83	6.68	4.11
Tª. media	9.70	11.15	12.72	14.85	17.41	21.02	23.78	23.77	22.11	17.67	13.53	10.63

Balance Hídrico estación Almonte - "La Cañada" (1971-1989)



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P	59.9	63.1	41.3	49.8	24.6	9.8	2	7.4	15.1	59.4	108.2	105.8
ETp	21.9	26.8	39.7	54.5	77.6	106.1	134.3	127.5	101.8	66.1	38.1	25
R	50	50	50	45.3	0	0	0	0	0	0	50	50
S	38	36.3	1.6	0	0	0	0	0	0	0	20.1	80.8
D	0	0	0	0	7.8	96.4	132.3	120.1	86.7	6.8	0	0

Precipitación anual: 546.3
 ETp anual: 819.5
 Índice de Humedad: 0.67
 Grado de aridez: moderado

P= precipitación
 ETp= Evapotranspiración potencial
 R=Reserva de agua
 S= Exceso de agua
 D=Déficit de agua

Fig 8

- * **Régimen de vientos:** predominan (75% del total) los vientos de dirección SO. y O., principalmente en verano, lo que, dado su origen marino, determina una suavización de las temperaturas.

El viento del este, seco y cálido, tiene un importante papel en la desecación de la marisma y lagunas, especialmente en primavera, estación en la que sopla entre 0 y 17 días por mes con una media de 5 días/mes (Menanteau 1982, según Castroviejo 1993).

Hay que destacar la influencia del viento en la lámina de agua lo cual puede suponer variaciones de cota de hasta un 25% en pocas horas.

- * **Humedad:** Dada su influencia oceánica, la humedad es elevada y solo se ve restringida en verano con valores próximos al 50% de humedad relativa. Durante el período invernal la humedad supera el 60% (FAO, 1972).
- * **Evapotranspiración:** la evapotranspiración real supone del orden del 70-80% de la precipitación y es de unos 400-500 mm/año. La evapotranspiración potencial (fig.8) puede llegar a los 800-900 mm/año. La evaporación en la lámina libre se estima del orden de los 1.500 mm anuales, pudiendo llegar a ser de 1 cm al día lo que puede hacer secar la marisma con gran rapidez (C.H.G., 1993).

2.1.1. RESUMEN Y CONCLUSIONES

La climatología del área es del tipo mediterráneo subhúmedo, con un importante déficit hídrico estival y una gran variabilidad estacional y anual de las precipitaciones, lo cual constituye una de sus principales características. Esta variabilidad provoca una gran irregularidad, estacional e interanual, de los aportes hídricos (pluviales y de escorrentías) lo que condiciona el comportamiento general de la marisma y de las poblaciones animales y vegetales que de ella dependen. Otros factores determinantes lo constituyen el régimen de vientos y la elevada insolación que recibe el área, unas 3.000 horas/año (FAO, 1972)., lo que provoca una elevada evaporación que puede secar la marisma con gran rapidez (C.H.G.,1993).

2.2 GEOLOGIA

2.2.1 ESBOZO COMARCAL.

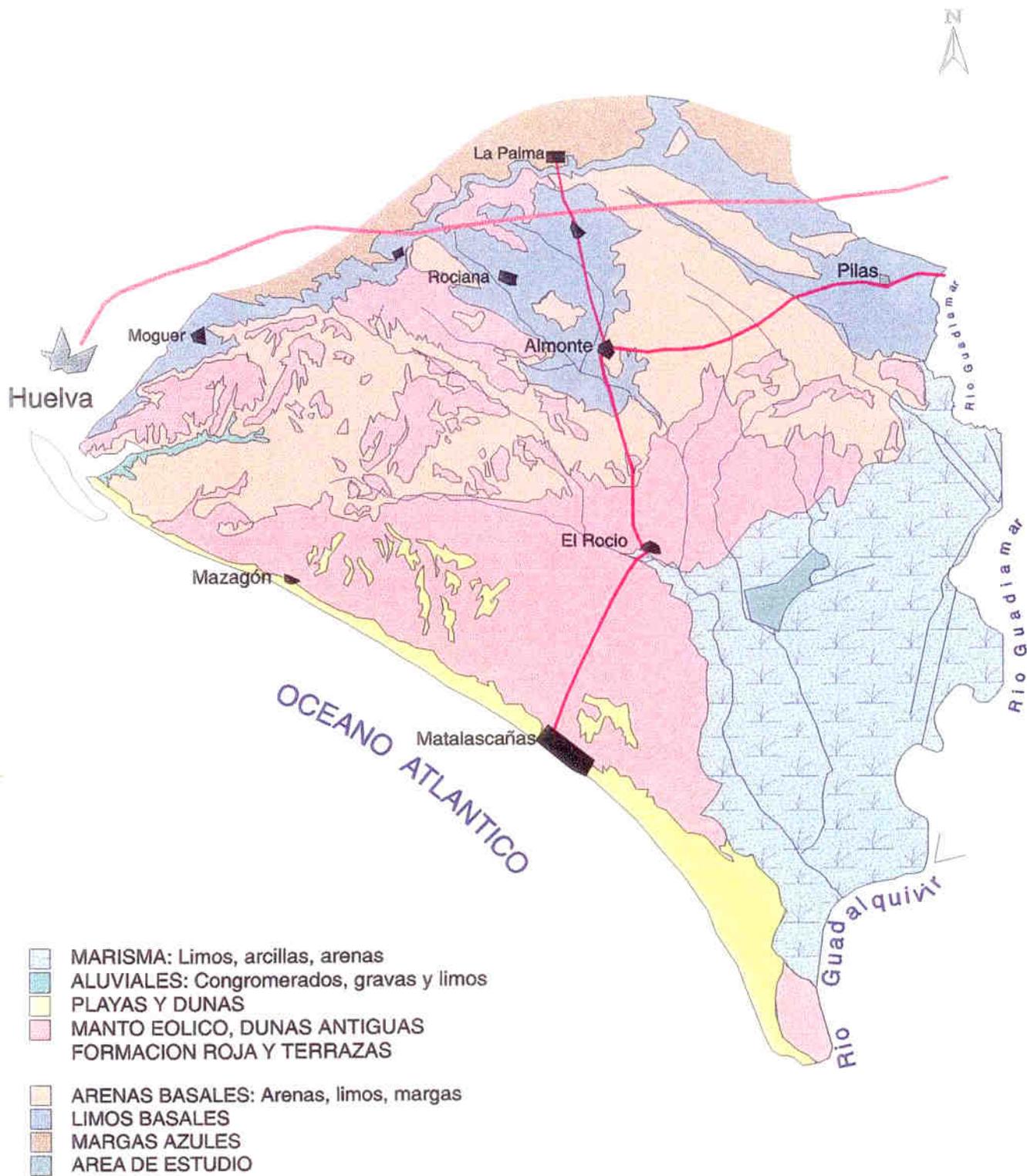
El área se encuentra situada en la depresión de la cuenca del Guadalquivir, la cual puede definirse, en términos generales, como una cuenca formada por los depósitos marinos de edad neógena, parcialmente arrasados y/o recubiertos por sedimentos de origen continental de edades pliocenas o cuaternarias.

Los primeros sedimentos que se depositaron, de origen marino, comenzaron durante el Primario o Paleozoico y continuaron hasta el Cretácico inferior, a finales del Mesozoico. Los movimientos orogénicos alpinos pliegan estos sedimentos y comienza una etapa de subsidencia generalizada del área.

En el Tortonense (Mioceno Superior) el mar invade esta depresión rellenandola con una potente capa de margas azules que continua hasta el Plioceno inferior en el los sedimentos se hacen más continentales (arenosos). Hay pues un ciclo de transgresión-regresión durante todo este periodo que se caracteriza por facies detríticas de base sobre la que se apoyan potentes sedimentos margosos, de hasta 1.000/m de espesor, rematados por nuevas facies detríticas sucesivas, principalmente limos arenosos (Plioceno medio), ya en un mar de menor profundidad en el que la línea de costa iba retrocediendo progresivamente.



Sobre estos últimos, ya en el cuaternario (Pleistoceno), se depositan sedimentos continentales, aunque con influencia marino-costeras, originando las "arenas rojas" de una potencia escasa (menor de 12m) hoy visibles entre Almonte e Hinojos y, seguidamente, las formaciones rojas de glacia (El Rocío-Villamanrique).



**CRITERIOS Y BASES ECOLÓGICAS PARA LA
REGENERACIÓN DE LA MARISMA GALLEGA
(PARQUE NATURAL DE DOÑANA)**

TITULO		
MAPA GEOLÓGICO (I.G.M.E. 1976)		
FECHA	ESCALA	Nº PLANO
DICIEMBRE 1.996	10 Km 	10
 TAP TRATAMIENTOS Y PROYECTOS MEDIOAMBIENTALES S.L.	 JUNTA DE ANDALUCIA Consejería de Medio Ambiente	

El proceso de colmatación de la marisma continúa en la actualidad, a una velocidad de entre uno y cinco milímetros por año (C.H.G., 1993), y un promedio de 2mm /año en los últimos 2000 años, aunque ya independizado de la influencia mareal y en una etapa terminal.

2.2.2. GEOLOGÍA DE LA ZONA: ESTRATIGRAFÍA.

Los sondeos realizados por el I.R.Y.D.A. (I.G.M.E, 1976) mostró los siguientes sedimentos (figs., 11, 12 y 13):

a) MIOCENO-PLIOCENO SUPERIOR: localizados a partir de 50-65 m. de profundidad, está constituido por margas azules o limos arcillosos-arenosos en alternancia, capas de arena y/o arenisca calcárea y lumaquelas de espesor variable (30-40 cm) de ostreas por lo general negras. Los análisis granunométricos muestran una agrupación de curvas típicamente fluvio-marina. Por la diversificación de los sedimentos se deduce que, a lo largo de su deposición, variaron las condiciones exteriores (climatología, zonas de aportes, etc.) y las características de la cuenca de sedimentación (batimetría, salinidad, temperatura del agua, etc.

B) PLIOCUATERNARIO.: Constituido por arenas basales, blanco-amarillentas, con restos fósiles (ostreas) en proporción decreciente hacia el techo, areniscas calcáreas en capas variables (10-30 cm) , gravas, gravillas y localmente margas limoarenosas. Su origen es fluvio-marino.

A veces, coronando estos sedimentos, aparece un paquete de conglomerados, gravas y arenas rubefactados que indican una emersión, al menos parcial, lo que confirmaría la idea de períodos de regresión y subsidencia del área.

C) CUATERNARIO: MARISMAS. Distingue varios tipos de sedimentos según un grado de inundación aparentemente establecido a partir de la fotografía aérea de 1956 (foto1):

QM1: sedimentos típicos de llanura de inundación. Se trata de sedimentos muy finos de limos y arcillas (argilolitas limosas, fangolitas, limos arenosos, etc.). Se corresponden con antiguos cauces y márgenes de la red fluvial del Guadalquivir.

QM2: Suprayacente y en parte discordante tiene una potencia reducida (20cm-5m). Son argiolitas y/o limonitas arcillosas con paso a fangolitas. Ocupan la mayor parte de la marisma y está sometido parcialmente a inundaciones periódicas.

QM3: Aparece en las zonas deprimidas, donde hay un estancamiento de las aguas de inundación o de la escorrentía de la lluvia. Por la evaporación, estas aguas se cargan fuertemente en sales lo que configura su litología. Se trata de argiolitas y/o fangolitas con láminas de sal en serie rítmica o varvada. En períodos de sequía se ven suelos poligonales y grietas de retracción.

2.2.3. RESUMEN Y CONCLUSIONES

El área participa de la historia geológica del conjunto del antiguo estuario del Guadalquivir cuyos límites podrían enmarcarse en el triángulo de Palos de la Frontera (Huelva), Sevilla y Sanlúcar de Barrameda (Cádiz), en la que un antiguo mar se fue colmatando, en distintos períodos de emersiones y subsidencia del área, con sedimentos que han ido pasando progresivamente de un origen marino a fluvio-mareal.

Sobre un sustrato profundo e impermeable constituido por margas miocenas (fig.30), y que desciende de manera progresiva de norte a sur (50 m.s.n.m. al norte hasta 220 m.b.n.m. en el límite sur, C.H.G. 1993), aparecen depósitos permeables marinos y fluvio-marinos, con variables restos fósiles, que en la zona llegan hasta unos 30 metros de profundidad. A partir de aquí, aparece una reciente capa impermeable de limos y arcillas producto de un proceso de colmatación aún presente. Esta capa, de naturaleza salina, es la que actualmente dificulta el paso del agua a zonas más profundas manteniéndola en superficie. El resto del área (fig.10) presenta un predominio de arenas muy permeables.

2.3 TOPOGRAFÍA Y GEOMORFOLOGÍA .

2.3.1 TOPOGRAFÍA.

■ Marco Comarcal

El conjunto del área se encuentra influenciada por una red fluvial que drena todo el área de materiales pleistocénicos formados principalmente por arenas (arenas sahelenses, muy permeables) situadas más norte y que llegan hasta Bollullos del Condado. De una potencia variable, 30m en la zona norte del manto de Almonte a más de 60m en el Rocio (FAO, 1972), presentan una topografía muy suave con una pendiente media que se sitúa próxima al 6 por mil.

La topografía general de la marisma es prácticamente horizontal, con una pendiente aproximada de 0.000065 (FAO, 1972) y de 0.01% para el conjunto de la marisma (Marañón et al 1988, según Bayán y Dolz, 1995). Hay pequeñas variaciones que surgen por el modelado producido en los periódicos procesos de inundación y sedimentación. Estos determinan la diferenciación de distintos elementos geomorfológicos (apdo.2.3.2.) como son los distintos caños y las pequeñas elevaciones asociadas (levés), denominadas vetas y paciles, así como depresiones (lucios y quebradas) con un comportamiento inestable y divagante en el tiempo. Estas pequeñas variaciones microtopográficas son las que van a condicionar el establecimiento de las distintas comunidades de vegetación y fauna por sus distintos grados de inundación.

■ Marco local

A comienzos de los años 70, cuando se redactó el anteproyecto de transformación agrícola, las variaciones a nivel de microrelieve venían establecidas por la distribución de caños, vetas y lucios, con una oscilación de unos 30 cms con respecto a la cota media general considerada a 2,30 m.s.n.m.. El principal accidente lo constituía el antiguo cauce del Caño Guadamar. A ambos lados de este se encuentran bancos que se elevan unos 15 cms, mientras que el fondo se encuentra a la cota 1,70 m. (FAO,1972).

De los tres sectores que el Proyecto Guadalquivir dividía esta zona de marisma (fig. 38), los sectores 1 y 2, donde se localiza la parcela de estudio, son los más bajos, encontrándose aproximadamente a la misma altura, con algo más del 50% de su superficie por debajo de la cota 2,30m, lo que representaba permanecer inundada al menos 4 meses al año (FAO, 1972). La distribución porcentual de la superficie en ambos sectores por intervalos era la siguiente:

COTA (m.s.n.m.)	SECTOR 1			SECTOR 2		
	Has	%	% acum.	Has	%	% acum.
<1,85 m.	185	4,2	4,2	403	6,6	6,6
1,85<2 m.	207	4,7	9,1	622	10,3	16,9
2<2,15 m.	680	15,5	25,4	944	15,6	32,5
2,15<2,30	1.152	26,3	50,8	1.270	20,9	53,4
2,30<2,45	2.157	49,2	100,0	2.825	46,6	100
TOTALES	4.381	100,0	100,0	6.064	100,0	100,0

Fuente: Anteproyecto de Transformación en regadío de la Zona de Almonte-Marismas. Madrid 1.972

2.3.2 ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS (figs. 3, 14 y 15):

Caño: Corresponden a los cauces principales que drenan la marisma y que en su conjunto desembocan en el Guadalquivir. En el área considerada (figs 3 y 15), el caño Guadiamar es el principal cauce (foto 4) llegando a alcanzar, antes de su transformación, anchuras de 800 metros. Mantenía agua gran parte del año permaneciendo totalmente seco durante un corto período estival. A él tributan otros pequeños caños que son: Caño de Cerrabarba y Caño Molino provenientes de Cañada Mayor; Caño de la Junquerilla y Caño de Caraviruela provenientes del arroyo de las Carnicerías y varios lucios, próximos al ecotono con las arenas, llenados por descargas del acuífero libre superficial (lucio de La Señora y del Raposo) y el Caño Pescador, proveniente del lucio de la Galvija, que es alimentado por los arroyos Portachuelo y Juncosilla. Estos caños, de menor profundidad

que el Guadiamar, tenían una anchura que varía entre 100 y 200m secándose normalmente hacia final de primavera.

Lucios: constituyen áreas deprimidas donde se concentran las últimas aguas antes de evaporarse. Debido a esto, se produce una mayor concentración de sales lo cual suele impedir el desarrollo de la vegetación en su parte central. Su extensión es muy variable, pudiendo llegar a varios kilómetros cuadrados.

Encontramos en la zona el lucio de Caraviruela y de Caraviruela Alta, de unas 100 has cada uno (fig. 3, fotos 2 y 3). Al norte, por el caño de la Junquerilla, fuera de la parcela, aparece el lucio de la Junquerilla y, ya próximos a las arenas, el lucio de Galvija, lucio de la Señora y lucio del Raposo. El de mayor profundidad era el lucio de la Señora que permanecía con agua al menos un mes más (hasta Julio) que el resto de los lucios (Medina, com.pers), siendo esto de particular importancia para la fauna en época estival.

Ojos: se trata de depresiones localizadas, normalmente circulares y varios metros de diámetro, que permanecen con agua durante todo el verano por lo que son aprovechados para abrevar el ganado. Parece ser que se tratan de descargas a través de niveles arenosos someros recargados desde la Vera o por las propias aguas de inundación de la marisma ya que, según Custodio y Palancar (1995), si proviniesen del acuífero profundo se hubieran secado pues éste dejó de ser surgente.

Los “ojos” localizados en la zona de estudio se han secado durante estos últimos años pero debido, principalmente, a la importante sequía del período 1990-95 lo que ha afectado tanto al acuífero superficial como al profundo.

Dos se encontraban localizados en el lucio de Caraviruela (fig.26), unidos mediante un “zacallón” y aprovechados para el ganado (actualmente atravesados por un canal de desagüe), y otro en el lucio de Caraviruela Alta (fotos 2 y 3). El mayor de la zona se encuentra junto al Palacio del Rey y recibe el nombre de “Ojo Grande”, aún se sigue utilizando.

Vetas y Paciles: son "levées" o terrenos algo más elevados que están asociados a los principales cauces y que son originados por una deposición diferenciada durante los procesos de inundación y desecación. En la zona se encuentran localizados en la margen derecha del caño Guadamar reteniendo en alguna medida las aguas provenientes de la descarga de las arenas que quedan así acumuladas en áreas próximas a la Vera formando numerosos lucios (lucio del Raposo, de la Señora, Galvija, Junquerilla, etc.). Cuando dos caños se unen, parece producirse un efecto acumulativo del levée apareciendo zonas más elevadas en la intersección de ambos, así ocurre en la confluencia de Cañada Mayor, a través de caño Molino y Cerrabarba, sobre caño Guadamar (fig 26).

Quebradas: son zonas ligeramente deprimidas entre caño y caño, no bien definidas y con un periodo de encharcamiento muy corto. Suelen corresponder a paleocauces en avanzado proceso de colmatación.

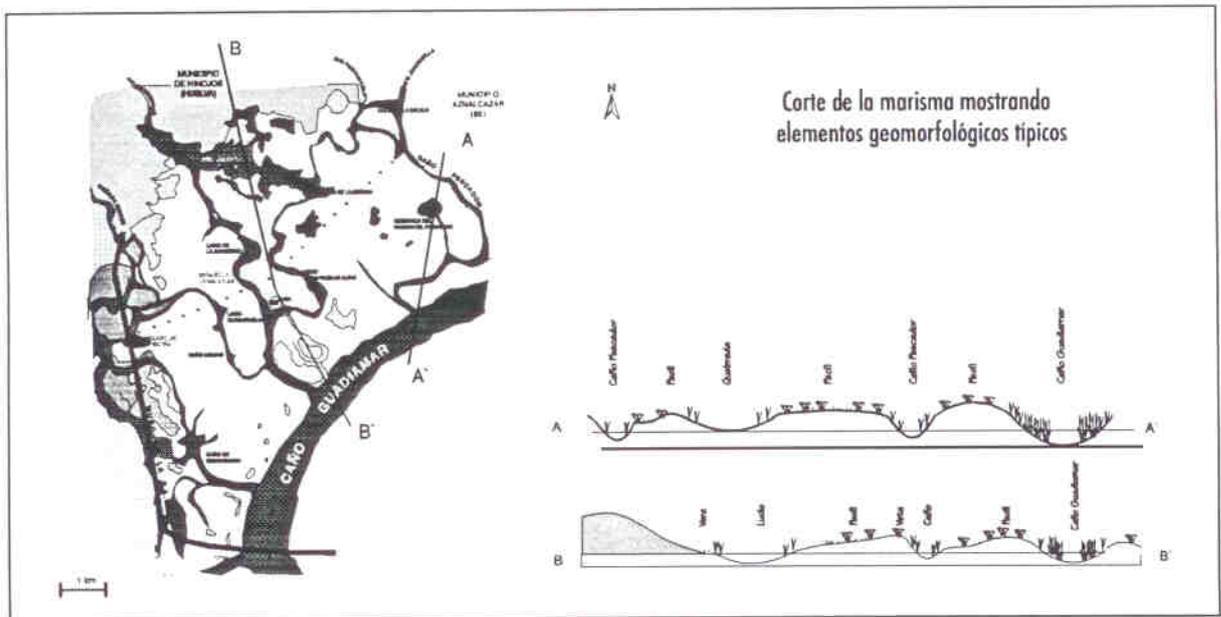


Fig. 14

FOTO 2



FOTO 3



Arriba, lucios de Caravirueltas y Caravirueta Alta después de un fuerte periodo de sequía (XI/95) y tras las inundaciones del invierno de 1996 (V/96). Obsérvese el diferente aspecto de la veta arenosa donde se ubica la casa y la segmentación de caños y lucios por el trazado de muros y canales (para ubicación, ver A y E en Fig.

47). Abajo a la izda, vista del caño Guadiamar (V/96) totalmente inundado, se aprecian los límites establecidos por los muros periféricos y el levée del encauzamiento. Abajo a la derecha, los aportes de los arroyos que nutren a esta marisma se distribuyen primero por un conjunto de lucios más o menos someros antes de encauzarse por los diferentes caños.



FOTO 4



FOTO 5

2.4. SUELOS .

2.4.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES Y ANTECEDENTES.

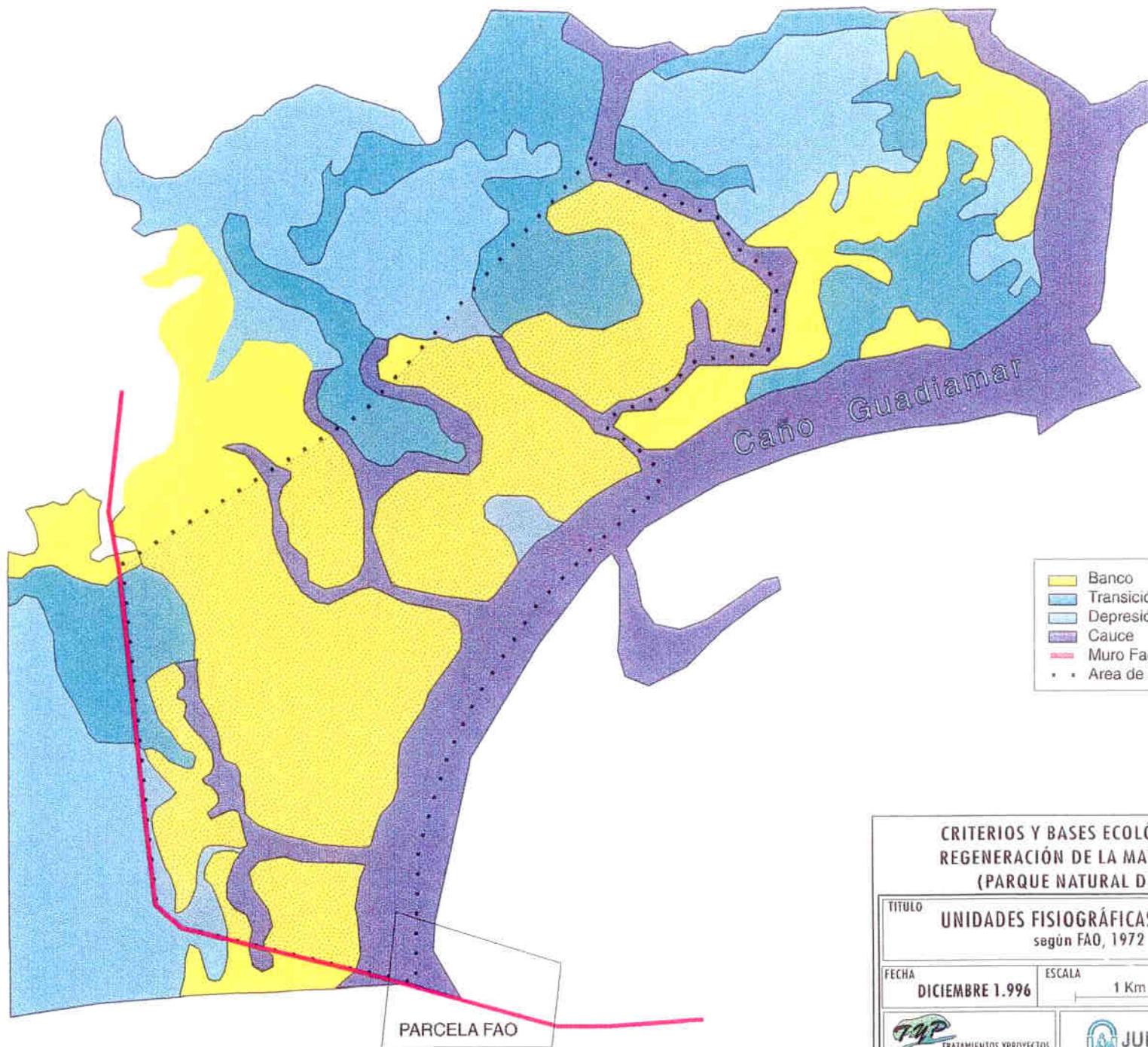
Los suelos de la marisma se han desarrollado a partir de sedimentos finos de origen fluvio-marino, depositados en el estuario del Guadalquivir durante el Holoceno reciente. Son suelos poco evolucionados (perfil AC o, raramente, A(B)C) de textura arcillosa o arcillo-limosa, calcáreos, salinos o salino-sódicos e hidromorfos.

En su mayoría se clasifican como fuertemente salinos (C.E. superior a 16 dSm^{-1} en el primer metro) y presentan un perfil salino creciente con la profundidad. Experimentan fuertes cambios estacionales en el contenido de humedad lo que determina el agrietamiento de los horizontes superficiales. En su mayoría, se encuadran en el gran grupo Salorthids, del Orden Aridisols (Soil Survey Staff, 1.990).

La variabilidad espacial y temporal de las características dinámicas del suelo (régimen hidrosalino) depende fundamentalmente de su posición fisiográfica, por condicionar ésta la profundidad del nivel saturado y la hidrología superficial. Es asimismo relevante la ubicación del suelo con relación a los gradientes generales de salinidad de las aguas (superficiales y subsuperficiales), detectados en la zona (NW-SE y W-E, en la marisma de Doñana).

Los suelos (fig.15) de las zonas más elevadas ("Bancos": vetas no arenosas y paciles) presentan horizontes superficiales de color pardo o pardo oscuro, relativamente bien estructurados y aireados, y sin evidencias de hidromorfía en los primeros 40-60 cm del perfil. La salinidad del suelo en estas zonas es moderada en superficie, creciendo rápidamente con la profundidad.

Los suelos que ocupan posiciones fisiográficas intermedias ("zonas de transición", fig.15) son de color grisáceo o gris parduzco, en superficie, con estructura menos desarrollada y niveles superiores de salinidad y sodicidad (RAS) que los de posiciones más elevadas, a igualdad de otros factores. En la estación seca, desarrollan grietas de hasta 3-4 cm de anchura en la superficie, que afectan a los primeros 20-40 cm del perfil. Al igual que los suelos de los bancos presentan un perfil salino creciente con la profundidad, si bien con incrementos menos abruptos.



**CRITERIOS Y BASES ECOLÓGICAS PARA LA
REGENERACIÓN DE LA MARISMA GALLEGA
(PARQUE NATURAL DE DOÑANA)**

TÍTULO
UNIDADES FISIGRÁFICAS DEL ÁREA
según FAO, 1972

FECHA DICIEMBRE 1.996	ESCALA 1 Km	Nº PLANO 15
---------------------------------	----------------	-----------------------

TAP
TRATAMIENTOS Y PROYECTOS
MEDIOAMBIENTALES S.L.

JUNTA DE ANDALUCIA
Consejería de Medio Ambiente

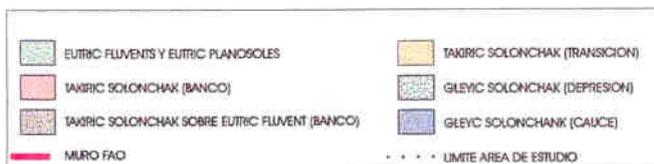
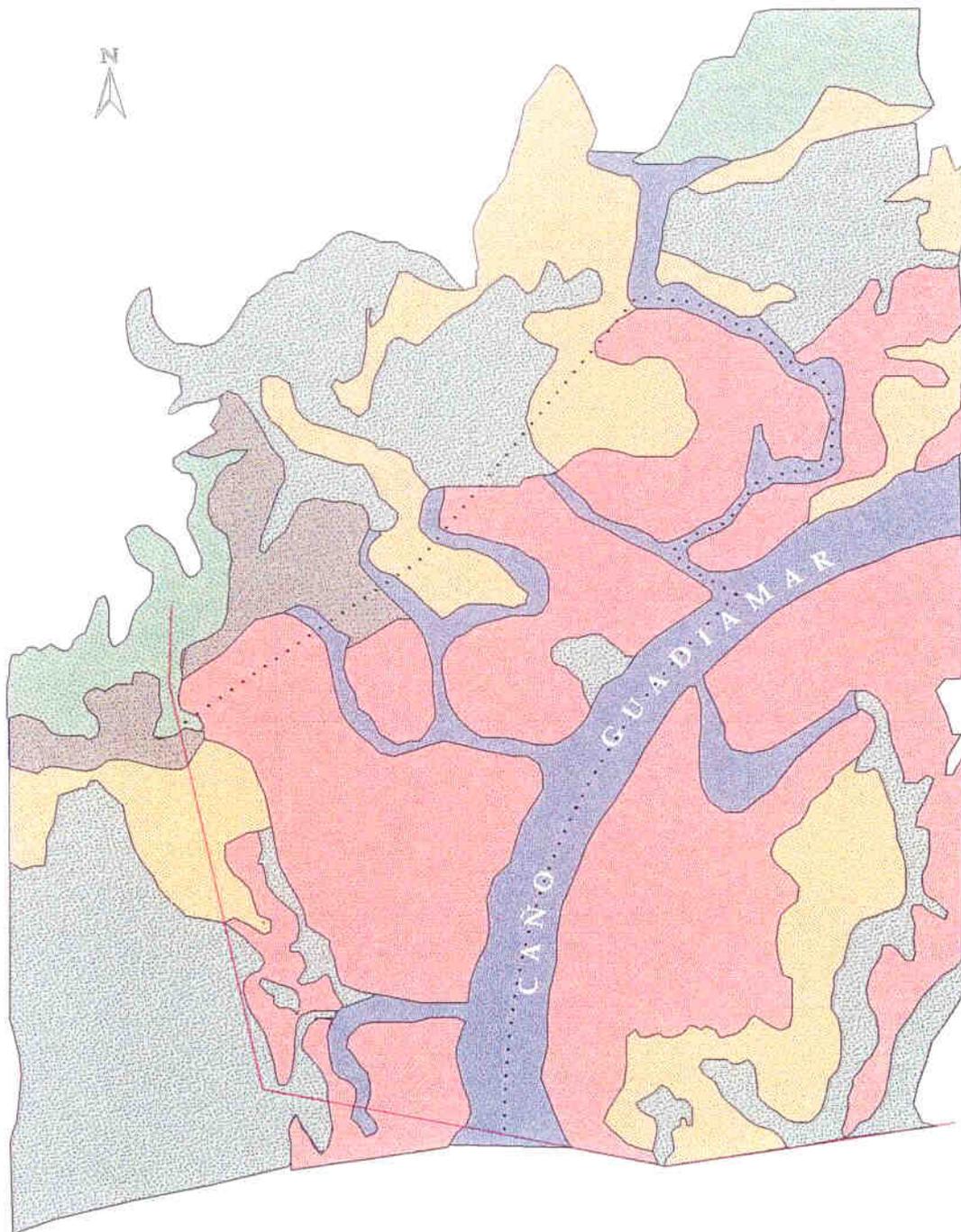
En las zonas deprimidas (caños y lucios, figs., 15 y 26), la inundación prolongada da lugar a horizontes superficiales de color gris oliva o gris oscuro, con estructura débil o inexistente, apreciándose características redoximórficas desde la superficie del suelo. El perfil salino, en la estación seca, es normalmente invertido en los primeros decímetros, como resultado de la acumulación superficial de sales, por evaporación de la lámina de agua. A partir de 15-20 cm, el perfil salino es creciente por influencia de la capa freática salina, que suele situarse a 60-100 cm de profundidad en esta época del año.

Las depresiones con drenaje externo totalmente impedido (muchos lucios y caños no funcionales) se comportan como cubetas de evaporación, tendiendo a la salinización progresiva del suelo en superficie. En las áreas deprimidas en las que se mantiene la circulación de agua (caños más o menos funcionales), los contenidos salinos en los horizontes superficiales son notablemente inferiores. Durante la estación seca, los suelos de depresión presentan típicamente un agrietamiento poligonal y eflorescencias salinas.

El anterior esquema general, correspondiente al conjunto de la marisma salina, se modifica en las áreas de marisma más próximas a las arenas, en las que la influencia de aguas menos salinas (tanto en superficie como en profundidad) y con distintas características químicas, condiciona una evolución diferente del suelo: vertisoles (ligeramente salinos, no sódicos, y fuertemente descarboxilados, en posiciones relativamente elevadas) y entisoles (ligera o moderadamente salinos, en áreas deprimidas), en las zonas próximas al ecotono. Tales suelos intergradan, de forma más o menos abrupta, según los casos, hacia los aridisoles dominantes en la marisma salina.

Dentro de los estudios edafológicos llevados a cabo en la zona objeto de estudio y entorno próximo, destaca el de Bardají (1971). Dicho autor, empleando unidades de la leyenda FAO-UNESCO (1970), distinguió dos tipos principales de suelos salinos ("solonchaks") (Fig. 16):

- a). **Takiric Solonchak en fase alcalina.** Presentan un horizonte gley a más de 100 cm de profundidad y agrietamiento característico. En los bancos, la capa gley aparece a 150 cm de profundidad o más, mientras que en las zonas de transición se encuentra más próxima a la superficie.



**CRITERIOS Y BASES ECOLÓGICAS PARA LA
REGENERACIÓN DE LA MARISMA GALLEGA
(PARQUE NATURAL DE DOÑANA)**

TITULO		SUELOS (FAO 1972)	
FECHA	ESCALA	Nº PLANO	
DICIEMBRE 1.996	1 Km	16	
 TRATAMIENTOS Y PROYECTOS MEDIOAMBIENTALES S.L.		 JUNTA DE ANDALUCIA Consejería de Medio Ambiente	

Son suelos fuertemente salinos (C.E. en el extracto de saturación superior a 16 dSm^{-1} , en los primeros 75 cm del perfil) y sódicos (RAS superior a 13 en todo el perfil). En las zonas próximas al arroyo de la Cañada Mayor, los sedimentos finos de llanura aluvial aparecen superpuestos a los del arroyo, de textura más gruesa, dando lugar a Takiric Solonchack sobre Eutric Fluvents.

Atendiendo fundamentalmente a la posición fisiográfica en que se presentan los Takiric Solonchacks, separó tres unidades de suelos (fig.16):

- *Takiric Solonchak en fisiografía de banco*. Son suelos con horizontes superficiales bien estructurados, menor contenido en sales solubles y permeabilidad más elevada. Representan aproximadamente el 80 % del área de estudio.
- *Takiric Solonchak/Eutric Fluvents*: similares a los anteriores, aunque de textura más gruesa y con mayor permeabilidad lateral.
- *Takiric Solonchak en fisiografía de transición*. Son suelos peor estructurados y más fuertemente salinos que los anteriores, especialmente en los horizontes superficiales. Presentan rasgos hidromórficos a menor profundidad y una baja permeabilidad al agua.

b) Gleyic Solonchack en fase alcalina. Son suelos con permeabilidad prácticamente nula que presentan un horizonte gley a menos de 100 cm de la superficie. Se localizan en zonas deprimidas (caños y lucios), que permanecen anegadas gran parte del año. Como se indicó anteriormente, los niveles de salinidad superficial en estos suelos se relacionan directamente con la posibilidad de circulación y drenaje del agua de inundación, a igualdad de otros factores.

Los Gleyic Solonchack en fisiografía de depresión presentan fuertes acúmulos de sales en los primeros centímetros del perfil, mientras que los Gleyic Solonchack en fisiografía de cauce son moderadamente salinos en superficie.

No obstante la anterior sistematización de los suelos, los datos edafológicos aportados en el estudio de Bardaji (1.970), y recogidos en FAO (1972), denotan una pobre definición de los suelos característicos de las llamadas “zonas de transición”, de los que no se aporta ni una sólo observación detallada (perfil) que pueda tenerse por representativa de dicha unidad. Tal unidad parece mas bien un cajón de sastre, o miscelánea, que agrupa a diversas series de suelos, no encuadrables en las consideradas características de los bancos o depresiones típicas. Otra limitación de dicho estudio, a efectos de comparación con los datos actuales (ver anexo), es la escasez de observaciones detalladas (perfiles), de los que aporta sólo cuatro (para las 18.000 Ha allí estudiadas) y sólo dos de ellas se incluyen en la zona objeto del presente estudio. Del conjunto de observaciones edafológicas parciales (sondeos) llevadas a cabo en dicho trabajo (un total de 44), tres se incluyen en la zona de estudio y únicamente dos de ellas pueden ser ubicadas actualmente con la suficiente precisión como para efectuar comparaciones mínimamente fiables.

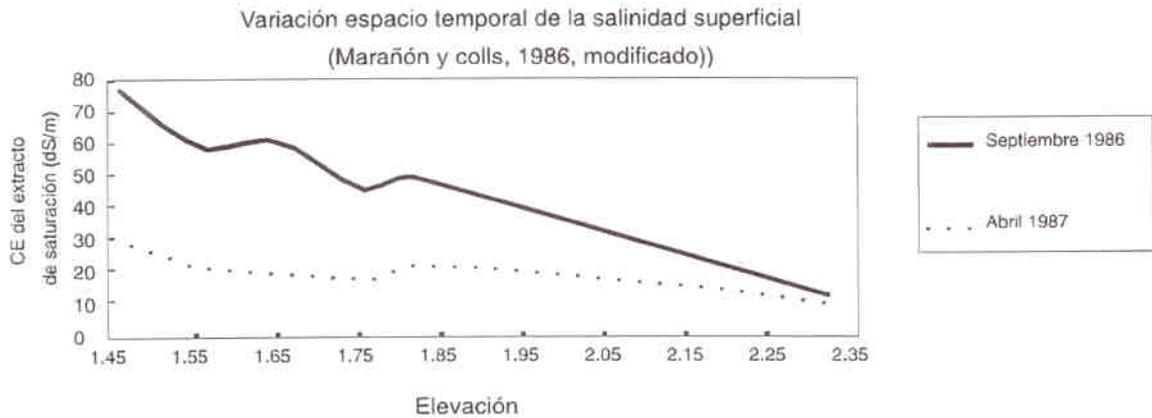
Es difícil caracterizar, en términos cuantitativos precisos, la salinidad de los suelos de distintas unidades fisiográficas de la marisma, con independencia de la posición geográfica y de la estación y climatología del año. Distintos trabajos llevados a cabo en la zona objeto de estudio (Bardaji, 1.971; Giráldez, 1.973) y en las proximidades (López y cols., 1.986; Puchulú y cols. 1.995; Clemente y cols. 1.996) han puesto de manifiesto la enorme variabilidad espacial y temporal del perfil salino, en suelos con posición fisiográfica y vegetación similares.

Marañón y cols. (1989), identificaron en la marisma salina del Parque Nacional de Doñana, distintas unidades fisiográficas y taxones de suelos asociados:

Unidad	Fisiografía	Inundabilidad	Tipo de suelo*
Pacil	Levées de caños y brazos	Grandes avenidas	Aquic Xerochrepts
Veta	Fragmentos de antiguos levées	Grandes avenidas	Aquic Xerochrepts
Quebrada	Zonas de transición	3-5 meses	Salorthidic Fluvaquents
Caño	Depresión, morfología fluvial	7-9 meses	Aquollic Salorthids
Lucio	Depresión, morfología lagunar	7-9 meses	Aquollic (Typic) Salorthids

*Soil Taxonomy (1988).

En el mismo trabajo estudiaron la evolución estacional de la salinidad superficial (0-10 cm), en un gradiente microtopográfico. Como se aprecia en el gráfico siguiente, la salinidad superficial decrece fuertemente con la elevación, de forma más acusada durante la estación seca. Asimismo, el rango de variación estacional de esta característica decrece con la elevación.



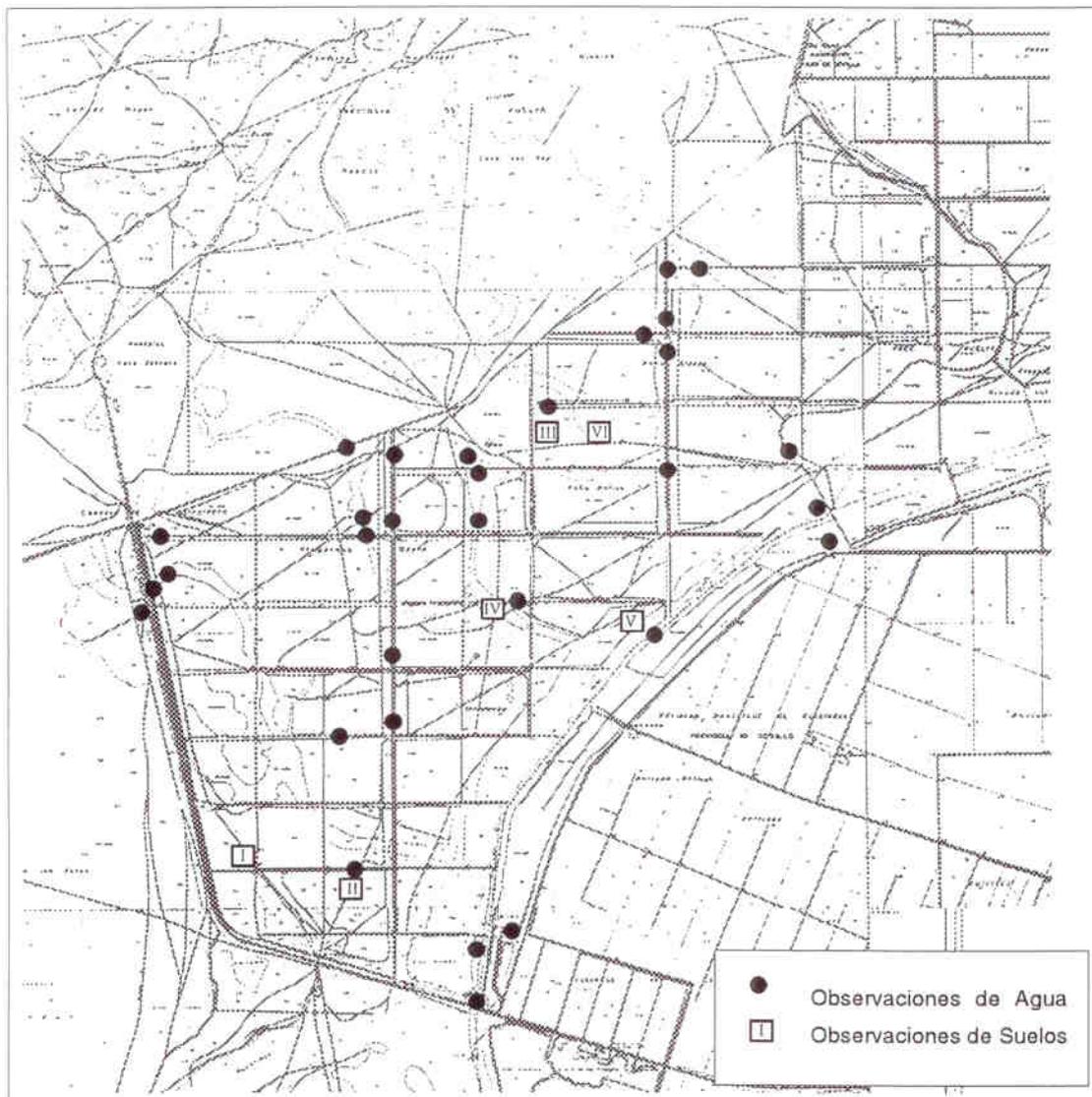
Distintos trabajos llevados a cabo en la marisma salina del Parque Nacional de Doñana y su entorno (Marañón y cols., 1989; García y cols., 1993), han relacionado las características del suelo con algunos parámetros relevantes de la cubierta vegetal. Se ha destacado la importancia de conservar la heterogeneidad espacial y temporal del suelo para mantener la diversidad vegetal en estas áreas y la necesidad de evitar procesos homogeneizadores, tales como la salinización, la inundación prolongada de zonas elevadas o la nivelación progresiva del terreno, los cuales conducen a la pérdida de diversidad ambiental y biológica.

2.4.2.- EVOLUCION Y CARACTERISTICAS ACTUALES

Se resume, seguidamente, la información básica sobre características actuales de suelos derivada de campañas de muestreo llevadas a cabo durante la primavera y verano de 1.996. Dado el carácter limitado de las mismas, las observaciones se han orientado, esencialmente, al conocimiento de las variables que mayor interés pudieran tener para el desarrollo de las comunidades vegetales más significativa. Tal información se compara con la - más amplia- obtenida en las proximidades (Parque Nacional de Doñana), entre 1.985 y 1.995, así como con la recabada por Bardají y Riseeuw, hace 25 años, en la zona objeto de estudio. En concreto, el presente estudio se ha orientado a 1) un conocimiento general de los valores que alcanzan determinadas variables relevantes del medio físico de la zona, 2) encuadrar dichos datos dentro de los rangos de variación encontrados en suelos de marismas sobre los que se asientan comunidades vegetales de interés y 3) comparar la información actual con la obtenida, puntos concretos pertenecientes a distintas unidades fisiográficas, en 1.970 y 1.971, poco antes de la transformación de la zona.

2.4.2.1.-Metodología.

Tras un reconocimiento previo de la zona, por medio de fotografía aérea escala 1:10.000 y mapas topográficos (1.985, 1.989), se estimó suficiente -para los objetivos propuestos- establecer media docena de puntos de observación del suelo. La ubicación de tales puntos se determinó conforme a los siguientes criterios: 1º) clara identificación de los mismos en las distintas series de fotografías aéreas disponibles (1956, 1985 y 1995), dentro de áreas homogéneas correspondientes a las principales unidades fisiográficas reconocidas en la zona, con especial referencia a los extremos de la toposecuencia de marismas (bancos y depresiones); 2º) separación suficiente de los puntos de observación para apreciar un posibles gradientes geográficos, 3º) máxima coincidencia de las observaciones edafológicas efectuadas por Bardají (en julio y agosto de 1970) dentro de la zona de estudio. (Se han excluido los puntos de observación posteriormente alterados por las obras drenaje llevadas a cabo en la zona y los situados en áreas de fisiografía muy heterogénea).



**CRITERIOS Y BASES ECOLÓGICAS PARA LA
 REGENERACIÓN DE LA MARISMA GALLEGA
 (PARQUE NATURAL DE DOÑANA)**

TÍTULO
**LOCALIZACIÓN DE LAS OBSERVACIONES
 EN SUELOS Y AGUAS**

FECHA
DICIEMBRE 1.996

ESCALA
 1 Km

Nº FIGURA
17

TAP
 TRATAMIENTOS Y PROYECTOS
 MEDIOAMBIENTALES S.L.

JUNTA DE ANDALUCÍA
 Consejería de Medio Ambiente

Atendiendo a los criterios indicados se concretaron puntos de observación edafológica que se indican en la tabla siguiente y figura 17. Tres de ellos corresponden a áreas relativamente elevadas (cota 1.5-2.5 m.s.n.m.) y tres a zonas deprimidas (cota 1.1-1.3 m.s.n.m.). Tres observaciones se sitúan en el N-NW del área de estudio y en el S-SE de la misma. Cuatro observaciones coinciden con puntos estudiados por Bardají (1.971) en las tres unidades fisiográficas por él identificadas (banco, transición y depresión).

PERFIL	UNIDAD	SUBUNIDAD	COTA*	REFERENCIA# SUELO	REF. VEGETACION
I	Banco	Alto de pacil	2,5	-	puntos R.
II	Banco	Bajo de pacil	2,3	sondeo 30B, sondeo 3R	inventario 3R
III	Transición	-	1,5	sondeo 32B, sondeo 8R	inventario 8R
IV	Depresión	Caño somero	1,3	perfil C-3	(perfil C-3)
V	Depresión	Caño	1,1	perfil C-4	(perfil C-4)
VI	Depresión	Lucio	1,2	-	-

* conforme a la referencia de C.O.P.T., 1.989. # puntos de referencia para comparación (B: Bardají, 1.971; R: Risseuw, 1.972)

Las observaciones de suelos se llevaron a cabo entre el 25 de julio y el 9 de agosto de 1.996 y consistieron, inicialmente, en la descripción morfológica de los perfiles, conforme a los criterios de la FAO, previa apertura de una pequeña calicata, para apreciar la estructura de los horizontes superficiales, y posterior muestreo con barrena hasta 160-200 cm de profundidad. En algún caso, fue necesario un doble muestreo (o agrupamiento de las muestras inicialmente obtenidas), para comparar las observaciones actuales entre sí, por un lado, y para ajustar exactamente las observaciones a los intervalos de profundidad muestreados a los de 1.970, por otro.

En cada una de las muestras de suelo así obtenidas se determinó 1º) En el extracto de pasta saturada: el pH y la salinidad, expresada por la conductividad eléctrica del mismo (que designaremos en lo sucesivo por CEs); 2º) el contenido de materia orgánica del suelo, expresado en gramos de carbono orgánico por 100 gramos de suelo seco (en lo sucesivo, %C) y 3º) el contenido de carbonatos (de calcio y magnesio, esencialmente) incorporados a la fase sólida del suelo, expresado en porcentaje ponderal de suelo seco (en lo sucesivo designado por %CO₃²⁻). Tanto la preparación de las muestras, como las determinaciones anteriormente citadas, se llevaron a cabo siguiendo procedimientos estándar (Page, 1.982) y coincidentes con los empleados por Bardají (1970) y Risseuw (1.971). Los datos de total

de sólidos disueltos (TDS) que aparecen en los gráficos adjuntos (expresados en gramos de sal por litro de extracto o agua), corresponden a estimaciones aproximadas, obtenidas de curvas TDS-CE elaboradas a partir de datos de las marismas y de la literatura.

La profundidad del nivel saturado, y la salinidad y pH de agua intersticial, se determinaron en muestras obtenidas en perforaciones de 2 m de profundidad.

A lo largo del periodo de muestreo, se efectuaron varias decenas de medidas de pH, salinidad y profundidad del agua de inundación, así como algunas determinaciones de perfiles taquimétricos de canales secundarios y terciarios.

La descripción morfológica y clasificación de los perfiles de suelo estudiados figuran en el anexo I. Las tablas 1 y 2 incluyen los datos analíticos de los perfiles y del agua intersticial en el nivel saturado (“agua freática”). En la figura 17 se señalan los puntos de observación de suelo.

2.4.2.2. Características físico-químicas.

■ Salinidad.

Por término general, en lo referido a la salinidad superficial del suelo (en los primeros decímetros), en las zonas elevadas es importante el drenaje externo y el grado de influencia del frente capilar en los horizontes más superficiales. Las zonas altas bien drenadas (con escasa probabilidad de inundación) presentan una notable desalinización de los primeros 10-15 centímetros, que resulta decisiva para el establecimiento pastizales densos y diversos de plantas anuales (que no toleran altos niveles de salinidad y/o saturación prolongada en superficie). Por su parte, los bancos menos elevados suelen presentar salinidad alta o moderada en los primeros decímetros y saturación temporal de los horizontes superficiales, junto a periodos de fuerte desecación de éstos, lo que los hace inapropiados tanto para el desarrollo de los pastizales característicos de las zonas libres de inundación, como para los helófitos (FAO 1972, Giráldez 1973).

En las depresiones, la salinidad de los primeros decímetros aparece estrechamente relacionada con la calidad del agua de inundación, con el drenaje externo de la depresión y con las características de la capa freática. Es prácticamente general en las depresiones de marismas, el que las zonas más deprimidas y peor drenadas actúen como sumidero de sales a medida que se retrae, por evaporación, la lámina de agua. Ello se traduce, en la estación seca, en una acumulación de sales en los 3-5 primeros centímetros del perfil, en la mayor parte de los caños y lucios de la marisma salina. Únicamente en cauces en los que predomina la circulación de agua la mayor parte del año, frente al estancamiento-evaporación, no se aprecia el característico perfil salino invertido en superficie (FAO 1972, Giráldez 1973).

En referencia a los **datos obtenidos**, las figuras 17-20 muestran la localización y los perfiles salinos actuales del suelo en los distintos puntos muestreados (expresados en dS/m y gr/l). Del análisis de las mismas podemos realizar una serie de observaciones que pasamos a detallar:

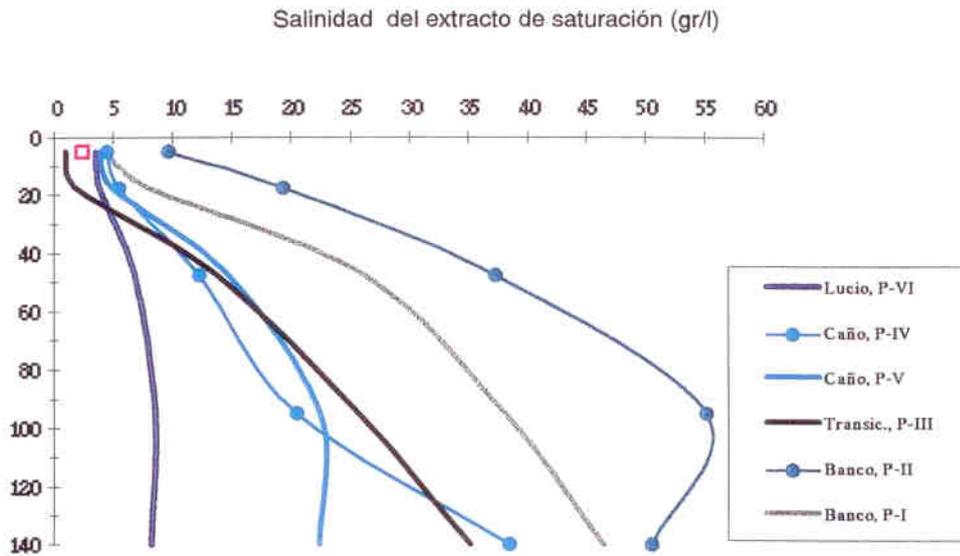
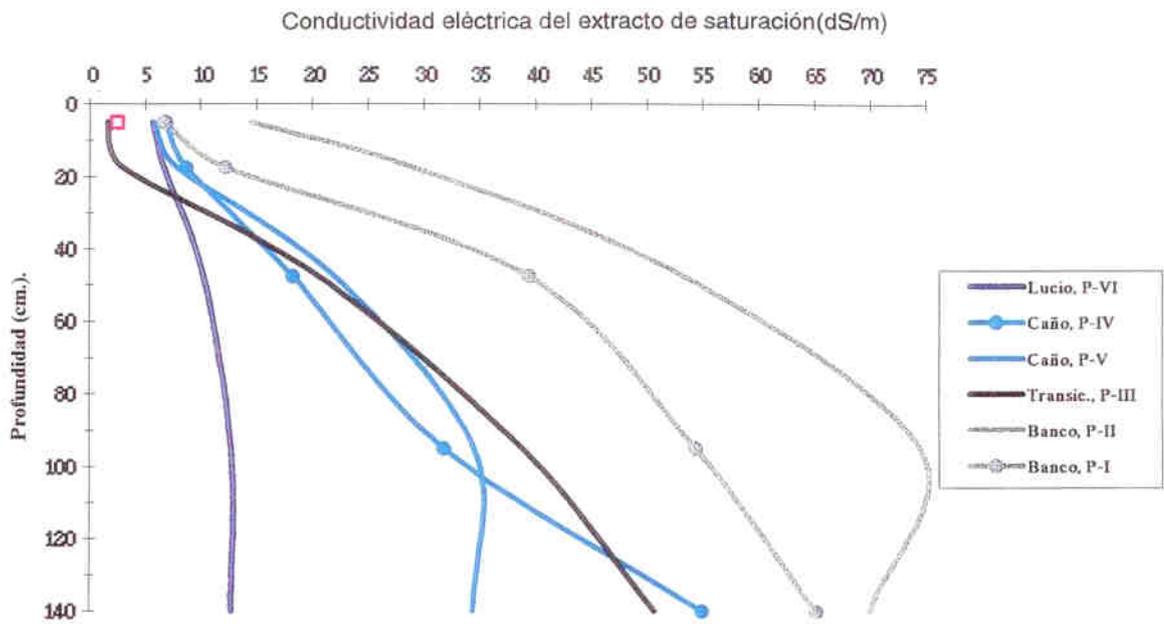
Los suelos de zonas elevadas tienden a ser más salinos en profundidad que los de zonas deprimidas y muestran un incremento más abrupto de dicho parámetro con la profundidad (superior a 0,5 dS/m por cm de profundidad, en el primer metro) que aquéllos. Tal tendencia se aprecia tanto en los puntos situados al Norte (Lucio de la Caraviruela alta, P-VI, con relación a la Transición, P-III), como en los situados al Sur de la zona de estudio (Bancos, P-I y II, con relación a los caños, P-IV y P-V). Dicho comportamiento se relaciona con la mayor actividad de los fenómenos de ascenso capilar-evaporación-concentración de sales en los horizontes de los bancos afectados por el frente capilar que asciende desde el nivel saturado. Este último, al oscilar estacionalmente, acumula (y redistribuye) las sales concentradas en la estación seca, lo que se traduce en unos mayores contenidos salinos del líquido intersticial en las zonas elevadas, a igualdad de otros factores.

En las zonas deprimidas la reducida conductividad hidráulica del suelo y la menor entidad de los gradientes ascendentes (a causa de la prolongada saturación superficial) previenen la salinización progresiva de los horizontes subsuperficiales y la concentración del agua intersticial en la zona saturada. Sin embargo, en *ninguna* de las depresiones muestreadas en el área de estudio se ha encontrado esta fuerte acumulación salina en los

primeros centímetros (figuras 18 y 19), si bien aquellas que fueron muestradas con detalle en 1.970 (intervalos de 5 cm en superficie), tal como el Caño Molina (perfil C-3 de Bardaji, perfil 18 en FAO, 1972), sí presentaban dicha característica de forma marcada, la cual ha desaparecido, prácticamente, en los suelos de las depresiones estudiadas (figs. 18 y 19). Tal perfil invertido característico ha seguido observándose, sin embargo, en perfiles detallados de salinidad del Caño Guadamar, en su tramo inmediatamente posterior a la zona de estudio (figura 19, datos de 1.986) Ello permite suponer que el sistema artificial de drenaje, al actuar como sumidero del agua que normalmente se eliminaría por evaporación en las depresiones naturales, impide la acumulación salina superficial, directamente ligada a la evaporación gradual de la lámina de agua.

De la figura 19, se desprende que los niveles de salinidad superficial, hasta 30-40 cm de profundidad, en las dos depresiones estudiadas, son actualmente significativamente inferiores a los medidos en los mismas fechas y puntos antes de la transformación de la zona, en un año (1969-1970) de características climáticas similares al que precedió al presente estudio (1995-1996). En la temporada previa al estudio edafológico de Bardaji (sept. 1969-jun. 70) se registraron en la zona mas de 800 mm de precipitación, y casi 1000 mm en el mismo periodo del ciclo 1.995/96 (muy superior, en ambos casos, a la precipitación media que cabe esperar en la zona en tal periodo (500-600 mm). En relación con ello las profundidades del nivel saturado registradas en julio-agosto de 1.996 (ver tabla 2 en anexo) son similares a las medidas en 1.970, en las mismas fechas (Bardaji, 1.971), lo que contribuye a paliar las diferencias en los niveles de salinidad subsuperficial del suelo que pudieran resultar de meras diferencias en la profundidad del nivel saturado hipersalino.

La salinidad en los horizontes profundos parece haber evolucionado de forma diferente en las dos zonas deprimidas estudiadas: en la primera (caño Molina, en las proximidades de un canal de drenaje terciario, figura 17) la salinidad de los horizontes profundos, a partir de 50-60 cm, se ha incrementado significativamente con relación a la medida en 1.970. El perfil salino en el Caño Molina (figura 19) ha evolucionado desde el característico de depresiones inundables de la marisma, en 1.970, hacia otro similar a los de zonas mas elevadas y drenadas de la marisma. En el otro perfil de caño, correspondiente al caño Guadamar (figura 19), la salinidad actual de los horizontes profundos y su evolución



**CRITERIOS Y BASES ECOLÓGICAS PARA LA
REGENERACIÓN DE LA MARISMA GALLEGA
(PARQUE NATURAL DE DOÑANA)**

TÍTULO
**VARIACION DE CONDUCTIVIDAD Y SALINIDAD
EN DIFERENTES SUELOS (VII-VIII/1996)**

FECHA
DICIEMBRE 1.996

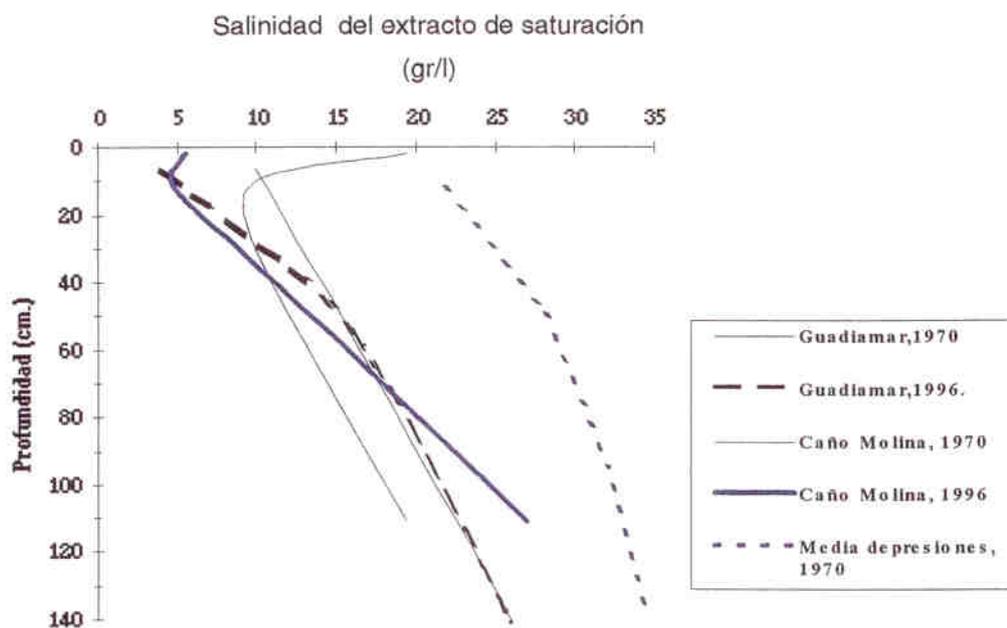
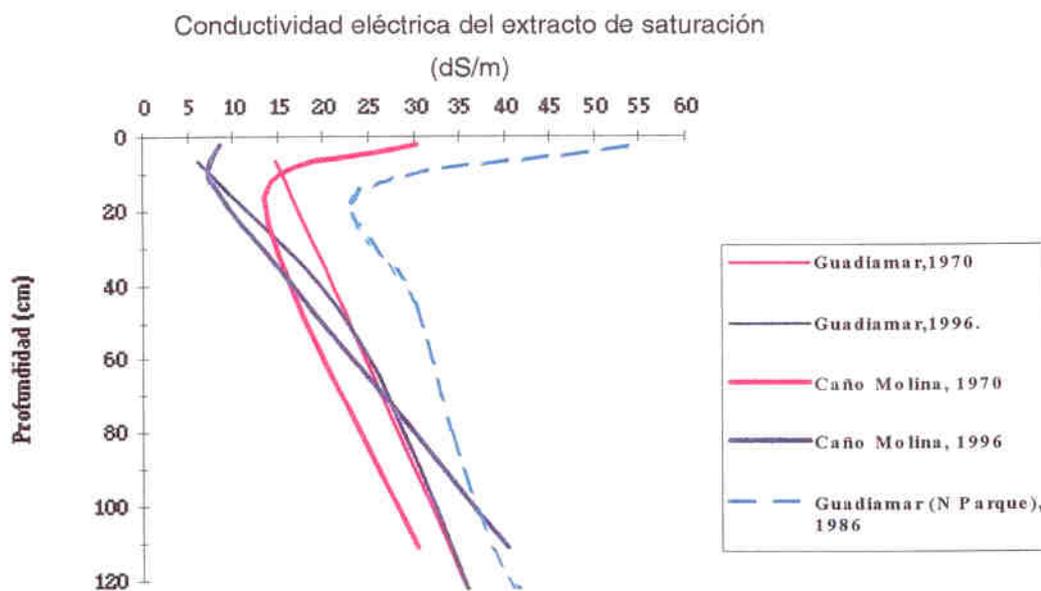
ESCALA

Nº FIGURA
18

TAP
TRATAMIENTOS Y PROYECTOS
MEDIOAMBIENTALES S.L.



JUNTA DE ANDALUCIA
Consejería de Medio Ambiente



**CRITERIOS Y BASES ECOLÓGICAS PARA LA
REGENERACIÓN DE LA MARISMA GALLEGA
(PARQUE NATURAL DE DOÑANA)**

TÍTULO VARIACION DE LA SALINIDAD (1970-1996) EN SUELOS DE CAÑO		
FECHA DICIEMBRE 1.996	ESCALA	Nº FIGURA 19
 TRATAMIENTOS Y PROYECTOS MEDIOAMBIENTALES S.L.	 JUNTA DE ANDALUCIA Consejería de Medio Ambiente	

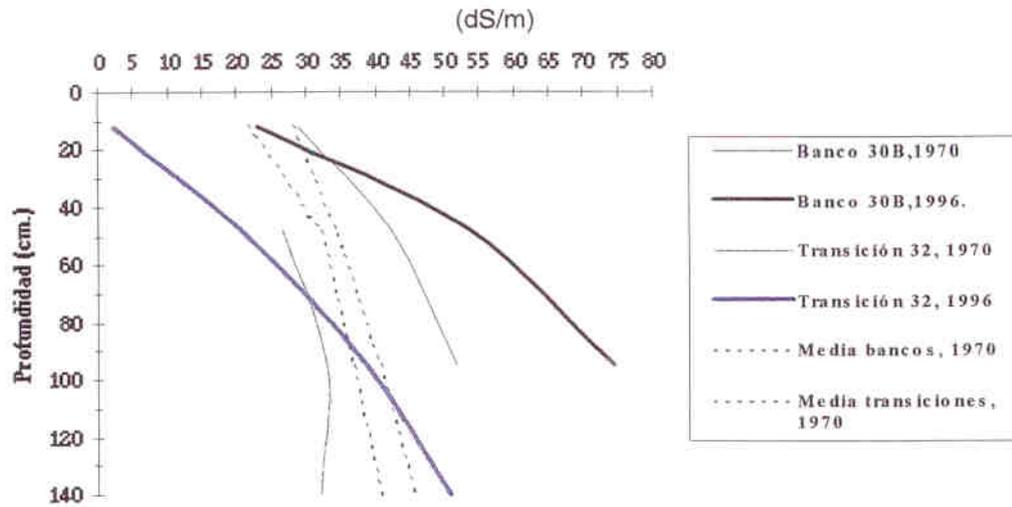
de la salinidad con la profundidad es prácticamente la misma que en 1.970, lo que está en consonancia con un régimen hidrosalino del suelo menos alterado que en el caño somero anteriormente citado (actualmente atravesado por un canal de drenaje, como se ha dicho).

En las **zonas elevadas** (figura 20) la salinidad es actualmente ligeramente inferior en los horizontes superficiales y significativamente superior en los horizontes subsuperficiales (a partir de 25 cm, en el banco-30 y de 70 cm, en la transición-32), con relación a la medida en 1.970. Ello parece apuntar a una tendencia a la salinización de los suelos en profundidad, tanto mayor cuanto menos inundable es la zona. Así, los incrementos de salinidad subsuperficial son inapreciables en el caño Guadiamar; significativos (desde 50-60 cm) en el caño drenado y en la zona de transición y muy acusados, a partir de 25 cm, en el banco-30. Tales cambios, como se ha indicado, pudieran ser el resultado de la progresiva acumulación de solutos en los horizontes afectados por el frente capilar, que asciende desde el nivel saturado.

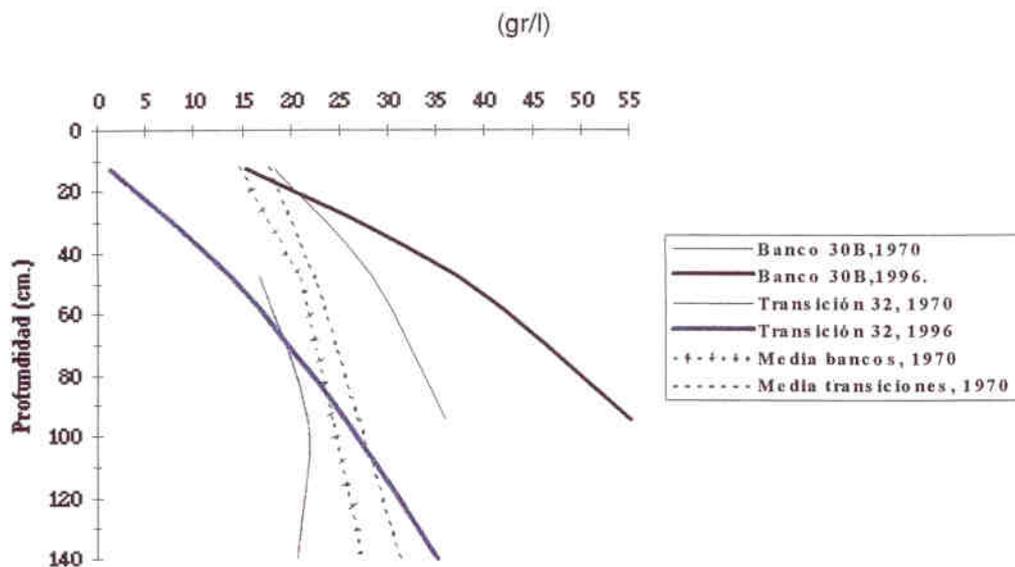
La salinidad de **agua intersticial**, que empapa de los horizontes saturados (hasta 2m de profundidad), es muy variable dentro de la zona de estudio, como lo demuestran los datos de la tabla 2. Sólo en los puntos estudiados oscila entre los 20 gr/l, en depresiones situadas al N de la zona de estudio, y los mas de 100 gr/l, en bancos situados al S de la misma. Se confirman las tendencias generales apreciadas en estudios anteriores (mayor salinidad del nivel saturado en zonas elevadas y en puntos del S-SE), si bien la variabilidad dentro de una misma zona es muy elevada. En pocos cientos de metros se pasa, en el norte, de 20 gr/l a casi 80 gr/l y, en el sur de 40 gr/l a mas 100 gr/l, lo que reafirma la idea de la enorme complejidad y variabilidad del nivel saturado mas superficial en la zona de marismas, apuntada por algunos autores (Tenajas, 1.984).

En términos generales, los valores puntuales de salinidad y profundidad del nivel saturado se encuentran dentro de los rangos generales señalados en Bardají (1.971) y FAO (1.973) para la misma época del año. No es posible comparar los datos puntuales actuales con los de aquella época, tal como se ha hecho con la salinidad del suelos, por no haberse registrado individualmente, en 1.970, las características salinas del nivel saturado en los perfiles y sondeos estudiados.

Conductividad eléctrica del extracto de saturación



Salinidad del extracto de saturación



CRITERIOS Y BASES ECOLÓGICAS PARA LA
REGENERACIÓN DE LA MARISMA GALLEGA
(PARQUE NATURAL DE DOÑANA)

TÍTULO VARIACION DE LA SALINIDAD (1970-1996)
EN SUELOS DE BANCO-TRANSICION

FECHA DICIEMBRE 1.996

ESCALA

Nº FIGURA 20

74P
TRATAMIENTOS Y PROYECTOS
MEDIOAMBIENTALES S.L.



JUNTA DE ANDALUCIA
Consejería de Medio Ambiente

■ pH.

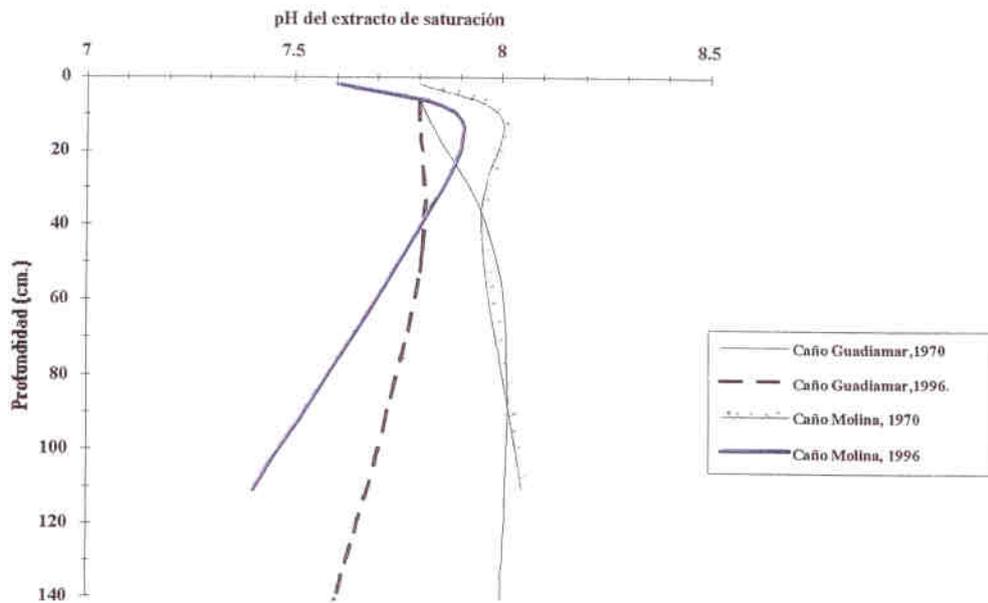
Los valores de pH medidos en los suelos muestreados (en el rango 7.4-8.3) se encuentran dentro del rango propio de los suelos salinos-sódicos y carbonatados del Sur de las marismas de la margen derecha del Guadalquivir (desde neutros a moderadamente alcalinos). No se han encontrado valores de pH que superen el umbral exigido para los suelos sódicos (8,5). Los procesos de lavado de sales asociados al sistema de drenaje, no parecen haber inducido la alcalinización que puede llevar aparejada el lavado de suelos salino-sódicos (probablemente por existir reserva suficiente de yeso, apreciable a simple vista, en la mayoría de perfiles estudiados).

La comparación de valores de pH obtenidos en distintos estudios es problemática, al ser frecuentes las variaciones metodológicas no descritas en los protocolos de determinación de dicho parámetro (por ejemplo, los valores medidos en pastas saturadas son sistemáticamente superiores a los medidos en los extractos de las mismas pastas; los valores en extractos, en estos suelos, crecen con la relación suelo-agua utilizada, etc.). Por tal motivo, sólo pueden tomarse como significativas, a efectos de comparación, variaciones muy importantes.

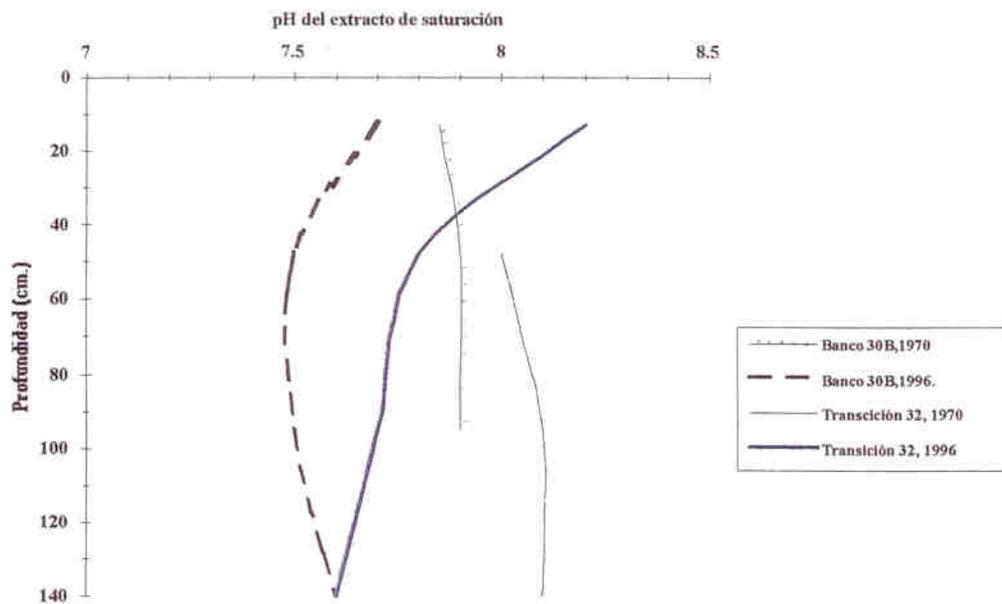
Conforme a dicho criterio, no se aprecian diferencias significativas en los valores de pH de los horizontes próximos a la superficie en los suelos de las depresiones estudiadas, con relación a 1.970. Únicamente en el horizonte profundo del caño Molina, en el que se ha medido un fuerte incremento de la salinidad, se registra una caída de casi 0.8 unidades de pH, con relación a los valores de 1.970. Es constante en los suelos de marismas el descenso del pH en los extractos con el incremento de la salinidad, a igualdad de otros factores, lo que ya explicaría la diferencia señalada, sin recurrir a otras explicaciones más elaboradas.

No se deriva de los valores de pH del suelo, para los fines de este estudio, otra conclusión que la de que éstos se mantienen dentro del rango ligera a moderadamente alcalinos (7.4-8.3) que ya tenían en 1.970, con reducción apreciable, únicamente, en los horizontes profundos salinizados. El mismo comportamiento se observa en las zonas elevadas (fig. 21)

SUELOS DE DEPRESIONES



SUELOS DE BANCO - TRANSICIÓN



CRITERIOS Y BASES ECOLÓGICAS PARA LA REGENERACIÓN DE LA MARISMA GALLEGA (PARQUE NATURAL DE DOÑANA)

TÍTULO

VARIACION DEL pH (1970-1996) EN SUELOS

FECHA

DICIEMBRE 1.996

ESCALA

Nº FIGURA

21



TRATAMIENTOS Y PROYECTOS
MEDIOAMBIENTALES S.L.



JUNTA DE ANDALUCÍA
Consejería de Medio Ambiente

En el agua intersticial de los horizontes saturados (tabla 2) los valores de pH oscilan entre 7.1 y 7.3, situándose dentro de los rangos establecidos en estudios anteriores (de neutros a moderadamente alcalinos).

■ **Materia Orgánica.**

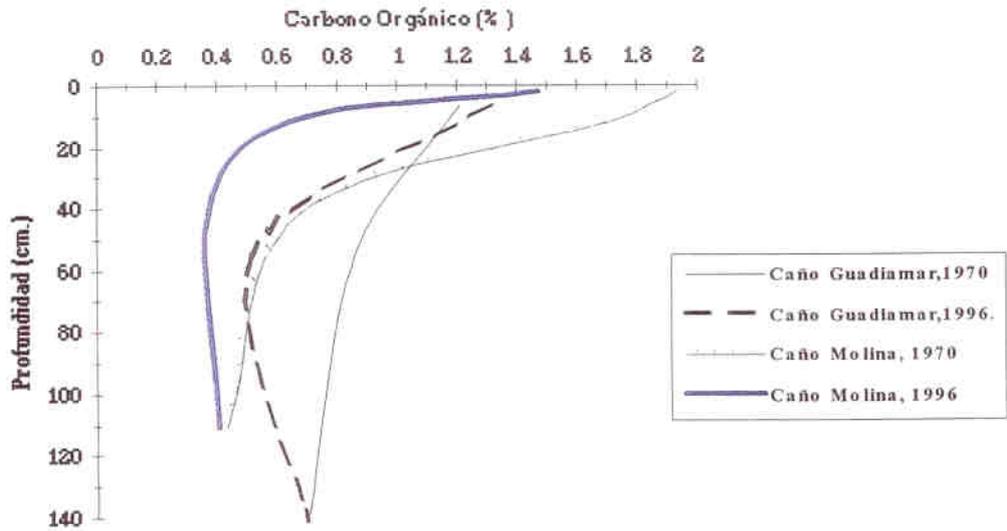
En relación con los contenidos de “materia orgánica” del suelo, hay que hacer la precisión de que los valores que figuran en el estudio de Bardají (1.970) parecen corresponder a contenidos de **carbono orgánico del suelo** (y no a materia orgánica propiamente dicha, que se calcula normalmente multiplicando el contenido carbono orgánico medido, por un factor que oscila entre 1,7 y 2,0). Tal hipótesis se confirma al comparar dichos valores con los aportados por Giráldez (1.973), para suelos típicos de las mismas unidades fisiográficas, en la misma zona y en las mismas fechas (octubre de 1.970).

Los valores de materia orgánica obtenidos en el presente estudio, en el horizonte 0-25 cm, oscilan entre el 1,2 y el 3,0%, siendo similares a los medidos en áreas salinas de las marismas de Doñana (nótese que en la tabla 1 figuran las determinaciones de carbono orgánico, no los contenidos de materia orgánica). Al igual que en éstas, los valores más altos se alcanzan en las depresiones con vegetación helófito y en las zonas más elevadas con pastizal denso, mientras que los mínimos se miden en las zonas intermedias, con vegetación herbácea rala o ausente (tabla 1).

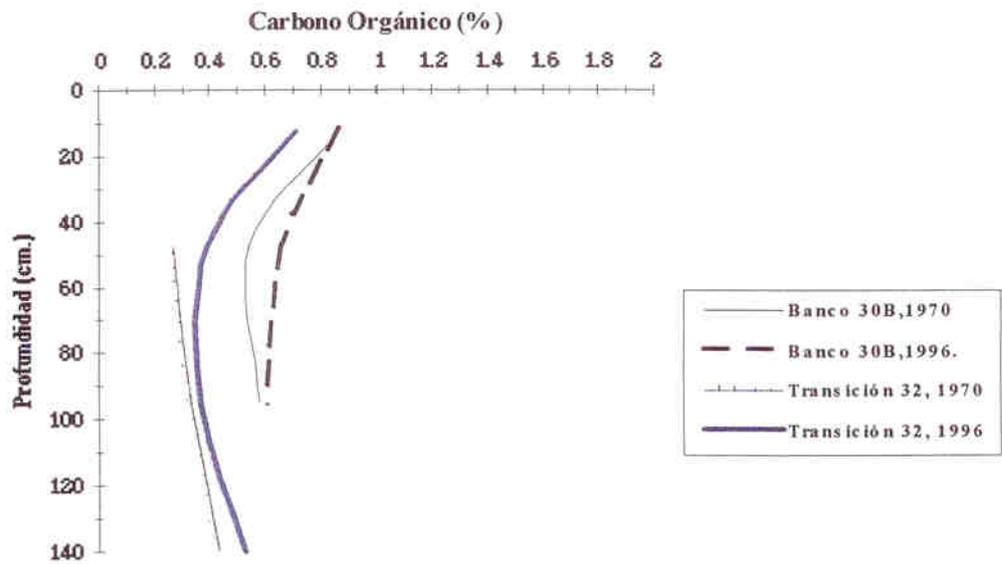
En el caño Guadamar (fig.22) la única evolución reseñable en los niveles de carbono orgánico se encuentra en el intervalo 13-98 cm, donde son significativamente inferiores a los medidos en 1.970. Tal diferencia pudiera estar relacionada con una reducción de la densidad y/o profundidad de enraizamiento de la vegetación helófito, asociada a cambios en el régimen hidrosalino del suelo (y/o a cambios en las especies presentes).

En el caño Molina (fig. 22) la evolución de los contenidos de carbono en el perfil parece más fácilmente interpretable, al haberse reducido drásticamente el contenido de materia orgánica en las profundidades normalmente ocupadas por los rizomas de helófitos

SUELOS DE DEPRESIONES



SUELOS DE BANCO Y TRANSICIÓN



CRITERIOS Y BASES ECOLÓGICAS PARA LA
REGENERACIÓN DE LA MARISMA GALLEGA
(PARQUE NATURAL DE DOÑANA)

TÍTULO EVOLUCION DEL CONTENIDO DE CARBONO
(1970-1996) ORGANICO EN SUELOS

FECHA DICIEMBRE 1.996

ESCALA

Nº FIGURA 22

TAP
TRATAMIENTOS Y PROYECTOS
MEDIOAMBIENTALES S.L.

JUNTA DE ANDALUCIA
Consejería de Medio Ambiente

en estas zonas (5-30 cm). Así, en el intervalo 4-19 cm, los contenidos medidos actualmente se aproximan a la tercera parte de los hallados en 1.970, mientras que en el intervalo 19-62 cm los niveles actuales se aproximan a la mitad de aquéllos, manteniéndose prácticamente idénticos por debajo de la zona de influencia de las raíces.

No se aprecian diferencias significativas entre los contenidos de carbono orgánico medidos en los **perfiles de banco y de zonas de transición** estudiados, con relación a los hallados en 1.970 (fig. 22).

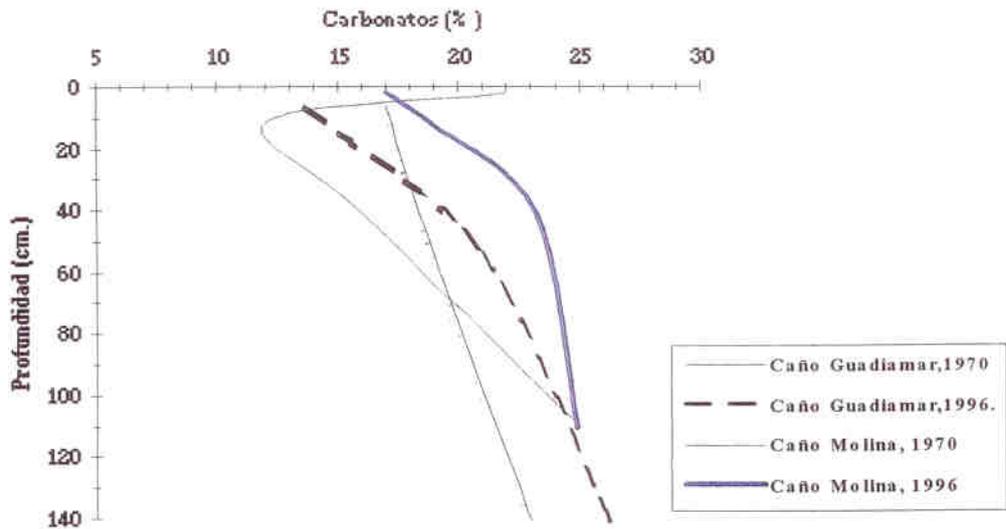
■ **Carbonatos.**

Los contenidos en carbonatos en los perfiles estudiados (tabla 1, anexo) se encuentran dentro de los que son normales en los suelos de las marismas del Guadalquivir (2-30%).

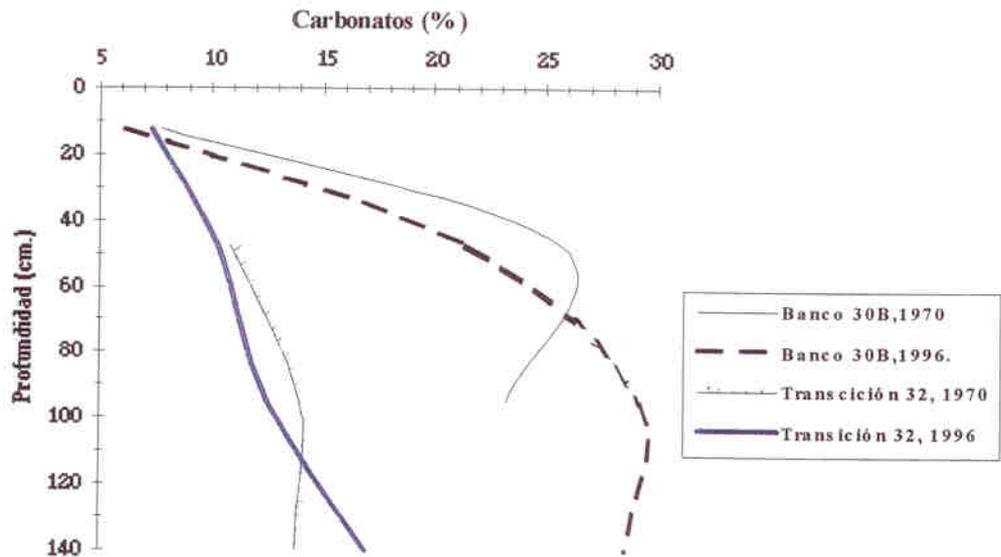
El contenido en carbonatos de los horizontes superficiales tiende a evolucionar diferencialmente en función del régimen de inundación y de la densidad de raíces. Suelen producirse descensos notables en los contenidos de carbonatos en horizontes con alta densidad de raíces y/o en los que predomina el lavado por agua de lluvia (zonas no inundables). Por el contrario, los horizontes afectados por fenómenos de evaporación de aguas superficiales (o de la que asciende del nivel saturado) tienden a ser ricos en carbonatos poco solubles (de calcio y magnesio), los cuales precipitan a partir de las soluciones evaporadas.

Las únicas diferencias variaciones significativas e interpretables de este parámetro, con relación a 1.970, se encuentran en el perfil del Caño Molina (fig. 23), fuertemente afectado por el sistema de drenaje en su régimen de inundación superficial, en las características y densidad de la cubierta vegetal y en la densidad de raíces. El aumento significativo de los niveles de carbonatos precipitados coincide con un descenso en la densidad de los sistemas radiculares de helófitos en los mismos horizontes (véase apartado RAICES. En profundidad, es significativo el aumento en el contenido de carbonatos

SUELOS DE DEPRESIONES



SUELOS DE BANCO Y TRANSICIÓN



CRITERIOS Y BASES ECOLÓGICAS PARA LA REGENERACIÓN DE LA MARISMA GALLEGA (PARQUE NATURAL DE DOÑANA)

TÍTULO
EVOLUCIÓN DEL CONTENIDO DE CARBONATOS
(1970-1996) EN SUELOS

FECHA
DICIEMBRE 1.996

ESCALA

Nº FIGURA
23



TRATAMIENTOS Y PROYECTOS
MEDIOAMBIENTALES S.L.



JUNTA DE ANDALUCÍA
Consejería de Medio Ambiente

precipitados en el horizonte profundo salinizado del banco-30B, junto a un descenso en superficie (fig.23)

2.4.2.3.-Características morfológicas de los suelos.

Sólo es posible comparar en detalle la evolución de tales características en las dos depresiones estudiadas (caño Molina y caño Guadamar) dado que sólo en ellas se efectuaron descripciones detalladas en 1.970. En los restantes puntos comparados (Transición-32 y Banco-30) sólo se efectuaron, en 1.970, sondeos para determinaciones analíticas y una determinación poco cuidadosa del color de la matriz del suelo.

■ Color.

No se aprecian diferencias significativas en la coloración de los horizontes superficiales (0-100 cm) del Caño Guadamar, con relación a la determinada en 1.970. En profundidad (100-200 cm) las coloraciones actuales apuntan a un posible incremento de las condiciones reductoras, probablemente inducidas por la proximidad del canal excavado en el centro del Caño Guadamar.

En el caño Molina es patente el cambio de color en los horizontes superficiales (0-60 cm), cuyo matiz ha pasado del típico de los suelos fuertemente hidromorfos de caños y lucios de marismas (5Y) al dominante en suelos marismeños mejor drenados (10YR). Se aprecia, asimismo, un aumento en el valor (o claridad) de dichos horizontes. Tales cambios se asocian claramente a una mejora de la aireación de los horizontes superficiales (reducción de periodo de inundación y aumento del agrietamiento estacional) y a una reducción en el contenido de materia orgánica de los mismos (pérdida de aportes y aumento de la mineralización), anteriormente constatada.

En las zonas más elevadas, aunque no es posible realizar comparaciones tan detalladas, se aprecia en la coloración (y en la morfología) de los horizontes superficiales de los suelos de banco el efecto de "polderización" de dichas zonas, inducido por las obras

de drenaje llevadas a cabo en la misma. En efecto, la red de diques (pequeños leveés artificiales) derivada de la construcción de la malla de canales tiende a formar amplios recintos que favorecen la acumulación de agua en los suelos de banco, durante más tiempo de lo que sería normal cuando el agua drenaba libremente hacia las depresiones naturales. Ello propicia la aparición de coloraciones y estructuras superficiales más propias de suelos de las llamadas “zonas de transición”.

■ **Estructura.**

Los rasgos estructurales más destacables en las observaciones efectuadas son 1º) aumento de la profundidad de las grietas en el perfil del caño Molina, (asociadas a la tación del perfil), 2º) alteraciones estructurales en los horizontes superficiales de zonas elevadas, con formación de costras (tipo “suela de zapato”), como resultado de la inundación y dispersión de los materiales. Ello dificulta la percolación de agua de lluvia, que es la que normalmente debe humectar dichos horizontes, y la maduración normal de los mismos (que adquieren rasgos morfológicos superficiales más propios de los de posiciones fisiográficas inferiores).

■ **Raíces.**

De las descripciones de los perfiles de zonas elevadas (perfiles I y II, anexo I) se deduce una concentración de los sistemas radiculares de los terófitos en los primeros 10-15 cm del perfil, relativamente desalinizados y fácilmente humectables por el agua de lluvia. La densidad de raíces encontrada se halla en relación con la densidad moderada del pasto y con los niveles de materia orgánica medidos, todos ellos inferiores a los valores característicos de las series “Alto de Veta” y “Altura” (Clemente y cols., 1.996). Las raíces de las quenopodiáceas leñosas (*Arthrocnemum*, Suaeda) se extienden a los horizontes hipersalinos situados cerca del límite superior de la zona de oscilación del nivel saturado (hasta 50-70 cm), que se mantienen próximos a la capacidad de campo hasta el final estación seca

En las zonas deprimidas (perfiles IV a VI, anexo I) los rizomas y raíces de helófitos se concentran en los horizontes desalinizados, en los que la solución del suelo entra rápidamente en equilibrio con el agua de inundación (particularmente en el intervalo 5-35 cm). Si se comparan las descripciones efectuadas en 1.970 (perfiles C-3 y C-4 de Bardají,

1.971) con las de 1.996 (perfiles IV y V, anexo I) se constata 1º) la sustitución de los sistemas radiculares de helófitos -los rizomas se registran normalmente como raíces medias- por otros característicos de terófitos, en el perfil del Caño Molina, 2º) la distribución prácticamente idéntica de raíces, en el perfil del caño Guadiamar. Tales cambios son coherentes con las consideraciones, anteriormente realizadas, sobre la evolución de otras características en dichos perfiles (materia orgánica, salinidad, color, etc.) y con las que se harán, posteriormente, con relación a la cubierta vegetal.

2.4.2.4. Clasificación.

Los perfiles de suelo estudiados -que corresponden a las unidades edáficas mayoritarias en la zona de estudio- se clasifican en el sistema de la Soil Taxonomy atendiendo a la importancia relativa de sus tres rasgos más significativos: hidromorfia (caracteres redoximórficos), salinidad y contracción-expansión (potencial y efectiva). Dado que se han definido, con más precisión, series de suelos en áreas colindantes pueden atribuirse a dichas series los pedones que exhiban las características esenciales de aquéllas. Conforme orden de prelación que otorgaba a las citadas características la Soil Taxonomy en 1.990, todos los perfiles estudiados, excepto los de la zona Norte, se incluyen en el Orden de suelos con aridez extrema, climática o fisiológica, (Aridisols), sin evolución del perfil (Orthids) e hipersalinos (Salorthids), con suficiente contenido de carbono orgánico (algunos de ellos en el límite) para ser considerados intergrados hacia los mollisoles hidromorfos (Aquolls). Los cuatro Aquollic Salorthids estudiados se identifican con otras tantas series de suelos recientemente descritas (Clemente y cols., 1.996) en la marisma salina del Parque de Doñana (series "Altura" (perfil I), "Almajar" (perfil II) y "Marisma hipersalina de Scirpus" (perfiles IV y V, si bien este último se halla en el límite con la serie "Marisma Salina de Scirpus").

Los perfiles situados al N de la zona de estudio no pueden clasificarse como salorthids: 1) el correspondiente a la zona de transición (P-III) es un vertisol crómico e hidromorfo (Aquic Chromoxerert), dada la relevancia de sus características vérticas (profundidad y amplitud de las grietas y presencia ostensible de caras de deslizamiento), que

vienen priorizadas en el sistema de clasificación con relación a la hipersalinidad (también presente en este perfil), 2) el perfil IV, lucio, carece de rasgos vérticos y de niveles de salinidad suficientes para ser incluido en cualquiera de los taxones anteriormente citados. Su escasa evolución y su fuerte carácter hidromorfo determinan su inclusión en un subgrupo de entisoles hidromorfos, ligados a ambientes sedimentarios fluviales, aunque no permanentemente reducidos (Aeric Fluvaquents). El perfil III puede ser encuadrado en la serie "Marisma escupidera" (Clemente y cols. 1.996), mientras que el perfil VI se aproxima a los de la serie "Marisma salobre de *Scirpus*" en muchas de sus características químicas y morfológicas, pero carece del horizonte orgánico -prácticamente un epipedón móllico-característico de la referida serie (y asociado a una cobertura densa de *Scirpetum maritimi*). Por tal motivo, el perfil VI pudiera pertenecer a una serie distinta, no descrita en la marisma del Parque (¿Lucio salobre?).

En lo que se refiere a la clasificación de estos suelos que se llevó a cabo en 1.970, conforme a la séptima aproximación U.S.D.A., de 1.967, (Bardají, 1.971); entendemos que la mayor parte de los perfiles y sondeos descritos correspondían a los órdenes Aridisols (zonas elevadas y muchas depresiones) y Entisols (otras depresiones) y no a los Inceptisols (depresiones) y Vertisols (elevaciones), donde fueron incluidos (quizás para acentuar su potencialidad vértica de cara a su transformación). más acertado parece el criterio de Pahaut (1.968), que situó el suelo típico de la marisma salina dentro de los Aquollic Salorthids.

2.4.3.-CONCLUSIONES.

2.4.3.1.-Relativas a las características actuales del suelo.

- En su conjunto los suelos del "Rincón del Pescador" presentan las características típicas de los suelos de la marisma salina del Guadalquivir (pesados, carbonatados y salino-sódicos) que han puesto de manifiesto numerosos estudios previos.

- Los suelos son, en general, fuertemente salinos (conductividad en el extracto de saturación superior a 16 dS/m, en el primer metro del perfil), con excepción de los de las depresiones situadas al Norte de la zona de estudio, que entran en la categoría de suelos moderadamente salinos (CEs, entre 8 y 16 dS/m). La gran mayoría de los suelos de las distintas unidades fisiográficas de la zona han de clasificarse, siguiendo el sistema de la Soil Taxonomy (1.990), como Aquollic Salorthids. Únicamente en zonas deprimidas o en zonas de transición situadas al N del área de estudio, se han encontrado vertisols (de carácter hipersalino) o entisols (moderadamente salinos).

La salinidad del conjunto del perfil observada tiene tendencia a aumentar con la elevación y en dirección Norte-Sur, en suelos de posición fisiográfica similar, si bien sería necesario completar el número de puntos de muestreo. El incremento de la salinidad con la profundidad es muy acusado, de forma más marcada en las zonas elevadas. En relación con ello, las aguas que saturan los horizontes profundos del perfil son más salinas en el Sur que en el Norte y -en una misma zona- tienden a ser más salinas en las zonas elevadas que en las depresiones. Los contenidos salinos del nivel saturado oscilan entre 20 y 102 gramos de sal por litro, en el conjunto del área objeto de estudio.

- Los valores de pH del suelo (7.4-8.3, ligera a moderadamente alcalinos) son los normales de este tipo de suelos, sin que se aprecie tendencia a la alcalinización. Lo mismo cabe decir del contenido carbonatos incorporados a la fase sólida del suelo.
- Los valores de carbono orgánico (0.4-1.9%, en la zona de influencia de las raíces) entran dentro de los rangos normales hallados en los suelos de otras zonas de la marisma no alterada, si bien tanto los suelos de las zonas más elevadas, como los de las depresiones con vegetación helófitas, presentan contenidos inferiores a los encontrados dentro del Parque Nacional en suelos de las mismas posiciones fisiográficas en los que la cubierta vegetal característica alcanzaba un desarrollo y densidad óptimos.

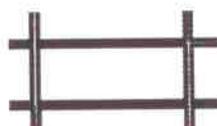
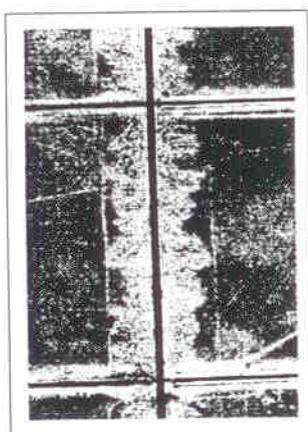
2.4.2.-Relativas a la evolución del suelo en las últimas décadas.

- El carácter puntual, en el tiempo y en el espacio, de los datos edáficos susceptibles de ser comparados (solo cuatro puntos), permite únicamente apuntar algunas tendencias en la evolución del suelo y los posibles efectos del sistema de drenaje.
- Con carácter general, se aprecia un incremento en los contenidos salinos en los horizontes medios e inferiores de los suelos (por debajo de 70 cm), excepto en el caño Guadiamar. Ello pudiera ser el resultado del incremento de la concentración de solutos en los horizontes afectados por el frente capilar, por aumento los gradientes ascendentes, profundidad de agrietamiento y una más rápida desecación del perfil, al eliminarse el agua superficial por el sistema de drenaje.

Paralelamente, se observa, con carácter general, a una desalinización superficial del suelo (0-25 cm), especialmente marcada en las zonas deprimidas afectadas por el sistema de drenaje y poco significativa en las zonas elevadas. Dado que los horizontes superficiales del suelo son los afectados por las aguas de inundación y estas últimas son evacuadas por el sistema de drenaje, cabía esperar la desalinización progresiva de los mismos en las depresiones drenadas. Tal efecto de desalinización (y desecación del perfil) se habría extendido en profundidad, y hacia las zonas elevadas, de haberse construido en su totalidad el sistema de drenaje planeado (que incluía una tupida malla de tubos de drenaje y/o zanjias a cielo abierto que desaguarían a los canales terciarios), equiparando el régimen hidrosalino del conjunto de los suelos al de las zonas más elevadas de la marisma (por drenaje de aguas superficiales y profundización del frente capilar).

- Como resultado de los fenómenos anteriormente indicados -salinización subsuperficial y desalinización superficial- las características del perfil salino en las depresiones drenadas se aproximan a las de suelos de niveles superiores de la toposecuencia de la marisma (“zonas de transición”).

- En muchos casos la malla de pequeños diques (fig.23a) que flanquea el sistema de canales retiene el agua más de lo conveniente en las zonas más elevadas, lo que altera el régimen hidrosalino natural de los horizontes superficiales. Lo anterior, unido al embalsamiento indiscriminado e irregular de agua que provoca el muro periférico en épocas de avenida (como la que precedió al presente estudio) provoca la inmersión de las zonas más elevadas y, con ello, la reversión del proceso de maduración estructural, aireación y desalinización (por la acción exclusiva del agua de lluvia) del suelo, que se produjo en los suelos de dichas zonas, como resultado del aceptable drenaje externo de las mismas en condiciones naturales.
- El efecto del conjunto de los factores anteriormente citados es la uniformización de las características superficiales de los suelos, por atenuación del gradiente ambiental, y el progresivo predominio de condiciones edáficas intermedias.
- Las restantes características del suelo estudiadas, parecen haber evolucionado de forma coherente con los factores indicados: los cambios más significativos en los valores de pH, materia orgánica, carbonatos, color, estructura y densidad radicular se observan en los horizontes superficiales de las depresiones drenadas y, en menor medida, en el pH y contenido en carbonatos de los horizontes profundos salinizados.



Detalle de foto aerea mostrando la entidad de algunos de los levées artificiales asociados a los canales. Estos crean una reticulación en el terreno que provoca una alteración de los regímenes de inundación e hidrosalino del suelo.

FIG.23a

2.5. HIDROLOGIA.

2.5.1. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL ORIGINAL

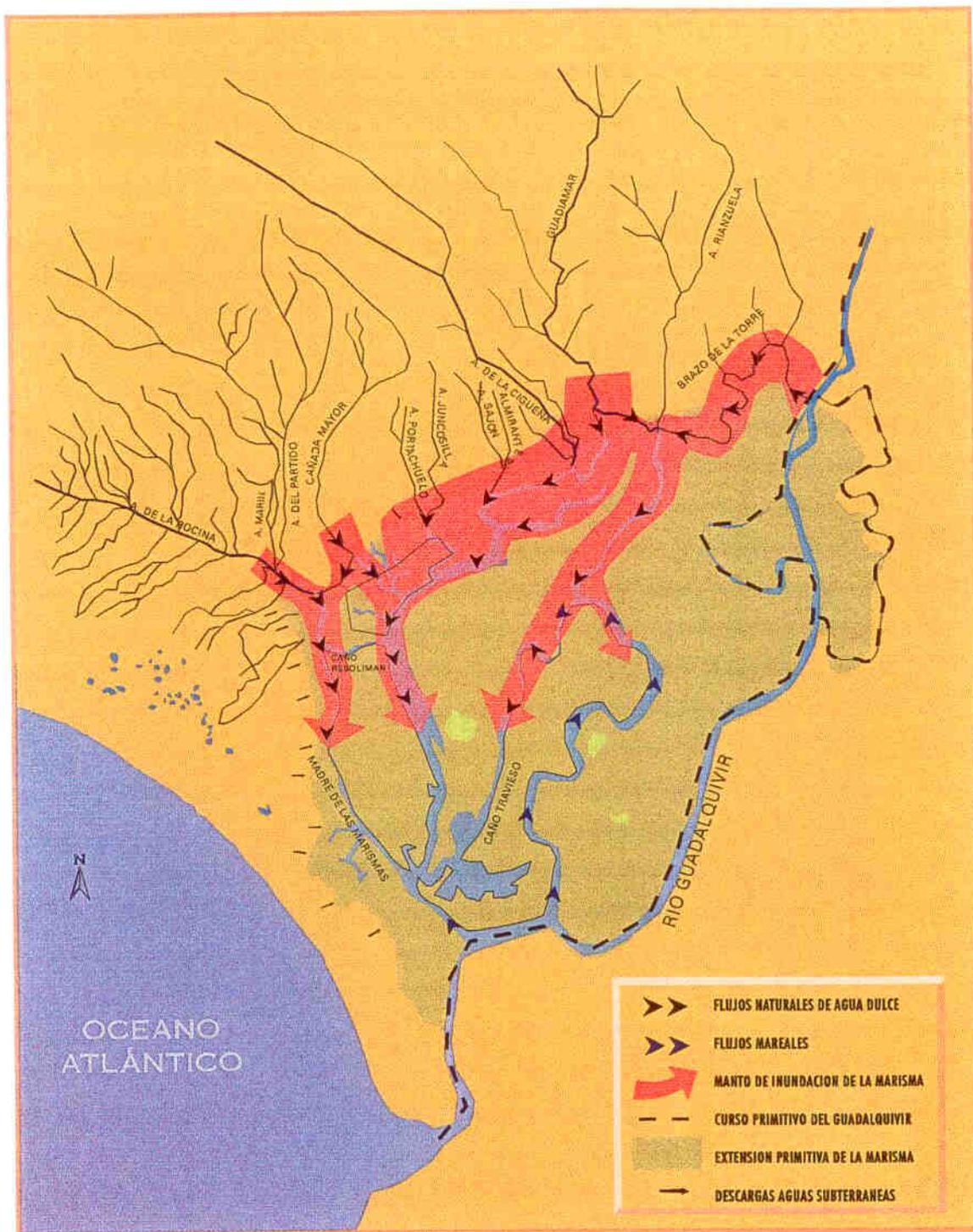
2.5.1.1. Marco comarcal.

Durante la transgresión flanderiense la elevación marina inundó los tramos bajos del Guadalquivir, Guadiamar y sus afluentes, penetrando el mar unos 100 km hacia el interior y formando un gran estuario que estaría limitado por las actuales poblaciones de Moguer, La Palma del Condado, Sevilla, Utrera y Sanlúcar de Barrameda. Su colmatación originó una extensa marisma (unas 300.000 has) que ahora se encuentra en su estadio terminal de evolución: reducida a unas 50.000 has y un estrecho estuario fluvial, el resto ha sido desecado y transformado en su mayor parte en cultivos.

Los principales caudales (fig.24) que circulaban por las marismas de la margen derecha del Guadalquivir eran el caño Guadiamar, Brazo de la Torre, caño Travieso y Madre de las Marismas. Condicionados por una escasa diferencia de nivel avanzaban en lenta circulación en sentido N-SE para acabar fusionándose y vertiendo al Guadalquivir.

El Brazo de la Torre, en la zona conocida como Vuelta de La Arena, derramaba en sus crecidas en el llamado Caño Travieso inundando las marismas de Doñana antes de desembocar en el Guadalquivir. La circulación hídrica de este caño se realizaba en una doble dirección. Por una parte, aportaba las aguas dulces procedentes de las crecidas del Brazo de la Torre. Por otra, aportaba agua salobre del río Guadalquivir procedente del ascenso mareal a través del curso inferior del Brazo de la Torre.

Una vez que las aguas inundaban la marisma, el rápido vertido hacia el Guadalquivir estaba limitado por la llamada Montaña del Río. Se trata de un levée asociado este cauce, con una altura superior a un metro, que actuaba a modo de presa solo interrumpida por algunos caños (Brenes, Buen Tiro, Figuerola) que desaguaban lentamente la marisma. Esta elevación de igual forma impedía la entrada masiva de agua salada a la marisma



**CRITERIOS Y BASES ECOLÓGICAS PARA LA
REGENERACIÓN DE LA MARISMA GALLEGA
(PARQUE NATURAL DE DOÑANA)**

TITULO			EL REGIMEN HIDRICO PRIMITIVO	
FECHA	ESCALA	Nº FIGURA		24
DICIEMBRE 1.996	10 Km			
TAP TRATAMIENTOS Y PROYECTOS MEDIOAMBIENTALES S.L.		JUNTA DE ANDALUCIA Consejería de Medio Ambiente		

2.5.1.2. Marco local

Durante el proceso de colmatación, el río Guadiamar formó, por aporte de sólidos, un pequeño delta en las tranquilas aguas del antiguo estuario, con multitud de brazos anastomosados que posteriormente derivarían en un rosario de lagunas y lucios prácticamente perdidos en la actualidad. Por su situación más interior y los aportes recibidos, predominantemente dulces, se trataba de una marisma muy productiva, poco salobre, que enlazaba al norte con el bosque en galería y la dehesa.

El río Guadiamar (fig.24), al entrar en la marisma Gallega, se dividía en varios caños desaguando normalmente hacia el Guadalquivir a través del Brazo de la Torre. En época de avenidas, rebosaba hacia el llamado Caño de Guadiamar, atravesaba las marismas de Doñana y se unía de nuevo al Guadalquivir a través del caño de Brenes. Esta marisma recibía también las aguas de una serie de arroyos procedentes de la margen derecha (fig.25). El más importante era el de la Cigüeña, que junto a otros menores como el Arroyo de La Juncosilla, el del Portachuelo, y los regajos del Almirante y del Sajón, desembocaban en el caño Guadiamar. El arroyo Cañada Mayor desaguaba indistintamente hacia el caño de Guadiamar a través de uno de sus caños tributarios de la margen derecha, y hacia el caño de la Madre de las Marismas, uniéndose con los arroyos del Partido y de La Rocina. Ambos caños principales, el de Guadiamar y el de la Madre de las Marismas quedaban conectados a través del caño de Resolimán.

Por último, señalar la descarga de agua procedente del acuífero libre superficial a través de la Vera cuyo volumen, no evaluado, pudiera ser importante. La extensión y permeabilidad de las arenas en las cuencas receptoras (fig. 10) facilitan las descargas en la Vera aunque la mayor parte se infiltra a un acuífero más profundo (fig.31).

2.5.1.3. Niveles de inundación: Cauces y flujos principales antes de las transformaciones.

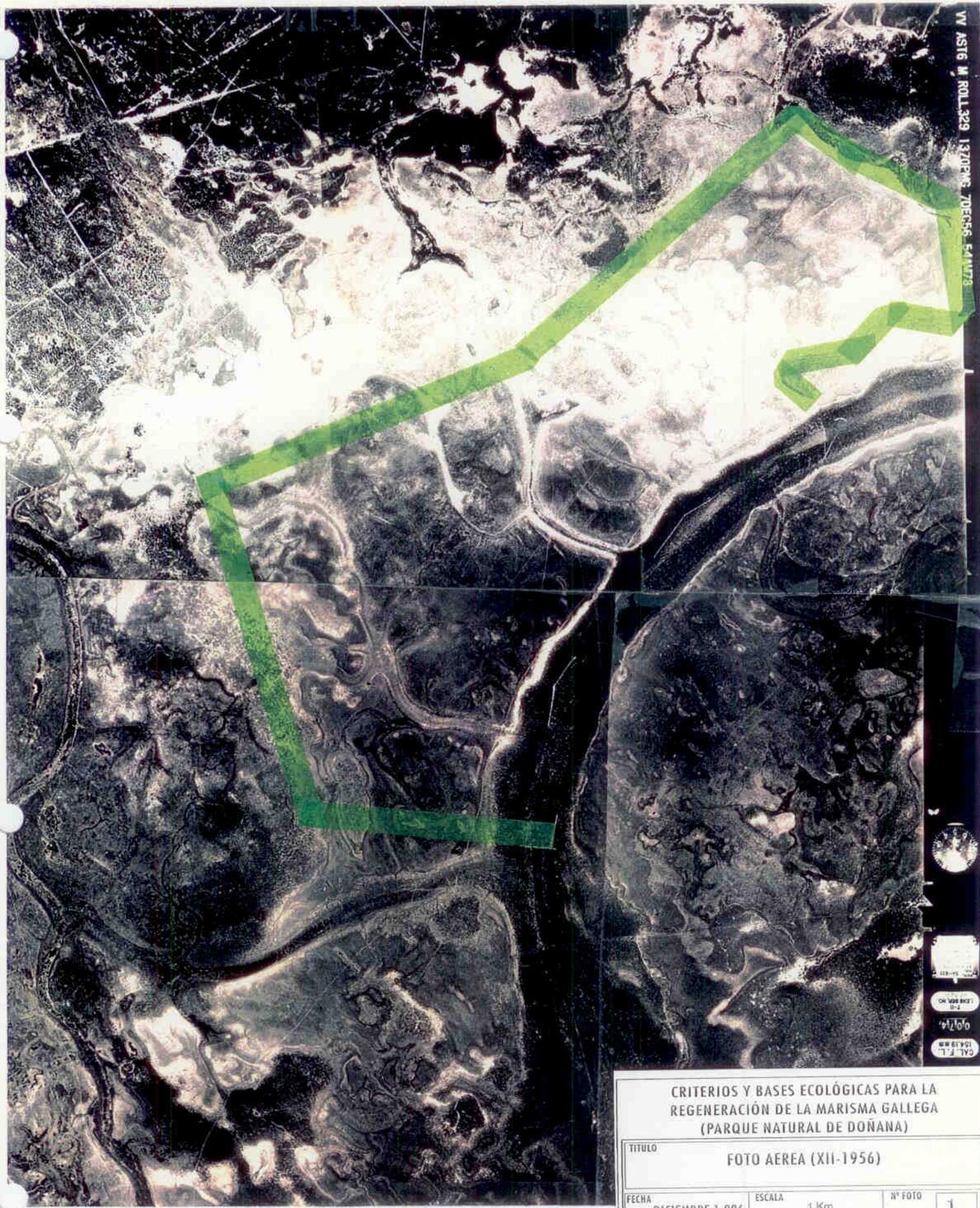
Se ha realizado una fotointerpretación de la zona a partir del vuelo de XII-1956 (E. 1:30.000). Los resultados (fig.26) también se han apoyado en el mapa de suelos elaborados por la FAO (1972) así como en posteriores imágenes aéreas (1995) y de satélite (1990). Estos últimos han aclarado numerosas dudas surgidas por el escaso relieve del área y la ausencia de agua en la foto del año 1956 (lo cual no ayuda a definir la entidad y límites de los cauces) así como el fuerte contraste de la imagen que elimina detalles, en algunos casos reveladores. No obstante, parece distinguirse la siguiente zonificación:

1.- Áreas profundas: Corresponden a los cauces principales de los distintos caños, lucios y pequeñas depresiones. Son las que antes se inundan tras las primeras lluvias ya sea por mayor impermeabilidad y drenaje de áreas próximas, algo más elevadas, o por aportes de los arroyos (de este a oeste) de Cañada Mayor, Carnicerías, Portachuelo y Juncosilla.

2.- Áreas menos profundas: Constituyen áreas asociadas a los principales cauces que se inundan antes del desbordamiento generalizado de los mismos. Son ampliaciones del mismo caño que a veces, como ocurre en Cañada Mayor, ocupan una considerable extensión. La variabilidad del caudal crea pues una diversidad de cauces con frecuencia difícil de interpretar. En la figura 27 se simula, con distintos caudales de agua, las previsibles formas del cauce del arroyo Cañada Mayor a su entrada en la marisma.

3.- Somero: Ocupa principalmente la parte septentrional del área. Son las que primero se inundan tras el desbordamiento de los caños, con un período más o menos corto pero con cierta constancia en el ciclo anual.

VV 5816 M ROLL 329 1370PM 70656-54M73

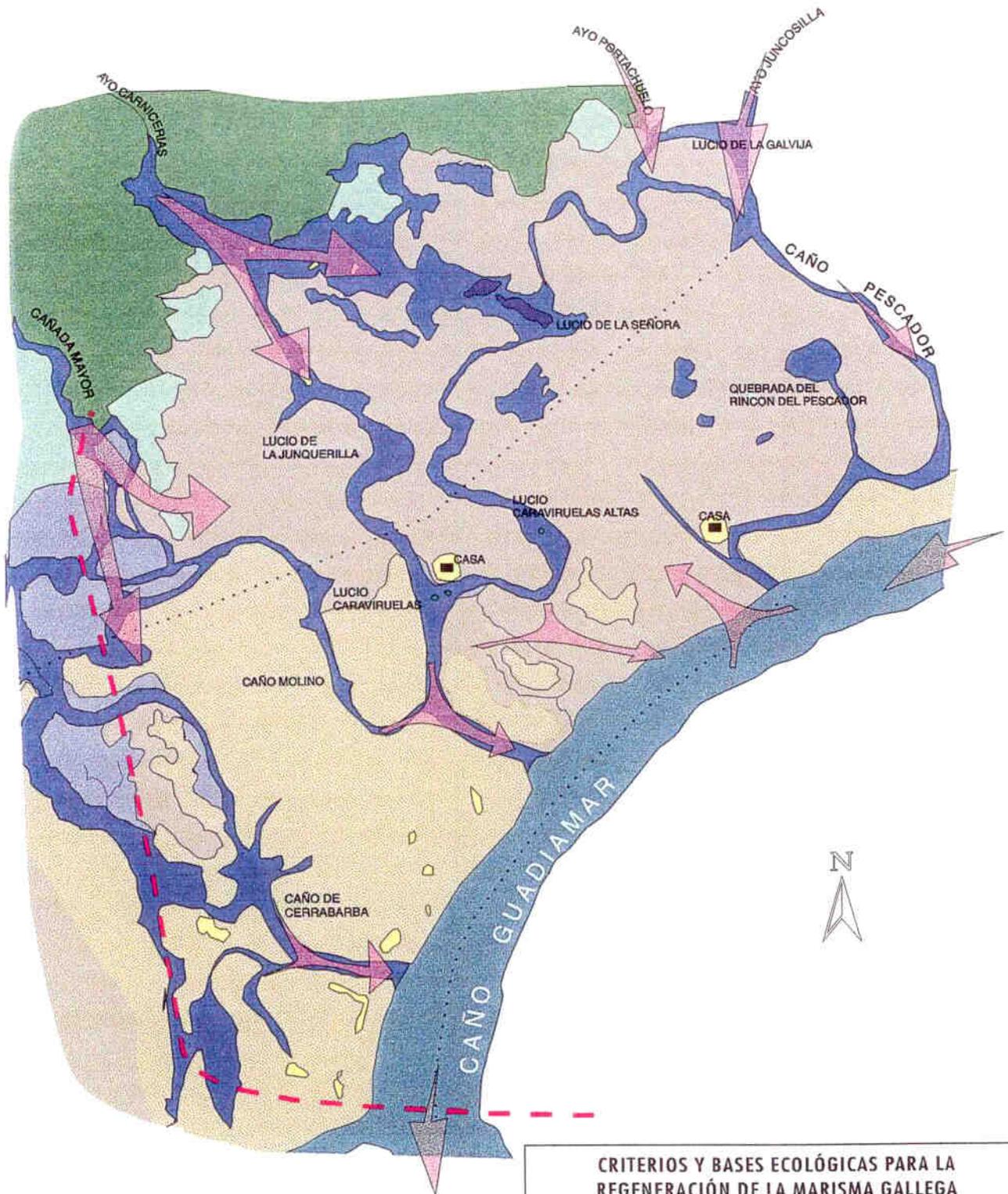


CRITERIOS Y BASES ECOLÓGICAS PARA LA
REGENERACIÓN DE LA MARISMA GALLEGA
(PARQUE NATURAL DE DOÑANA)

TITULO	FOTO AEREA (XII-1956)		
FECHA	ESCALA	Nº FOTO	
DICIEMBRE 1.996	1 Km	1	

TAP
TRATAMIENTOS Y PROYECTOS
MEDIOAMBIENTALES S.L.

 **JUNTA DE ANDALUCÍA**
Consejería de Medio Ambiente



- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| ■ Áreas profundas: Lucios y caños | ■ Emergente |
| ■ Áreas menos profundas | ■ Arenas estabilizadas |
| ■ Somero | ■ Pastizal-juncal |
| ■ Somero-emergente | ■ Caño Guadamar (profundo) |
| --- Alambrada | --- Muro FAO (no existente) |
| ➔ Manto de inundación | ● Ojos |

**CRITERIOS Y BASES ECOLÓGICAS PARA LA
REGENERACIÓN DE LA MARISMA GALLEGA
(PARQUE NATURAL DE DOÑANA)**

TÍTULO
NIVELES DE INUNDACIÓN

CAUCES Y FLUJOS PRINCIPALES
ANTES DE LAS TRANSFORMACIONES:

(Base: Fotointerpretación del vuelo de 1956, imágenes de satélite de 1990 y fotos aéreas 1995)

FECHA DICIEMBRE 1.996	ESCALA 1 Km	Nº PLANO 26
---------------------------------	----------------	-----------------------




4.- Somero/emergente: En su mayor parte localizado en la zona meridional del área. Son zonas algo más elevadas que permanece inundado solo durante el período de precipitaciones invernal. Pueden corresponder al fusionamiento de leveés asociados a los caños derivados de Cañada Mayor y Caño Guadamar.

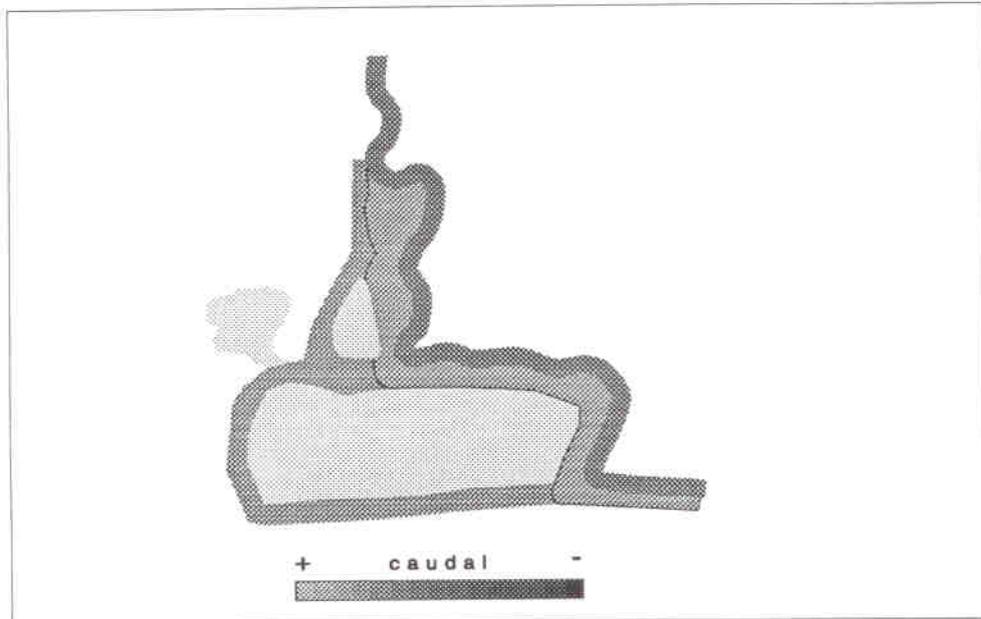


Fig.27

5.- Emergente: Corresponden a las zonas más elevadas dentro de la marisma (vetas) que rara vez llegan a inundarse. Se presentan como áreas de escasa superficie y aparecen con mayor frecuencia en la confluencia del Caño Guadamar y caños derivados de Cañada Mayor, posiblemente debido a una convergencia de los leveés asociados a estos cauces.

6.- Contactos de Vera: Se trata de superficies arenosas localizadas en la vera que debido a la constancia de su humedad, por la descarga lateral del acuífero superficial, manifiestan cierta independencia de la precipitación, presentando pastos durante gran parte del año.

A grandes rasgos se pueden distinguir tres zonas (figs. 26 y 28): una zona A formada por las arenas estabilizadas y desde la cual se producían los principales aportes de agua, especialmente de Cañada Mayor, cuando escaseaban las lluvias. El mayor parte de estos caudales se acumulaban preferentemente en área B, en su conjunto más deprimida que el área C, donde se localizan la mayoría de los lucios, caños y quebradas. En caso de inundaciones generalizadas, normalmente cortos periodos tras fuertes aguaceros, el caño Guadamar se desbordaba inundando el área B (es posible que preferentemente por la zona donde parece existir una discontinuidad del levé asociado al cauce).

Las áreas C correspondían a lugares más elevados, asociadas a los levés de los caños Molino, Cerrabarba y Guadamar (nótese la presencia de vetas en la confluencia de estos dos últimos, fig. 26), que solo se encontrarían sumergidas durante etapas cortas y tras intensas precipitaciones.

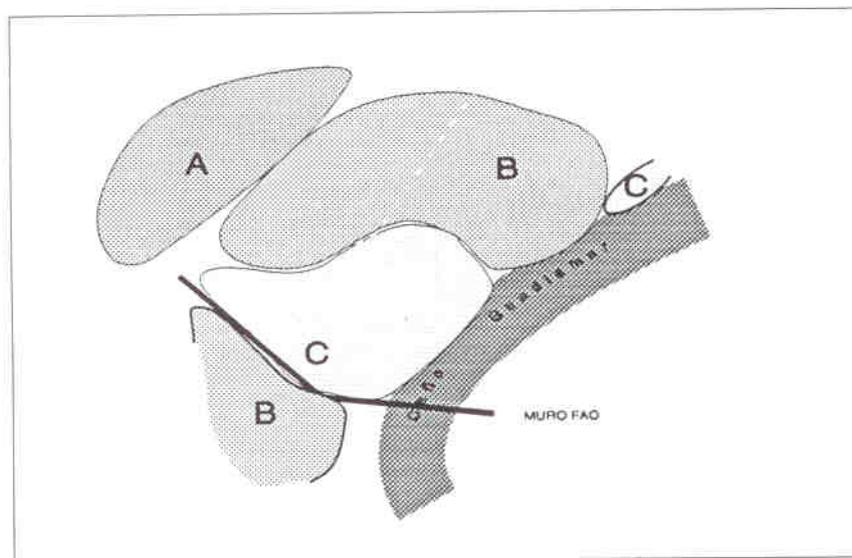


Fig. 28

2.5.2. DINÁMICA ESTACIONAL.

El proceso de llenado de la marisma comenzaba en otoño, primero mediante un encharcado progresivo de las áreas más bajas (caños, quebradas y lucios) seguido de los aporte de ríos y arroyos, que en el caso de la Marisma Gallega lo constituían la Cañada Mayor, Las Carnicerías, Portachuelo, Juncosilla, Almirante, Sajón, Cigueña y Guadiamar (Figs.25 y 26, fotos 6 - 9).

Las zonas más septentrionales se inundaban principalmente por Cañada Mayor y, en menor medida, por el arroyo de las Carnicerías además del Portachuelo y Juncosilla que se unen para formar el Caño Pescador. A esto hay que sumarle la descarga del acuífero libre de las arenas estabilizadas aunque posiblemente solo de importancia para la zona ecotónica que forma la Vera. El resto de aportes (Almirante, Sajón, Cigueña y Guadiamar) se canalizaban a través del Caño Guadiamar (fig. 25) desbordando hacia el sector solo tras periodos de altas precipitaciones, normalmente en época invernal (Medina, com. pers.).

Por lo general, conforme avanzaba el invierno, los caños no eran capaces de avenar los caudales recibidos y había un desbordamiento progresivo que se llevaba a una inundación generalizada de la marisma. La evolución de los niveles hídricos que se alcanzaban se relacionaban con la precipitación, pero no solo con el registro cuantitativo sino también con su intensidad por unidad de tiempo.

A principios de primavera se produce un equilibrio entre las aportaciones (lluvia y escorrentía) y las pérdidas (evapotranspiración y drenaje hacia el caño Guadiamar, y éste hacia el Guadalquivir). Conforme se aproximaba el verano, la evapotranspiración (fig.8) aumenta en gran manera como consecuencia del aumento de las temperaturas, producción vegetal e influencia de los vientos lo que, en su conjunto, llevaba a la desecación total de la marisma en el mes de Julio-Agosto. A destacar, localmente, el lucio de La Señora que debido a su mayor profundidad era el último en secarse. Solo los Ojos localizados en los lucios de Caravirueta y Caravirueta Alta permanecían con agua durante la época estival sirviendo de abrevadero para el ganado (Medina, com.pers.).

A comienzos de los años 70, el régimen hídrico de la zona todavía presentaba la secuencia característica de las áreas de marismas, con un ciclo alternativo de inundación-deseccación. Aquí ya, al estar aislada esta marisma por el sur y el este (muro FAO), los aportes hídricos básicamente procedían de las precipitaciones directas y de los aportes externos de los arroyos que desaguaban a la marisma por el norte. El más importante de todos era el Arroyo de la Cigüeña. Con la llegada de la estación lluviosa, entre los meses de octubre-noviembre, el suelo se iba inundando, subiendo al mismo ritmo el nivel freático. Una vez alcanzada la saturación, dicho nivel se situaba alrededor de la cota media del terreno estimada en 2,15 m. (FAO,1972), permaneciendo inundado durante la estación húmeda exceptuando las zonas más altas que solo lo estaban durante un corto período tras las avenidas. De abril a junio, el nivel del agua bajaba paulatinamente a consecuencia de la evaporación.

En síntesis, aproximadamente, la mitad de la zona (entre las cotas 2,15-2,30 m.) permanecía inundada durante al menos 4 meses y durante otros 4 meses, el nivel freático se encontraba bastante alto, a menos de 70 cms de profundidad. Al llegar la estación seca, entre julio y septiembre, la zona prácticamente se secaba y el nivel freático descendía por debajo de la cota mínima de 1,70 m. (FAO, 1972).

2.5.3. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL ACTUAL.

2.5.3.1. Cauces Aportantes

La situación actual tras los diversos proyectos de transformación ensayados en el área (ver capítulo 3) es la un aislamiento general de la Marisma Gallega de Hinojos mediante el desvío de los principales cauces aportantes originales. Así, el río Guadiamar y el arroyo de la Cigüeña fueron encauzados y desviados hacia el Brazo de la Torre. El descabezamiento del caño Guadiamar le privó de los aportes de los arroyos Almirante y Sajón. Finalmente, la construcción del muro de la FAO supuso el desvío de las aguas provenientes del arroyo Cañada Mayor.

Las superficies de las cuencas y aportaciones de los principales cauces próximos al área considerada vienen recogidos en la siguiente tabla:

TABLA II

IMPORTANCIA DE LOS APORTES DE LAS DISTINTAS CUENCAS VERTIENTES EN EL
AREA

Cauce	Superficie Cuenca (km ²)	Aportación (Hm ³ /a)	Caudal de avenida m ³ /s
La Rocina	370	45	155
Partido	252	30	89
Cañada Mayor ⁽¹⁾	105	8	18
Las Carnicerías ^(1,2)	7 ^{***}	0.7 ^{**}	--
Portachuelo ^(1,2)	16	1,5	3
Juncosilla ^(1,2)	18,9	2	4
Almirante y Sajón ^(1,2)	26	2,7 ^{**}	--
Cigueña ⁽¹⁾	162	16.7 ^{**}	--
Guadamar ⁽¹⁾	1.280	325 [*] 132,2 ^{**}	--

(CHG 1993, FAO1972)

*Aportación en el inicio de su encauzamiento tras las lluvias de diciembre de 1989 (Bayán Jardín y Dolz Ripollés, 1995)

** Estimadas según la media de la relación Aportación/Superficie Cuenca obtenida para los arroyos Rocina, El Partido, Cañada Mayor, Portachuelo y Juncosilla

*** Cálculo aproximativo

(1) Cuencas originalmente aportantes a la Marisma Gallega.

(2) Cuencas actualmente aportantes

Los aportes actuales quedan relegados a los arroyos de La Juncosilla, del Portachuelo y de las Carnicerías (este último no evaluado pero que podría cifrarse en un

FOTO 6



FOTO 7



El río Guadamar (arriba dcha), junto con el arroyo de la Cigüeña (arriba izda), constituía el principal cauce aportante a estas marismas y resulta hoy una de las principales opciones para su regeneración. Abajo, aspecto del arroyo Sajón (izda) y de las Carnicerías (dcha) a su entrada en la marisma, este último uno de los principales aportantes en la actualidad.



FOTO 8



FOTO 9

mínimo de 1 Hm³/a), además de las descargas a través de la Vera y las recibidas por precipitación directa.

De la tabla anterior se infiere que de una potencial¹ aportación original, excluyendo la precipitación directa y otras contribuciones (Vera), en torno a los 181 Hm³/año se haya pasado después de las transformaciones a apenas 4,5 Hm³/año. Si consideramos que la superficie del área de estudio (1550 has) recibe una aportación media derivada de la precipitación (590 mm/año) cifrada en unos 9,145 Hm³/año tenemos que la aportación fluvial no llegaría a suponer más del 50% de la precipitación directa. La proporción debe ser considerablemente inferior por cuanto este agua se reparte y concentra primeramente en los lucios localizados en Coto del Rey (fig. 26), quedando un caudal posiblemente muy disminuido para la zona considerada.

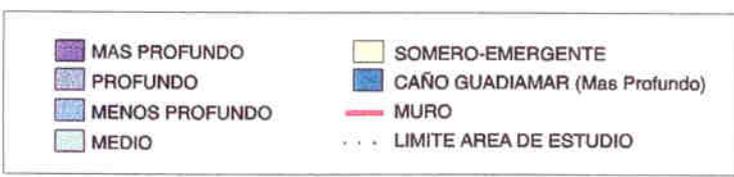
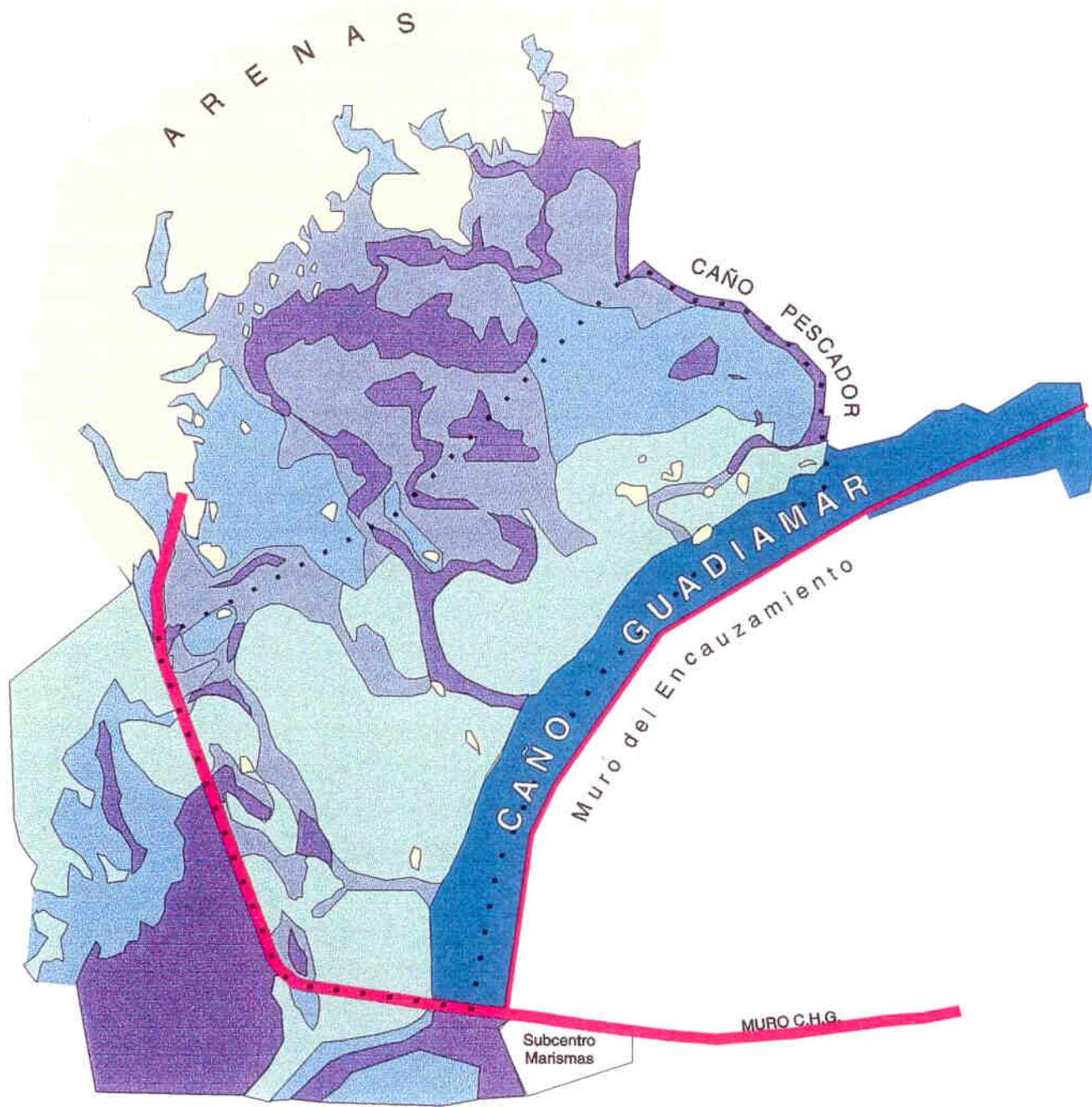
2.5.3.2. Niveles de Inundación Actuales.

La figura 29, realizada a partir de las imágenes de satélite del II/90 y V/90, muestra los niveles de inundación a los que se encuentra sometidas las distintas zonas de la marisma Gallega. No se han representado las elevaciones artificiales (por acúmulo de tierras al construir los canales de drenaje) ni los canales artificiales.

Se han diferenciado 5 niveles (más el caño Guadiamar), estos son:

- a) Áreas emergidas con encharcamiento muy somero, incluyendo zonas de contacto con ecosistemas dunares periféricos y elevaciones internas (vetas y paciles)
- b) Áreas de encharcamiento medio. Corresponde a una franja paralela a la orilla de caño Guadiamar. Posiblemente corresponda a un leveé ligeramente más elevado y con una anchura entre 0,5-1 km. Aparece disectado por la primitiva red de caños secundarios tributarios al Guadiamar (también, y de forma más acusada, por la red de drenaje).

¹Debe tenerse en cuenta que los aportes reales sería inferiores por cuanto parte de las aguas del río Guadiamar pasaban al Brazo de la Torre.



**CRITERIOS Y BASES ECOLÓGICAS PARA LA
REGENERACIÓN DE LA MARISMA GALLEGA
(PARQUE NATURAL DE DOÑANA)**

TITULO
NIVELES DE INUNDACIÓN ACTUALES
(A partir de fotointerpretación de imágenes de satélite del 2/90 y 5/90)

FECHA DICIEMBRE 1.996	ESCALA 1 Km	Nº FIGURA 29
---------------------------------	----------------	------------------------



TRATAMIENTOS Y PROYECTOS
MEDIOAMBIENTALES S.L.

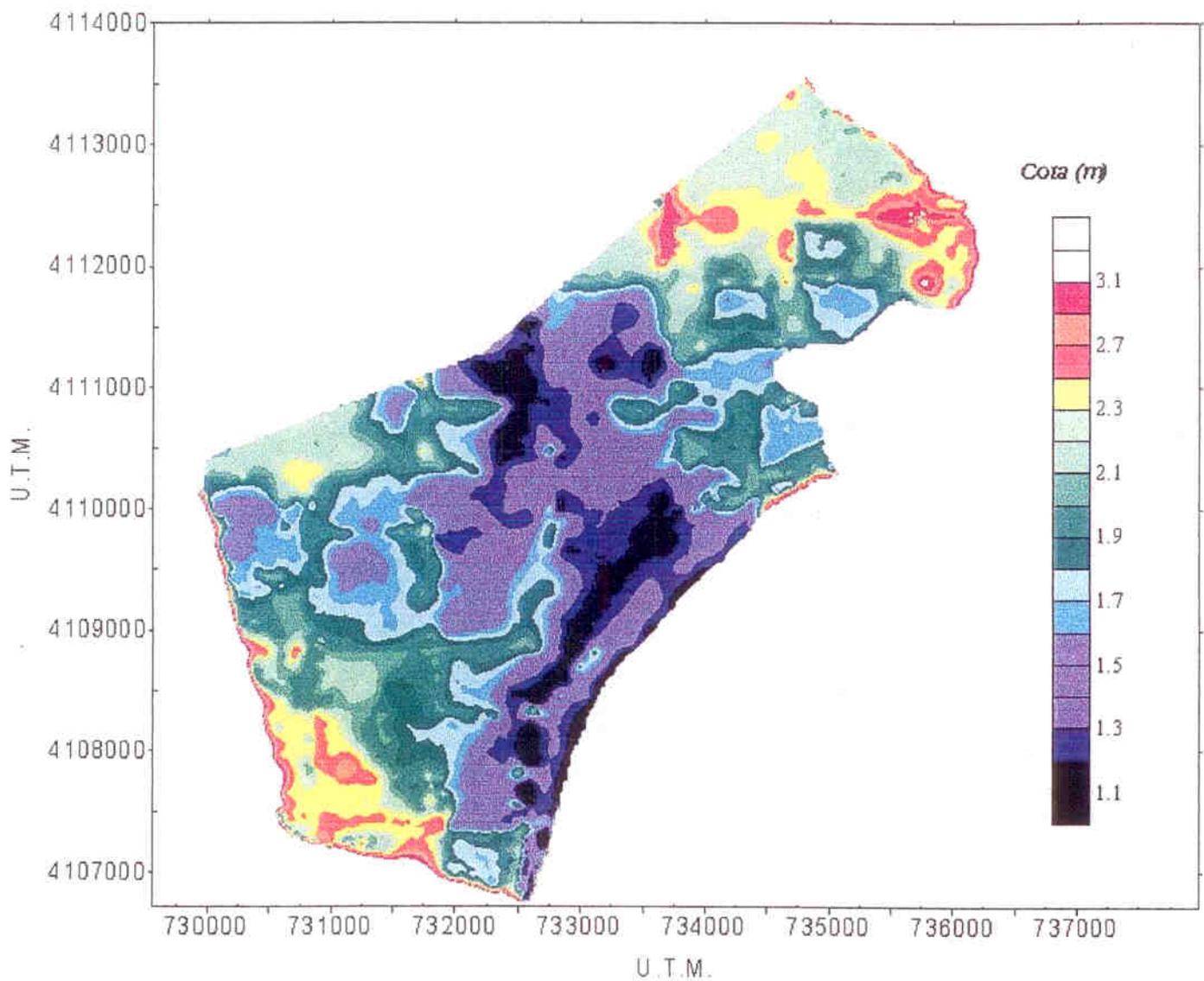


JUNTA DE ANDALUCIA
Consejería de Medio Ambiente

- c) Areas de inundación “menos profunda”: Corresponde a niveles topográficos intermedios a veces asociados a zonas inferiores de los leveés o bien prolongaciones de medios arenosos periféricos.
- D) Nivel Profundo: Se incluyen áreas deprimidas que a modo de cubeta predomina en terrenos intercalados entre áreas perimarismas y leveés del caño Guadamar. También pertenecen a esta unidad el caño Guadamar, así como los principales caños secundarios.
- E) Nivel “Más Profundo”: podría considerarse subunidad del nivel “Profundo”. Se incluyen aquí las áreas más deprimidas donde el agua se concentra y acumula, siendo las últimas aguas en evaporarse

De la observación de la figura 29 puede deducirse que aunque los patrones generales de inundación se mantienen en la actualidad (a grandes rasgos se siguen distinguiendo tres grandes bandas: lucios, área de vetas y paciles y caño Guadamar) se detecta una progresiva pérdida de funcionalidad de los caños Cerrabarba, Molino y Pescador. La causa hay que buscarla en la menor circulación del agua por la pérdida o disminución de los aportes y de los flujos de agua por sus cauces originales (derivada del efecto de la red de drenaje establecida).

La figura 29a visualiza la topografía del área de estudio y ha sido realizada según datos de COPT (1989) y MOPU (1986). Comparándola con la elaborada a partir de la fotointerpretación de las imágenes de satélite se detectan diferencias importantes en las isolíneas que podrían ser atribuidas, entre otras posibles razones, a que: 1) la toma de datos de forma regular no permite apreciar pequeños desniveles entre puntos de muestreo (que pueden condicionar la dirección y flujo de las aguas) cerrando isolíneas de forma equívoca y 2) zonas relativamente altas pero mal drenadas pueden mantener más tiempo el agua que otras de cota menor pero con mejor drenaje. Todo ello nos demuestra una vez más la sutileza y complejidad de los procesos en la marisma.



**CRITERIOS Y BASES ECOLÓGICAS PARA LA
REGENERACIÓN DE LA MARISMA GALLEGA
(PARQUE NATURAL DE DOÑANA)**

TÍTULO **TOPOGRAFIA DEL AREA DE ESTUDIO**
(datos COPT, 1989)

FECHA **DICIEMBRE 1.996** ESCALA N° FIGURA **29 a**

**TRATAMIENTOS Y PROYECTOS
MEDIOAMBIENTALES S.L.** **JUNTA DE ANDALUCIA**
Consejería de Medio Ambiente

A nivel de detalle, y referidos al caño Guadamar, el primitivo cauce se encuentra actualmente segmentado longitudinalmente por un canal primario -en cuyas márgenes los materiales extraídos forman una especie de levée discontinuo (fig.47-9)- y parcialmente segmentado, transversalmente, por canales de drenaje (y sus diques asociados), más profusamente en su margen norte (foto 2). Tales canales, tanto terciarios como secundarios, penetran hasta el centro del antiguo Caño, donde se unen al canal primario central. Dicha compartimentación modifica significativamente la circulación de agua en el conjunto del cauce y segmenta el agua de inundación en recintos, tanto más independientes cuanto menor es el espesor de la lámina de agua. Asimismo, el efecto de los canales de drenaje que penetran en el antiguo cauce, se deja sentir en la persistencia de la lámina de agua de las porciones del caño que recorren y drenan (fotos 12 y 13). En la margen sur del canal primario -en rigor, fuera del área de estudio- la compartimentación es mucho menos acusada (cuatro compartimentos, frente a ocho, fig.40).

A las transformaciones anteriores, hay que añadir los grandes diques o muros (fig.46-5/9/10/11/12), en todo el flanco sur y en los extremos SW y NE, que independizan totalmente la porción del caño Guadamar incluida en la zona (salvo los intercambios de agua que, periódicamente, se permiten a través de la compuerta).

El lecho original del caño Guadamar se sitúa en su mayor parte entre las cotas 1.1 y 1.6, si bien es difícil separar con precisión el suelo original del cauce y el de las microdepressiones creadas durante las obras de transformación (construcción de muros, etc). Los acúmulos de materiales que flanquean el canal primario, extraídos durante su excavación, forman una sucesión más o menos continua de montículos, ligeramente elevados sobre el fondo del antiguo cauce. La profundidad del encauzamiento (de 30 metros de anchura) llega a superar los 2,5 metros.

2.5.3.3. Características de las Aguas de Inundación y Subsuperficiales.

■ Marco Comarcal

En lo que se refiere a las características salinas de las **aguas intersticiales**, que saturan los horizontes inferiores del suelo (“aguas freáticas”, en la terminología edafológica al uso), se ha detectado en la marisma de Doñana un gradiente de salinidad y sodicidad, con dirección predominante NW-SE. Tal gradiente general se modifica localmente en razón de la microtopografía y régimen hidrológico del punto (valores generalmente más altos en bancos arcillosos que en depresiones). En la marisma de Doñana, los contenidos salinos del agua de saturación subsuperficial, en la estación seca, oscilan entre 5-10 gr/l, en la zona NW, y los 150-180 gr/l, que se han llegado a medir en SE de la misma. Los valores de la relación de adsorción de sodio oscilaron entre 10 y 110 (mmol/l)^{0.5}, mientras que los de pH variaron entre 8.1 y 7.0, en los extremos antes indicados (IRNAS, datos no publicados, correspondientes al periodo 1.985-1.988). IRYDA (1.976) cita contenidos salinos de hasta 200gr/l, casi seis veces la del agua marina, en aguas procedentes del límite superior del nivel saturado de la marisma.

Bardají (1971), recogido en F.A.O. (1972), resumió la evolución estacional de los rangos de conductividad eléctrica y de profundidad del nivel saturado, en la zona de estudio, en el siguiente cuadro:

	Primavera (1/4)	Verano (1/7)	Otoño (1/10)	Invierno (1/1)
C. E. (dS/m)	35-80	40-110	60-125	40-120
Profundidad (cm)	0-20	60-80	90-130	10-100

F.A.O. (1973), establece un valor medio de 80 dS/m (unos 70 gr/l) para la salinidad del agua freática en la finca piloto de marismas, al sur de la zona de estudio, para el periodo 1.970 a 1.972. Los valores medidos durante dicho periodo oscilaron entre 70 y 120 dS/m, en bancos, y entre 40 y 90 dS/m en el Caño Guadiamar. Los valores mínimos de salinidad del agua freática se alcanzaron al principio de la primavera y los máximos a inicios de otoño. El pH del agua intersticial, en la zona saturada, se mantuvo en el intervalo ligera a

moderadamente alcalino (7,5-8,5), superándose sólo en contados casos el valor máximo indicado.

Los datos disponibles sobre características de las **aguas de inundación** (Montes y cols. 1.982; Tenajas 1.984; IRNAS, datos no publicados), dan cuenta de un gradiente geográfico de salinidad (y sodicidad) en el agua que inunda la marisma (con direcciones predominantes NW-SE y W-E), el cual se acentúa a medida que progresa la desecación de la misma. En términos generales, las aguas de inundación son tanto más salinas y cloruradas-sódicas cuanto más alejadas se encuentren de los aportes de agua dulce de las arenas. En una zona y momento dados, las aguas someras y/o aisladas suelen presentar mayores contenidos salinos que las más profundas y/o circulantes.

Para el conjunto de la marisma de Doñana y su entorno, Tenajas (1.984) encontró aguas de salinidad variable entre 0,5 y 16 dS/m, en abril de 1.984, y entre 4 y 30 dS/m, en junio del mismo año, existiendo una clara correlación entre la conductividad eléctrica y los contenidos de cloruro y sodio, así como entre la conductividad y las ratio Na/Ca y Mg/Ca. A medida que crece la salinidad aumenta el predominio de los iones sodio y magnesio, con relación al calcio y anión cloruro frente al bicarbonato. Las muestras correspondientes a la zona objeto de estudio y proximidades dieron valores de conductividad entre 8 y 12 dS/m (5-8 gr/l, aproximadamente), en abril de 1.984, y entre 16 y 18 dS/m (11-12 gr/l), en junio de 1.984. Los valores de pH oscilaron entre 7.1 y 8.9 en los mismos puntos y periodo, correlacionándose negativamente con los contenidos de bicarbonatos (alcalinidad) de las aguas. Los rangos generales de valores de conductividad y pH, para las distintas unidades de la marisma de Doñana, fueron los siguientes:

UNIDAD	ABRIL 1.994			JUNIO 1.994		
	C.E. (dS/m)	Tipo	pH	C.E. (dS/m)	Tipo	pH
Marisma dulce*	0.5-2.0	dulce-oligosalina	6.8-8.2	3.7-6.2	oligosalina	7.5-7.7
Marisma salobre	3.5-6.0	oligosalina	7.3-9.1	7.3-8.1	oligomesosalina	7.6-8.0
Marisma salada	8 -16	mesosalina	7.1-9.9	10-30	meso(poli)salina	7.8-9.2

*incluye arroyos (Datos de Tenajas, 1.984).

Los rangos de valores de los parámetros estudiados y las conclusiones generales del trabajo son esencialmente concordantes con las aportadas por otros trabajos previos que abordan, con mayor o menor extensión, las características de las aguas superficiales de las marismas del Parque (Herteaux, 1.973; Aguilar-Amat, 1.980; Furest y Toja, 1.981).

Montes y cols. (1982a, b) estudiaron las aguas superficiales de dos depresiones de la marisma salina del Parque (caño Travieso, lucio del Aro), en el ciclo 1.977-78, registrando valores de salinidad (TSD) entre 3,3 y 38,2 gr/l, en el caño, y entre 2 y 56,5 gr/l, en el lucio. Los valores mínimos correspondieron a diciembre y enero y los máximos al mes de julio. La salinidad, expresada como TSD, se correlacionó positiva y significativamente el contenido en cloruros y negativamente, con la profundidad de la lámina de agua. Los valores de pH oscilaron entre 9.2 y 9.7, en abril. y entre 7.1 y 7.9, en julio de 1.978, presentando dicha variable una correlación significativa y negativa con la reserva alcalina de las aguas y positiva con los contenidos de clorofila (que relacionaron con la actividad fotosintética de las algas).

En la primavera de 1986 y 1.987, la profundidad, salinidad y pH del agua superficial, en distintas unidades de la marisma salina (NE del Parque Nacional), alcanzaron los siguientes valores:

	Marzo 1.986			Abril 1.987		
	C.E. (dS/m)	pH	prof. (cm)	C.E. (dS/m)	pH	prof. (cm)
Caño	7.9	7.7	30	17.9 - 18.1	8.2 - 8.4	26 - 31
Lucio	5.5 - 6.0	7.9 - 8.0	26 - 38	13.0 - 13.2	8.4 - 8.7	28 - 35
Quebrada	5.1 - 5.8	8.3 - 8.8	9 - 10	13.1 - 13.7	8.5 - 9.3	14 - 17
Almajares	3.5 - 4.8	9.1 - 9.3	1 - 3	13.7 - 15.4	8.2 - 9.6	5 - 8

Tales datos (IRNAS, no publicados) son demostrativos de la alta variabilidad espacial y temporal de las características de las aguas superficiales de la marisma salina y de la dificultad de establecer relaciones generales entre parámetros tales como salinidad y profundidad de la lámina de agua.

■ Marco Local

La figura 17 muestra los puntos de muestreo de aguas. En la tabla 3 (anexo), se recogen datos de salinidad de aguas superficiales obtenidos durante la primavera y verano de 1.996. El pH de las aguas fue medido únicamente en la última campaña (agosto de 1.996), oscilando entre 8.7 y 9.7, sin relación apreciable con el tipo de canal muestreado o con la salinidad de la muestra.

En general, los valores de salinidad de las aguas son muy inferiores a los medidos en las depresiones naturales de la marisma salina del Parque en la misma época del año (Montes, 1.982 a,b; Tenajas, 1.984; IRNAS 1986-87) y a los que registró Tenajas (1984) en el canal de drenaje periférico de la zona, en abril y junio de 1.984. La salinidad de las aguas superficiales, en todo el periodo de muestro (finales de mayo a mediados de agosto de 1.996) ha oscilado entre 1.2 y 7.6 dS/m, lo que permite tipificar el conjunto de las aguas superficiales de la zona como oligosalinas (Cowardin y cols., 1.979).

A título de ejemplo, en junio de 1.984, se midieron en el canal periférico -paralelo a muro que limita la zona por el Sur- salinidades de 16-18 dS/m (11-12 gr/l), mientras que en junio de 1.996 el agua del mismo canal presentaba un contenido de sales diez veces inferior (en torno a 1.2 gr/l) y dos veces inferior al que presentaba el agua el agua del canal gemelo, paralelo al mismo muro, situado dentro del Parque Nacional (2.5 gr/l).

En el contexto general de la marisma, los valores obtenidos son más propios de aguas primaverales de la marisma salobre que de aguas veraniegas de la marisma salina. Dado el inicio tardío del muestreo, es muy probable parte algunas de las aguas de la zona pudieran haberse clasificado como dulces (C.E. < 0.8 dS/m) en los meses de mayor inundación. La evolución de la profundidad de la lámina de agua -con relación a la cota de desague (base de las compuerta del Guadiamar)- y la salinidad del agua, en la lámina de agua en retracción, evolucionó conforme al cuadro siguiente:

Profundidad lámina (cm.)	Fecha 1996	Salinidad (gr./l.)
28	29-V	1.8
15.5	7-VI	1.8
10	13-VI	-
-3	27-VI	2.8
-22	25-VII	2.9
-27	9-VIII	3.0

Aunque se trata de medidas puntuales, los datos anteriores parecen indicar que los descensos de la lámina de agua tienen un impacto significativo en la salinidad del canal primario cuando el sistema de drenaje ha incorporado las sales acumuladas en las depresiones naturales (y éstas se han difundido hasta el extremo sur del canal primario, donde se efectuaron las medidas). Una vez que se ha producido la total desconexión de las depresiones naturales del sistema de drenaje (por desecación de las mismas) la superficie inundada, y de evaporación, es escasa y la pérdida de un espesor de lámina de agua similar ocasiona sólo pequeños cambios de salinidad, con relación al que se produce en la fase final de desecación de las depresiones naturales. O sea, el impacto de la pérdida de espesor de lámina de agua en la salinidad del sistema de drenaje es más elevado durante las últimas etapas de la desecación de las depresiones naturales, cuando pequeños descensos de lámina determinan fuertes descensos de la superficie anegada y la concentración de las sales movilizadas en toda el área en volúmenes de agua comparativamente pequeños. Cuando estas últimas aguas se incorporan al sistema de drenaje, se produce un incremento apreciable de salinidad (casi se duplica en 15-20 días), cambio que posteriormente se amortigua, dada la escasa relación superficie de evaporación-volumen del sistema de drenaje. Lógicamente, la fuerte evaporación que comporta la climatología estival de la zona determina que las aguas del sistema de drenaje continúen concentrándose hasta las lluvias del otoño (17 dS/m en el canal primario, en noviembre de 1.996, lo que significa un contenido de sales solubles casi cuatro veces superior al estimado a principios de agosto y casi 10 veces superior al registrado a fines de mayo). A pesar de todo, la salinidad de dichas aguas es comparable, o inferiores, a la medidas a principios del verano en caños y lucios de la marisma (Tenajas,

1.984) y muy inferior a la encontrada, avanzado el verano, en el agua remanente en las depresiones naturales de la marisma salina o en la laguna de Medina (Montes y cols., 1.982).

Conforme a los (limitados) datos de pH obtenidos en agosto de 1.996, las aguas superficiales presentan valores de pH elevados, similares a los obtenidos en otros estudios (véase apartado 2.4.2.2.). Hay que hacer notar, que valores de pH de tal magnitud son más propios de las aguas primaverales de la marisma salobre y salina, que de las aguas de verano. Los valores obtenidos durante en verano por otros autores en dichas zonas suelen ser muy inferiores a los medidos en el presente trabajo (Montes y cols. 1982; Tenajas, 1.984).

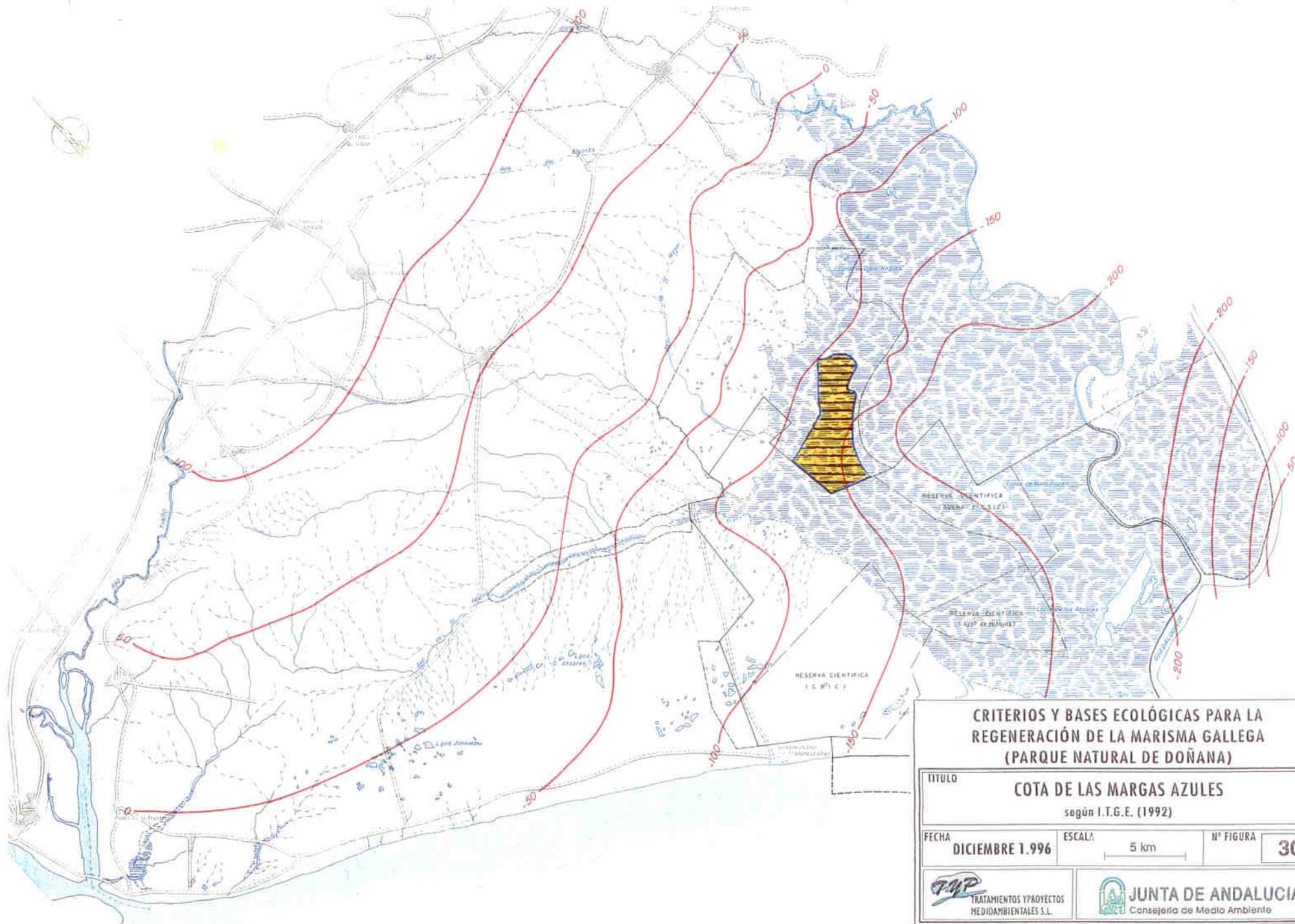
2.5.4. HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

2.5.4.1. Acuíferos

El acuífero de la zona Almonte-Marismas, denominado acuífero 27 y más recientemente acuífero 05.51 (+04-14) se extiende por una superficie entre 2.500 km² (IGME, 1982) y 3.500 km² (Custodio y Palancar, 1995).

La base del acuífero es la capa impermeable de margas depositadas en el Mioceno. Esta aflora (fig.30) aproximadamente a nivel de la autovía Sevilla-Huelva (a unos 100 m.s.n.m.) y se hunde progresivamente hacia el sur hasta situarse a una cota de unos 200 m. bajo el nivel del mar, formando dos suaves vaguadas localizadas bajo los arroyos de la Rocina y Guadamar (ITGE, 1992). Sobre esta capa (fig.31) se han depositado, en distintos períodos de regresión y transgresión marina, distintas capas permeables (primero capas variables de aluviones y materiales groseros seguidas por arenas fluviales y fluviomarinas y posteriormente arenas fluvioeólicas) entre la que se encuentran lentejones menos permeables, aunque parecen tener poca continuidad lateral (C.H.G.,1993). El sector más oriental presenta un hundimiento tectónico, de 50 a 150m, que se ha ido rellenando por aportes recientes en los que son predominantes (en los 50m superiores) la arcilla y materia orgánica (Custodio y Palancar, 1995).

A grandes rasgos se identifica pues la existencia de un *acuífero freático* en las arenas que actúa de impluvio a la recarga de la lluvia, y un *acuífero cautivo* bajo los materiales de baja permeabilidad de las Marismas el cual se alimenta de forma lateral a partir del anterior (fig.31). La recarga por precipitación de las arenas (fig. 10) del área del Abalarío (arenas eólicas y dunas antiguas con máxima infiltración) y al norte del Rocío (arenas Pliocuaternarias con tasas medias de infiltración) origina un domo piezométrico de modo que el agua subterránea fluye (fig.32) hacia el arroyo de la Rocina y otros arroyos como el del Partido y Cañada Mayor así como la Vera donde aporta una humedad constante (Custodio y Palancar, 1995).



**CRITERIOS Y BASES ECOLÓGICAS PARA LA
REGENERACIÓN DE LA MARISMA GALLEGA
(PARQUE NATURAL DE DOÑANA)**

TÍTULO
COTA DE LAS MARGAS AZULES
según I.T.G.E. (1992)

FECHA
DICIEMBRE 1.996

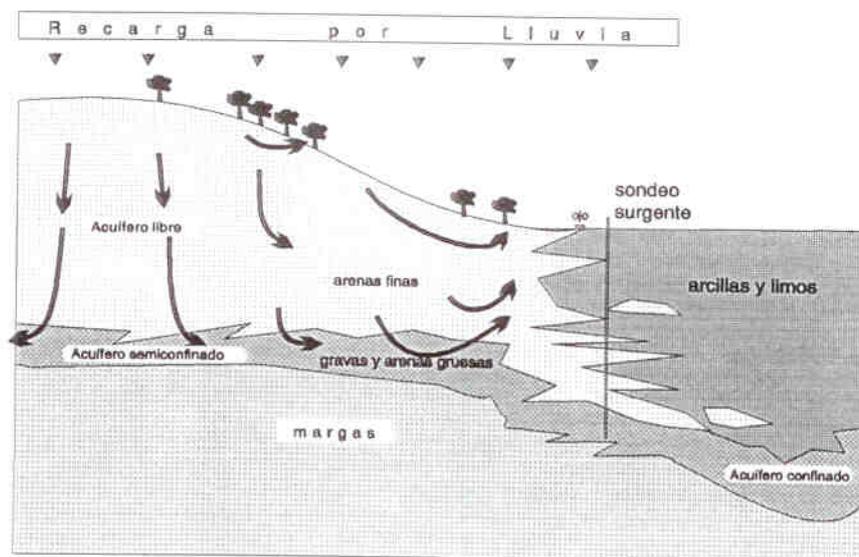
ESCALA
5 km

Nº FIGURA
30

FAP
TRATAMIENTOS Y PROYECTOS
MEDIOAMBIENTALES S.L.

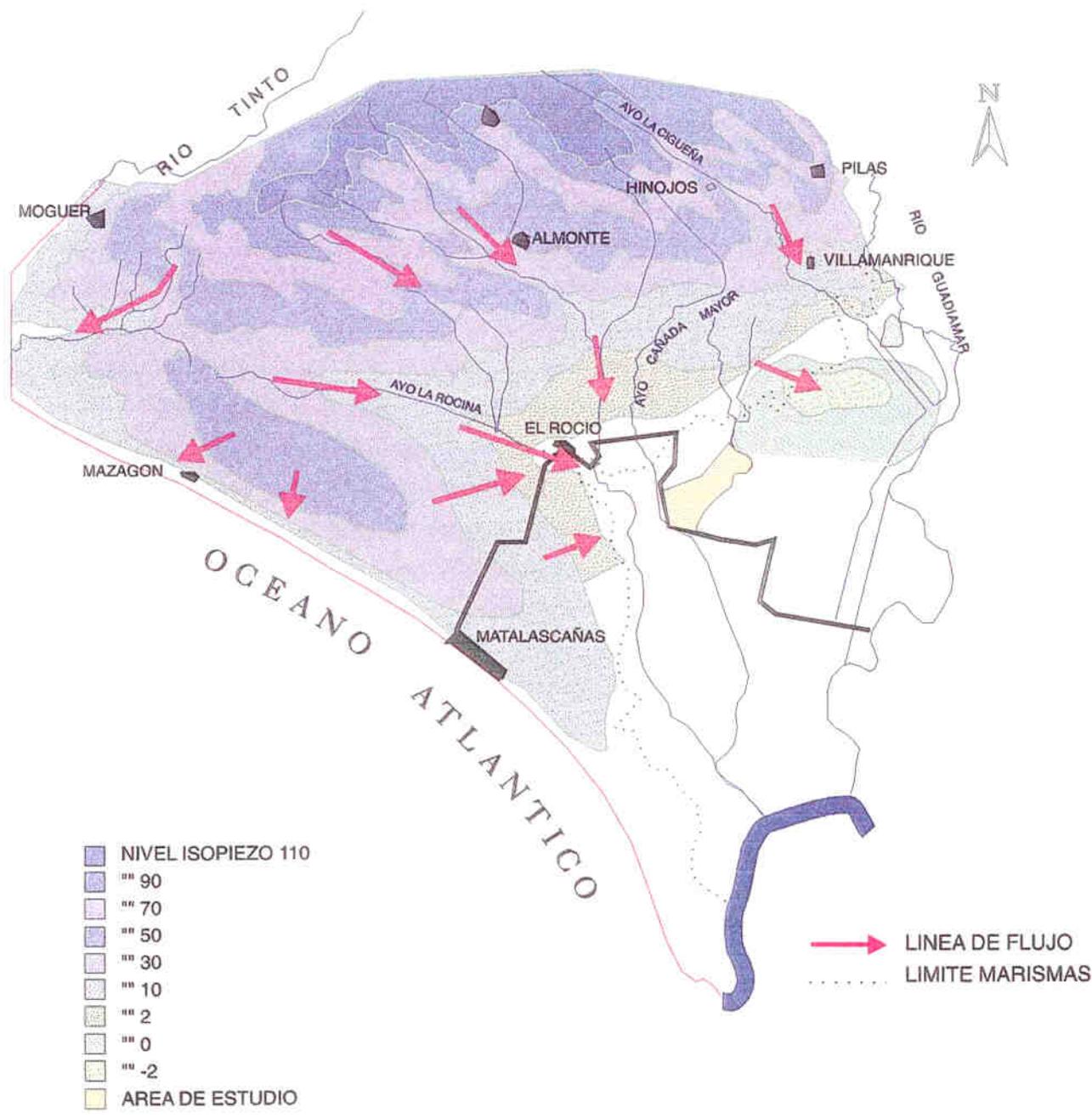
JUNTA DE ANDALUCÍA
Consejería de Medio Ambiente

La conexión entre ambos acuíferos hace que el profundo sea surgente, pero su posible descarga a través de los sedimentos arcillosos de la marisma parece muy pequeña y hacia el mar dudosa ya que no existe potencial hidráulico suficiente para compensar la diferencia de densidades, por lo que se le considera cautivo (Custodio y Palancar, 1995).



Funcionamiento del acuífero (modificado de Custodio, 1995)

Fig.31



**CRITERIOS Y BASES ECOLÓGICAS PARA LA
 REGENERACIÓN DE LA MARISMA GALLEGA
 (PARQUE NATURAL DE DOÑANA)**

TÍTULO			
MAPA PIEZOMÉTRICO			
(Simplificado y modificado del ITGE, 1989)			
FECHA	ESCALA	Nº PLANO	
DICIEMBRE 1.996	10 km	32	

La importante extracción de agua subterránea debida a la proliferación de cultivos de regadíos, en particular los desarrollados por el Plan Almonte-Marismas y el fresón en Moguer, modifica el balance del sistema acuífero dejando de ser surgentes las aguas del acuífero profundo.

El agua intersticial que empapa los horizontes saturados (determinando salinidades que llegan a alcanzar los 180 gr/l) está condicionada por la presión del acuífero profundo y la presencia de agua en superficie (fig. 31).

Con frecuencia aparece en la marisma, por lo general en áreas próximas a la Vera, puntuales surgencias de aguas denominadas “ojos” probablemente producidas por descarga de niveles arenosos someros alimentados desde la Vera.

2.5.4.2. Repercusiones de las extracciones actuales

En la marisma, los niveles de agua subterránea de pozos profundos han descendido pasando, en algunos lugares y en estiaje, desde surgencias de más de un metro sobre el terreno hasta alcanzar los 2m por debajo de la superficie. Este descenso es debido principalmente a la explotación del acuífero que actualmente se cifra entre 73 y 82 hm³/año, siendo especialmente relevante la extracción de agua (20 a 21 hm³/año) para cultivo de arroz en el área de Hato Blanco, en el término de Villamanrique (CIEDED, 1992).

La existencia en épocas pasadas de algunos bosques en galería en diversos puntos del ecotono al norte del área de estudio (entre el Rocio y el Guadiamar) indica que se producían regulares descargas. El balance hídrico indica la posibilidad de afecciones importantes, con descensos en pozos profundos que llegan hasta los 10 m. y con valores absolutos que llegan a estar por debajo del nivel del mar.

2.5.5. FOCOS CONTAMINANTES

2.5.5.1. Ambito comarcal

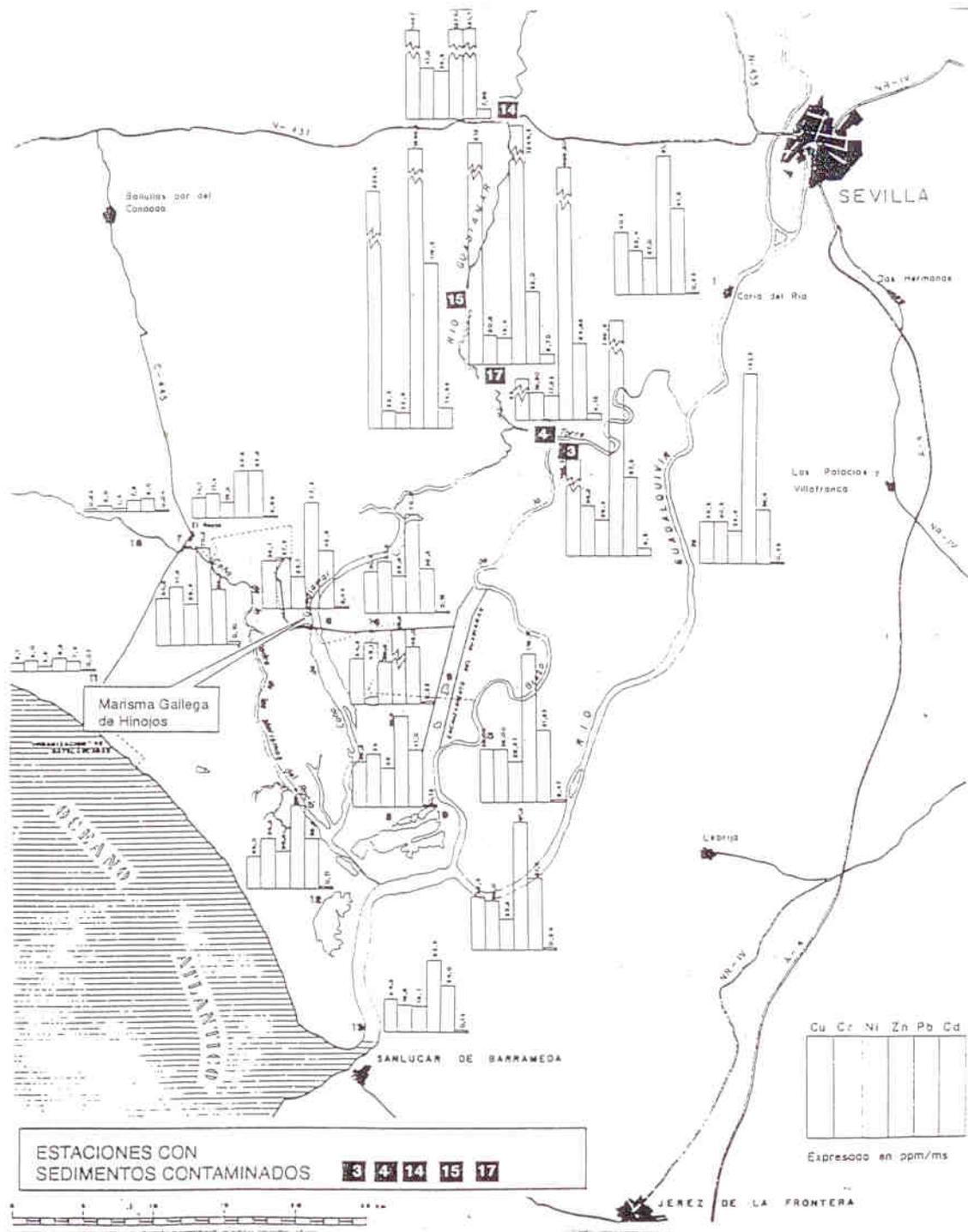
Gran parte de las poblaciones circundantes vierten sus residuos líquidos a algún arroyo cercano afectando a las aguas superficiales y subterráneas. A pesar de ello, estas aguas sufren un proceso de autodepuración natural que las hace llegar a la marisma con una calidad en torno al 70% (Toja, 1992). Actualmente está prevista la construcción de una depuradora en Villamanrique (fig.34) que recogería las aguas residuales de las poblaciones de Pilas, Aznalcazar, Carrión de los Céspedes, Castilleja del Campo, Huevar y Sanlucar la Mayor, con lo que se eliminaría gran parte de los vertidos urbanos al río Guadiamar, de vital importancia para la inundación de la marisma del Parque Nacional y centro de atención de los actuales planes de regeneración hídrica.

Otro de los riesgos es la contaminación por metales pesados, muy presentes en los sedimentos y potencialmente removilizables por cambios químicos en el medio acuático (salinidad, pH, oxido-reducción, microorganismos) lo que povocaría la sucesiva ocupación de eslabones tróficos, con principal incidencia en predadores superiores. El principal foco contaminante (fig.33) en la marisma lo constituye el río Guadiamar debido a la actividad minera en su cabecera, encontrándose en numeroso puntos de su cauce niveles de cadmio, zinc, cobre y plomo considerados contaminantes (INIA, 1985).

Finalmente señalar, que el uso indiscriminado de pesticidas ha contribuido a que varias especies (canastera, golondrina, fumareles, avetoro, garcilla cangrejera, etc) hayan disminuido sus poblaciones o estén en situación crítica (Castroviejo, 1993).

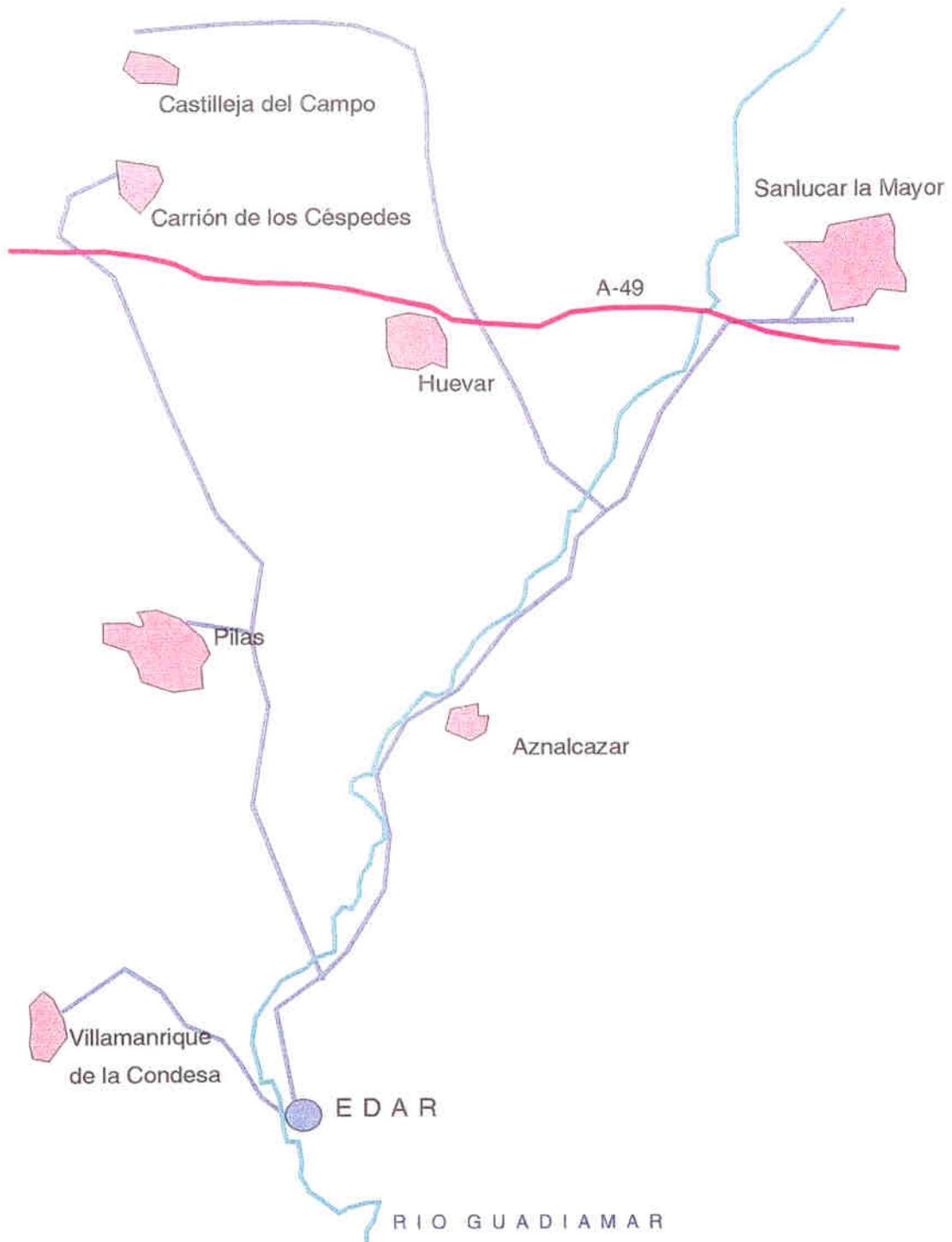
2.5.5.2. Ambito local

Las transformaciones ejercidas en el área ha reducido el número de arroyos aportantes y limitado la superficie de la cuenca a una pequeña área arenosa de uso forestal (pino piñonero y eucalipto, figs. 10 y 35) carente de vertidos urbanos y agrícolas. Ello determina que las aguas sean de buena calidad, entendiendo con ello que no presentan contaminación antrópica y con un teórico bajo contenido de materias en suspensión ya que las arenas actuarían a modo de filtro.



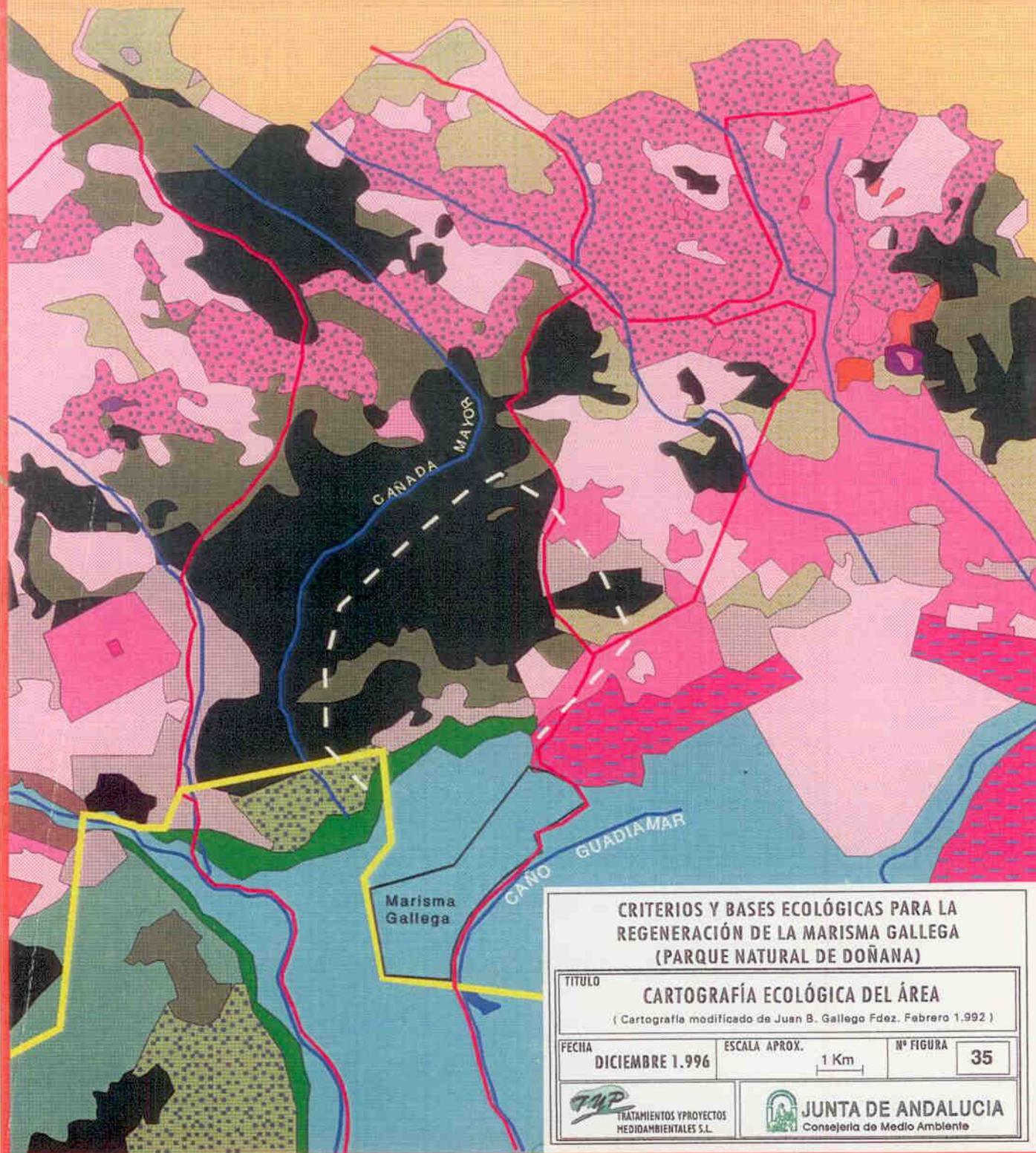
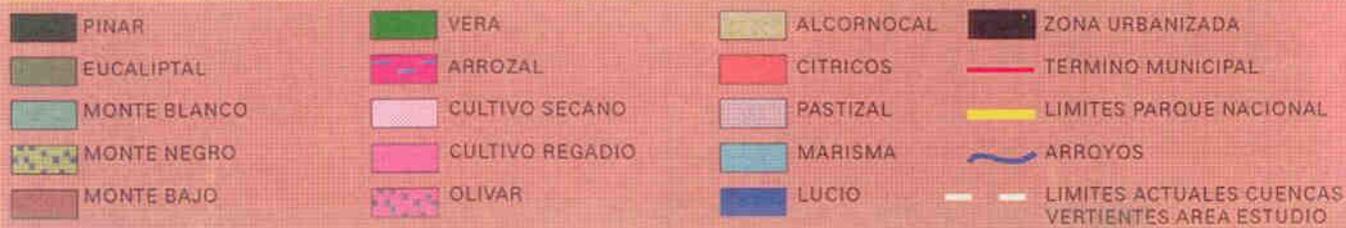
CRITERIOS Y BASES ECOLÓGICAS PARA LA REGENERACIÓN DE LA MARISMA GALLEGA (PARQUE NATURAL DE DOÑANA)

TÍTULO	CONTENIDO EN METALES EN LOS SEDIMENTOS DE DIFERENTES CAUCES APORTANTES A LA MARISMA DE DOÑANA (I.N.I.A 1985)	
FECHA	ESCALA	Nº FIGURA
DICIEMBRE 1.996		33
TRATAMIENTOS Y PROYECTOS MEDIOAMBIENTALES S.L.		JUNTA DE ANDALUCÍA Consejería de Medio Ambiente



— Emisarios

CRITERIOS Y BASES ECOLÓGICAS PARA LA REGENERACIÓN DE LA MARISMA GALLEGA (PARQUE NATURAL DE DOÑANA)		
TÍTULO SANEAMIENTO DE LA MARGEN DERECHA DEL GUADALQUIVIR		
FECHA DICIEMBRE 1.996	ESCALA 1 km	Nº FIGURA 34
 TRATAMIENTOS Y PROYECTOS MEDIOAMBIENTALES S.L.	 JUNTA DE ANDALUCÍA Consejería de Medio Ambiente	



2.5.6. RESUMEN Y CONCLUSIONES

- 1.- La zona de estudio se encuentra totalmente condicionada e influenciada por el sistema hidrológico que la abastece y, por extensión, por el territorio en el cual éste se asienta y drena. Primitivamente correspondía a (figs.24 y 25):
 - A) La zona en cuestión (unas 1.800 has) y todo el conjunto de marismas (marismas de la margen derecha del Guadalquivir) al que pertenecía aunque principalmente influenciada por las localizadas al norte de los caños de Resolíman y Guadiamar, desde la Rocina hasta el río Guadiamar.
 - B) El conjunto de cuencas de los arroyos vertientes a estas marismas, básicamente, el conjunto de cuencas desde Cañada Mayor hasta el río Guadiamar que, en épocas de inundaciones, se llegaba a extender desde la Rocina al Guadalquivir.

- 2.- Actualmente, tras las intensas transformaciones de las últimas décadas, el área de influencia en la zona se ha visto muy mermado quedando comprendido por (figs.2 y 38):
 - A) El área de estudio (1800 has) y las marismas situadas al norte hasta el contacto con las arenas (aprox. 850 has), cuyos límites O. y E. se localizan en el muro de la FAO y caño Pescador.
 - B) Tramo del antiguo caño Guadiamar, hoy día descabezado, comprendido al norte de su intersección con el muro de la FAO.
 - C) El conjunto de cuencas de los arroyos vertientes a estas marismas que se encuentran limitados (incluso en períodos de inundaciones) a los arroyos de las Carnicerías, Portachuelo, Juncosilla y Sajón.

- 3.- Con anterioridad a las transformaciones, el modelo de funcionamiento hidrológico de la zona se sustentaba en los siguientes (figs. 24, 25 y 26):

APORTES: Como se ha mencionado, con una gran variabilidad estacional y anual por lo que las cifras que se dan corresponden a medias orientativas (ver tablaII):

- A.- Precipitación directa: alrededor de 9,1 hm³/año
- B.- Aportes directos de arroyos procedentes de los arenales forestales (Cañada Mayor, Carnicerías, Portachuelo, Juncosilla y Sajón): 13.8 hm³/año.
- C.- Sistema Guadiamar - Cigüeña - Caño Guadiamar: considerando que un 50% de las aportaciones del río Guadiamar vertían hacia el Brazo de la Torre, la aportación a través del caño Guadiamar estaría en torno a los 88,2 hm³/año.
- D.- Contacto interfase de arenas. Sin evaluar, pero posiblemente con relativa poca importancia cuantitativa.
- E.- Ojos: cuantitativamente despreciables.

SALIDAS:

- A.- Vía Caño Guadiamar a las marismas del Parque Nacional
 - B.- Evapotranspiración (Pudiendo llegar hasta algo más de 1 cm* día en los meses estivales)
- 4.- La mayor entrada de agua era aportada por el arroyo de Cañada Mayor, hoy día imposibilitada y desviada hacia el Parque Nacional por la construcción del Muro de la FAO (fotos 30 y 31) , y el caño Guadiamar, el cual se encuentra encauzado y aislado de sus fuentes originales (principalmente, el río Guadiamar y arroyo de la Cigüeña hoy canalizados a Entremuros, fotos 6 y 7).

- 5.- La construcción de los diques periféricos (fig 46 - 4/5/9/10/11 y 12) provocan el aislamiento hidrológico de la zona, modificando radicalmente los intercambios de agua con el entorno y el régimen hidrosalino natural de la misma, en los siguientes aspectos:
- A.- Impiden la circulación normal del agua en el caño Guadamar (tanto las afluencias superficiales de las zonas salinas situadas al Sur y Este de Guadamar, como la evacuación de aguas en el extremo Sur de dicho Caño) y la entrada de aguas del Guadalquivir (y, en general, de la zona situada al Sur del recinto) en épocas de avenida.
 - B.- Impiden la entrada de aguas del arroyo de la Cañada Mayor (que hoy ingresan íntegramente a la marisma del Parque Nacional) y, en general, los intercambios con la zona W de la marisma (Marisma de Hinojos). Ello ha cercenado los flujos naturales que se antaño se establecían entre tales zonas y los Caños Molina y Cerrabarba.
 - C.- En terminos de salinidad, ha disminuido la salinidad media de las fuentes de agua (lluvia y escorrentías de la zona N), por supresión de las afluencias de zonas salinas.
 - D.- En épocas de avenida, provocan el embalsamiento de agua y la inmersión prolongada de zonas elevadas. En estas situaciones, la evacuación de agua a través de la compuerta al Parque Nacional permite la descarga de los solutos movilizados de la superficie de los suelos durante la inmersión. La inundación prolongada del toda área favorece los procesos de nivelación interna (colmatación de depresiones, a expensas de materiales movilizados de las elevaciones) lo que tiene consecuencias directas sobre la fauna y flora (Casa y Urdiales, 1995) , si bien -en sentido contrario- el aislamiento hidrológico limita la entrada de sedimentos exógenos.

Todo ello opera, en conjunto, en favor del descenso general de la salinidad superficial de los suelos de la zona (limitación de entradas salinas, evacuación periódica de solutos movilizados) y de la uniformización fisiográfica del territorio.

- 6.- Sistema de drenaje (fig.40) tiene importantes efectos, entre los más significativos caben citar:
 - a.- Reducción del tiempo medio de inundación (espesor y persistencia de la lámina de agua).
 - b.- La desalinización del horizonte superficial, particularmente en el sistema de depresiones someras drenadas (caños someros, zonas de transición). Tales áreas deprimidas han perdido su papel de sumidero de agua y solutos, en favor del sistema de drenaje.
 - c.- Alteración de los patrones generales de circulación y almacenamiento de agua en la zona. El sistema de diques creado como consecuencia de la excavación de la malla de canales y construcción de caminos ha alterado el drenaje natural, retrasando la evacuación del agua de lluvia caída en las zonas elevadas situadas en el interior de los recintos hacia las depresiones naturales. La malla de canales intersecta las depresiones naturales retirando el agua que afluye a las mismas y almacenándola en el sistema de colectores (terciarios, secundarios y primario).
 - d.- El sistema de colectores, al actuar como sumidero de agua (y solutos), constituye un sistema pseudofluvial en la zona, que concentra el agua durante la estación seca por un periodo mucho más prolongados de lo que cabría esperar de haberse distribuido el agua en las depresiones naturales, dada la mayor profundidad de éstos y su menor relación superficie/volumen. Ello redonda, asimismo, en la mayor calidad del agua embalsada en los canales (particularmente en los secundarios y primarios) durante el verano,

con relación a la remanente en las depresiones naturales de la marisma salina en las mismas épocas (en las que se concentran, por evaporación, los solutos de grandes masas de agua).

- e.- En conjunto, el efecto del sistema de canales y diques y caminos asociados es el que cabría esperar, en presencia de un sistema de drenaje inconcluso, en el que están presentes únicamente las arterias principales (hasta colectores terciarios), pero no la red de drenes proyectada para evacuar los recintos delimitados por los canales terciarios. De haberse contruido esta última, se habría producido el drenaje, desecación y desalinización del primer metro del perfil, la total uniformización del área, y el afloramiento y puesta en circulación de aguas subsuperficiales (esto último con salinización extrema del sistema de canales).

7.- La salinidad relativamente reducida de agua contenida en los canales secundarios y primario, deriva de:

- a) El aislamiento hidráulico de la zona con relación a otras áreas de la marisma salina (ausencia de escorrentías procedentes del lavado de otras áreas salinas)
- b) La alta calidad de las aguas de escorrentía que penetran a la zona desde el N-NW
- c) La evacuación periódica de los solutos en solución hacia la marisma del Parque, con ocasión de grandes avenidas.
- d) Minimización de los fenómenos de evaporación-concentración de solutos por la morfología de los canales (notable profundidad, taludes pronunciados).

Todo ello se traduce en la coexistencia de una marisma salina con régimen hidrosalino fuertemente distorsionado -cuyos gradientes naturales y productividad aparecen muy atenuados- junto a un insólito sistema pseudofluvial que almacena una lámina de agua de reducida extensión, pero de notable profundidad y calidad, durante la mayor parte del año.

- 8.- Actualmente, los caudales de agua recibidos son pues mucho más limitados que antaño ya que se han desviado la mayoría de los aporte fluviales originales (río Guadiamar y arroyos de La Cigüeña, Almirante y Cañada Mayor). La consecuencia de ello es una mayor dependencia pluvial del régimen hídrico lo que implica un aumento de duración de los períodos de sequía. Ello afecta principalmente a los caños de Cerrabarba y Molino y, en años de sequía, al caño Guadiamar.
- 9.- Aunque a grandes rasgos la red e drenaje original se mantiene visible en la actualidad (principalmente cuando hay un elevado nivel del agua) se detecta una pérdida de funcionalidad derivada de los numerosos canales de desagüe y caminos que los drenan y atraviesan así como por la pérdida de caudales aportantes. Diversos testimonios señalan a los caños con mayor profundidad que la actual (hasta un metro) por lo que posiblemente se esté desarrollando un continuo proceso de colmatación. En la mayor parte de los caños se observan intentos de colonización por parte del almajo (*A. macrostachyum*) que podrían ser debidos al efecto sinérgico del período de sequía padecido y a la paulatina colmatación de los cauces (lo que a su vez implicaría un menor período de inundación).
- 10.- Los actuales aportes (arroyos de las Carnicerías, Portachuelo, Juncosilla, descargas de la Vera y precipitación directa) garantizan una buena calidad del agua (con bajo contenido en sales y sólidos en suspensión así como ausencia de contaminantes agrícolas, urbanos o industriales), lo que la sitúa en una situación favorable frente a otras áreas de marisma, posibilitando y ampliando las opciones de manejo hacia especies más exigentes (por ejemplo ciertas especies de macrófitos y aves).

- 11.- Los *ojos*, o surgencias de agua, se han perdido o secado durante estos último años no siendo frecuente que ocurriese con anterioridad a las transformaciones. Los factores a considerar son: la creación de los canales de desagüe (que como ocurre en el ojo de Caraviruela lo atraviesan y drenan) y los largos períodos de sequía, situación que ha podido ser agravada por el aumento en la extracción de agua del acuífero (superficial) del entorno.
- 12.- Los cambios hidrológicos, con alteración de los regímenes de inundación, enriquecimiento de nutrientes, presencia de sustancias contaminantes, salinización etc, han provocado la desaparición de un importante número de especies en el conjunto de la marisma. Cualquier opción en la regeneración pasa por el mantenimiento del agua (recuperación de volúmenes y dinámica) y la de su calidad, tanto física (bajo contenido en sólidos) como química (bajo contenido en sales y ausencia de sustancias contaminantes).
- 13.- Finalmente, las medidas puntuales de pH (agosto de 1.996) dan cuenta de aguas excesivamente básicas, con valores próximos a 10 en algunos casos. Tales valores, sin ser excepcionales en aguas superficiales de la marisma (si bien se han registrado en primavera), exceden de los normalmente considerados compatibles con organismos acuáticos sin adaptaciones especiales. (Para la vida de los peces en medio natural, por ejemplo, se ha fijado en pH=9 el límite máximo compatible). En presencia de cantidades significativas de nitrógeno amoniacal (superiores a 2 mg/l) valores tan elevados de pH pueden producir concentraciones de amoniaco no ionizado (mucho más tóxico que la forma ionizada, que predomina a pH más próximos a la neutralidad) tóxicas para la vida acuática.

2.6. VEGETACION.

2.6.1. MARCO REGIONAL.

2.6.1.1. Generalidades.

En términos generales, el área de influencia (referida a las originales cuencas aportantes) ha sufrido importantes transformaciones como consecuencia de la puesta en cultivo de extensas superficies produciendo una regresión generalizada de los primitivos bosques (fig.35).

Referente a la marisma del Guadalquivir, se puede detectar una regularidad en forma de gradiente que sigue un eje aproximado Norte-Sur en relación a dos parámetros del medio físico interrelacionados como son la microtopografía y la salinidad, cuyos valores respectivos varían tanto en la dimensión espacial como en la temporal a lo largo del año e integrado todo en el proceso sucesional dinámico, propio de este tipo de ecosistemas.

Así, suele hablarse, en Doñana, aunque en ocasiones con cierta impropiedad, de una marisma alta (dulce, septentrional y en transición a los arenales o suelos elevados de las zonas Norte y Oeste del Parque y que reciben el aporte de arroyos y caños dulceacuícolas) y de una marisma baja (salada, meridional y con gradual influencia marina, aguas muy salobres y una mayor duración y frecuencia de inundación estacional y mareal) (DUQUE,1977).

Esta división de la marisma se ha hecho corresponder de una manera esquemática y elemental (VALVERDE, 1960) con zonas de vegetación congruentes y dominantes en cada una de ellas: se llega a hablar del "almajar dulce" (con Suaeda vera) y del "almajar salado" (con Arthrocnemum macrostachyum), aunque evidentemente se trata de una simplificación que puede falsear la verdadera complejidad, estructural y funcional, de la marisma en su conjunto.

Antes de pasar a proponer una aproximación específica a la vegetación potencial (bajo la perspectiva de eventuales actuaciones de recuperación o mejora) del sector concreto cabe contextualizar dicha propuesta dentro del ámbito de una visión más general de las comunidades vegetales de la marisma.

En el área marismeña donde predomina el carácter dulce o ligeramente salobre es posible distinguir bandas o manchas de vegetación consecutivamente más tiempo anegadas, tal como se indicara en el epígrafe anterior, dominadas por especies como Salicornia ramosissima, Suaeda splendens (junto con otras quenopodiáceas), Scirpus lacustris, Phragmites australis y Typha dominguensis. (ALLIER & BRESSET, 1974)

Una variación típica de este esquema muy simplificado es la transición de marisma seca a zonas inundadas salobres, considerando ahora las principales asociaciones de vegetación características (CABEZUDO, 1974; RIVAS MARTINEZ, 1980):

- En zonas más elevadas Cistancho-Suaedetum verae, junto con Arthronectum glauci (almajares).
- En zonas nitrofilizadas y más húmedas en transición al borde del agua permanente: Trifolio-Caricetum chaetophylla (pastizales).
- En el límite del agua permanente hasta el verano: Scirpetum maritimi (castañuelas).
- En cauce de caños no cenagosos: Scirpo-Phragmitetum mediterraneum.

En las vetas, zonas elevadas de extensión limitada que rara vez quedan anegadas, es común encontrar una simplificación de la anterior catena, disponiéndose en la parte superior almajares enriquecidos con gramíneas y compuestas (tipo cardos) y una banda de transición de gramíneas halófitas que bordean el cauce fangoso.

Por otro lado, los brazos de agua con menor grado de salinidad, dan cobijo a bandas de carrizo y castañuelas y en el cauce a eneas y carrizos también; en los brazos abandonados o cegados es frecuente observar la proliferación de almajos, cuando han devenido en cauces secos y bayuncares, cuando disponen con suficiente humedad.

Por último señalaremos que la transición de los ambientes salinos a los estrictamente dulceacuícolas se establece mediante asociaciones subhalófilas como son Suaedo-Salicornietum ramosissimae, Scirpetum maritimi y Polygono-Tamaricetum africanae. Estos establecen relación con asociaciones como Trifolio resupinati-Caricetum chaetophylla, que hacia el cauce o laguna de agua dulce da lugar a los sucesivos Junco-Eleocharidetum palustris (juncales higrófilos) o Galio-Juncetum maritimum (juncales menos higrófilos). Ya dentro del agua encontramos asociaciones de helofitas vivaces como Scirpo fluitantis-Juncetum heterophyllae u otros helofitos sumergidos como los que integran Glycerio declinatae-Eleocharidetum palustris. (RIVAS MARTINEZ, 1980; PEINADO Y RIVAS MARTINEZ, 1987).

2.6.1.2. Factores determinantes.

A la escala de la localización concreta de poblaciones y asociaciones vegetales, su distribución y extensión (en el tiempo y espacio) se relacionan pues según factores de diversa naturaleza, totalmente interrelacionados, que dan explicación al proceso en su conjunto. A saber:

A) Encharcamiento y salinidad.

La duración del período de encharcamiento así como la salinidad del suelo y agua constituyen uno de los principales factores determinantes en la distribución de especies vegetales. Tales factores son, a su vez, interdependientes y se relacionan con la posición fisiográfica (cota y morfología del microrrelieve), así como con las características físicas del sustrato (drenaje interno y externo, estructura, densidad aparente y porosidad del suelo).

En general, existe una constatable tendencia a encontrar especies como Suaeda vera en terrenos con permeabilidad superior a la que requieren representantes de los géneros Salicornia y Arthronectum (propias de transiciones

hacia o desde los cauces) y a su vez mayor que la manifestada por las especies presentes de Typha en Doñana o Phragmites australis.

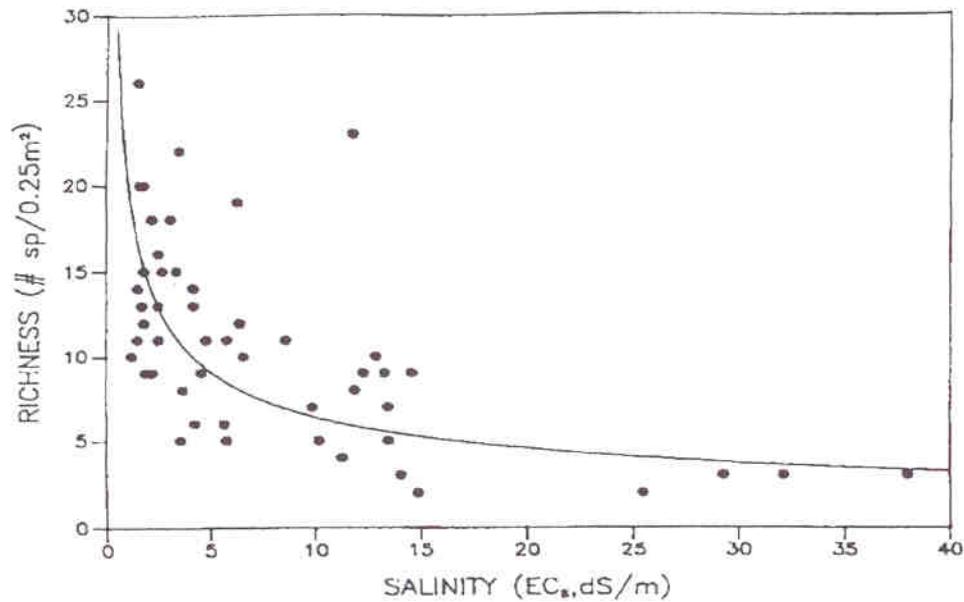


fig.36

Variación de la riqueza de plantas herbáceas con la salinidad superficial del suelo en diversos puntos de la marisma del Guadalquivir (según García y cols, 1993)

B) Microtopografía.

Pequeñas variaciones microtopográficas (centímetros) permiten la distinción ecológica y paisajística de la marisma en vetas, paciles, caños, lucios y ojos, lo que posibilita una primera y básica descripción específica de la vegetación que les son propias. Una característica destacable en la microtopografía de la marisma es su elevado dinamismo, constatable incluso de un año a otro, con una clara tendencia a la colmatación y homogenización general de la misma (para más detalle remitimos al apartado de geomorfología).

C) La temporalidad.

Como factor característico del ambiente natural de la marisma tenemos el carácter temporal de buena parte de sus manifestaciones botánicas y zoológicas asociadas al diferente momento y grado en que tienen lugar e inciden las inundaciones estacionales y el régimen específico de Doñana y su entorno. Así, difícilmente puede hablarse de una o unas marismas consideradas en su dimensión fisiográfica o natural si no es en relación al momento concreto del año que tengamos en cuenta. Dicha variabilidad estacional, por lo demás, se explicita, según el lugar, en sucesiones más o menos conspicuas y sustituciones de diferentes poblaciones y comunidades.

Así, según Amat (1980), la fenología en el ciclo anual de las plantas más abundantes en las áreas inundables de la marisma salina (Reserva del Guadiamar) es la siguiente:

- Diciembre: Después de la inundación completa aparecen las primeras algas (Cladophora) en las quebradas.
- Enero: Comienzan a crecer Ranunculus, Juncus sp y Glyceria en las quebradas.
- Febrero: Aparece Chara sp y Zannichellia en las quebradas y lucios. Glyceria se hace abundante y comienza a emerger bayunco y castañuela (Scirpus littoralis y S.maritimus)
- Marzo: Chara sp y Zannichellia así como Scirpus maritimus y S. littoralis abundan. Damasonium y Ranunculus en flor. Glyceria rara.
- Abril: Zannichellia, Scirpus maritimus, S. littoralis en flor. Damasonium con fruto comienza a secarse. Chara con oogonios
- Mayo: Zannichellia en fruto. Scirpus maritimus, S. littoralis y Juncus pierden flor. Ranunculus se pudre.
- Junio: Considerable descenso del agua. Zannichellia y Chara se secan. Scirpus maritimus, S. littoralis y Juncus comienzan a amarillear.

C) La temporalidad.

Como factor característico del ambiente natural de la marisma tenemos el carácter temporal de buena parte de sus manifestaciones botánicas y zoológicas asociadas al diferente momento y grado en que tienen lugar e inciden las inundaciones estacionales y el régimen específico de Doñana y su entorno. Así, difícilmente puede hablarse de una o unas marismas consideradas en su dimensión fisiográfica o natural si no es en relación al momento concreto del año que tengamos en cuenta. Dicha variabilidad estacional, por lo demás, se explicita, según el lugar, en sucesiones más o menos conspicuas y sustituciones de diferentes poblaciones y comunidades.

Así, según Amat (1980), la fenología en el ciclo anual de las plantas más abundantes en las áreas inundables de la marisma salina (Reserva del Guadiamar) es la siguiente:

- Diciembre: Después de la inundación completa aparecen las primeras algas (Cladophora) en las quebradas.
- Enero: Comienzan a crecer Ranunculus, Juncus sp y Glyceria en las quebradas.
- Febrero: Aparece Chara sp y Zannichellia en las quebradas y lucios. Glyceria se hace abundante y comienza a emerger bayunco y castañuela (Scirpus littoralis y S.maritimus)
- Marzo: Chara sp y Zannichellia así como Scirpus maritimus y S. Littoralis abundan. Damasonium y Ranunculus en flor. Glyceria rara.
- Abril: Zannichellia, Scirpus maritimus, S. Littoralis en flor. Damasonium con fruto comienza a secarse. Chara con oogonios
- Mayo: Zannichellia en fruto. Scirpus maritimus, S. Littoralis y Juncus pierden flor. Ranunculus se pudre.
- Junio: Considerable descenso del agua. Zannichellia y Chara se secan. Scirpus maritimus, S. Littoralis y Juncus comienzan a amarillear.

A partir de aquí y conforme avanza el verano, la castañuela y el bayunco (*Scirpus maritimus*, *S. littoralis*) comienzan a secarse cada vez más y sus semillas servirán de alimento a multitud de aves, principalmente anátidas, y el ganado. Con las primeras lluvias otoñales aparecen los ánsares en busca de los rizomas de castañuela.

D) Correlación edáfica.

Aun siendo mayoritaria la fracción arcillosa en estos terrenos, la aparición de manchas elevadas con mayor proporción de limos y arenas o la específica "gleyzación" de los sustratos del fondo de cauces y zonas permanentemente encharcados, explica parte de los cambios que se producen en la distribución y las asociaciones vegetales.

2.6.2. AMBITO LOCAL.

2.6.2.1. Vegetación original en el sector.

Risseeuw (1972) estudió las relaciones entre la composición de la cubierta vegetal y las características del suelo (salinidad y permeabilidad), en zonas emergidas de la Marisma Gallega. Los datos recopilados en dicho trabajo y las conclusiones del mismo, son de gran utilidad porque informan con cierto detalle de las características del suelo y vegetación (y de las relaciones entre ambos) en la zona de estudio, con anterioridad a las intervenciones de alto impacto producidas en la misma desde la década de los 70. Tal estudio de vegetación, se organizó en función de las observaciones edafológicas previas de Bardají (1971) y en base a las unidades fisiográficas por él definidas:

- Bancos o zonas elevadas, de perfil microtopográfico convexo y relativamente bien drenadas. Tienen su origen en levées asociados a cauces (actuales o pretéritos) que o bien pueden retener su morfología y/o funcionalidad original (paciles, normalmente

extensos) o haber sido fragmentados a lo largo del tiempo, presentándose como elevaciones aisladas y de pequeña extensión (vetas o vetones).

• Zonas de Transición o zonas de cota intermedia, de perfil plano o plano-cóncavo que se saturan superficialmente (o se inundan de forma somera y efímera) la mayoría de los años.

• Depresiones. Areas de inferior cota y con perfil microtopográfico cóncavo, que presentan una lámina de agua superficial durante periodos prolongados, en la estación húmeda, la mayoría de los años. Atendiendo a su morfología (fluvial o lagunar) se separan en caños y lucios.

Las conclusiones más destacables de dicho estudio son las siguientes:

1. La mayor parte de las zonas emergidas de la Marisma Gallega, incluidas en la zona de estudio presentaban vegetación halófila leñosa, dominada por Arthrocnemum macrostachyum. En menos del 10% de las zonas elevadas dominaba Suaeda vera.
2. La densidad del pastizal anual se incrementaba con el descenso de la salinidad de suelo (medida en el primer metro de suelo). En las zonas de transición y en los bajos de las elevaciones dominaban especies características de la asociación Parapholi-Frankenietum pulverulentae. Las zonas más elevadas presentaban un patizal denso con elementos característicos del Hainardio-Lophochloetum hispidae.
3. La especie Suaeda vera aparecía asociada a estaciones libres de inundación, con suelos relativamente poco salinos ($CE_{2,1}$ menor de $17.5 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$, en el primer metro; equivalente a unos 35 dS/m , en el extracto de pasta saturada) y elevada permeabilidad en la capa saturada (superior a 6 cm/día en la capa $75\text{-}150 \text{ cm}$). La presencia, en el pastizal, de Lolium spp. y Trifolium spp. es indicadora de suelos de las mismas características.

4. Arthrocnemum macrostachyum es indiferente al contenido de sales del primer metro de suelo, distribuyéndose por todo el área, excepto en las depresiones. La distribución de Hordeum marinum y Beta macrocarpa tampoco guarda relación con la salinidad, medida en el mismo intervalo.
5. Parapholis (incurva), Coronopus squamatus, Spergularia (nicaensis), Rumex (conglomeratus), Phalaris paradoxa y Melilotus (segetalis), son especies indicadoras de alta salinidad ($CE_{2,1}$ siempre superior a 21 dS.m⁻¹, en el primer metro de suelo; equivalente a unos 45dS/m, en el extracto de pasta saturada) y baja permeabilidad en la capa saturada (inferior a 2 cm/día) en las zonas no inundables de la Marisma Gallega. Polypogon maritimus es indicador de baja permeabilidad, pero indiferente a la salinidad.
6. La cobertura vegetal total (especialmente la del pastizal), se correlaciona negativamente con la salinidad y positivamente con la permeabilidad del suelo.

En un intento de reconstruir las comunidades vegetales, a partir de las descripciones de Bardají (1971) y Risseuw (1972) así como de la fotointerpretación del vuelo americano (diciembre de 1956), antes de la construcción de canales y diques, podemos, de acuerdo a las distintas unidades fisiográficas, establecer las siguientes comunidades:

A.- Zonas deprimidas, con suelos tipo Gleyic Solonchaks.

1. **Caños pequeños** (Caños de Cerrabarba, Molino, Junquerilla y Pescador), cuya vegetación podría encuadrarse en la asociación Scirpetum compacto-littoralis (Scirpus maritimus y S. littoralis), con cobertura de moderada a baja, excepto en algunos tramos. Dicha cubierta vegetal alternaría con zonas desnudas, en la zona central de alguno de estos caños.

La vegetación en los bordes de los lucios sería similar a la descrita, con amplias áreas desprovistas de vegetación helófito en el centro de los mismos.

2.- **Caño Guadiamar.** El amplio cauce estaría ocupado por una vegetación helófito densa:

- * Las zonas próximas a los bordes presentaría una cubierta densa de Scirpus maritimus y S. littoralis, este último dominando en las áreas más profundas.
- * En las zonas centrales, más deprimidas, que conservan humedad en la estación seca, dominaría la subasociación typhetosum dominguensis, de la misma asociación anteriormente indicada. Se trataría de poblaciones densas de Typha dominguensis, que irían cediendo gradualmente hacia los bordes, en favor de Scirpus littoralis y S. maritimus.
- * Se citan, asimismo, en las zonas más húmedas del caño Guadiamar poblaciones de Phragmites australis, que alternaría con las de Typha dominguensis. Ambas especies serían también características en las proximidades de las surgencias puntuales de agua dulce ("ojos") presentes en la zona (localizados en los lucios de Caravirueta y Caravirueta alta) (Medina, com.pers.).

B.- En los **bancos y zonas de transición**, con suelo de tipo Takiric Solonchaks, estaría omnipresente el almajo (Arthrocnemum macrostachyum), acompañado casi siempre de Beta macrocarpa y Hordeum marinum.

1.- En los **bancos** pueden diferenciarse dos situaciones:

- a) El **almajar salado** en el que A. macrostachyum es la única especie leñosa, con cobertura que oscila entre el 20% y el 40%. Representaría más del 90% de las áreas elevadas de la zona.

Iría acompañado de un pastizal anual de densidad variable, en función de la microtopografía (y de los niveles de salinidad y humedad del

suelo a ella asociados). En las zonas más elevadas se citan especies dominantes características de la asociación Hainardio-Lophochloetum hispidae. En las zonas algo más bajas, salinas y húmedas de los bancos, se citan elementos más propios del Parapholi-Frankienietum pulverulentae.

Risseuw (1972) presenta datos separados de cobertura, especialmente en los inventarios de los bancos, de una especie que denomina "Salicornia herbácea" (*Salicornia ramosissima?*), que aparece muchas veces asociada a especies de zonas altas y poco salinas (Sueda vera y pastizales ricos en leguminosas hidrófugas), donde nunca hemos observado tal especie.

- b). El **almajar dulce**, que cubriría menos del 10% de los bancos de la zona y en el que A. macrostachyum (10-20% de cobertura) estaría acompañada por Suaeda vera ("almajo dulce") con coberturas que oscilarían entre el 5 y el 25%. El denso pastizal típico de estas áreas podría asimilarse, aproximadamente, a la asociación Haynardio-Lophochloetum hispidae. Algunos inventarios parecen corresponder a la subasociación rica en leguminosas (trifolietosum ornithopodioidis) de la asociación antes citada.

2.- En las **zonas de transición**, dominaría el almajo salado (con coberturas entre el 30 y el 55%), acompañado de un pastizal de baja densidad en el que predominarían elementos característicos de la asociación Parapholi-Frankienietum pulverulentae y Damasonio alismae-Crypsietum aculeatae en las zonas más bajas.

Por lo que se refiere a la presencia de macrófitos y atendiendo a García Murillo y cols (1993), y a las características de los suelos y de las aguas de inundación presentes en la zona de estudio, las especies potencialmente presentes son: Chara galioides, Nitella hyalina, Tolypella glomerata, Riella helicophylla, Potamogetum pectinatus, Ranunculus peltatus, Ruppia drepanensis y Zannichellia obtusifolia.

De igual forma, se han descrito para la zona y sus inmediatas proximidades, comunidades vegetales relativamente variadas y, en todo caso, potencialmente posibles dentro del sector, ocupando emplazamientos extensos, restringidos u ocasionales y con un acentuado carácter de temporalidad y de dinámica sucesional en el tiempo y espacio. Así, destacaremos desde el punto de vista sintaxonómico a las siguientes asociaciones, sujetos en todo caso a un estudio más preciso y exhaustivo (RIVAS MARTINEZ, 1980):

A. LEMNETA W.Koch & R.Tx. in R.Tx.:

-Lemnetum gibbae, con especie característica a Lemna gibba (Caño del Guadiamar y canales).

Propia de aguas remansadas ligeramente halinas y característicamente algo eutrofizadas, bien debido a procesos naturales o de forma frecuente por presencia de contaminación. En el sector se instalaría de forma puntual en remansos permanentes de agua.

B. RUPPIETEA J.Tx.:

-Ruppietum drepanensis, caracterizada por Ruppia drepanensis y acompañada ocasionalmente por Zanichellia obtusifolia y Potamogeton pectinatus (Caños, Lucios y algunos canales).

Es una asociación estacional integrada por plantas acuáticas halófilas acompañadas habitualmente en diferente grado por formaciones de algas carofíceas del género Chara. En el sector ocuparía remansos de aguas salobres, en las proximidades del cauce del Caño Guadiamar y en otras zonas deprimidas de la zona, donde la densidad de la vegetación helófito lo permitiera.

C. ISOETO-NANONJUNCETEA Br.-Bl. & R.Tx.:

-Damasonio alismae-Crypsietum aculeatae, dominada por Crypsis aculeata, Damasonium alisma, Cressa cretica y Lythrum tribracteatum y acompañadas por Scirpus maritimus, Polypogon maritimum, Hordeum marinum y Aeluropus littoralis (Marisma de Hinojos).

Integrada por plantas anuales de escaso porte o tendentes a disponerse de forma rastrera o sedente, propia de emplazamientos arcillosos ligera o moderadamente salinos y que ocupan espacios emergidos de primavera tardía y verano donde otras asociaciones de mayor envergadura no se ha extendido. En nuestro sector se encontraría formando praderas en zonas poco profundas del cauce del Guadiamar y, más frecuentemente, en los de los Caños someros subsidiarios.

D. PHRAGMITETEA R.Tx. & Preising:

-Scirpo lacustris-Phragmitetum mediterraneum, caracterizada por Scirpus lacustris, Phragmites australis, Scirpus maritimus, Typha angustifolia, Alisma plantago-aquatica, acompañadas ocasionalmente por Sparganium erectum, Eleocharis palustris, Carex paniculata, Apium nodiflorum, Glyceria spp., Scorzonera fistulosa, Lythrum salicaria y Baldellia ranunculoides (Caño del Guadiamar).

Formada por juncos y carrizos, acompañados por helófitos de mediano o gran porte, como las eneas y diferentes ciperáceas, esta asociación ocupa espacios gran parte del año sumergidos o enfangados en profundidad. Común en cauces y caños de arroyos de la marisma dulce es sustituida, cuando la salinidad se incrementa, por Scirpetum maritimi que a su vez lo es por Scirpetum compacto-littoralis cuando la concentración de sales va en aumento. Dado el carácter salino o salobre de las aguas y suelos de la zona objeto de estudio, es dudoso que el conjunto de las especies

características esta asociación haya estado presente alguna vez en las depresiones inundables del área de estudio (A excepción de S. maritimus, E. palustris y Ph. australis).

Más verosímil parece en la zona, en situaciones de alta disponibilidad de aguas salobres relativamente profundas (Cauce del Guadiamar), el Typho-Scirpetum tabernamontanii Br.-Bl & O. Bolós, que se diferencia de la asociación anterior por la presencia de S. tabernamontanii (en sustitución de S. lacustris) y de Typha dominguensis, junto a los restantes helófitos antes citados (Phragmites australis, E. palustris). Esta asociación se ajustaría más al carácter fluctuante (desección estival) y salobre de la zona -por su mayor resistencia a la desecación y a la salinidad que el S. lacustris-Phragmites mediterraneum (Rivas-Martínez y cols, 1980)- y a las observaciones florísticas previas: Typha dominguensis, junto a Ph. australis y S. maritimus, en el cauce del Guadiamar, y S. tabernamontanii, conviviendo con S. maritimus y Ph. australis, en suelos poco salinos de la Marisma de Hinojos (proxiomos al Caño de la Madre).

-Scirpetum-maritimi (Christiansen 1.934), dominada por S. maritimus, a la que pueden acompañar otros helófitos como Eleocharis palustris, Phragmites australis o Scirpus lacustris. Junto a dichas especies características pueden aparecer, ocasionalmente, otras ampliamente extendidas por la marisma salobre (o salina) como Rumex halacsy, Carex chaetophylla, Polypogon maritimus o Juncus maritimus. (Caño de Guadiamar y depresiones inundables, poco salinizadas, al norte de la zona).

Asociación propia de zonas que se inundan prolongadamente por aguas dulces o salobres, las cuales pueden llegar a desecarse en alguna época del año. Toleran un cierto grado de salinidad estacional, siendo desalojada por el juncal halófilo (Scirpetum compacto-littoralis) en las depresiones salinas. (Caño Guadiamar).

-Scirpetum compacto-littoralis, dominada por Scirpus maritimus y S.littoralis, acompañada frecuentemente por Aeluropus littoralis, Cressa cretica y Juncus subulatus, en las zonas más salinas (Cauce del Guadiamar, caños someros tributarios y lucios). La subasociación typhetosum dominguensis, caracterizada por la presencia de Typha dominguensis, corresponde al extremo más higófilo y menos halotolerante de la asociación (Cauce del Guadiamar y algunos ojos).

Ocupa la mayor parte de los caños y lucios de la marisma arcillosa salina, que permanece sumergida buena parte del año. En el sector se extendería por gran parte de las depresiones, incluida la mayor parte del cauce del Guadiamar (subasociación típica, scirpetosum littoralis). En el centro de éste último predominaría la subasociación typhetosum dominguensis.

E. THERO-SALICORNIETEA Pignatti:

-Suaedo splendidis-Salicornietum ramosissimae, siendo sus especies características Salicornia ramosissima y Suaeda splendens, acompañadas de Crypsis aculeata, Cressa cretica y, ocasionalmente, de Salsola soda y Hordeum marinum (Marisma de Hinojos, Borde del Guadiamar, Depresiones someras).

Vegetación pionera de desarrollo anual que prospera en los suelos salinos brutos, inundados temporalmente. En el sector ocuparía zonas sumergidas durante buena parte del año, principalmente depresiones y canales de drenaje inundados o encharcados durante el invierno y primavera que se desecan a principios del verano. La subasociación típica (salicornietosum ramosissimae) da paso a la crypsietosum aculeatae (con Crypsis aculeata y Cressa cretica) en suelos de salinidad menos extrema, que se desecan más tardíamente. Es característico el bajo índice de cobertura del suelo, dejando grandes claros de terreno desnudo.

F. FRANKENIETEA PULVERULENTAE Rivas Martínez in Rivas Martínez & Castro:

-Suaedo splendenti-Salsoletum sodae, dominada por Suaeda splendens, Frankenia pulverulenta, Salsola soda y Parapholis incurva, acompañadas ocasionalmente por Spergularia nicaensis y Crypsis aculeata (Marisma de Hinojos, bordes de depresiones y canales).

Propia de terrenos similares a los de la asociación anterior, pero sustituyéndola donde el suelo ha sufrido alguna suerte de remoción y, por lo tanto, presentan una menor compactación y un mayor grado de nitrificación.. En el sector ocuparía pequeñas zonas bajas del almajar, por debajo del dominio de las escasas manchas de praderas de gramíneas de levés o paciles.

-Parapholi incurva-Frankenietum pulverulentae, con especies como Parapholis incurva, Sphenopus divaricatus, Frankenia pulverulenta, Hordeum marinum, Beta macrocarpa y Hainardia cylindrica.

Asociación de terófitos de pequeño porte y aspecto graminoide que se desarrolla a inicios del verano en suelos arcillosos y salinos, temporalmente inundados. En el área de estudio ocupa frecuentemente los claros del almajar salado, en bajos de banco y zonas de transición

-Hainardio cylindricae-Lophochloetum hispidae, caracterizada por Lophochloa hispida, Leontodon maroccanus y Hainardia cylindrica, acompañadas de Trifolium ornithopodioides, Plantago lusitanica, Hordeum marinum, Beta macrocarpa, Plantago coronopus, Spergularia nicaensis, Polygomon maritimus, Coronopus squamatus, Juncus bufonius, Chamaemelum fuscum, Phalaris paradoxa, Hordeum geniculatum,

Trifolium resupinatum, así como otras pequeñas gramíneas, compuestas (como Cotula coronopifolia) y ranunculáceas (Marisma de Hinojos y Coto del Rey).

Asociación integrada significativamente por gramíneas y herbáceas anuales de pequeño porte que ocupan suelos arcillosos algo salinos y emergidos la mayor parte del año. Cuando tienen la suficiente extensión estos pastizales son pastoreados y se encuentran enriquecidas por un aporte de materia orgánica característico. En el sector cubriría las zonas más elevadas de vetas y paciles, ocupando los claros de asociaciones de quenopodiáceas leñosas.

G. ARTHROCNETEA Br.-Bl. & R.Tx.:

-Arthrocnetum glauci-Juncetum subulati, que tiene por especies características a Arthrocnetum glaucum y Juncus subulatus, con Scirpus maritimus, S. littoralis, Hordeum marinum, Cotula coronopifolia y Salicornia ramosissima como acompañantes.

Asociación integrada por vivaces y arbustos de pequeño porte de carácter suculento y junciforme propia de enclaves entre zonas de almajar y bordes de caños y depresiones sometidas a intensa desecación en primavera tardía y verano. Esta asociación, muy extendida en las zonas más salinas de la marisma de Doñana, se presentaría esporádicamente en áreas salinizadas de depresiones someras.

-Inulo Arthrocnetum glauci: asociación dominada por el nanofarenofito Arthrocnetum macrostachyum (= A. glaucum), en la que suele estar presente el caméfito Halimione portulacoides (no citado en el área de estudio).

En la zona de estudio aparece de forma fragmentaria, alternando con el Hainardio-Lophochloetum hispidae y el Parapholi-Frankenietum pulverulentae. Ocupa zonas poco inundables de la marisma, dando paso al Arthrocnemo glauci-Juncetum subulati en posiciones más deprimidas (quebradas) sometidas a inundación estacional . Es sustituida por la asociación Cistancho-Suaedetum verae en los enclaves más elevados y pastoreados de la marisma salina.

H. PEGANO-SALSOLETEA Br.-Bl. & O.Bolós.

Aparece de forma fragmentaria en la zona de estudio, en la que se encuentra representada únicamente por el nanofanerófito nitrófilo Suaeda vera. Ocupa, puntualmente, las zonas más elevadas de vetas muy pastoreadas y nitrificadas de la marisma, alternando con el Hainardio-Lophochloetum hispidae y otras asociaciones de terófitos nitrófilos.

- I. Por último, en puntos de las Nuevas, Marisma de Hinojos y Coto del Rey, se han descrito comunidades propias de zonas más elevadas y descompactadas, tanto subnitrófilas primaverales como de cardos de mediano a gran porte (Anacyclo-Hordeetum leporini, Scolymo-Sylibetum mariani). En nuestro sector sólo se presentan de forma excepcional y muy localizada (Riseeuw, 1972).

2.6.2.2. Condicionantes actuales.

En el entorno general o inmediato del sector son aún constatables algunas intervenciones que han significado una alteración, en menor o mayor medida, de su régimen hidrosalino original y que permiten explicar tanto su actual situación como el proceso dinámico de transformación que opera característicamente en todo ámbito marismeno.

Señalaremos en primer lugar el drástico recorte, en cuanto a aportes de agua, que ha sufrido el área de estudio. En este sentido tenemos el descabezamiento del Caño Guadiamar con pérdida de los aporte de los arroyos de Sajón, Almirante, Cigueña y, fundamentalmente, río Guadiamar así como el desvío del arroyo Cañada Mayor como consecuencia del levantamiento del muro de la FAO

El conjunto de obras de canalización realizadas en el área, como resultado de su integración en el programa de regadíos del Plan Almonte-Marismas (ver apdo.3.2.), ha modificado los patrones de inundación originales por la tendencia de estos canales a la desecación de las distintas parcelas que reticulan.

Todo ello ha modificado la duración de los periodos medios de inundación y sequía, con un aumento muy prolongado de los últimos, lo cual pudiera haber sido decisivo para la desaparición de especies como la enea y el carrizo del cauce de Guadiamar. Un posible aumento de la salinidad, como consecuencia del confinamiento del agua y de los ascensos capilares no compensados por lavado superficial, pudiera haber ejercido algunas limitaciones en las zonas deprimidas, tal como se ha constatado en la marisma del Parque.

Otros factores, como la presencia de contaminantes agrícolas, urbanos e industriales en las aguas han provocado, en un ámbito regional, la desaparición varias especies de macrófitos acuáticos, muy sensibles a la calidad de las aguas. También debido a la predación del cangrejo rojo americano (*Procambarus clarkii*) (García Murillo y cols, 1993). En este sentido, el área considerada se encuentra libre de vertidos contaminantes, por cuanto la

cuenca que la abastece presenta un uso forestal libre de vertidos agrícolas o urbanos (fig.28), pero no lo es respecto al cangrejo cuya movilidad por la marisma es actualmente imposible de controlar.

Como consecuencia de estos factores, el sector considerado muestra características propias de marisma seca, en la que los caños y quebradas se encuentran desecados la mayor parte del año, presentando un régimen hidrosalino más propio de las llamadas “zonas de transición” (zonas cota intermedia que evacúan a las depresiones) que de las depresiones naturales en su estado original. Las comunidades vegetales del Caño Guadiamar (antes orlado de eneas y carrizo, hoy con escasa presencia de bayuncos y castañuelas) parecen reflejar el efecto sinérgico que se ha producido en los últimos años por las diferentes alteraciones hidrológicas y las escasas precipitaciones del período 1991-1995. La regresión de las comunidades de helófitos menos tolerantes a la desecación y la salinidad (Scirpetum compacto-littoralis) va acompañada del avance de A. macrostachyum, especie extremadamente plástica, que tolera tanto la inundación somera estacional, como la desecación superficial estival: puede mantenerse, durante los periodos de sequía, en suelos extremadamente salinos, a condición de que éstos presenten un nivel saturado relativamente próximo a la superficie durante la estación seca.

En la misma dirección de pérdida de diversidad de ambientes en la zona opera el conjunto de dique y muros que delimitan el área objeto de estudio (salvo en el Norte) que obstaculizan el drenaje global del área en épocas de avenida, transformándola en un gran embalse. Ello produce la inundación prolongada de las áreas más elevadas modificando las características superficiales del suelo y afectando de forma drástica a la diversidad y productividad de las comunidades anuales propias de estas zonas. No son despreciables, en estas circunstancias, los fenómenos de dispersión y entrada en suspensión de sedimentos de las zonas altas (que naturalmente no soportaban una lámina de agua de forma prolongada), que posteriormente se van depositando en las zonas más deprimidas.

Por último hay que citar un fenómeno de “polderización” a pequeña escala, ocasionado por la red de pequeños diques que flanquean el sistema de canales. Tal red de diques altera los patrones de circulación natural del agua, conforme a las pendientes naturales, produciendo una ralentización en el drenaje del agua de precipitación de las zonas elevadas (paralelo al drenaje excesivo de las zonas deprimidas que producen los canales asociados). También se observa la formación de estos pequeños “polders” dentro del propio cauce del Guadiamar (especialmente al norte) lo que origina la compartimentación y pérdida de continuidad de la lámina de agua, formándose pequeños recintos aislados e impidiéndose la movilización y acumulación del agua en las zonas más deprimidas.

2.6.3. CARACTERÍSTICAS ACTUALES DE LA VEGETACIÓN Y SU EVOLUCIÓN EN LAS DISTINTAS UNIDADES FISIOGRAFICAS.

Las características actuales de la cubierta vegetal (estudiadas durante la primavera-verano de 1.996) parecen responder a una superposición de efectos de variaciones, a distinta escala, en la intensidad de los factores ambientales que condicionan la distribución y grado de desarrollo de las comunidades vegetales características de la zona.

Por un lado, el carácter excepcionalmente húmedo de la temporada previa al estudio ha influido decisivamente en las características (distribución, diversidad y densidad) de las comunidades anuales, con relación a las que cabría esperar en un año de precipitación media. El excepcional aporte hídrico al área de estudio durante la temporada 1.995-96, junto al confinamiento del agua en la misma, han provocado una extensión, espesor y persistencia de la lámina de agua muy superiores a los que son normales en la zona desde su transformación (y aún con anterioridad a la misma). Ello ocasiona, de forma inmediata, cambios drásticos en la composición y distribución de las comunidades anuales, muy particularmente en las características de zonas elevadas.

Por otro lado, la distribución de la vegetación perenne (tanto de las quenopodiáceas leñosas como de los helófitos) suele responder a variaciones plurianuales en las características del medio, si bien en un año de climatología excepcional pueden producirse importantes variaciones en el aspecto o grado de desarrollo de la misma. En tal sentido, es de destacar el periodo de sequía prolongada (1.991-1.995) inmediatamente anterior a la temporada lluviosa, en la que se efectuaron las observaciones de campo que ahora resumimos. Dicho periodo previo de acusada sequía propició el avance de A. macrostachyum en las zonas más deprimidas y la regresión de los helófitos en las mismas (fotos 10-13, 36 y 37).

Dado lo anterior, se comprende la dificultad de deslindar con precisión, a partir de una observación puntual en el tiempo, qué parte de los cambios observados en la vegetación responden a la transformación de la zona (o reflejan una tendencia a largo plazo), cuales son

resultado del periodo prolongado de sequía (cuya reversión espontánea puede esperarse tras una sucesión de años medios o lluviosos) y cuales son específicamente debidos a las avenidas de la temporada 1.995-1.996.

Teniendo presente las limitaciones antes indicadas, se describen a continuación las características generales de la vegetación que hemos observado en las diferentes unidades fisiográficas de la zona (entre mayo y julio de 1.996), efectuando algunas consideraciones generales, con relación a observaciones efectuadas la zona de estudio, en años anteriores, por personas que la frecuentan (guardería, pastores) y con otras llevadas a cabo en el entorno, en años de características medias. Se comparan, asimismo, los datos actuales los (escasos e imprecisos) datos de 1.970 y 1.971 disponibles.

2.6.3.1. Vegetación de zonas elevadas.

La vegetación de las zonas elevadas de la marisma salina, que ocupa normalmente los puntos situados a una cota superior a 2.0 (según las referencias de C.O.P.T., 1.989), se caracteriza por la presencia de quenopodiáceas leñosas (*A. macrostachyum*, *S. vera* y, menos frecuentemente, *Sarcocornia perenne subsp. alpini*), asociadas a un pastizal terofítico, de densidad alta o moderada, en el que domina la asociación *Haynardiocylindricae-Lophlochloetum hispidae*. Tal pastizal incorpora frecuentemente, en las estaciones más elevadas, elementos de asociaciones típicamente nitrófilas y arvenses que contribuyen al enriquecimiento en especies de dichos pastos. Localmente, suele distinguirse en estas zonas un “pasto de otoño”, en el que dominan las compuestas y leguminosas, de un “pasto de primavera”, en el que dominan las gramíneas.

En condiciones normales, las zonas elevadas de la marisma reciben únicamente el agua de precipitación la cual, una vez humectados los horizontes superficiales del suelo, es evacuada hacia posiciones más deprimidas. Cuando, en épocas de avenida, tales zonas quedan anegadas durante el otoño, se produce un efecto inmediato sobre la comunidades herbáceas, el cual se puede resumir en lo que sigue: 1º) Disminución general del número de especies y de la densidad (biomasa aérea, productividad) del pasto; 2º) Disminución, en

especial, de las especies asociadas al pasto de otoño (leguminosas y compuestas), en beneficio de las gramíneas; 3°) Desplazamiento de las especies y comunidades anuales propias de posiciones inferiores hacia cotas más elevadas.

En años normales, se detectan en el pastizal de los bancos de la marisma (parcelas de 1-2 m²) entre 10 y 17 especies, llegando a 20-25 en las vetas más altas y con mayores aportes nitrogenados.

Frente a ello, en una decena de inventarios efectuados, entre mayo y julio de 1.996, en elevaciones de la zona -de cotas comprendidas entre 2.1 y 2.5 metros (C.O.P.T., 1.989)-, el número de especies en el pastizal osciló entre 5 y 10 (en 2 x 2 m).

En general, las elevaciones naturales del área de estudio aparecen actualmente ocupadas por Artrocnemum macrostachyum (con una cobertura que oscila entre el 30 y el 45%), al que acompaña un pastizal enriquecido en plantas tolerantes a la saturación superficial del suelo (Lythrum tribracteatum, Polypogon ssp., etc.). Se aprecia, a grandes rasgos, un empobrecimiento en especies características de la asociación que normalmente domina en dicha áreas de la marisma (Hainardio-Lophlochloetum hispidae), muy particularmente en leguminosas (Trifolium squamosum, T. resupinatum, Medicago sp., muy frecuentes en las zonas poco inundables de la marisma) y en las gramíneas que dan nombre a la asociación (Haynardia cilindrica y Lophlochoa hispida [= Rostraria phleoides]), las cuales se han encontrado casi exclusivamente en el interior de las microelevaciones que determinan los rodales de A. macrostachyum (donde, además, quedan protegidas de los herbívoros), al igual que Lolium multiflorum y Phalaris paradoxa. Los claros entre rodales aparecieron, en todos los casos, ocupados por un tapiz herbáceo de moderada (o baja) densidad constituido, casi exclusivamente, por Plantago coronopus, dominante, y Polypogon spp (la mayoría de los ejemplares correspondieron a P. maritimus, si bien apareció también P. monspeliensis). Con menor importancia cuantitativa, estuvieron presentes también en los inventarios, casi constantemente, Hordeum marinum, Coronopus squamatus y Lythrum tribracteatum.

El efecto de la excepcional magnitud y persistencia de la inundación en la temporada 1.995-96 se manifiesta claramente en las elevaciones de la zona - además de en la identidad, pobreza y escasa cobertura de especies anuales presentes- en los daños que se observan en la base de las plantas leñosas (A. macrostachyum, S. vera) que reflejan la inmersión continuada, durante semanas, de al menos los 10-20 centímetros inferiores.

Unicamente en dos bancos especialmente elevados, en los que dominaba el nanofanerofito Suaeda vera, se encontraron pastizales más diversos, incluyendo la mayor parte de las especies características de las zonas elevadas, en años normales. Además de las típicas de la asociación (R. phleoides, H. cylindrica, L. marrocanus, H. marinum y Plantago lusitanica (= Plantago lagopus)) y compañeras usuales u ocasionales (P. coronopus, Scorzonera laciniata, Rumex halacsyi (= Rumex dentatus)), se encontraron especies nitrófilas de amplia distribución (Trisetaria panicea, Sonchus oleraceus, Bromus hordeaceus, Bromus lanceolatus, Phalaris minor, Torilis nodosa, Lamarckia aurea, etc.).

Una composición similar presentó la vegetación de las partes más elevadas de muchos de los diques que limitan el sistema de canales que han llegado a formar verdaderas "vetas artificiales". Las zonas algo más bajas de los diques mayores y la mayoría de los que flanquean a los canales terciarios presentan, en general, pastizales del Parapholi-Frankenietum pulverulentae, Suaedo splendidis-Salsoletum sodae y Suaedo splendidis-salicirnetum ramossisimae, dependiendo de la posibilidad de inundación y salinidad del suelo.

Con relación a las observaciones e inventarios, poco precisos, efectuados en las zonas elevadas ("bancos") por Riseeuw en junio de 1.971, sólo cabe destacar, en conjunto, que la cubierta leñosa conserva actualmente las mismas especies dominantes y en proporciones aproximadamente similares: en más del 90% de la superficie de los bancos aparece únicamente A. macrostachyum y, en el resto, alterna con S. vera (que aparece sola en muy contadas ocasiones). Como ya se apuntó anteriormente, cita frecuentemente Riseeuw (1.972) en los bancos más elevados de la zona, una Salicornia (que denomina S. herbacea), muchas veces conviviendo con Suaeda vera y especies anuales propias de las zonas más secas y emergidas de la marisma. Ni en el área objeto de este estudio, ni en la

marisma de Doñana, hemos encontrado ningún miembro del género Salicornia que aparezca normalmente asociada a las especies y hábitats anteriormente indicados (la Salicornia ramosissima -presente en la zona- aparece constantemente en zonas temporalmente encharcadas, y acompañada por especies completamente distintas a las que cita Risseuw en su trabajo). O bien se trata de un error, o bien se produjo en dicha época la inundación transitoria de tales zonas por aguas efímeras en condiciones más salinas (aguas y/o horizontes superficiales del suelo) que las actuales. La presencia constante, en los inventarios de zonas elevadas, de plantas muy tolerantes a la salinidad (Spergularia nicaensis, Frankenia pulverulenta), no presentes en 1.996, hace viable la segunda hipótesis.

El único banco (de cota intermedia, 2,2 m. aproximadamente) en que hemos podido efectuar una comparación directa entre el inventario de Risseuw (inventario nº 3) muestra las diferencias anteriormente indicadas:

Junio 1.971	Julio 1.996
Cobertura:	Cobertura:
<u>Arthrocnemum</u> : 40%.	<u>Arthrocnemum</u> : 45%.
Anuales : 10%.	Anuales : 15%.
Suelo desnudo : 50%.	Suelo desnudo : 40%.
Especies anuales:	Especies anuales:
<u>Plantago coronopus</u> .	<u>Plantago coronopus</u> (+).
<u>Polypogon monspeliensis</u> .	<u>Polypogon maritimum</u>
<u>Hordeum marinum</u> .	(+ <u>P. monspeliensis</u>) (+++).
<u>Spergularia (nicaensis)</u> .	<u>Hordeum marinum</u> (+).
<u>Beta (macrocarpa)</u> .	<u>Coronopus squamatus</u> (+++).
	<u>Lythrum tribracteatum</u> (++).
	<u>Damasonium alisma</u> (+).
Salinidad 0-100 cm (C.E., 1:1): 33dS/m	Salinidad 0-100 cm (C.E., 1:1): 31 dS/m

El valor de la salinidad media en el primer metro de suelo es poco significativo, dado que es la de los 10-20 primeros centímetros el transcendente para el desarrollo de las plantas anuales.

2.6.3.2. Vegetación de las zonas de transición.

Las “zonas de transición”, como se ha apuntado en el capítulo de suelos, constituyen una unidad morfológica y edafológicamente mal definida, que agruparía las zonas más bajas y/o mal drenadas de los bancos y las áreas de topografía intermedia que conectan bancos y depresiones típicas de forma gradual. De tal definición se desprende que se trata de una unidad de características menos estables y definidas que las correspondientes a los extremos del gradiente (bancos y depresiones), en la que puede dominar diferentes rasgos edáficos o fitológicos en función de los ciclos climáticos. Se trata, en consecuencia, de zonas de características muy fluctuantes que pueden acoger especies anuales típicas de cotas superiores, en años secos (o, incluso, vegetación leñosa típica de aquellas, en periodos de sequía prolongada) o pueden presentar inundación somera durante varios meses y acoger vegetación hidrófita o helófitos “de borde”, en condiciones subóptimas (p.e. *Juncus subulatus*) en años o ciclos húmedos. En general, se trata de áreas con drenaje externo deficiente en las que, la mayoría de los años, los horizontes superficiales aparecen saturados o sobresaturados, llegando a presentar una lámina de agua somera y efímera (por lo general, de menos de 20 cm de espesor máximo y durante menos de 3 meses) en años húmedos, mientras que la desecación de dichos horizontes es notable en la estación seca. Tales cambios drásticos de humedad superficial determinan un marcado agrietamiento del suelo en estas zonas (cuya amplitud superficial puede llegar hasta los 3-5 cm y afectar a los primeros 25-50 centímetros del perfil).

En la marisma de Doñana tales áreas de transición quedan ejemplificadas, en dos ambientes diferentes (hipersalino y salino) en las llamadas “quebradas altas” (véanse suelos y vegetación de las series “Almajar” y “Juncal-Almajar”, en Clemente y cols. 1.996) y en zonas de cota intermedia de la marisma de Hinojos (véanse suelos y vegetación de la serie “Marisma Escupidera”, en el mismo trabajo). En el primer caso, en ambiente muy salino, es constante la presencia de *A. macrostachyum*, que acoge dentro de sus rodales -algo más elevados- los elementos más tolerantes del Haynardio-*Lophlochoetum hispidae*, mientras que en los claros entre los almajos predomina un pastizal ralo del *Parapholi-Frankenietum pulverulentae*. En años húmedos la lámina somera de agua permite la aparición de hidrófitos (*Ruppium drepanesis*) y que se desarrollen, de forma dispersa, vástagos de *Juncus*

subulatus. En áreas con suelos de menor salinidad superficial (y aguas de inundación también menos salinas), dominantes en la zona objeto de estudio, las áreas “de transición” se pueblan fundamentalmente por el Damasonium alisma-crypsietum aculeatae, acogiendo -a veces- elementos característicos del Scirpetum maritimi (particularmente E. palustris y S. maritimus, este último escasamente desarrollado). Son frecuentes los hidrófitos (Chara sp., Ranúnculus peltatus, etc) en épocas de inundación. Tras una sucesión de años secos, tal como la sufrida hasta 1.995, estas zonas de transición moderadamente salinas en superficie, llegan a ser colonizadas por especies características de zonas elevadas de la marisma salina tal como Suaeda vera, Frankenia laevis y Plantago coronopus, que sustituyen transitoriamente a las especies hidrófilas anteriormente citadas, hasta que uno o varios ciclos de inundación revierten el proceso.

Las observaciones llevadas a cabo durante la primavera-verano de 1.996, en zonas consideradas “a priori” (Bardají, 1.971) como de transición, han puesto de relieve la dificultad de definir de forma clara tales zonas, en varias toposecuencias. La prolongada inundación durante la época de estudio, el escaso desnivel que presentan hoy zonas otrora consideradas depresiones (Caño Molina, Cerrabarba, Pescador, etc.) y el periodo inmediatamente anterior de extrema sequía (en el que tales depresiones adquirieron características de zonas poco inundables) hacen extremadamente difícil, si no imposible, tipificar o definir dichas “zonas de transición”. También es difícil precisar cual sería la cota típica de las mismas, dado que el régimen de inundación depende de la posición *relativa* del punto y de los patrones de circulación del agua en el entorno del mismo, así como de la proximidad de éste a las entradas de aguas de escorrentía.

En general, hemos observado las zonas con cotas entre 1.5 y 1.9 m (C.O.P.T.) suelen corresponder a zonas de transición (aunque algunas depresiones someras superan en cota, muchas veces, el límite inferior señalado y existen algunas áreas clasificables como bancos en el límite superior de dicho intervalo).

Durante las campañas de campo pudieron observarse dos tipos de “zonas de transición” en el área objeto de estudio, en todas las cuales se hallaba presente el nanofanerofito A. macrostachyum (25-50% de cobertura) y aparecía un pasto ralo

(cubriendo el 15-30% del suelo). En las situadas hacia el N-NW del área, menos salinas, estaban presentes, constantemente, Polypogon (maritimus / monspeliensis) y Coronopus squamatus. Dichas especies aparecían acompañadas por P. coronopus u Hordeum marinum, en las áreas menos inundables, o por Damasonium alisma, en las más bajas, todas ellas con una presencia muy escasa. Un segundo tipo de lo que pudieran considerarse “zona de transición” se presenta, con reducida extensión, hacia en S-SE del área de estudio, en el paso del pacil del Guadiamar a zonas desnudas salinizadas de lo que fue el cauce de éste. Tales “transiciones” son muy similares a las ampliamente extendidas en la marisma hipersalina del Parque Nacional, caracterizándose por la presencia en el pastizal de elementos característicos Parapholi-Frankenietum pulverulentae (Frankenia pulverulenta, Beta macrocarpa, Spergularia nicaensis, Suaeda splendens) y la aparición esporádica de Juncus subulatus, en años húmedos (como el presente).

Las peculiares características climáticas de la presente temporada han determinado una fuerte afectación del A. macrostachyum en todas las “zonas de transición”, en las que los individuos presentaban evidencias de inmersión casi total prolongada, lo que ha determinado la muerte (por lo menos, aparentemente) de un elevado número de ejemplares de dicha especie en tales áreas.

Los inventarios efectuados por Risseuw (1.971) dentro del perímetro del área de estudio, dan como vegetación característica de la unidad “zona de transición”, las siguientes especies: A. macrostachyum (10-50% de cobertura), Polypogon monspeliensis, Frankenia pulverulenta, Coronopus squamatus, Spergularia (salina) [nicaensis?], Rumex (crispus, palustris) [dentatus, conglomeratus?], Lythrum hyssopifolia [tribracteatum, baeticum?], Beta maritima [macrocarpa?]. Se han señalado entre paréntesis las determinaciones que el propio autor da como dudosas y, entre corchetes, la especies que se han determinado en zonas similares de la marisma.

El único punto bien localizado (cota aproximada 1,6 m, en la zona NW) en que hemos podido efectuar una comparación directa entre los datos de Risseuw (inventario nº 8) y el inventario actual se obtuvieron las siguientes diferencias:

Junio 1.971	Julio 1.996
Cobertura: <u>Arthrocnemum</u> : 10%. Anuales : 40%. Suelo desnudo : 50%.	Cobertura: <u>Arthrocnemum</u> : 30%. Anuales : 30%. Suelo desnudo : 40%.
Especies anuales: <u>Coronopus squamatus</u> . <u>Polypogon monspeliensis</u> . <u>Lythrum (tribracteatum, baeticum)</u> . <u>Spergularia (nicaensis)</u> . <u>Rumex (conglomeratus, dentatus)</u> . <u>Salicornia (ramosissima)</u>	Especies anuales: <u>Coronopus squamatus</u> (++). <u>Polypogon maritimum</u> (+ <u>P. monspeliensis</u>) (+). <u>Plantago coronopus</u> (++). <u>Damasonium alisma</u> (+).
Salinidad 0-100 cm (C.E., 1:1): 24dS/m	Salinidad 0-100 cm (C.E., 1:1): 19 dS/m

En general, los inventarios de 1.971 parecen incluir una mayor proporción adaptadas a suelos superficialmente más salinos, aunque el carácter excepcionalmente húmedo de la actual temporada hace difícil la comparación. La mayor presencia actual de A. macrostachyum puede relacionarse con el lustro de sequía padecido con anterioridad a llevarse a cabo el presente estudio.

2.6.3.3. Vegetación de las depresiones.

Entendiendo por “depresión” las zonas que resultan anegadas durante varios (o muchos) meses en los años de precipitación media, la práctica totalidad de los años, habría que distinguir, por un lado, las depresiones naturales (caños y lucios), de las artificiales (generadas por las obras de drenaje).

A ello habría que añadir, las pseudo-depresiones someras que, transitoriamente, se establecen en los compartimentos que delimitan la retícula de pequeños diques y el carácter de ‘depresión global’ que, esporádicamente, confiere a toda la zona -en épocas de avenida- el sistema de diques periféricos (“muros”) que retiene el agua, a modo de embalse. Como se ha apuntado anteriormente, las primeras representan una distorsión anual de los flujos naturales de agua que se establecían entre las unidades naturales, ahora compartimentadas.

Los diques o muros periféricos sólo tienen un efecto manifiesto, en el conjunto del área, en años muy húmedos, si bien, con carácter general, impiden los intercambios de agua que naturalmente se establecían, a través de los caños, con el resto de la marisma.

■ Depresiones naturales

En ellas, más que en ninguna de las otras unidades, pueden apreciarse el efecto del drenaje artificial superpuesto a un periodo prolongado de sequía y a un ciclo húmedo inmediato. Y ello porque la vegetación presente actualmente delata, en gran medida, la evolución de la depresión a distintas escalas. Si se parte de la situación original, constatada en las depresiones del area de estudio, que presentaban una cubierta más o menos densa de Scirpetum, puede razonarse lo siguiente a partir de las observaciones actuales:

- A) Una depresión que, en la presente temporada, desarrolló una cubierta -mas o menos densa- de Scirpetum, contaba con reserva suficiente de rizomas vivos, tras cinco temporadas de sequía. Ello implica que la cubierta vegetal disponía aún de una notable posibilidad de autorregeneración o, lo que es lo mismo, que las condiciones medias imperantes, tras la transformación y drenaje de la zona, no han evolucionado de forma tan drástica como para hacerlas totalmente incompatibles con la vegetación original. Y ello es así por que un año con alta disponibilidad de agua no basta para restaurar un tapiz de Scirpetum incompatible con las condiciones que, por término medio, imperan en la depresión.
- B) Una depresión, originalmente poblada por helófitos, que presentase en la presente temporada una cubierta desarrollada de Arthrocnemum y ninguna evidencia de Scirpetum se trata, con toda probabilidad, de una depresión cuyo régimen hídrosalino medio no permite, actualmente, mantener las poblaciones de helófitos originales. Las avenidas periódicas aclaran las poblaciones de Arthrocnemum, manteniendo -en años medios o húmedos- poblaciones de macrófitos y del Damasonium-alisma Crypsietum aculeatae, a veces con Eleocharis palustris, en las zonas menos salinas del Norte, o con presencia esporádica de Juncus subulatus, en

las más salinas. En años secos, junto al progreso del Arthrocnemetum, se asiste al establecimiento de asociaciones de haloterófitos (Suaedo splendidis-Salsoletum sodae y, en menor medida, del Suaedo splendidis-salicornietum ramosissimae), o -en otros casos- se está en presencia de suelos casi completamente desnudos;

- C) Las zonas originalmente clasificadas como depresiones que hoy presentan una cubierta bien desarrollada (en densidad y edad de los individuos) de Arthrocnemum macrostachyum, que (al menos parcialmente) ha resistido la inundación persistente de la presente temporada y que han desarrollado un pastizal ralo de Polypogon - Damasonium, pueden considerarse en la actualidad -a todos los efectos- zonas de transición.

Conforme a las observaciones llevadas a cabo entre mayo y julio de 1.996, pueden separarse varias situaciones:

- 1) *Caños someros, fuertemente drenados y colmatados*, que no presentan vestigios significativos (> 1%) de helófitos (de Scirpetum, en particular) y que se hallan invadidos, en mayor o menor grado, por Arthrocnemum macrostachyum (muerto por inmersión total y prolongada, en la presente temporada).

Los siete inventarios llevados a cabo en estas situaciones [Caño Cerrabarba-NW(1), Caño Molina Norte (1), Caño Pescador (3), Caño de la Casa Caraviruelas (1)], corresponden a puntos con cotas (CARTOGESA, 1.985; COPT, 1.989) situadas entre 1,6 y 1,8 m. La única excepción es el correspondiente al Caño de la Casa de las Caraviruelas (borde), al que los mapas atribuyen una cota de 1.3 m, situado junto a un canal de drenaje. El conjunto de las observaciones en este tipo de depresiones arrojó los siguientes resultados:

- a) A. macrostachyum estaba presente en todos los casos, excepto en uno, con coberturas que oscilan entre el 1 y el 25%. En todos los inventarios, excepto en el de mayor cota, la inundación había erradicado por completo las poblaciones de dicho nanofanerofito;
 - b) Entre el 15 y el 90% del suelo estaba cubierto por Damasonium alisma; 3°. Los dos inventarios de menor cota, presentaban (o evidenciaban haber presentado) un tapiz de caráceas con baja densidad (coberturas inferiores al 15%);
 - c) En los inventarios de mayor cota (1.7-1.8) no se registró la presencia de macrófitos (o de sus restos), pero sí la de Polypogon spp. (1-15%);
 - d) Un inventario (Caño Pescador, en zona próxima al Guadiamar) consistió únicamente en D. alisma, con presencia testimonial (< 1%) en el entorno de S. maritimus, E. palustris y J. subulatus.
- 2) *Caños y lucios parcialmente colmatados y drenados*, con presencia significativa de Scirpetum.

Los cinco inventarios efectuados en estas zonas [Lucio de las Caraviruelas(2), Caño Molina Norte (1), Caño Molina-Sur (1), Lucio de las Caraviruelas altas (1)] corresponden a puntos situados a cotas entre 1,1 y 1,5 m. y, en conjunto arrojaron los siguientes resultados:

- a) Presencia, en todos ellos, de baja cobertura de Scirpus maritimus (5-20%), acompañado de Aeluropus littoralis, asimismo con baja cobertura (1-20%) y de restos de un tapiz laxo de macrófitos (dominado por Chara sp., cubriendo menos del 10% del sustrato);

- b) En la estación de más baja cota (1.1 m) se registró la presencia de S. littoralis (5%), mientras que en la de mayor cota la presencia de E. palustris era notable (20%).;
- c) En la mayoría de los inventarios se registró la presencia testimonial de individuos de Arthrocnemum (cobertura 0-2%), muerto en todos los casos.

En años muy secos, no se detectan ni hidrófitos ni vástagos de helófitos en los caños y depresiones someras de la zona. En estas circunstancias suelen quedar invadidos por el Suaedo splendens-Salsolium sodae o bien el suelo queda casi totalmente desnudo.

3) *Caño Guadiamar.*

La vegetación actual del antiguo cauce del Caño Guadiamar esta dominada, por la asociación Scirpetum compacto-littoralis cuyas poblaciones se extienden a ambos lados del canal primario. Un fracción notable del antiguo cauce, y las elevaciones artificiales antes citadas, habían sido invadidas por Arthrocnemum durante el periodo de sequía previo. En muchos tramos más del 50% de la amplitud del cauce se hallaba invadido por la citada quenopodiacea. La excepcional inundación inmediatamente anterior a las observaciones de campo ha erradicado el almajo del cauce del Guadiamar hasta una cota próxima a los límites originales del mismo, y ha permitido el desarrollo de una cubierta moderadamente densa del Scirpetum compacto-littoralis en la gran parte de la extensión ocupada por el antiguo cauce (foto 14).

En la práctica totalidad de los inventarios correspondientes a poblaciones densas de Scirpetum, domina ampliamente el S. maritimus, que presentaba este año un aspecto, altura y densidad indicativos de haberse

desarrollado en condiciones óptimas. El S. littoralis, sin embargo -y aún siendo su presencia frecuente en las zonas más deprimidas del cauce- no ha llegado a desarrollar poblaciones de densidad y vitalidad comparables a las que aparecen en otras zonas de la marisma del Parque (y a las que existirían antes de la transformación).

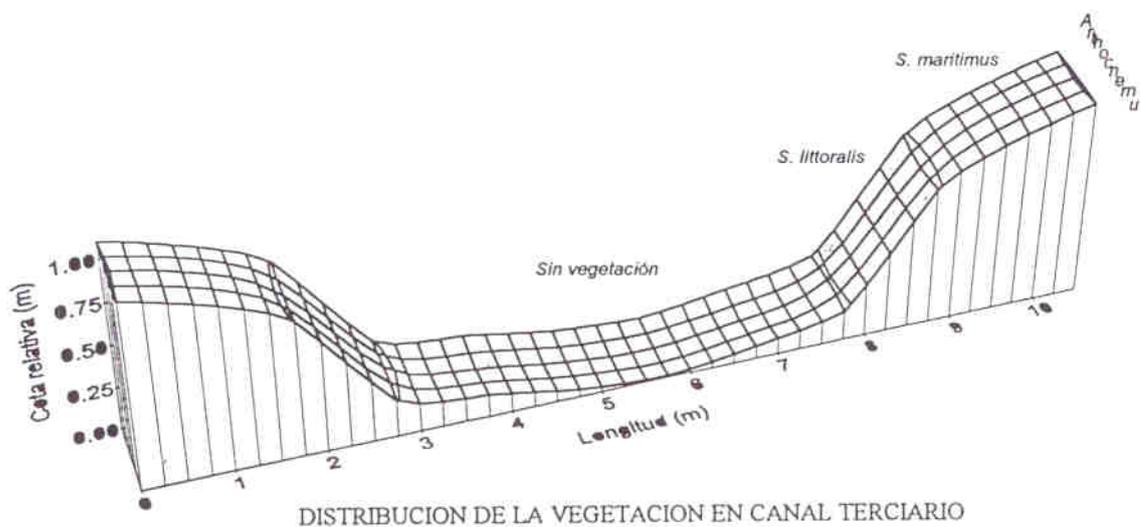
En las zonas periféricas del antiguo cauce y en muchos de los recintos artificiales (a los que antes hicimos referencia) formados en las zonas más colmatadas del mismo, aparecen extensas áreas de vegetación "de frontera", frecuente en las transiciones más o menos abruptas pacil-caño de la marisma salina del Parque Nacional. Tales áreas se caracterizan por la escasa cobertura de vegetación perenne, debido a que normalmente se inundan lo suficiente como para impedir el establecimiento permanente de A. macrostachyum, pero en grado insuficiente como para mantener poblaciones bien desarrolladas de Scirpus. En tales circunstancias coexisten pies aislados de S. maritimus, poco vitales, individuos de A. macrostachyum (muertos en la presente temporada) y tiende a establecerse el Juncus subulatus. Los amplios claros desprovistos de vegetación perenne (fotos 15) aparecen ocupados por el Ruppium drepanensis (R. drepanensis, Chara spp.), Ranunculus peltatus [= R. baudotii.] y el Damasonio alismae-crypsietum aculeatae.

En las zonas desnudas ligeramente más elevadas y en los diques y acúmulos artificiales de escasa elevación (completamente inundados el presente año) prosperan el Suaedo splendidis-salicornietum ramosissimae y el Suaedo splendidis-Salsoletum sodae.

■ Canales de drenaje

La vegetación en los mismos es, en general, poco abundante y restringida a los bordes (fotos 16 -18). La elevada pendiente del talud, la profundidad excesiva de la lámina (con relación a la que normalmente se alcanza en las depresiones naturales de la marisma en las mismas épocas), la desecación prolongada de la mayor parte de los canales terciarios -la mayoría de los años- y la elevada turbidez del agua en muchos de ellos, son probablemente factores que limitan el desarrollo de la vegetación y que contribuyen a que dichos canales no se encuentren más densamente poblados por vegetación helofítica, como cabría esperar en espacios en los que la disponibilidad de agua suele ser más elevada, y no de peor calidad, que en la media de las depresiones naturales de la marisma.

En las márgenes de los *canales terciarios* (fotos 16-18), es prácticamente constante la presencia de una banda de helófitos de 1-3 metros de anchura, con *S. maritimus* más cerca de la orilla y *Scirpus littoralis* en la zona algo más profunda (fotos 16). Por lo general *S. littoralis* permanece hasta 50-65 cm por debajo de *S. maritimus*, hasta desaparecer a mayor profundidad.



Frecuentemente, en las proximidades del borde, se detectan poblaciones de macrófitos (*Chara* spp., *Ruppia drepanensis*) poco importantes. En algún segmento colmatado (y utilizado como abrevadero, con aportes de pozo) se encontró una población

densa de Potamogeton pectinatus (foto 19). Algunos tramos aislados con aguas estancadas y eutróficas desarrollan, en el verano, poblaciones densas de algas clorofitas.

Existe una amplia diversidad de condiciones en los canales terciarios, dependiendo del grado de colmatación (en la zona SE algunos, prácticamente, han desaparecido), aislamiento (algunos quedan aislados tempranamente por diques o pasos, mientras que otros están conectados al resto del sistema hasta bien avanzado en verano), proximidad a los canales principales, etc. Algunas observaciones puntuales en estos canales, a falta de estudios más profundos, aportan datos de interés:

- 1°.- Se observó el desarrollo incipiente de Phragmites australis (foto 17) en el borde de un único canal terciario situado al N del área. Tal canal mantenía, a principios de agosto, agua clara, de escasa salinidad (para la fecha, 2dS/m) y conexión permanente con el canal secundario vecino (agua circulante).
- 2°.- En un único canal terciario, de la zona SE, se detectó la presencia de pies aislados de Typha dominguensis. Se trataba de una canal prácticamente colmatado, sin agua libre en la fecha de observación (1-8-1996) en el que las características superficiales del suelo (0-10 cm) no son manifiestamente diferentes de las de otras depresiones estudiadas en la misma campaña:

Observación (0-10 cm)	Color (h)	C.E. (dS/m)	pH	CO ₃ ⁻ (%)	C.O. (%)
Canal 3ª, <i>Typha</i>	5Y5/1	6.0	7.6	9.9	1.2
Caño Guadamar, <i>S. marit.</i>	5Y4/1+2.5Y4/2	6.8	7.7	12.1	1.5
Lucio Caravirueltas altas, <i>S. marit.</i>	5Y4/1+2.5Y3/2	5.7	7.9	10.8	1.9
Caño Molina, <i>D. alisma</i>	10YR6/1+10YR5/1	6.8	7.6	17.0	1.0

Únicamente el color, uniforme hasta 10 cm, parece corresponder a zonas más prolongadamente inundadas que el encontrado en las depresiones naturales analizadas. La salinidad en los 10 primeros centímetros es similar a la de las otras depresiones naturales, al igual que los valores de Carbono Orgánico (C.O.) y el

contenido en carbonatos (CO_3), próximos a los del caño Guadiamar. En cuanto a las posibles diferencias con el resto de los canales terciarios (donde no aparecen vestigios de esta especie), sólo cabe destacar dos características: escasa profundidad del segmento donde se encontró dicha especie (fuerte colmatación) y, sobre todo, que dicho segmento de canal había sido alimentado continuamente, durante los 2-3 peores años de la última sequía, con agua dulce ($\text{C.E.} < 0.5 \text{ dS/m}$) de un pozo vecino.

En los *canales secundarios*, dependiendo de la pendiente del talud, se presenta una banda -nunca de más de 2-3 m de ancha- de S. maritimus y S. littoralis, en la misma disposición indicada para los canales terciarios. En algunos tramos, menos profundos, de los canales secundarios, (fotos 2-12 y 2-13) se han desarrollado unas decenas de ejemplares de Tamarix canariensis (algunos de tamaño considerable) que soportan las condiciones de inundación prácticamente permanente y los valores moderados de salinidad del agua (máximo 3-4 dS/m, en la temporada de observación) que imperan en los mismos. En algunos segmentos que quedan aislados, llegan a desarrollarse durante el verano densas poblaciones de algas verdes -propias de aguas eutróficas y estancadas-, a diferencia de los tramos en los que circula el agua.

Los limitados tramos del **canal primario** que recorrimos no presentaban ninguna vegetación característica, dado que la profundidad de su parte central (superior a 2m) no parece permitir el establecimiento de ninguna especie de las anteriormente citadas.

Respecto a la **evolución** de la vegetación en las depresiones, a diferencia de lo que ocurría con las zonas más elevadas, no es posible comparar inventarios de vegetación de áreas deprimidas con el trabajo de Risseeuw, dado que tales áreas fueron excluidas del mismo: "Otras especies como Damasonium, Tamarix, Phragmites, Typha, Juncus y Carex, se encontraban en zonas inundadas aún inaccesibles" (Risseeuw, 1.972).

Bardaji (1971) aportó una somera descripción de la vegetación de las depresiones de la zona: “En las depresiones existe vegetación de Junceas y Cyperaceas, con Ranunculus durante la primavera, mientras que los caños grandes están cubiertos de Typhae y Phragmites asociados a Junceae y Cyperaceae”. Es, asimismo, muy útil la referencia al aspecto que presentaban en la fotografía aérea las distintas comunidades: “En los bancos la predominancia de Suaeda da un todo gris muy oscuro con límite bastante claro”, “donde predominan Salicornia y Arthrocnemum -transiciones- que quedan determinadas por tonalidad gris clara. En los cauces, además de su relieve cóncavo, la tonalidad central es negra por la presencia de Typhae y Phragmites”. En los perfiles tipo de depresión que hemos vuelto a muestrear en la zona en el verano de 1.996 [perfiles IV y V del ANEXO, correspondientes a los perfiles C-3 y C-4 de Bardaji (1971) y a los perfiles 18 y 19 de FAO (1972b)] la vegetación presente queda descrita como “únicamente el junco” (Caño Molina) o “Cyperaceas y algo de pasto para el ganado”.

F.A.O. (1.973), en una descripción más detallada de la “Finca Piloto” (en el Sur del área objeto de estudio) atribuye la siguiente vegetación a las zonas deprimidas:

- 1°.- Scirpus y Carex spp. en las áreas deprimidas que llegan a desecarse (borde de lucios pequeños, lucios grandes y caños). “Cuando el agua se saliniza más por evaporación se observa una disminución de la vegetación que queda en la zona aún cubierta por el agua, hasta encontrarse prácticamente sin vegetación alguna los fondos de los lucios que llegan a desecarse completamente antes de la nueva temporada de lluvias”.
- 2°.- Las depresiones con agua durante todo el año (zona central, más profunda, del Caño Guadiamar y lucios grandes) tienen una vegetación de Typha y Phragmites.

Rivas-Martínez y cols. (1.980), a mediados de los años 70, citan todavía en las partes centrales del caño Guadiamar poblaciones densas de Scirpus littoralis y Typha dominguensis. Citan, asimismo, poblaciones de tales especies -dentro del Parque- en la vecindad del Lucio de los Ansares (si bien la mayoría de los inventarios correspondían a canales del IRYDA, en el entorno del Parque). En 1.985-87 aún se observaban algunos rodales densos de Typha dominguensis, de extensión limitada, en las proximidades de la compuerta Sur de la zona (de las que todavía, en 1.996, perviven algunos ejemplares aislados). En el mismo periodo (1.985-1987) las poblaciones de la zona del Lucio de los Ansares (las Nuevas, “el desierto”) habían dado paso a un denso bayuncal (S. littoralis) en el que no se encontraron restos de Typha dominguensis. En lo que se refiere al carrizo, no se evidencia en el trabajo de Rivas y cols (1980) su presencia en inventarios de la marisma salina, ni en las proximidades de la zona. Únicamente como compañera ocasional de S. maritimus y E. palustris en la marisma salobre (Scirpetum maritimi) o dulce (Glycerio declinatae- Eleocharidetum palustris). Observaciones posteriores (1.985-1.990) han constatado la presencia de dicha especie, en la marisma salina del Parque, aunque siempre junto a fuentes permanentes de agua salobre o moderadamente salinas (ojos o brazo de la torre).

Del conjunto de la información disponible, pueden resumirse la tendencia general de evolución de la vegetación en las depresiones de la zona de estudio en lo siguiente:

- 1º.- En los lucios (de las Caravirueltas y otras depresiones innominadas del N de la zona) y caños someros (Molina, Cerrabarba, de la Casa, Pescador), la cubierta vegetal ha evolucionado desde un tapiz moderadamente denso a denso de Scirpetum compacto-littoralis -dominado por S. maritimus, en las zonas más densas- hasta otro en el que dominan anuales, propias de aguas salobres efímeras (Damaconium alisma especialmente) o halóterofitos (Suaeda Splendens), en años secos, con escasa presencia (o total ausencia) de helófitos. Perviven con más éxito S. maritimus y E. palustris que S. littoralis (muy escaso ya en estas áreas someras). No se han encontrado

vestigios de Typha dominguensis o Phragmites, en zonas en las que pudieron abundar puntualmente en el pasado (ojos...) . El avance de A. macrostachyum es considerable, en ciclos secos, llegando a cubrir la mayor parte de las depresiones someras, si bien en embalsamiento de agua lo erradica de dichas zonas, en años muy húmedos (foto 36-37). J. subulatus ha logrado establecerse, puntualmente y con escasa importancia, en las depresiones someras más salinas de la zona.

- 2º.- En el Caño Guadiamar (10-13) hay que destacar una regresión cualitativa y cuantitativa de la vegetación helófito. Se han perdido los elementos más hidrófilos del Scirpetum compacto-littoralis. La subasociación typhetosum dominguensis, caracterizada por una cubierta muy densa, y de considerable altura, de Scirpus littoralis y Typha dominguensis, ha desaparecido completamente. En la subasociación típica (scirpetosum littoralis) domina la especie menos hidrófila (S. maritimus) frente a la que exige aguas más profundas (S. littoralis).
- 3º.- El sistema artificial de canales introduce un elemento hidrológico singular en la zona, por la profundidad y persistencia que en ellos alcanza la lámina de agua, si bien la configuración de los mismos no parece compatible con las exigencias de los helófitos propios de la zona (salvo en estrechas franjas de los márgenes, fotos 16-18). En varios tramos de los canales secundarios, en zonas que, normalmente, permanecen inundadas todo el año y por aguas de salinidad no muy elevada, ha logrado establecerse numerosos ejemplares de Tamarix canariensis (foto 23). Las condiciones imperantes en el canal primario, por la profundidad de la lámina de agua y naturaleza inestable de su fondo, no parecen adecuadas para ninguna de las especies hidrófilas accesibles en la zona.

FOTO 10



1 9 8 4

FOTO 11

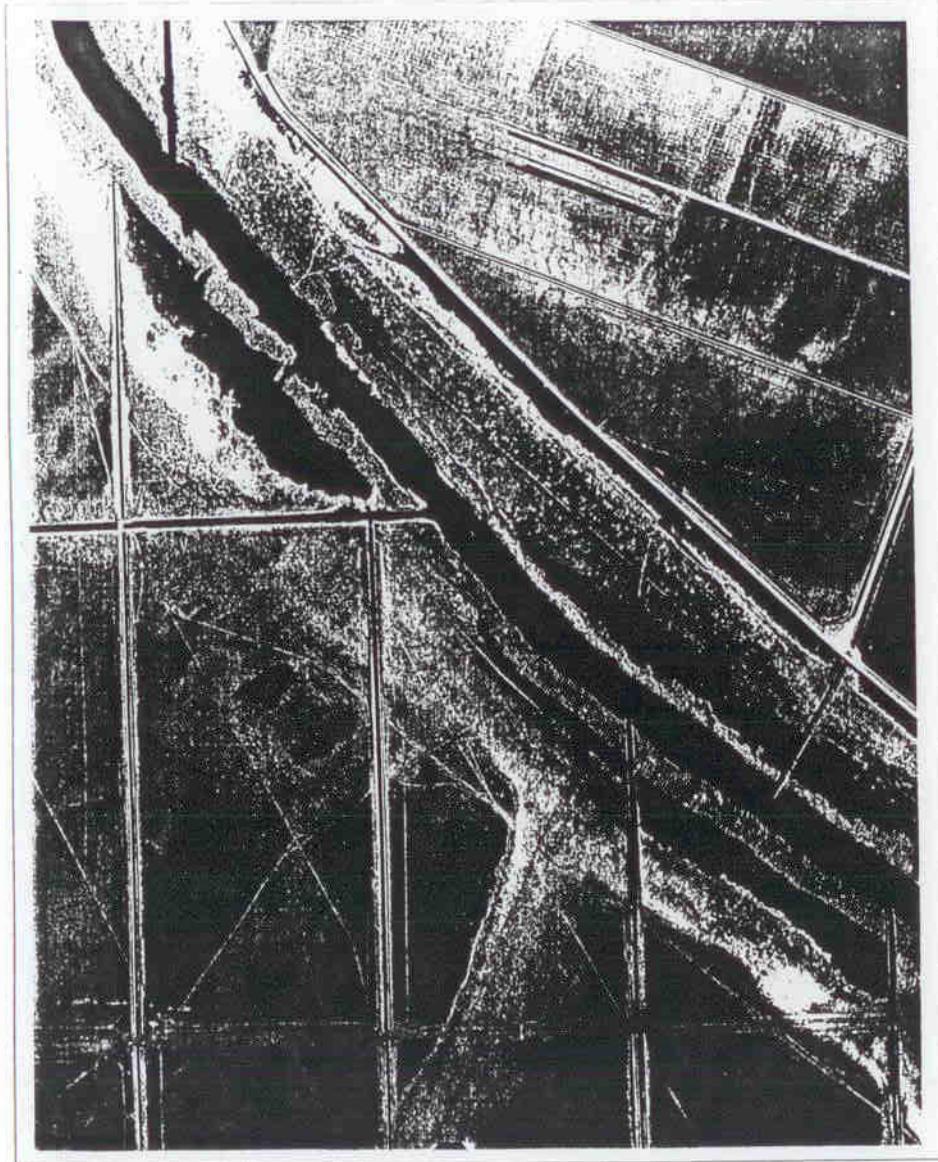


1 9 9 5

: Aspecto de la marisma en su sector sur y caño de Cerrabarba en X-1984 y XI-1995. Puede observarse claramente la intensa colonización de los cauces por *A. macrostachyum* y

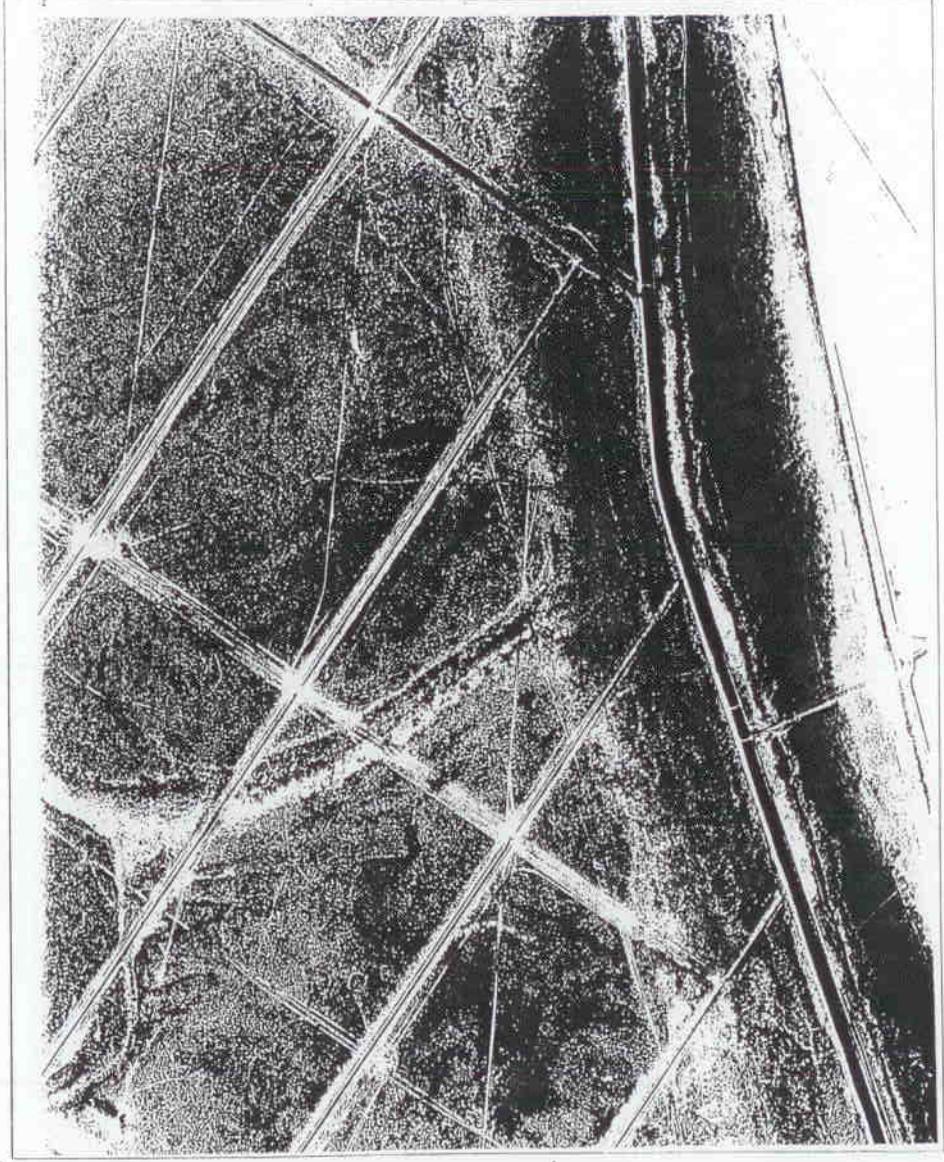
la pérdida en general del contraste debido un proceso de homogenización del relieve.

FOTO 12



1 9 8 4

FOTO 13



1 9 9 5

: Aspecto de un tramo del cañon Guadamar en X-1984 y XI-1995. Obsérvese de nuevo el avance de *A. macrostachyum* y la amplitud del primitivo cauce.
La recuperación de sus márgenes resulta complicada debido a la dinámica del propio encauzamiento y a la multitud de canales que a él tributan,



FOTO 14



FOTO 15



FOTO 16



FOTO 17



FOTO 18



Amplias zonas de los primitivos cauces aparecen ocupadas por el *Rupietum drepanensis* y el *Damasonio alismae-cypsietum aculeatae* (14,15). La vegetación en los canales está restringida a los bordes predominando *S.maritimus* en el borde y *S.littoralis* en las partes más profundas (16,17, 18). En aquellos canales con mejor circulación del agua llega a aparecer *P.australis* (17). En algunos segmentos se encontraron poblaciones densas de *Potamogeton pectinatus* (19)

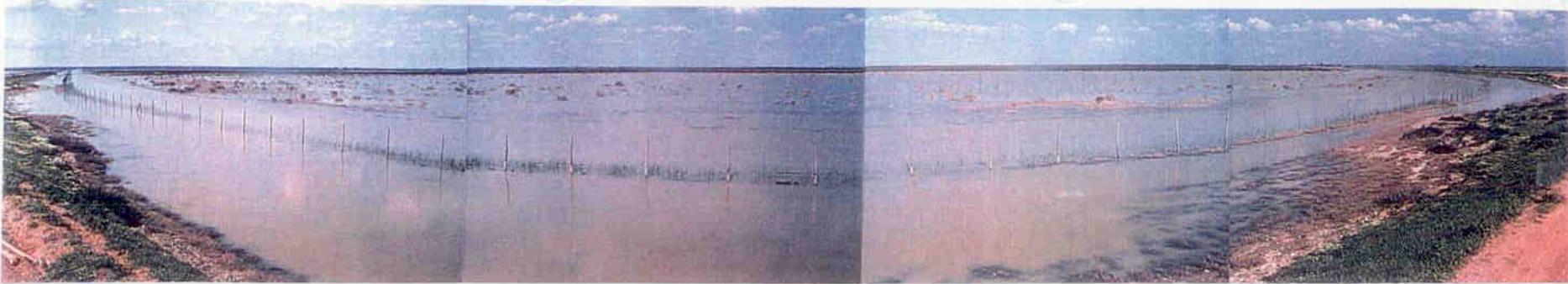


FOTO 20



FOTO 21



FOTO 22



FOTO 23



FOTO 24



FOTO 25

En (20), aspecto de la depresión localizada al sur de la parcela (IV/96, ver fig.46-11) casi ausente de vegetación helófitas. Los levées asociados a los canales (21) y estos mismos, interrumpen el flujo de las aguas dominando *S.maritimus* en las partes más bajas y *A.macrostachyum* en las altas. En (22) detalle del encauzamiento del Guadiamar, puede observarse la disposición de la tierra extraída y la anchura del primitivo cauce (seco). En algunos canales secundarios (23) aparece una incipiente colonización por tarajes que podría tener interés para la avifauna. En (24) aspecto del caño perimetral junto al muro de la FAO. En (25) obras de restauración de cauces en las inmediaciones del lucio de Caraviruella.

2.6.4. RESUMEN Y CONCLUSIONES.

- 1.- La distribución de la vegetación en la marisma atiende a factores de diversa naturaleza muy interrelacionados entre sí, a saber: duración del encharcamiento, salinidad, microtopografía, suelo y temporalidad.
- 2.- Antes de las transformaciones, la vegetación de acuerdo a los patrones geomorfológicos era la siguiente:

A) En zonas deprimidas (con suelos tipo Gleyic Solonchaks).

1. **Caños pequeños** (Caños de Cerrabarba, Molino, Junquerilla y Pescador) y **lucios** (Caraviruela y Caraviruela Alta), cuya vegetación podría encuadrarse en la asociación Scirpetum compacto-littoralis (Scirpus maritimus y S. littoralis), con cobertura de moderada a baja. Dicha cubierta vegetal alternaría con zonas desnudas, en la zona central de alguno de estos caños mientras que la vegetación en los bordes de los lucios sería similar pero con amplias áreas desprovistas de vegetación helófitas en el centro de los mismos.

2.- **Caño Guadiamar**. El amplio cauce estaría ocupado por una vegetación helófitas densa, con las zonas próximas a los bordes con Scirpus maritimus y S. littoralis, y las zonas centrales poblaciones densas de Typha dominguensis alternando con Phragmites australis, también presentes en los "ojos" localizados en los lucios citados

B.- En los bancos y zonas de transición, con suelo de tipo Takiric Solonchaks, estaría omnipresente el almajo (Arthrocnemum macrostachyum), acompañado casi siempre de Beta macrocarpa y Hordeum marinum. El almajar dulce que cubriría menos del 10% de los bancos de la zona y en el que A. macrostachyum (10-20% de cobertura) estaría acompañada por Suaeda vera. En las zonas más elevadas se citan especies dominantes características de la asociación Haynardi-Lophochloetum hispidae. En las

zonas algo más bajas, salinas y húmedas de los bancos, se citan elementos más propios del Parapholi-Frankenietum pulverulentae

En las **zonas de transición**, dominaría el A. macrostachyum con un pastizal de baja densidad en el que predominan la asociación Parapholi-Frankenietum pulverulentae. Damasonio alismae-Crypsietum aculeatae aparecería en las zonas más bajas.

- 3.- Actualmente, la distribución y abundancia de estas comunidades han cambiado de forma substancial. Así las densas formaciones de enea y carrizo presentes en el Guadamar han desaparecido prácticamente en su totalidad. Castañuelas y bayuncos han reducido sus efectivos y el almajo, principalmente Arthrocnemum macrostachyum, se ha expandido colonizando nuevas zonas que poco a poco va ganando en la fluctuaciones periódicas de niveles (este año gran parte de los almajos presentes en los cauces ha muerto como consecuencia del aumento del nivel de agua).
- 4.- Los efectos del sistema de diques periféricos se manifiestan especialmente en épocas de avenida, en las que se favorecen, con carácter general las especies adaptadas a la saturación superficial o inundación somera, en detrimento de las más halotolerantes y de las hidrófugas.
- 5.- La retícula de canales ejerce un efecto continuo en el régimen hidrosalino de los suelos, tanto en los años y estaciones húmedas como en los secos con repercusiones en la vegetación. Entre las más significativas cabe citar:
 - A- Reducción del tiempo medio de inundación (espesor y persistencia de la lámina de agua). Los efectos son especialmente significativos en las áreas deprimidas en las que se asiste a una mayor aireación y agrietamiento del suelo, con pérdida de signos de hidromorfia; a una reducción en los niveles superficiales de materia orgánica y a una regresión de la cubierta de

helófitos (tanto en densidad como en composición). Los elementos más hidrófilos de las asociaciones de helófitos otrora presentes en las depresiones la zona (Ph. australis, T. dominguensis) han desaparecido. De las especies que aún subsisten, las más hidrófilas (S. littoralis) aparecen prácticamente erradicadas de las depresiones someras y con menor presencia en las depresiones más profundas, en las que han cedido terreno en favor de las mejor adaptadas a menor inundación (S. maritimus y Eleocharis palustris). Puntualmente, en zonas someras y salinas del Caño Guadiamar se ha introducido el Juncus subulatus.

- B.-- La desalinización del horizonte superficial, particularmente en el sistema de depresiones someras drenadas (caños someros, zonas de transición). Tales áreas deprimidas ha perdido su papel de sumidero de agua y solutos, en favor del sistema de drenaje. Ello ha favorecido la progresión de especies y asociaciones adaptadas al encharcamiento estacional y somero, pero que no toleran altos valores de salinidad superficial (D. alisma, E. palustris)
- C.- La “banquización” del perfil hidrosalino de las depresiones naturales (y zonas de transición): pérdida de signos de hidromorfía en superficie, aumento de la profundidad de agrietamiento, incremento de los ascensos capilares, aumento de la evaporación-precipitación de sales en las profundidades afectadas frente capilar y acumulación salina en horizontes subsuperficiales. Ello unido a la desalinización y más rápida desecación de los horizontes superficiales, provoca un incremento de la pendiente de la curva salinidad-profundidad que favorece a las especies capaces de aprovechar la humedad de horizontes subsuperficiales hipersalinos, en la estación seca, pero que no toleran la inundación superficial prolongada durante la estación húmeda (A. macrostachyum). Tal progresión del almajo se produce expensas de las poblaciones de helófitos, que prosperan en la situación contraria (perfiles no extremadamente salinos e inundación superficial prolongada).

- D.- Alteración de los patrones generales de circulación y almacenamiento de agua en la zona. El sistema de diques creado como consecuencia de la excavación de la malla de canales y construcción de caminos ha alterado el drenaje natural, retrasando la evacuación del agua de lluvia caída en las zonas elevadas situadas en el interior de los recintos hacia las depresiones naturales, reteniendo parte de la misma hasta su evaporación con la reducción o desaparición en estas zonas de comunidades herbáceas poco tolerantes a la saturación del suelo (especialmente de los pastizales densos de leguminosas) El mismo efecto se produce dentro del antiguo cauce de Guadamar, fuertemente compartimentado (especialmente en su margen derecha).

Al mismo tiempo, los diques que flanquean los canales de drenaje representan elevaciones artificiales que han permitido el establecimiento de comunidades nitrófilas arvenses, poco abundantes en las zonas naturales de la marisma, junto a comunidades características de zonas elevadas.

- E.- La alteración del régimen natural de la marisma, lleva aparejada la uniformización de la misma y la reducción o pérdida de las comunidades asociadas a los extremos de los gradientes naturales (pastizales densos de las zonas elevadas y comunidades helofíticas originales). Por otro lado, la presencia del sistema de canales introduce un nuevo elemento de heterogeneidad ambiental, permitiendo el establecimiento y desarrollo de algunas especies adaptadas a aguas relativamente más dulces y persistentes (*Tamarix canariensis*). Los abruptos taludes de los canales impiden el desarrollo de comunidades helofíticas densas (excepto en los casi totalmente colmatados, o en los bordes de los canales terciarios).
- F.- De haberse producido el drenaje completo de esta marisma, desecación y desalinización del primer metro del perfil, la total uniformización del área, y el afloramiento y puesta en circulación de aguas subsuperficiales (esto último con salinización extrema del sistema de canales) es muy posible que en tales

condiciones hubieran prosperado enormemente Suaeda vera y pastizales nitrófilos asociados.

- G.- La alteración de los regímenes de inundación ha favorecido un nivel saturado hipersalino cercano a la superficie e inundación superficial más limitada lo cual ha aumentado las posibilidades de extensión del almajo salado (A. macrostachyum), en detrimento del resto de las especies perennes características, tanto de zonas más deprimidas (Scirpus, Typha, Phragmites), como de zonas más elevadas (Suaeda vera).
- 6.- Dado que la calidad del agua que hoy recibe esta marisma es superior a la que posiblemente le aporte el río Guadiamar, podría pensarse en un uso selectivo de la misma que favoreciese aquellas comunidades más sensibles a la contaminación. En el caso de los macrófitos acuáticos habría que tener en cuenta la presencia y movilidad del cangrejo rojo americano que limitaría el alcance de cualquier actuación.
- 7.- Las actuaciones orientadas a la restauración de la zona deberían conjugar la necesidad de evitar la rápida descarga de las depresiones someras naturales, para favorecer la reaparición de poblaciones densas de helófitos (a cuyo fin contribuiría la modificación de perfiles en la red de canales, ver capítulo 6).

2.7. FAUNA.

2.7.1. SITUACIÓN ORIGINAL.

Las características ambientales y topográficas originales de la Marisma Gallega permitían la existencia de una rica y variada fauna asociada a los distintos medios acuáticos del microrrelieve marismeño.

2.7.1.1. Invertebrados.

Había que destacar la abundante presencia de la sanguijuela (Hirudo medicinalis) cuyas poblaciones hoy prácticamente han desaparecido posiblemente debido a la introducción del cangrejo rojo americano (Procambarus clarkii). Igual suerte parecen haber tenido los caracoles acuáticos (Lymnaea stagnalis y Lymnaea peregra) entonces muy abundantes en las praderas de macrófitos sumergidos y hoy desaparecidos (Castroviejo, 1993).

Especialmente frecuentes eran los coleópteros acuáticos de los que se citan (Soler 1972, según Castroviejo 1993) las siguientes especies por familias: Haliplidae (3), Hygrobidae (1), Dysticidae (17), Gyrinidae (1), Hydrophilidae (14) y Dryopidae (1) así como escarabeoideos con especies de los géneros Oryctes, Rhizotrogus, Scarabeus, Geotrupes, Typhaeus y Trox, entre otros. La mayor abundancia, asimismo, de ortópteros en los pastizales además de lepidópteros y dípteros aún es recordado por la gente del lugar (Medina, com.pers.; Castroviejo, 1993).

2.7.1.2. Peces.

Las periódicas inundaciones de la marisma a causa principalmente de los desbordamientos del Guadalquivir y Guadiamar, determinaba la aparición y colonización de toda ella por diferentes especies -en el Guadalquivir el número de especies se eleva a 47

como mínimo (Fernandez-Delgado, 1987, según Castroviejo, 1993)- que conforme disminuía el nivel de las aguas se iban concentrando por miles en los lucios y caños más profundos donde eran presa fácil de numerosas aves tal como E. garcetta, Ixobrychus minutus, A. ralloides, A. cinerea, N. nycticorax, A. purpurea, C. ciconia, Milvus migrans e incluso por parte de otros vertebrados como Natrix maura o Sus scrofa (Valverde, 1960). Así, para La Rocina, y es de suponer que para la zona que estamos tratando dada su proximidad y la continuidad de los cauces en la estación lluviosa, se citan las siguientes especies (Doadrio y cols, 1991; Castroviejo, 1993): Anguilla anguilla, Barbus comiza, B. sclateri, Cyprinus carpio, Leuciscus pyrenaicus, Cobitis maroccana, Gambusia holbrooki, Atherina boyeri, Micropterus salmoides como aún presentes y otras ya extinguidas o raras como Petromyzon marinus, Gasterosteus aculeatus y Aphanius iberus. Actualmente, dado el aislamiento general del área de los cauces que mantenían cierta permanencia del caudal (ejm. Guadiamar, e incluso Guadalquivir a través el Brazo de la Torre), el número de especies debe ser considerablemente menor.

2.7.1.3. Anfibios y reptiles.

Respecto a los anfibios, aunque se hayan muy bien representados en la Vera, su presencia en la marisma va a estar condicionada por la salinidad. Las especies más frecuentes que aparecían, a veces en cantidades extraordinarias, eran Pleurodeles walt y Pelobates cultripes (Valverde, 1960). Otras, como Rana perezi, estaban limitadas a zonas más dulces como algunos caños y “ojos” perimarismeños.

Dos son las culebras que dominan la marisma: Natrix maura, habitual con la marisma encharcada donde se alimenta de batracios y pequeños peces y Malpolon monspessulanus, muy común en la marisma seca, donde se interna en busca de pequeños mamíferos (conejos, liebres, ratas y ratones) y nidadas con pollos. En las zonas altas aparecen también Blanus cinereus y Chalcides chalcides

2.7.1.4. Mamíferos.

La presencia de mamíferos está condicionada a la marisma seca, estos es, vetas y paciles con inundaciones y en su totalidad en condiciones de estiaje. Durante la estación estival los grandes mamíferos (Cervus elaphus, Dama dama, Sus scrofa y Vulpes vulpes) procedentes de la Vera y pinares próximos hacen presencia en la marisma. Lepus capensis es muy frecuente en toda la marisma seca mientras que Oryctolagus cuniculus tan solo aparecen en algunos vetones arenosos donde excava sus madrigueras. Finalmente hay dos roedores muy abundantes (Rattus norvegicus y Mus spretus) cuyas poblaciones, durante inundaciones, se refugian en gran número en las vetas para dispersarse de nuevo en época seca por toda la marisma. Otras especies son muy ocasionales, así Valverde (1958) cita como dato anecdótico la presencia en el Caño del Guadiamar del turón común (Putorius putorius).

2.7.1.5. Aves.

Dada su variedad y abundancia de especies se describirán atendiendo a los distintos hábitats asociados a los gradientes geomorfológicos:

- A) **Caños mayores** (Guadiamar), con una abundante vegetación de carrizos y enneas, suponían un hábitat idóneo para la nidificación de diversas especies de ardéidos, tales como el avetoro (Botaurus stellaris), avetorillo (Ixobrychus minutus), martinete (Nycticorax nycticorax), garcilla cangrejera (Ardeola ralloides) y, sobre todo, la garza imperial (Ardea purpurea), que constituía considerables colonias de cría que, por su longitud y extensión, eran de vital importancia como zona de reproducción, alimentación y refugio para la especie en el contexto de la marisma (Valverde y L.García, com.pers.). De la magnitud de estos efectivos es muestra que, en 1979, en un tramo sin transformar (de aproximadamente 1km, a continuación de la parcela de la FAO) se llegó a contabilizar más de 600 nidos de la especie (Luis García, com.pers). Aquí encontraban además refugio, constituyendo nutridas poblaciones, otras especies de alto valor ecológico y hoy en día amenazadas, tales como el

calamón (*Porphyrio porphyrio*), la cerceta pardilla (*Marmaronetta angustirostris*) y focha cornuda (*Fulica cristata*), que según Valverde (1960) representaba por entonces en la marisma el 10% de la población total de fochas. Hay también referencia de la presencia de otras especies cuyos requerimientos son de aguas más profundas tales como la malvasía (*Oxyura leucocephala*), porrón pardo (*Aythya nyroca*) y pato colorado (*Netta rufina*), lo cual era posible debido a la mayor afluencia y permanencia del agua en la zona. Merece destacarse la abundancia de un predador, el aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*), con permanente cría en los carrizales del Caño Guadiamar, sin duda muchas veces sobre viejos nidos de garza imperial. A estas especies, deben sumarse la presencia de otras, más escasas y raras, que encontraban en el lugar su hábitat idóneo tal como la polluela bastarda (*Porzana parva*), polluela chica (*Porzana pusilla*) y rascón (*Rallus aquaticus*). Se tienen noticias (Castroviejo, 1993) de la nidificación del morito (*Plegadis falcinellus*), frente al Veladero (extenso bayuncal en el centro del caño Guadiamar, a unos 9 km. al sur de la parcela de la FAO), lo cual no descarta que en algún tiempo pudiera haber criado en este área. En 1992, Castroviejo observa 10 ejemplares comiendo en las proximidades al Rincón del Pescador, junto al caño Pescador (al SE de la zona de estudio). Especies muy abundantes eran el ánade real (*Anas platyrhynchos*), polla de agua (*Gallinula chloropus*) y focha común (*Fulica atra*). Entre los passeriformes, era habitual la presencia del bigotudo (*Panurus biarmicus*), pechiazul (*Luscinia svecica*), ruiseñor bastardo (*Cettia cetti*), buitrón (*Cisticola juncidis*), tarabilla común (*Saxicola torquata*), carricero común (*Acrocephalus scirpaceus*), carricero tordal (*Acrocephalus arundinaceus*), carricerín real (*Acrocephalus melanopogon*), escribano palustre (*Emberiza schoeniclus*), como las especies de mayor interés, a las que se les suman otras invernantes o en paso, tales como mosquiteros (*Phylloscopus* sp.), lavanderas (*Motacilla alba* y *M. cinerea*), currucas (*Sylvia* sp.), collalbas (*Oenanthe oenanthe*), etc., sin olvidar al martín pescador (*Alcedo atthis*). Dormideros de golondrinas (*Hirundo rustica*) se asentaban en estos hábitats en sus concentraciones migratorias. Durante el invierno la garza real (*Ardea cinerea*) abundaba, frecuentando las aguas someras en busca de los diversos peces.

- B) **Los lucios**, como zonas deprimidas donde el agua se mantiene largo tiempo, representan uno de los principales hábitats para numerosas aves marismeñas. Su aspecto cambia fuertemente a lo largo del año, pasando de una zona inundada, sin vegetación en invierno, a formaciones vegetales emergentes, en primavera y verano, de castañuelas y balluncos que constituirán el alimento principal para los miles de ánades invernantes. Los lucios de la Marisma Gallega están situados relativamente al norte y se secaban antes que los ubicados en la región meridional lo que provocaba un desplazamiento de diversas especies.

Es en este biotopo donde se reproducen la mayor parte de las aves marismeñas netamente acuáticas. A destacar la colonias de cría de fumarel cariblanco (*Chlidonias hybrida*) y fumarel común (*Chlidonias niger*) siendo frecuente la presencia, aunque no la cría, de grupos numerosos, de unos 100 individuos (Valverde, inédito), de espátula (*Platalea leucorodia*). Se ha constatado también la reproducción de un considerable número de especies, entre las que destacan zampullín cuellinegro (*Podiceps nigricollis*), somormujo lavanco (*Podiceps cristatus*), zampullín chico (*Tachybaptus ruficollis*), avetoro (*Botaurus stellaris*), pato colorado (*Netta rufina*), porrón pardo (*Aythya nyroca*), rascón común (*Rallus aquaticus*), polluela bastarda (*Pozana parva*), calamón (*Porphyrio porphyrio*), focha común (*Fulica atra*) y focha cornuda (*Fulica cristata*). Posiblemente lo hiciera también la grulla común (*Grus grus*), extinguida como reproductor hacia 1880 (Castroviejo, 1993), y el morito (*Plegadis falcinellus*).

La presencia de grandes bandos de limícolas es un hecho frecuente en estas zonas así como **caños menores** (Cerrabarba, Molino y Junquerilla). Cabe citar las cigüeñuelas (*Himantopus himantopus*), archibebes (*Tringa sp.*), combatientes (*Philomachus pugnax*), avefrías (*Vanellus vanellus*), chorlitejos (*Charadrius sp.*), agachadizas (*Gallinago sp.*), correlimos (*Calidris sp.*), zarapitos (*Numenius sp.*), agujas (*Limosa limosa* y *L. lapponica*), andarrios (*Actitis hypoleucos*), etc. Las anátidas (*Anas*, *Aythya*, *Netta*, etc), anseriformes (*Anser anser*), ciconiiformes (*Ciconia ciconia*) y flamencos (*Phoenicopterus ruber*) frecuentaban estas aguas someras durante las distintas fases de inundación, aunque nunca llegaron a criar en

la Marisma Gallega. Se sabe que el Tarro canelo (Tadorna ferruginea) constituía importantes bandos, aunque no criaba, en la marisma septentrional, en la que debe incluirse esta marisma. El ansar común (Anser anser), el ansar campestre (Anser fabalis), más raramente barnaclas (Branta sp.), tarro blanco (Tadorna tadorna), cerceta común (Anas crecca), más escasa la cerceta carretona (Anas querquedula), el ánade friso (Anas strepera), ánade silbón (Anas penelope), rabudo (Anas acuta), pato cuchara (Anas clypeata), porrón común (Aythya ferina), etc. constituían grandes concentraciones contándose por miles los de algunas especies. A ese conjunto de aves se les sumaba una no menos interesante pléyade de especies paseriformes asociadas a los medios encharcados, similar a la descrita anteriormente para los caños. Bandos de cigüeña (Ciconia ciconia) - la cigüeña negra (Ciconia nigra) era frecuente solo en paso migratorio- que criaban en colonias en los cotos perimarismenos, eran sumamente abundantes, alimentándose en estos lucios de peces e insectos acuáticos, especialmente abundantes en verano cuando la concentración de las aguas los concentraban lo cual atraía a multitud de especies, en particular, ardeídas y milanos. Estos lucios representaban zonas de caza de diversas aves de presa procedentes de los cotos y pinares cercanos, tales como el águila imperial (Aquila adalberti), ratonero (Buteo buteo), milano negro y real (Milvus migrans y M. milvus), águila calzada (Hieraetus pennatus), águila culebrera (Circaetus gallicus) y alcotán (Falco subbuteo), actuando igualmente como predadores gaviotas argéneas, sombrías y reidoras (Larus cachinans, L. fuscus y L. ridibundus), atrapando polluelos indefensos o huevos abandonados.

- C) Las **vetas y paciles**, como ya se ha descrito, constituyen zonas de mayor altitud dentro del microrrelieve llano de la marisma. De longitud variable, entre algunas decenas a cientos de metros, son áreas que no se inundan y en la que se distinguen diferentes zonas de vegetación que constituyen hábitats distintos para las aves acuáticas. Durante las grandes riadas la fauna terrestre (roedores, liebres y algún reptil) busca refugio en ellas. En estas zonas se asentaban importantes colonias de cría de laro-limícolas en primavera y verano, cuando está cubierta por una vegetación de gramíneas, compuestas y cardos. La avifauna acuática era rica y variada debido a las numerosas especies que utilizaban estas vetas para nidificar al

abrigo del encharcamiento que las rodeaba. Aves netamente acuáticas como las anátidas encontraban en las zonas más altas de estas vetas refugio donde reproducirse, entre ellas, ánades (Anas platyrhynchos, A. strepera), cerceta común, carretona y pardilla (Anas crecca, A. querquedula y Marmaronetta angustirostris), porrones común (Aythya ferina, A. nyroca) y, ocasionalmente, el tarro canelo (Tadorna ferruginea). Entre las especies de laro-limícolas es necesario resaltar las abundantes colonias de gaviota picofina (Larus genei) (Luis García, com.pers), además de avefrías (Vanellus vanellus), chorlitejo patinegro (Charadrius alexandrinus), avocetas (Recurvirostra avosetta), cigüeñuelas (Himantopus himantopus), pagazas piconegras (Gelochelidon nilotica), charrancitos (Sterna albifrons) y gaviota picofina (Larus genei), todas ellas ocupando las zonas intermedias de gramíneas y compuestas de las vetas. En las zonas secas algo más despejadas se instalaban importantes colonias de canastera (Glareola pratincola), hoy dramáticamente reducidas en el conjunto de la marisma.

En la marisma seca y paciles la vegetación esta representada fundamentalmente por Arthrocnemum y Suaeda y constituye el biotopo de mayor superficie de la marisma, que se inunda sólo en años de mucha agua y se seca rápidamente. La fauna está formada por un conjunto de especies características de medios semiestepáricos de ambientes áridos. La escasez de pastos en estas zonas, hace que muera de hambre mucho ganado en algunos años, que atrae a numerosos buitres (Gyps fulvus y Aegyptius monachus), así como algún alimoche (Neophron percnopterus), que se alimentan de estas carroñas. Este hábitat de la Marisma Gallega era frecuentado por avutardas (Otis tarda) aunque de forma esporádica siendo relativamente frecuentes en la marisma de Aznalcazar (Medina, com. pers), hoy dadas por desaparecidas en la marisma (L.García, com.pers.), y por sisones (Otis tetrax) que venían en verano a beber desde el interior de la marisma a los ojos primarismeños y permanecían algún tiempo en el parque de Sarcocornia y Suaeda. Gangas (Pterocles alchata), alcaravanes (Burhinus oedicnemus) y, en menor medida, ortegas (Pterocles orientalis) (Llandres y Urdiales, 1990) eran las especies nidificantes características de esta zona, a las que se les unía diversos aláudidos como terreras (Calandrella cinerea y C. rufescens), alondras (Alauda arvensis),

cogujadas (*Galerida cristata*), calandrias (*Melanocorypha calandra*), etc. Las aves de presa son escasas y sólo se presenta el aguilucho cenizo (*Circus pygargus*) que encuentra aquí lugares apropiados para nidificar.

- D) Los **pastizales perimarismeños** del norte de la Marisma Gallega colindando con el Coto del Rey, Hato Blanco y Hato Ratón, presentaban una distinta conformación vegetal en función de la altura. Así, la zona alta de pastizales áridos con *Asphodelus*, *Senecio*, etc., en la que abundaban la avefría (*Vanellus vanellus*), el abejaruco (*Merops apiaster*) y las terreras (*Calandrella cinerea*); la zona inferior, muy verde y húmeda, formada por una densa vegetación de gramíneas mezcladas con juncos, era frecuentada por la codorniz (*Coturnix coturnix*) y torillo (*Turnix s. sylvatica*), especie, esta última, cuyos efectivos rozan actualmente la extinción. La importancia de esta zona radicaba en ser un ecotono de contacto entre la marisma y el monte o matorral, con ricos pastos donde abundaban herbívoros y numerosos predadores tal como el águila imperial, calzada y culebrera, ratonero, milano real y negro, gineta, lince, gato montes, nutria, turón, meloncillo, tejón, etc. Hoy día, la mayor parte del área ha sido transformada (fig. 35).

2.7.2. SITUACION ACTUAL.

La alta variabilidad climatológica interanual del área, así como su efecto acumulado durante periodos más o menos largos, condiciona de forma total la presencia de fauna así como su éxito reproductivo. Por ejemplo, durante el período 1990-1995, caracterizado por sus bajas precipitaciones, la importancia del área para la fauna (especialmente acuática) fue progresivamente menor hasta ser prácticamente nula durante el verano de 1995 debido a la total sequedad de los cauces. Con la llegada de las lluvias en el otoño de 1995, y su continuidad durante 1996, amplias zonas quedaron inundadas hasta el verano posibilitando su utilización a multitud de especies como área de alimentación y cría.

El largo período de sequía padecido ha mermado, presumiblemente, los recursos del área condicionando sus posibilidades reales. En tal sentido destacaremos la disminución de invertebrados acuáticos, peces y anfibios, la desaparición de amplias zonas de vegetación por predación de sus partes aéreas y/o subterráneas así como por su imposibilidad de resistir determinadas condiciones de stress hídrico. Reestablecidas las condiciones adecuadas, principalmente de inundación, hay que señalar el rápido aumento de las poblaciones algunas de las cuales entran en una verdadera explosión demográfica (p.ej., anfibios). En este sentido, el efecto también acumulativo durante los períodos favorables hacen preveer una próxima primavera con un éxito reproductivo y unos niveles poblacionales no vistos desde hace tiempo.

2.7.2.1. Invertebrados

Dada la falta de datos al respecto, es de suponer la presencia de los anteriormente citados por Castroviejo (1993).

Se constata la existencia del cangrejo rojo (*Procambarus clarkii*) en área aunque en densidades poco importantes, seguramente determinado por lo efímero del período de encharcamiento en los últimos años y es posible que condicionado por las características químicas del agua (al menos durante algún período del año).

2.7.2.2. Peces.

La ausencia total de agua en la zona ha debido suponer la desaparición de la mayor parte de las especies. Tan solo *Gambusia holbrooki*, debido a la peculiaridad de la especie para sobrevivir durante los periodos de sequía (por enterramiento de los huevos entre el fango) y la posibilidad de realizar varias generaciones en una misma temporada le permiten recuperar sus poblaciones con extraordinaria rapidez.

Algunas especies, principalmente barbos (*Barbus sclateri* y, posiblemente, *B. comiza*) y en menor medida carpas (*Cyprinus carpio*) aprovechan rápidamente cualquier mínima conexión (apertura de compuertas, rotura de muros, etc) para remontar y penetrar en el interior del área. Otras, como *Anguilla anguilla*, son capaces de escalar los pequeños muros desde cauces y canales próximos. Recientemente se ha encontrado *Mugil cephalus*, probablemente procedente del desbordamiento del río Guadalquivir sobre el conjunto de la marisma el pasado año.

La reaparición del resto de las especies puede resultar más lenta y va a ser muy dependiente de la conexión del área con zonas colindantes, bien mediante el aporte de aguas (arroz, bombeo) o su evacuación (apertura de compuertas).

2.7.2.3. Anfibios y reptiles.

En términos generales, las últimas inundaciones han favorecido a los anfibios y perjudicado las poblaciones de reptiles. Entre los primeros destaca la aparición masiva de *Rana perezi*, y en menor medida de *Pelobates cultripes*, ocupando la totalidad de canales.

En el caso de los reptiles aunque carecemos de datos es previsible un favorecimiento de las poblaciones de *Natrix maura*, aunque su efecto debe ser

contemplado con una mayor perspectiva (varios años). La gran abundancia de pollos en el período de cría ha debido de atraer a otros predadores como *Malpolon monspessulanus*, aunque debe tenerse en cuenta que las grandes inundaciones han relegado cualquier población marismeña a la zona de arenas no permitiendo refugiarse en las tradicionales vetas. Posteriormente, conforme ha ido emergiendo las zonas secas, ha debido producirse un nuevo ocupamiento del área que sin duda ha estado interferido por la distancia del área de estudio a las arenas (varios kilómetros) y la interposición de numerosos canales con agua.

2.7.2.4. Aves

Constituye una de las comunidades más favorecida por la presencia generalizada de zonas inundadas y con más relevancia, tanto por su diversidad como por sus efectivos poblacionales, en el área. Entre estas son especialmente significativas las acuáticas.

La ocupación que hacen del área está en gran manera condicionada según los distintos hábitats asociados a los elementos geomorfológicos destacando (al menos para la cría) por su extensión y relevancia el caño Guadiamar, aunque debe señalarse que los datos que se disponen están en parte condicionados por la accesibilidad al lugar. Durante el período invernal (y parte de la primavera) no hay posibilidad de acceder al interior de esta marisma (zonas de caños menores, lucios, quebradas y paciles) por lo que las observaciones son realizadas desde el exterior (muro FAO) estando muy limitado el alcance de las mismas por el escaso relieve del área.

A) Caños mayores (Guadiamar).

Como tal consideramos todo el tramo encauzado comprendido entre su intersección con el muro de la FAO y la estación de bombeo “Junta de los caños”. Aunque (a falta de estudios más detallados) resulta aventurado zonificarlo parece existir cierto predominio de especies más someras (rápidos) en el norte mientras que

en el sur abundan en mayor medida especies netamente buceadoras como somormujos, porrones, pato colorado, etc.

Durante el invierno la zonas más internas acogen gran número de anátidas (foto27), principalmente *Anser anser*, *Anas clypeata*, *Anas platyrhynchos*, *Anas crecca*, *Anas acuta*, *Aythya ferina* y *Netta rufina* entre otras, siendo ocasional *Tadorna tadorna*. Es posible que el área represente una zona segura de descanso, más que de alimentación, desde la cual acceder a cultivos cercanos (arroz, trigo, remolacha, etc). Igualmente debe abundar, dadas las características del área, las poblaciones de diversos láridos (*Larus minutus*, *Larus fuscus*) y limícolos como Chorlitejos (*Charadrius hiaticula*, *Ch. alexandrinus*), correlimos (*Calidris sp.*), agujas (*Limosa limosa*) y agachadizas (*Gallinago gallinago*), todas ellas abundantes en los alrededores (Hato Blanco).

Otras especies como *Phalacrocorax carbo*, *Ardea cinerea*, *Ciconia ciconia*, *Vanellus vanellus*, además de diversos predadores como *Milvus milvus*, *Circus aeruginosus*, *Hieraaetus pennatus* y *Falco peregrinus* frecuentan el área durante el invierno. Especial referencia hay que hacer a especies como *Grus grus*, *Ciconia nigra* (en paso), *Plegadis falcinellus* y *Fulica cristata* que, aunque escasas, si resultan relativamente frecuentes.

Respecto a la cría, la vegetación que actualmente presenta el cauce (en general castañuela de poco porte y amplias superficies descubiertas) podría estar condicionando el asentamiento de colonias de ardeidas, antaño muy abundantes sobre densos bayuncales y eneales. De hecho, gran parte de las que frecuentan la zona (*Ardea cinerea*, *A. purpurea*, *Ardeola ralloides*, *Nycticorax nycticorax*) han estado criando en las formaciones de *Tamarix sp.* presentes en Cerrado Garrido o puntos del Parque Nacional sobre estratos arbóreos o arbustivos, aunque es posible que se esté produciendo algún asentamiento puntual de *A. purpurea* en el Guadiamar (Maneiro, com.pers). Merece destacarse la presencia habitual de *Platalea leucorodia* y *Plegadis falcinellus*, este último criando igualmente sobre taraje en Cerrado Garrido. No se tiene actualmente constancia de la cría en el área considerada de

ninguna rapaz aunque es probable que lo haga *Circus aeruginosus* (Maneiro, com.pers.).

La diversidad batimétrica en el perfil del cauce del Guadiamar va a determinar distinta utilización por parte de la avifauna (fig.43). La zona central, correspondiente al encauzamiento del mismo, es la de mayor profundidad y en ella van a aparecer preferentemente especies buceadoras como *Podiceps cristatus*, *Tachibaptus ruficollis*, *Podiceps nigricollis*, *Aythya ferina* y *Netta rufina*.

Los bordes del encauzamiento sobresalen de la zona inundada quedando a modo de estrechas vetas protegidas por el agua circundante. Son de gran interés pues constituyen los lugares preferentes de cría de numerosas especies tal como *Anas platyrhynchos*, *Anas strepera*, *Netta rufina*, *Aythya ferina* y *Gallinula chloropus* llegándose en ocasiones a encontrar los nidos de estas especies con densidades que los hacen separarse muy escasos metros unos de otros. Esta densidad atrae a rapaces por lo que es frecuente encontrar restos de aves predadas en los alrededores. Debe señalarse que se ha constatado en la zona la cría de al menos una pareja de *Marmaronetta angustirostris*. Abundan también las aves coloniales como *Larus ridibundus*, *Recurvirostra avosetta*, *Himantopus himantopus*, *Sterna nilotica* y *Chlidonias hybridus*, estas últimas con colonias que llegan a sobrepasar el centenar de individuos.

Las zonas que se asientan sobre el antiguo perfil del caño, suelen presentar una inundación somera ribeteada y salpicada por manchas de vegetación, principalmente castañuela, que en ocasiones se presentan densas. Constituyen áreas muy productivas donde abundan invertebrados y macrófitos sumergidos que van a servir de alimento a buen número de especies. Así, es frecuente encontrar *Platalea leucorodia*, *Phoenicopterus ruber* (en grupos de hasta 900 individuos, foto 26), *Ardea purpurea*, *Ardea cinerea*, *Ardeola ralloides* además de numerosas especies de limícolas, anátidas y rálidos entre los que merece destacar a *Fulica cristata* y *Porphyrio porphyrio* como reproductores en la zona. Entre las especies más ocasionales tenemos a *Egretta alba* y *Plegadis falcinellus* cuyos avistamientos han

sido este año muy frecuentes dada la nutrida colonia de cría localizada en Cerrado Garrido. Con frecuencia aparecen en estas zonas del antiguo caño bandas, más o menos extensas, ligeramente más elevadas y que son las primeras en emerger conforme disminuye el nivel de las aguas suelen presentar una vegetación muy laxa y con grandes claros de castañuela, habiendo sido con frecuencia colonizadas por almajo durante los años de sequía. Rápidamente se asientan en estos espacios numerosas colonias de limícolas, destacando las poblaciones de *Himantopus himantopus* y *Recurvirostra avosetta* y otras, entre las que destaca *Glareola planticola*.

B) Lucios, quebradas y caños menores.

La dificultad de acceso al estas áreas hasta finales de primavera hacen difícil evaluar su importancia real, no obstante son frecuentadas durante todo el invierno por numerosas anátidas (Medina, com.pers). Durante 1996, el papel de la zona como recurso trófico ha debido estar bastante disminuido por las siguientes razones:

- Las superficies con pastos durante el período invernal han sido muy escasas debido a la inundación general del área.
- El banco de rizomas (principalmente de castañuela) debe de estar muy afectado después de 5 años de sequía en los que supuestamente ha debido de haber una intensa predación tanto de rizomas (anátidas) como de partes aéreas (ganado), una pérdida de viabilidad por insuficiencias de las condiciones necesarias de germinación y escasa reproducción de la especie.

En la zona de estudio, las áreas de mayor importancia corresponden a los caños centrales (caño de la Junquerilla y caño de Caraviruela) en el curso de los cuales se localizan los lucios de Caraviruelas y Caraviruelas altas. Las especies más comunes que cría en los mismos (principalmente lucios) son en su mayor parte

limícolas (*Himantopus himantopus*, *Tringa totanus*, *Vanellus vanellus*), además de patos (p.ej. *Anas platyrhynchos*), pero sin llegar a ser numerosos. Conforme se van secando, hecho que ocurre con relativa rapidez, se produce un desplazamiento de adultos y pollos hacia el caño Guadiamar que aún conservará agua la mayor parte del verano.

C) Canales

El principal inconveniente en la red de canales que drenan estas marismas lo constituye la elevada pendiente de sus orillas que impide el asentamiento de la vegetación y dificulta la alimentación de la mayoría de aves (por carencia de aguas someras). Las especies acuáticas más comunes son los zampullines (*Podiceps nigricollis*, *Tachybaptus ruficollis*) que aprovechan los tarajes presentes en los canales secundarios (foto 23) para anidar, más ocasionalmente es utilizado por anátidas (algunas que anidan hacia el interior, aunque permanecen brevemente pues enseguida se dirigen hacia el caño Guadiamar que les ofrece mayor protección y alimento).

En la época de estiaje, caracterizada por su dureza, los canales secundarios (y primario) suelen permanecer con agua la mayor parte, o la totalidad, del verano constituyendo puntos importante como abrevadero para las aves presentes en la marisma más alta y seca.

D) Vetas y Paciles

Correspondiendo tradicionalmente a las zonas de mayor altitud su extensión ha aumentado como consecuencia de la red de drenaje instalada ocupando gran parte de la marisma “interna” (al norte del encauzamiento del Guadiamar y hasta el límite del área de estudio). Las especies que aquí aparecen son semiestepáricas abundando diversos alúridos como alondras (*Alauda arvensis*), calandrias (*Melanocorypha*

calandra) y terreras (Calandella cinerea y C. rufecens) además de alcaravanes (Burhinus oedicnemus) y gangas (Pterocles alchata).

Con frecuencia visitan el área diversos carroñeros como Gyps fulvus y Neophron percnopterus atraídos por la presencia de ganado muerto.

2.7.2.5. Mamíferos.

El alto grado de inundación de los dos últimos inviernos ha debido suponer (medina) una disminución importante de las poblaciones de mamíferos más asentadas en el la marisma (Lepus capensis, Rattus norvergicus y Mus spretus) que han tenido escasas posibilidades de pasar el invierno refugiadas en vetas y paciles.

La presencia del zorro (Vulpes vulpes) es relativamente habitual mientras que otras como Cervus elaphus, Dama dama, Herpestes ichneumon, Lutra lutra, Meles meles o Sus scrofa es más casual o circunstancial.

2.7.3. RESUMEN Y CONCLUSIONES

- 1.- Destaca la avifauna asociada a los distintos medios acuáticos en relación con el microrrelieve marismeño. De especial importancia era el caño Guadiamar que con una densa vegetación de enea y carrizo mantenía importantes poblaciones de rálidos hoy raros (Porphyrio porphyrio, Fulica cristata, Porzana pava, Porzana pusilla y Rallus aquaticus) y ardeidas como Botaurus stellaris, Ixobrychus minutus, Nycticorax nycticorax, Ardeola ralloides y, principalmente, Ardea purpurea de cuyos efectivos de cría hay testimonios hoy día impensables.

Los lucios y caños menores abundaban especialmente Himantopus himantopus además de Tringa sp., Charadrius sp., Calidris sp., entre otras. Diversos ánades como Anser anser, Anser fabalis, Tadorna tadorna, Anas crecca, Anas strepera, Anas penelope, Anas acuta, Anas clypeata, Aythya ferina, etc. constituían grandes concentraciones contándose por miles los de algunas especies. Más raramente Branta sp y Anas querquedula. La cerceta pardilla (Marmaronetta angustirostris) era, antes de las transformaciones, una especie relativamente abundante.

Vetas y paciles constituyen las principales zonas de cría de la mayoría de especies dada su menor probabilidad a ser inundada y a su cercanía con el agua. Se ha constatado en ellas importantes colonias de Larus genei y la presencia de otras especies hoy raras como Tadorna ferruginea.

En la marisma seca predominan las aves semiestepáricas. Antaño aparecía de forma ocasional Otis tarda (más frecuente en la marisma de Aznalcazar), hoy aún es relativamente frecuente Otis tetrax además de numerosos alaúlidos como Calandrella sp., Alauda arvensis y Galerida cristata, Buhirrus oedicnemus o Pterocles alchata, entre otros.

- 2.- La presencia de mamíferos está condicionada a la marisma seca con especies como Cervus elaphus, Dama dama, Vulpes vulpes, Herpestes ichneumon y Sus scrofa que la visitan regularmente para alimentarse y otras como Rattus norvegicus, Mus spretus, Lepus capensis y Oryctolagus cuniculus que la utilizan de forma más estable reproduciéndose en ella. Más esporádica es la presencia de Meles meles y Lutra lutra.
- 3.- Las poblaciones de peces constituían una importante fuente de alimento para la avifauna, siendo el número de especies en la zona seguramente mayor debido a su mejor conexión con otras áreas y a las periódicas inundaciones del Guadalquivir,

para el que se han descrito al menos 47 especies. En la Rocina, se citan Anguilla anguilla, Barbus comiza, B. sclateri, Cyprinus carpio, Leuciscus pyrenaicus, Cobitis maroccana, Gambusia holbrooki, Atherina boyeri, Micropterus salmoides como aún presentes y otras ya extinguidas o raras como Petromyzon marinus, Gasterosteus aculeatus y Aphanius iberus.

- 4.- El éxito reproductor del cangrejo rojo americano ha provocado la práctica desaparición de varias especies entre las que destacan la sanguijuela y diversos macrófitos acuáticos. Su control actual resulta difícilmente practicable.
- 5.- Otras especies que han disminuido drásticamente sus poblaciones o han desaparecido son Natrix maura y los anfibios Pleurodeles walt, Rana perezi y Pelobates cultripes. Especies como Malpolon monspessulanus y, en menor medida, Coluber hippocrepis se han mantenido favorecidas por la sequía.
- 6.- En los criterios a seguir para su regeneración, la zona se perfila como un lugar con grandes posibilidades para la cría de Ardea purpurea, Porphyrio porphyrio (restitución caño Guadiamar), Marmaronetta angustirostris (restitución de lucios y pequeños caños), Larus genei (restitución del levé asociado al caño Guadiamar) así como diversos aláudidos y otras aves esteparias como Pterocles alchata y, posiblemente, P. orientalis (el área presenta unas formaciones muy interesantes, por su tamaño y densidad, de Arthrocnemum y Suaeda).



FOTO 26



FOTO 27



FOTO 28



FOTO 29

Arriba, el caño Guadiamar constituye el elemento más valiosos del área por cuanto resulta de gran importancia para la cría, alimentación y refugio de buen número de especies orníticas. En el centro, los campos aledaños de arroz, trigo y remolacha son muy visitados, principalmente por anátidas y ardéidas, causando ciertos perjuicios a sus propietarios durante las primeras fases de crecimiento de los cultivos. Izquierda: los lucios mantienen las últimas aguas en evaporarse concentrando a buen número de alevines (en la foto, *C. carpio*) que terminan por morir.

2.8. MEDIO SOCIAL

2.8.1. USOS Y APROVECHAMIENTOS TRADICIONALES

La definición del manejo humano en la marisma es importante para conocer como ha funcionado, señalar sus posibles aprovechamientos y concretar las expectativas que sobre ella mantiene la población de Hinojos, pero dado el carácter estacional, muy extensivo y de escasa rentabilidad de los aprovechamientos que tradicionalmente ha posibilitado el medio marismeño, la información que se tiene sobre ellos es escasa y muy dispersa, además de no contar con una serie de datos que permita una cuantificación fiable.

La individualización de los usos en la sección de marisma considerada presenta muchas dificultades, ya que hasta fechas muy recientes, concretamente su expropiación por el IRYDA en 1.971, se incluía en una finca mayor denominada "Marisma de Hinojos". Esta circunstancia obliga a presentar una aproximación histórica de la propiedad y los aprovechamientos de toda la marisma del término municipal de Hinojos, diferenciando la situación actual de esta finca a partir de la expropiación del IRYDA y las afecciones que la legislación nacional y autonómica sobre espacios protegidos le ha acarreado.

2.8.1.1. Evolución del manejo humano en la marisma de Hinojos. Pobladores

El aprovechamiento por el hombre de las marismas del río Guadalquivir está constatado históricamente en múltiples fuentes que de forma dispersa dan noticias desde la época protohistórica, pasando por los romanos y musulmanes, destacando sobre todo el valor de estas marismas para la ganadería, la caza y la pesca.

La marisma de Hinojos en cuanto a aprovechamientos ha participado de las mismas posibilidades del conjunto de las marismas de el Guadalquivir que, aunque se

ha percibido como un medio difícil e insalubre para la vida humana, se ha presentado igualmente como un territorio con una cierta diversidad de recursos, de carácter estacional y aprovechados por un tejido humano variado y difícilmente cuantificable.

La población implicada en la explotación de la marisma es difícilmente cuantificable por diferentes motivos, por una parte la forma de propiedad-gestión y la situación más o menos aceptada de la marisma como bien comunal que ha generado un funcionamiento donde el control de las actividades es muy parcial, ciñéndose a los aprovechamientos que han aportado rentas al Concejo municipal en los cuales aparece la persona que alquila sin referirse a los trabajadores implicados en la actividad ni lo que tienen acceso al aprovechamiento de forma comunal; por otra parte el carácter estacional, recolector y de escasa entidad de los aprovechamientos posibilitan igualmente que gran parte de ellos no se contabilicen (huevos, mancones, caza, caracoles, eneas,...).

Si bien es imposible de definir el número de personas que tradicionalmente ha trabajado en la marisma si se conocen las distintas tareas que se han llevado a cabo en ese territorio y en las cuales no solía tomar parte el arrendatario del aprovechamiento: guardería, pastoreo, caza, pesca, el recolector de juncos, huevos, mancones, yerbas para jabón, caracoles, ... De todas esa amplia tipología de profesionales el guarda y el pastor han sido los de mayor permanencia en la marisma aunque no se han ceñido en exclusividad a las tareas específicas para las cuales estaban contratados, ya que la forma de vida tradicional de la marisma generó un profesional específico conocido como el "marismeño" y/o "yeguerizo" que podría definirse como un guarda-pastor que vivía en la marisma, sólo o con su familia prácticamente todo el año, y donde desarrollaba todas las actividades posibles de ese medio guarda, pastor, cazador, recolector, en algún caso incluso contaban con un pequeño huerto vecino a su choza, recomponiendo con el conjunto una economía familiar débil.

Junto a los marismeños que eran escasos, está el conjunto de personas, normalmente hombres que de forma estacional accedían a la marisma para la caza, recolección de yerbas, juncos, huevos, mancones, caracoles, labores del ganado, etc.

Este conjunto de personas, solían pertenecer a las capas más humildes de la población y accedían a la marisma en número desigual y no de forma continuada sino en función de la disponibilidad de los recursos y de la escasez de jornales en otras actividades agropecuarias de Hinojos y los municipios cercanos.

En el caso de la marisma de Hinojos hay que diferenciar la figura del guarda de la propiedad que, a expensas de las arcas municipales, ha funcionado como el representante-vigilante del Ayuntamiento de Hinojos en esta finca. Este guarda ha permanecido viviendo con su familia en la marisma hasta el año 1.985, en una choza situada en la zona norte concretamente en el hito denominado "Las Caraviruelas" que fue derribada y levantada ya con materiales permanentes (ladrillo y teja) hacia el año 1.960, para ser demolida con posterioridad.

2.8.1.2. Aprovechamientos

Los aprovechamientos más comunes de la marisma de Hinojos, algunos de los cuales aún se mantienen, han sido la ganadería, la pesca, la caza, recolección de yerbas, huevos, mancones, anguilas, galápagos, pudiendo diferenciarse los aprovechamientos que generaban rentas al ayuntamiento de los que no las generaban.

- **La Ganadería:** esta actividad ha sido predominante en la marisma y se tienen noticias de su existencia desde muy antiguo, concretamente durante la época hispanoárabe se citan para la cría de ganado caballar, sin olvidar otras citas de carácter mítico en las fuentes clásicas sobre los bueyes de Gerión, el rey Tartésico. Como se señaló anteriormente, tras la conquista cristiana se intenta regular el uso ganadero en la marisma para ganado mayor y menor quedando un poco difuminado el funcionamiento de esta sección de la marisma, conociéndose por fuentes indirectas la pertenencia de este Concejo en la Hermandad de pastos y, desde el año 1.585, están documentados actos dominicales de Hinojos en nombre propio sobre esta sección marismeña en función de un privilegio que debió concederle Sevilla.

La actividad ganadera en la marisma de Hinojos por tanto la han llevado a cabo vecinos de Hinojos y los concejos incluidos en la Hermandad de pastos de forma gratuita y pagando un canon los vecinos de los Concejos excluidos de ella, el caso más común ha sido Almonte. El pago del canon se efectuaba en función de alquiler de pastos y, más comunmente, las aguas de los distintos "ojos" de la marisma.

Las especies predominantes, que de forma extensiva se distribuían por la finca completa, eran de ganado vacuno y caballar aunque pastaba también ganado ovino y durante algunos años cerdos. La cabaña es imposible de determinar al no existir seguimientos y censos parciales hasta fechas muy recientes. Como estimación se dan cifras, para épocas climatológicamente buenas, de entre 2000 y 3000 para el ganado caballar, 3500-3000 para el vacuno y entre 5000 y 6000 para el ganado ovino.

El ganado permanecía en la marisma todo el año (excepto en épocas de mucha sequía), el único que salía y, de forma parcial, era el ganado caballar de Almonte que, para la Feria de San Pedro, era trasladado al núcleo urbano de la población en la tradicional "saca de las yeguas". Las ventas y el manejo específico de cada especie se efectuaban en la marisma, para lo cual se adecuaban distintos hitos hasta donde se acarrea el ganado separándolo por propietario. El cuidado del ganado estaba a cargo de distintos marismeños-yegüerizos-vaqueros que habitaban en las 5 ó 6 chozas dispersas por la marisma, o bien se trasladaban desde El Rocío y/o los distintos hatos de la Vera. El escaso personal que cuidaba el ganado de forma más o menos permanente se completaba, en momentos de más trabajo con trabajadores a tiempo parcial que, como los propietarios y los trabajadores fijos, solían ser de Almonte, El Rocío, Villamanrique de La Condesa, Aznalcázar, Coría,..., siendo muy escasa la representación de Hinojos en esta actividad, dado que este municipio ha contado tradicionalmente con una cabaña ganadera poco representativa.

- **Las Hierbas:** los distintos aprovechamientos de las hierbas de la marisma han sido conocidos desde fechas muy tempranas, estando documentado desde el siglo XIV el arriendo del almajo de las Islas (el mazacote y la barrilla) para fabricar jabón y vidrio. Estos dos usos de las hierbas marismeñas, que son los que han generado tradicionalmente rentas aunque poco significativas, no se especifican en la documentación del ayuntamiento de Hinojos, que aporta la primera reseña de alquiler de yerbas en su nombre hacia la mitad del siglo pasado y sin especificar el destino. Esta situación no significa obligatoriamente que no se efectuara el aprovechamiento, ya que podía gestionarse desde Sevilla o bien, fomar parte del monopolio que sobre la fabricación del jabón ejerció la casa de Medinaceli durante mucho tiempo. Lo significativo en este caso, es señalar que el alquiler de las hierbas no ha supuesto un aporte a las rentas municipales más que de forma ocasional, bien por arriendo del almajo, el "sapillo" para pasto y los distintos juncos, ya que desde la finalización de la guerra civil, la castañuela, enea y juncos se ha aprovechado en la marisma de Hinojos, Madre de El Rocío y Caño de El Guadiamar de forma gratuita, tras la obtención de un permiso emitido por el organismo responsable de los cursos de agua.

- **La Caza:** en el medio marismeño esta actividad ha contado tradicionalmente con menor significación que en los cotos y bosques vecinos, usándose para el autoabastecimiento familiar y habitantes de los pueblos cercanos que durante los meses de invierno cazaban y vendían las piezas a los vecinos de estos municipios, las especies cinegéticas son anátidas y en menor medida liebres, zorros y alguna pieza de caza mayor. El Ayuntamiento comienza a obtener rentas por esta actividad a principio del presente siglo cuando se inician las subastas de la caza de la marisma, que la obtienen grandes propietarios con el objetivo de organizar cacerías de ocio, por tanto de muy distinto signo de las cacerías tradicionales de la marisma.

- **Otros Aprovechamientos:** aparte de los tres aprovechamientos señalados con anterioridad, en la marisma de Hinojos se han recolectado tradicionalmente huevos durante los meses de Marzo, Abril y Mayo y "mancones" en verano, actividad que era llevada a cabo sobre todo por población de Almonte-El Rocío y Sanlúcar de Barrameda. De la importancia de esta actividad dan muestra los 700.000 huevos. solo de focha, que, según estima Castroviejo (1993), eran recolectados cada año.

2.8.2. SITUACIÓN ACTUAL

Intentaremos ahora bosquejar la situación actual en cuanto a titularidad, gestión y aprovechamientos, de esta sección de la Marisma Gallega que está incluida en el Parque Natural de Doñana, partiendo del análisis que puede hacerse desde 1.977 cuando se individualiza como una finca, física y jurídicamente, independiente del resto de la marisma del término municipal de Hinojos.

2.8.2.1. Aprovechamientos y rentas

Como quedó expresado, esta sección de la marisma ha participado de los aprovechamientos generales hasta su individualización en 1.977. Hasta este momento los aprovechamientos eran los definidos como usos o actividades tradicionales, de escaso poder transformador y poca rentabilidad, pero con una cierta importancia desde el punto de vista social.

En cuanto a su valor cualitativo es reseñable el papel de despensa que la marisma, junto a los espacios boscosos y baldíos que la circundan, ha jugado para la poblaciones del entorno, que, en épocas de hambrunas disponían de forma legal o furtiva de los recursos de estos espacios, para el consumo directo como alimentos

(carne, pescado, huevos) o como una fuente mínima de ingresos (sanguijuelas, materias vegetales).

En la actualidad la caza y la ganadería son los aprovechamientos que se llevan a cabo en la finca y cuyo futuro a medio plazo parece estar asegurado, según se percibe desde los responsables de la gestión del Parque Natural de Doñana. Estos aprovechamientos eran los únicos que generaban rentas al Ayuntamiento de Hinojos con anterioridad a su expropiación, rentas que eran escasas no pasando de cubrir la guadería y el mantenimiento de la finca. Cuando se expropia la finca por parte del IRYDA, se interrumpieron estos aprovechamientos para ejecutar la canalización, recuperándose años después.

■ Ganadería

La ganadería ha quedado definida como la actividad más importante de las marismas de la margen derecha del Guadalquivir, la única que ha contado con cierta organización y generado rentas desde muy antiguo.

La organización de este aprovechamiento hasta la expropiación estaba a cargo del Ayuntamiento de la Villa que, a mediados de siglo, estableció como forma de alquiler el pago de un canon por cabeza de ganado, sustituyendo así el tradicional pago por "arriendo de las aguas". Con posterioridad a la expropiación, el IRYDA-IARA se encarga de su organización, responsabilidad que pasa con posterioridad al Parque Natural de Doñana.

Las condiciones en las cuales se viene desarrollando la actividad ganadera durante los últimos años, tienen un carácter transitorio ya que, su propuesta técnica de organización, se elaborará en función de las conclusiones del "Estudio de evaluación de capacidad de carga ganadera", señalado como la disposición más importante del

PRUG respecto a la ganadería. La concreción de este estudio está prevista igualmente en el PRUG, con la confección de un "Programa ganadero" que deberá tener una vigencia mínima de 5 años, así como cumplir con los dos objetivos siguientes: favorecer la relación estable con el colectivo que desarrolla la actividad, y mantener un control para el buen desarrollo de ésta.

Desde el año 1.994, en un intento de ejercer cierto control sobre esta actividad, la oficina del Parque Natural ha elaborado un pliego de condiciones particulares, para la adjudicación de aprovechamientos de los pastos de esta finca. En este pliego, que se emite y cierra en el último trimestre de cada año, se señalan el número de cabezas acordadas como ganado pastante para el año siguiente, el precio por cabeza, la forma de guardería y la superficie susceptible de pastoreo, fijada en 1.817 has.

Los adjudicatarios suelen ser siempre los mismos, el ganado mayor pertenece, prácticamente al 100%, a la Asociación Criadores de Ganado Marismeno de Almonte, mientras el menor se distribuye entre dos propietarios particulares, uno de Coria y otro de Villamanrique, contando cada uno con un rebaño de parecidas características. Los vecinos de Hinojos, a pesar de contar con una Asociación de Ganaderos de la Marisma Gallega y una Cooperativa de Ganaderos, no suelen llevar a esta finca su ganado y, en las escasas ocasiones que lo hacen, no pasan de algunas cabezas de ganado lanar.

El ganado permanece durante todo el año en la marisma, a excepción de situaciones graves de sequía, inundación y/o enfermedad, en las cuales son trasladados a otros lugares.

La tipología del ganado que pasta en la finca es tanto mayor como menor. Ganado caballar y vacuno de la categoría primera, y de la segunda, sólo ganado lanar.

El manejo (esquile, pesado, partos, vacunación, etc.) y la comercialización, se efectúa también en el marisma, excepto situaciones muy concretas como "la saca de las yeguas".

El ganado se organiza de distinta forma según sea mayor o menor. El ganado menor, lanar, se distribuye en dos sectores o "careos", uno en torno al sector sur de la finca, inmediato al muro de la FAO en el paraje conocido como La Venta, por ubicarse allí con anterioridad la venta de Perico Planeta. El otro "careo", se localiza en el sector Este de la finca, en el paraje conocido como Rincón del Pescador, en el límite con el término municipal de Aznalcázar y, por tanto, con la provincia de Sevilla. Cada uno de estos dos rebaños, uno por propietario, cuenta con 500 ovejas y su cuidado le corresponde a sendos pastores de la propiedad. El ganado mayor no se organiza como el lanar, pudiendo vagar por la totalidad de la finca, y no cuenta con una guardería permanente, su cuidado se resuelve por visitas esporádicas de los propietarios y la vigilancia que ejerce la guardería del Parque Natural.

No se ha establecido el número máximo de cabezas para la finca, aunque, en los escasos años que se está llevando un censo aproximado, se aprecia que el número es más o menos estable en cuanto al ganado menor, con un número en torno a 1000 cabezas. El ganado mayor es más irregular, con oscilaciones que van desde las cabezas de 1.995, estimadas en 532, hasta las 357 que se señalan para la campaña de 1.997.

Evolución del ganado en la Marisma Gallega

AÑO	LANAR	VACUNO	CABALLAR
1993	1000	238	155
1994	1000	242	145
1995	1000	290	242
1996	1000	193	264
1997	1000	190	259

(datos aproximados)

Fuente: Parque Natural de Doñana

■ La caza

Como se ha señalado anteriormante, la caza en el medio marismeño ha contado tradicionalmente con menor significación que en los cotos y bosques vecinos, de ahí que no contase con ningún tipo de organización ni generase rentas a la propiedad, en este caso el Ayuntamiento, hasta entrado el presente siglo. cuando empieza a subastarse anualmente los derechos de la caza de la marisma municipal completa. Esta forma de adjudicación de la caza se mantuvo hasta la campaña de 1.978, cuando se prohíbe esta actividad en toda la marisma municipal por La Ley de Doñana, estableciéndose compensaciones económicas al Ayuntamiento de Hinojos por el ICONA.

En esa fecha, esta finca estaba ya expropiada y no le afectaron totalmente la citada medida, de ahí que se formalizara como Coto de Caza Menor en el año 1.985, tras solicitarlo el Ayuntamiento de Hinojos al IARA, titular de la finca en ese momento, para que fuese explotado por la sociedad de cazadores de este municipio. La solicitud fue aprobada pero con algunas condiciones, como la admisión de un porcentaje de cazadores de los municipios de Almonte y Sanlúcar de Barrameda, y que se adecuasen a lo señalado en el PRUG del Parque Nacional de Doñana respecto a la caza, ya que la finca formaba parte del Preparque Norte desde 1.998.

La regulación de la actividad cinegética en la finca quedó establecida por un Plan Cinegético Especial, emitido por la Dirección Provincial del IARA de Huelva, para el aprovechamiento concreto de esta finca de la Marisma Gallega. Este Plan no está vigente en la actualidad, ya que fue sustituido por el Plan Técnico de Caza Menor, emitido por la Dirección Provincial de la Agencia de Medio Ambiente en 1.992 y que tiene una duración de cinco temporadas, la última es la de 1.997.

En el citado Plan Técnico de Caza Menor se señalan las condiciones y características de este coto, identificado con la matrícula H-10.975 y clasificado como de categoría A (coto de caza menor de superficie inferior o igual a 2.000 has).

El titular del Coto es el Ayuntamiento de Hinojos con una superficie cedida de 1.800 Has; se le señala una longitud perimetral es 21 Kms y una sólo vía de comunicación con el exterior, además de 12 Kms de caminos interiores. El Rocio es su núcleo de población más cercano y el puesto de de demarcación de la Guardia Civil que le corresponde.

Las especies cinegéticas de caza menor incluidas son: el conejo, la liebre, el zorro, el anade real, el anade rabudo, el anade frisón, el anade silvón, el pato cuchara, la cerceta común, el porrón común, ansar común, agachadiza común y avefría. Las modalidades, temporalización y número de cazadores por jornadas varía según las especies, para el zorro la forma será el rececho, durante dos días al año y con 60 cazadores por jornada; las aves acuáticas, agachadiza común y avefría se podrán cazar al paso y paso fijo, las primeras durante 28 días al año y las dos siguientes durante 14 días cada una, el número de cazadores por jornada es también de 60 para todas estas especies.

La actividad cinegética, como la ganadería, parece tener asegurada su continuidad a medio plazo ya que aparece recogida en los dos documentos que regirán la gestión del Parque Natural en el futuro. El aprovechamiento cinegético según señala el PRUG, se establecerá a partir del Plan técnico de caza, cuya elaboración es responsabilidad de la Consejería de Medio Ambiente. Este organismo además, promoverá reuniones con las asociaciones de cazadores y la Federación Andaluza de caza para establecer las condiciones de la caza de acuáticas cada temporada, y propondrá una comarca cinegética en las marismas del Guadalquivir.

Otra de las medidas que se plantea es, el apoyo y ayuda para la conversión de las zonas libres de caza en zonas de aprovechamiento cinegético especial. Se reserva el derecho de prohibir excepcionalmente la actividad por áreas o especies, e igualmente, señala la obligación del titular del coto de comunicar cualquier problema sanitario que se observe, así como solicitar permiso para cercar el coto e introducir especies exóticas.

2.8.3. CONCLUSIONES.

- La proyección económica y social que tradicionalmente ha desempeñado la marisma de Hinojos sobre la población de este municipio es difícilmente cuantificable como se ha ido dejando claro dada sus particularidades naturales y de gestión, sin embargo se puede concluir definiendo de forma cualitativa los aprovechamientos que presentan las características siguientes:

- Tenían un carácter muy extensivo y con escaso poder de transformación a corto plazo.
- Sus producciones eran limitadas y sujetas a estacionalidad.
- Contaban con una organización más o menos compleja, que variaba en función del recurso explotado coyuntura social y política, etc.
- El aporte a la economía familiar tenía una significación variable pero no cubrían en casi ningún caso el 100% de las necesidades familiares.

Tras señalar las características más destacadas puede extraerse a modo de conclusión que, si bien la marisma de Hinojos en su conjunto supone una finca de extensión considerable (más de 10.000 has) que contaba con un cierto número de recursos, no ha generado en ningún momento una rentabilidad alta ni a las arcas municipales ni a los vecinos, dada la secular indefinición respecto a su propiedad y la dificultad de explotación que el medio marismeño ha ofrecido al hombre hasta fechas muy recientes. El empleo que generaban sus aprovechamientos era muy escaso, estacional, excepto el guarda del Ayuntamiento de Hinojos y algunos pastores se trataba de autoempleo y en mayor número lo ejecutaban vecinos de los municipios cercanos, siendo más escasos los habitantes de Hinojos.

- El abandono del proyecto de transformación agrícola, permitió la continuidad de algunos aprovechamientos, concretamente la caza y la ganadería, que se efectúan manteniendo el carácter extensivo de su forma tradicional.

2.9. UNIDADES AMBIENTALES

- Estos dos aprovechamientos tienen asegurado su futuro a corto plazo, pues se recojen como permitidos para esta zona en el PRUG del Parque Natural de Doñana (este documento no está aún vigente aunque está aprobado, está a la espera de la publicación en BOJA, sus determinaciones se señalan a modo de orientación).
- En conjunto las determinaciones de este documento para la ganadería y la caza, no suponen grandes cambios respecto a su situación actual, orientando sus medidas hacia conseguir mejoras en la calidad de la producción y ejercer un control básico del desarrollo de la actividad.
- La ganadería se organiza en función de un Pliego de Condiciones Particulares para la adjudicación de los pastos de la finca, a la espera de la elaboración de un programa ganadero específico. Este programa debe cubrir los objetivos básicos de compatibilización de la actividad con el mantenimiento de los recursos naturales y el fomento de las razas autóctonas.
- La caza se organiza desde el año 1.992 por un Plan Técnico de Caza Menor que se revisará para la temporada 1.998. Los objetivos básicos marcados para esta actividad son su compatibilización con el mantenimiento de los recursos naturales del Parque y el asegurar el aprovechamiento sostenido de los recursos cinegéticos.
- El colectivo que participa de estos aprovechamientos no es muy amplio ni mantiene una dependencia económica fuerte de estas actividades, que juegan un papel de complemento a su economía (ganadería), o bien de ocio (caza). Esta circunstancia puede favorecer el trato con los usuarios, haciéndolos más receptivos a las intenciones enunciadas por los responsables de la gestión del Parque Natural (asegurar la continuidad de la actividad, mejoras de especies cinegéticas y ganaderas autóctonas, etc.).

UNIDAD AMBIENTAL

Vetas

DESCRIPCION

Elevaciones, normalmente asociadas a los levées de cauces que resultan, por término medio, de escasa extensión y suelen permanecer emergidas aún durante las grandes inundaciones. Se incluyen aquí por su importancia los levées artificiales resultantes de la construcción del encauzamiento del Guadiamar. Las principales vetas del área coinciden con la ubicación de las dos únicas construcciones, presentando un sustrato con predominio de arenas. Representa aproximadamente un 3% del área de estudio.

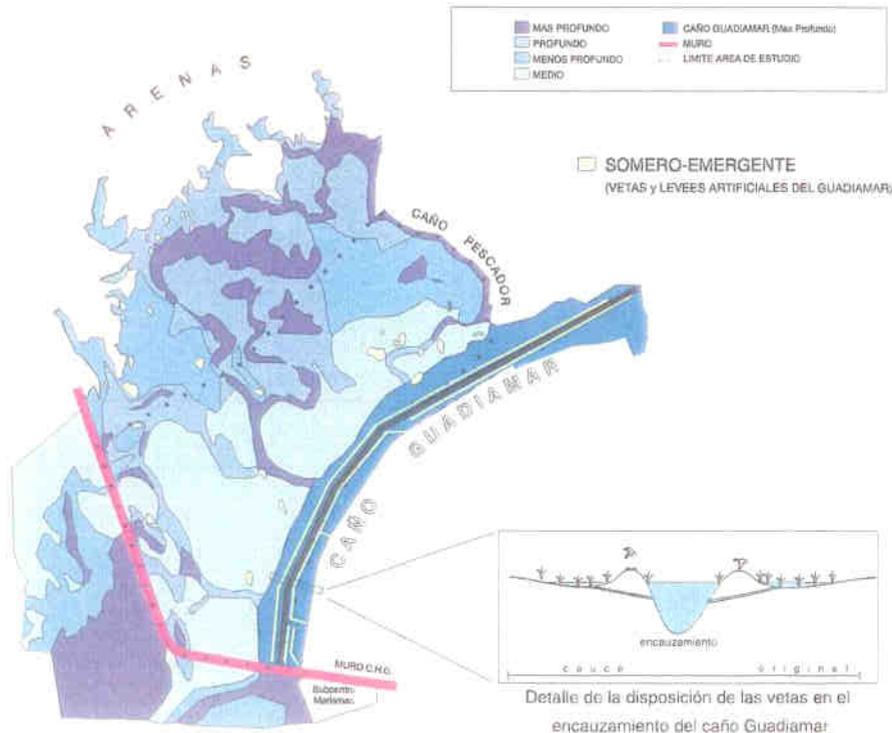
FLORA

Característica de las zonas altas, esto es, con presencia de quenopodiáceas leñosas de *Arthrocnemum macrostachyum* y *Suaeda vera*, asociadas a un pastizal con asociaciones del tipo *Haynardioidium cylindricae-Lophochloetum hispidae*, *Parapholi-Frankenietum pulverulentae* y *Suaedo splendētis-Salsolietum sodae*.



Vista aérea del caño Guadiamar inundado mostrando, a modo de línea, los levées artificiales emergidos

INTERES ECOLOGICO Muy Alto. Imprescindibles para garantizar el éxito de cría de varias especies de aves.



FAUNA

Durante las inundaciones constituyen núcleos que acogen parte de las poblaciones de mamíferos, también de aves, que pueblan la marisma. Las vetas con sustrato arenoso permite excavar sus madrigueras a especies como conejo y zorro constituyendo sus principales refugios. Las vetas asociadas al cauce del Guadiamar constituyen la principal área de cría de numerosas especies de anátidas, stérnidos, láridos, rálidos y limícolas, constituyendo con frecuencia colonias de varios cientos de individuos y otras excepcionalmente densas y diversas en cuanto al número de nidos y especies.

ESTADO DE CONSERVACION/IMPACTOS

La creación de los canales ha supuesto una mayor presencia de vetas, sin embargo, solo adquieren especial relevancia cuando los niveles de agua están por encima de una determinada cota lo cual provoca su aislamiento e indica disponibilidad de recursos. Son especialmente importantes las asociadas, de forma más o menos lineal y continua, al caño Guadiamar. El principal impacto puede venir derivado de la presencia de ganado en época de cría por pisoteo de puestas. Es posible que la entrada de predadores (zorro) durante la cría cause daños en pollos y puestas aunque el efecto parece ser poco relevante.

MEDIDAS CORRECTORAS

Creación de nuevas vetas aisladas en zonas fácilmente inundables. Limitaciones al paso de ganado en época de cría. Posibilidad de crear vetas con elementos arborescentes (Tarajes) para facilitar el asentamiento de nuevas especies de aves (ardeidas, *Plegadis falcinellus*, *Platalea leucorodia*....)



Aspecto de la marisma alta en las proximidades del caño Pescador con predominio de *A. macrostachyum* y el pastizal asociado.

INTERES ECOLOGICO Medio. De interés para aves estepánicas

UNIDAD AMBIENTAL

Marisma Alta

DESCRIPCION

Constituyen la zonas más colmatadas de la marisma, siendo las más drenadas y donde la persistencia del agua es menor lo cual determina las características del suelo y la presencia de una vegetación propia.

FLORA

Caracterizada por la presencia de quenopodiáceas leñosas de *Arthrocnemum macrostachyum* (dominante) y *Suaeda vera*, asociadas a un pastizal terofítico en el que domina la asociación *Haynardiocylindricaeflophochloetum hispidae*. Localmente se distingue un pasto de otoño de compuestas y leguminosas (*Trifolium* sp., *Medicago* sp.) y un pasto de primavera en el que dominan gramíneas. Los claros entre rodales aparece con un tapiz herbáceo constituido casi exclusivamente por *Plantago coronopus* y *Polypogon* spp.

FAUNA

Principal área de presencia de mamíferos. Habitan de forma estable *Lepus capensis*, *Oryctolagus cuniculus* (en las vetas más arenosas) además de roedores como *R.norvergicus* y *M.spretus*. Con cierta frecuencia aparece *V.vulpes*, *H.ichneumon* y *S.scrofa*, principalmente.

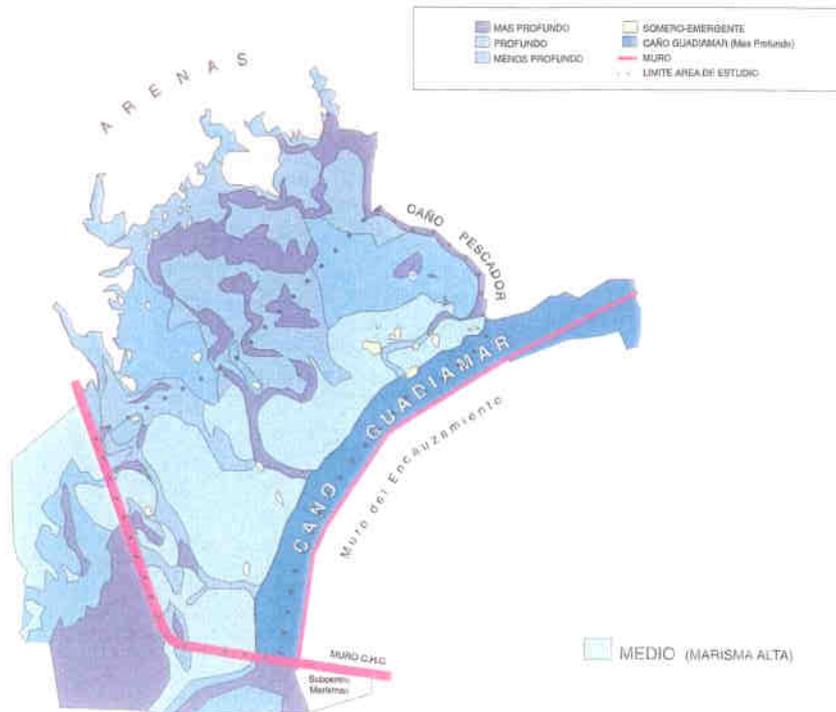
Respecto a las aves, abundan diversos alaúridos como *A. arvensis*, *M.calandra*, *Calandrella cinerea* y *C.rufecens*, además de *B. oedichnemus* y *Pterocles alchata*

ESTADO DE CONSERVACION/IMPACTOS

Aunque en términos generales esta unidad se ha visto favorecida por la construcción de los canales aumentando su superficie. La disposición de éstos (configurando parcelas limitadas por los levées artificiales y retrasando la salida del agua) y la persistencia de inundación en años lluviosos, podría estar provocando un empobrecimiento de especies en el pasto de leguminosas y compuestas en beneficio de gramíneas.

MEDIDAS CORRECTORAS

Facilitar el drenaje de las zonas más elevadas interrumpiendo los levées artificiales de los canales





Aspecto del Lucio de la Caravirueta (Mayo de 1996). Las altas precipitaciones del invierno permitieron mantener el agua hasta principios de verano. Se observan pies de almajos muertos en el cauce debido al nivel alcanzado por las aguas

INTERES ECOLOGICO Potencialmente alto, principalmente para limícolas

UNIDAD AMBIENTAL

Lucios

DESCRIPCION

Áreas deprimidas donde se concentran las últimas aguas antes de evaporarse. En la zona de estudio se localizan dos (Caravirueta y Caravirueta alta) formando parte del recorrido, a modo de ensanches del cauce, de los caños de la Junquerilla y Caravirueta, respectivamente. De entidad e importancia relativamente menor a otros próximos (Lucio de la Señora y Galvija) situados más al norte. Cuentan con una extensión conjunta aproximada de 33 has.

FLORA

Poblados predominantemente con *Scirpus maritimus* aunque con bajas coberturas. Puntualmente puede aparecer *Scirpus littoralis*. Amplios claros con *Damasonium alisma*. Presencia de macrófitos dominados por *Chara* sp.

FAUNA

Actualmente constituida en su mayor parte por limícolas (*Himantopus himantopus*, *Tringa totanus*, *Vanellus vanellus*) sin llegar a formar densas colonias. Habitualmente suelen llegar alevines de peces que mueren al evaporarse las aguas.

ESTADO DE CONSERVACION/IMPACTOS

Pérdida de la mayor parte de la vegetación original, principalmente *Scirpus maritimus*, a causa de los drenajes actuales que evacúan rápidamente el agua. Sobrepastoreo por ganado doméstico sin descartar el efecto de la fauna silvestre. Los largos periodos de sequía no han favorecido la propagación y ha reducido la capacidad germinativa de los helófitos. Colmatación y pérdida de relieves. Pérdida de los ojos localizados en estos lucios y de la vegetación asociada (*Typha*)

MEDIDAS CORRECTORAS

Restauración de la continuidad de los caños originales y anulación de los drenajes existentes. Relleno parcial de los tramos de canales interceptados por los lucios a fin de respetar su vegetación de helófitos asociada y crear cierta diversidad batimétrica. Posibilidad de limitar la entrada de ganado y el paso de vehículos, en especial el paso de tractores.



UNIDAD AMBIENTAL

Caños

DESCRIPCION

Principales cauces naturales que drenaban la marisma. De este a oeste se denominan: caño de Cerrabarba, Molino, Junquerilla, Caravirueta y Pescador. Presentan una anchura variable, entre 100 y 200 metros, y una escasa profundidad, menor a 0,5 m., secándose normalmente hacia el final de primavera.

FLORA

Originalmente poblados con *Scirpus maritimus* y *S. littoralis* aunque con coberturas bajas. Actualmente dominan anuales, especialmente *Damasonium alisma*.

FAUNA

Las especies más comunes que crían en los mismos son en su mayor parte limícolas (*Himantopus himantopus*, *Tringa totanus*, *Vanellus vanellus*), además de ánades, como *Anas platyrhynchos*, pero sin llegar a ser numerosos.



Aspecto del caño Molino (V/96) ya en ausencia de agua y con tapiz predominante de *Damasonium alisma*. En sus márgenes se observa el avance del almajo (ahora secos) durante los años de sequía.

INTERES ECOLOGICO

Cualitativamente importantes por el papel que desempeñan aunque cuantitativamente resultan poco relevantes dado que el proceso de colmatación, irreversible, determina la poca persistencia del agua. De interés para algunas anátidas y en especial limícolas.



ESTADO DE CONSERVACION/IMPACTOS

Muy alterados a causa de la red de drenaje establecida (canales y muros) y la disminución o anulación de los caudales aportantes (Cañada Mayor). Colmatación y/o pérdida de relieves favorecidos por la falta de circulación del agua. Pérdida de helófitos e invasión de *A. macrostachyum*, principalmente en sus márgenes. Posibles efectos por sobrepastoreo que se han visto acentuados por los años de sequía padecidos. Efectos negativos (limitados) a causa del tránsito de vehículos.

MEDIDAS CORRECTORAS

Restauración de la circulación del agua y de la continuidad de sus recorridos mediante el tapado parcial de canales y apertura de muros. Recuperación de los aportes (Cañada Mayor) y garantizar las salidas de agua mediante compuerta al Parque Nacional o bombeo a Entremuros. Control de la predación de helófitos y limitaciones al tránsito de vehículos, principalmente tractores.



Vista del encauzamiento (a la izda, libre de vegetación) del caño Guadamar y resto de su cauce original (a la derecha)

UNIDAD AMBIENTAL

Caño Guadamar

DESCRIPCION

Principal caño del área, por su extensión e importancia, para la fauna. Aislado de su principal aporte (río Guadamar) recoge las aguas de todos los caños y canales que drenan la marisma considerada. En esta unidad debe incluirse el tramo comprendido desde la casa bomba hasta la compuerta al Parque Nacional. Presenta una longitud de unos 8 kms y una anchura media de 600 m. Actualmente se encuentra encauzado (30m de anchura media) con perfiles transversales muy modificados de su estado original

FLORA

Dominada por la asociación *Scirpetum compacto-littoralis* cuyas poblaciones se extienden a ambos lados del canal primario. Domina principalmente *S.maritimus* presentándose *S.littoralis*, normalmente a modo de bandas, en zonas más deprimidas del cauce. En sus zonas periféricas aparece *S.maritimus* coexistiendo con *A.macrostachyum* (invasor en años secos) y *Juncus subulatus*. Los amplios claros son ocupados por el *Rupietum drepanensis* y el *Damasonio alismae-crypsietum aculeatae*.

INTERES ECOLOGICO

Muy alto, fundamental para la avifauna acuática del área



FAUNA

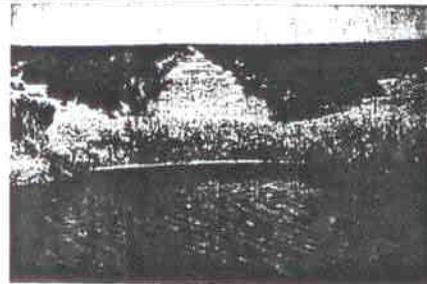
Espacio de gran importancia para la avifauna. Importantes colonias de cría de *Sterna nilotica*, *Chlidonias hybridus*, *H. Himantopus*, *R.avosetta* además de numerosas anátidas como *Anas platyrhynchos*, *Anas strepera*, *Netta rufina* y *Aythya ferina*. Importante zona de alimentación de diversas ardeidas entre las que abunda *A.purpurea*. Frecuente presencia de especies más raras o escasas como *Grus grus*, *Ciconia nigra* (en paso), *Plegadis falcinellus*, *Fulica cristata* y *Marmaronetta angustirostris* (estas dos últimas criando).

ESTADO DE CONSERVACION/IMPACTOS

Cauce y dinámica original muy modificados por el encauzamiento y pérdida de conexión con los aportes del río Guadamar. Aislamiento general de sus flujos de agua, falta de circulación. Compartimentación de sus márgenes. Limitaciones graves para la vegetación helófila (en general, en claro retroceso) y avifauna en años con precipitaciones medias o bajas a causa de las pocas extensiones encharcadas y bruscos cambios en los niveles de agua. De gran importancia para la cría y alimentación de importantes y variadas poblaciones de anátidas, larolimícolas, rálidos y ardeidas, entre otras. Grandes potencialidades de adecuación para el mantenimiento de ciertas especies en peligro (morito, cerceta pardilla, focha cornuda, etc)

MEDIDAS CORRECTORAS

Las medidas correctoras deben ser incluidas dentro de un Plan de Restauración que evalúe y realice un seguimiento de las actuaciones dentro de las cuales deben al menos contemplarse: Conexiones periódicas con otras áreas de marisma, restauración de perfiles, circulación del agua, fomento de isletas, continuidad de las márgenes y cierre de los drenajes laterales, limitaciones al número de cabezas de ganado, y a su entrada en época de cría, y creación de actividades de uso público (instalación de observatorios).



Arriba, canal secundario con incipiente tarajal. Abajo, la conexión entre canales secundarios y terciarios con frecuencia en solo parcial

DESCRIPCION

Un conjunto de canales terciarios (en dirección Este-Oeste) drenan la marisma hacia los canales secundarios (implantados en dirección Norte-Sur). Cuentan con una anchura media aproximada de 7 m. y 14 m. y una profundidad de 1.2 m. y 1.8 m respectivamente, embalsado en su conjunto (sin el primario) una cantidad de unos 0.51 Hm³ de agua. Su perfil es típico, con bruscas pendientes en las orillas rematadas en su parte superior por un montículo producto de la tierra extraída que, a modo de levée, lo recorre paralelamente. La conexión entre ambos tipos de canal normalmente no es plena lo que unido a su menor profundidad determina que los canales terciarios acaben por secarse durante el verano.

FLORA

La brusca pendiente de sus orillas limitan la presencia de vegetación a una estrecha banda de *Scirpus maritimus* encontrándose de forma más localizada *Scirpus littoralis* y *Phragmites communis* (principalmente en aquellos canales con conexión plena al canal secundario). En los canales secundarios aparece además ejemplares de *Tamarix canariensis* aunque de forma aislada.

INTERES ECOLOGICO Bajo. La modificación de los perfiles mejoraría su interés



FAUNA

En general escasa, debido a la profundidad de sus agua y el escaso refugio que ofrecen. Utilizados como vía de conexión hacia el canal primario (Guadamar) por anátidas, zampullines y rálidos que puedan criar en o próximos a los mismos.

ESTADO DE CONSERVACION/IMPACTOS

Ejercen un impacto importante sobre la dinámica de la marisma al drenar (polderizan la marisma en parcelas de unas 50 has cada una) y concentrar las aguas extendidas por grandes superficies así como por desviar e interrumpir el flujo de sus caños originales. Esta alteración de los patrones de circulación puede estar provocando una relentización del agua en las zonas altas y un drenaje excesivo de las zonas bajas lo que, en conjunto, causan un empobrecimiento de las comunidades vegetales asociadas y de la fauna. Se observa menor vegetación helófito en los canales con una conexión parcial a la red..

MEDIDAS CORRECTORAS

Modificación de perfiles suavizándolos y conservando su vegetación helófito. Tapado de canales en aquellos tramos que interfieran los flujos naturales. Conexión plena de los canales terciarios con los secundarios para evitar el estancamiento del agua y favorecer la vegetación

2.10. AFECCIONES TERRITORIALES Y SECTORIALES

2.10.1 LEY 91/1.978 DEL PARQUE NACIONAL DE DOÑANA.

La Ley del Parque Nacional de Doñana Doñana fue aprobada el 28 de diciembre de 1.978. Esta ley tiene como objetivo establecer un régimen jurídico especial para el Parque Nacional de Doñana, contemplando un conjunto de mecanismos de intervención y medidas de protección que difieren en su contenido e intensidad en función del ámbito del que se trate. En lo que se refiere a la marisma norte de Hinojos, ésta forma parte de una de las zonas de protección periféricas o Preparques, concretamente del Preparque Norte.

Estas áreas de Praparque están sometidas a una serie de limitaciones en cuanto a las actividades a desarrollar, estando subordinadas a la conservación del Parque Nacional, en cuanto al ordenamiento de las comunicaciones, explotaciones agrícolas, urbanismo y cualquier otra actividad.

Así mismo, la zona se encuentra incluida en la Zona de influencia a efectos de aguas superficiales del Parque Nacional, que engloba las cuencas del río Guadamar y de los ríos y arroyos situados en la margen derecha del Guadalquivir y, dentro de la cuenca hidrográfica de éste, entre el Guadamar y el océano Atlántico. También se encuentra dentro de la Zona de Protección a efectos de aguas subterráneas, al incluir la totalidad de los términos municipales de Almonte, Rociana, Hinojos, Villamanrique de la Condesa, Pilas, Aznalcázar, Lucena del Puerto, Moguer y Palos de la Frontera.

El nuevo Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Nacional, como principal instrumento de ordenación y gestión de este espacio protegido, hace referencia al preparque norte en el apartado sobre Gestión de los Recursos Hídricos, donde se prevé la finalización de las obras pendientes de la solución Centro-Norte del Proyecto de

Regeneración Hídrica, y la remodelación del caño Guadiamar al Norte de Cerrado Garrido con objeto de devolverle sus características primitivas.

También plantea la adopción de medidas de coordinación con los órganos gestores del Parque Natural del Entorno de Doñana, en tanto los Preparques establecidos en la Ley 91/78 quedan incluidos en él.

2.10.2. PLAN ESPECIAL DE PROTECCION DEL MEDIO FÍSICO.

El Plan Especial de Protección del Medio Físico de la provincia de Huelva, aprobado definitivamente por Orden del Consejero de Obras Públicas y Transportes del 7/7/1.987, establece diferentes grados de protección, clasificando la totalidad del espacio del Preparque Norte en el grado de protección (Protección Compatible), que se aplica a aquellas zonas en las que, por su valor ecológico, productivo o paisajístico, interesa limitar la realización de actividades constructivas o transformadoras del medio; a excepción de aquellas estrictamente necesarias para el aprovechamiento de los recursos primarios, y que resulten compatibles con el mantenimiento de sus características y valores protegidos.

Dentro del grado de Protección Compatible, dicha zona se encuentra catalogada dentro de la categoría de Complejos Litorales de Interés Ambiental, para los que el Plan Especial establece las siguientes prohibiciones:

- a) La instalación o construcción de invernaderos, viveros, instalaciones para la estabulación del ganado, piscifactorías, salinas o balsas para el desarrollo de cultivos marinos.
- b) Las extracciones de arenas y áridos y los vertidos de residuos mineros.
- c) Cualquier tipo de edificación o construcción industrial.

- d) La construcción de instalaciones deportivas, parques de atracciones, campamentos de turismo e instalaciones hoteleras o de restauración de nueva planta.
- e) La construcción de instalaciones al servicio de la carretera o para el entretenimiento de Obras Públicas.
- f) La construcción de helipuertos o aeropuertos y las infraestructuras marítimo-terrestres del tipo B.
- g) La localización de vertederos de cualquier clase.
- h) La vivienda no ligada a la explotación de los recursos primarios o de guardería.

Se consideran, en cambio, usos compatibles por el Plan Especial los siguientes:

- a) Las restantes actuaciones relacionadas con la explotación de los recursos vivos. Cuando se trate de tala de árboles para la transformación de uso, obras de desmonte y aterrazamientos y las de infraestructura de servicio a la explotación, será imprescindible la realización de un Estudio de Impacto Ambiental.
- b) Los usos relacionados con la explotación de los recursos mineros, previa autorización del organismo competente y realización de Estudio de Impacto Ambiental.
- c) Las adecuaciones naturalísticas y recreativas, previo informe del organismo competente.
- d) Las construcción y edificaciones públicas singulares estarán sujetas a la previa realización de Estudio de Impacto Ambiental.

- e) Las redes infraestructurales de carácter general de tipo viario, energético, hidráulico, marítimo-terrestre del tipo A, de saneamiento o abastecimiento de aguas, se consideran usos excepcionalmente autorizables cuando se demuestre la ineludible necesidad de su localización en estas zonas. En cualquier caso, será preceptiva la realización de un Estudio de Impacto Ambiental, de conformidad con lo dispuesto en la norma 23.

- f) Las construcciones residenciales aisladas, vinculadas a las explotaciones de recursos primarios o guardería, en las condiciones establecidas en la norma 38.3.

2.10.3 PLAN DIRECTOR TERRITORIAL DE COORDINACIÓN DE DOÑANA Y SU ENTORNO.

Esta figura de planeamiento supramunicipal fue formulada en cumplimiento de las determinaciones de la Ley 91/1978 sobre el régimen jurídico del Parque Nacional de Doñana, que en su Disposición Adicional establecía la necesidad de redactar un P.D.T.C. para promover el desarrollo socioeconómico en la comarca, abarcando al conjunto de municipios que envuelven al Parque Nacional de Doñana.

Dicho Plan fue aprobado por Decreto 181/1988 de 3 de mayo, aunque recientemente ha sido derogado por el Consejo de Gobierno. Por tanto, esta figura ha dejado de ser vinculante, proponiéndose en su lugar la elaboración de un Plan de Ordenación del territorio Subregional para la comarca de Doñana, con arreglo a la Ley 1/1.994 de Ordenación del Territorio de la comunidad autónoma de Andalucía.

2.10.4. LEY DE ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS DE ANDALUCÍA.

Entre las afecciones más importantes, hay que destacar que la zona se encuentra incluida en el ámbito del Parque Natural del Entorno de Doñana, declarado por la Ley 2/1.989, de 18 de Julio por la que se aprueba el Inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía, y se establecen medidas adicionales para su protección.

La legislación ambiental establece como instrumentos de ordenación y regulación de las actividades en el ámbito de los parques naturales el Plan de Ordenación de Recursos Naturales y el Plan Rector de Uso Y Gestión.

2.10.5. PROYECTO DE PLAN DE ORDENACION DE RECURSOS NATURALES.

Considera al área como zona B en la que se la define como marisma sin transformar y marisma sin un uso agrícola teniendo como objetivo el mantenimiento de los sistemas mediante aprovechamientos tradicionales y extensivos .

A) Actuaciones prioritarias:

- 1.- Sustitución de las manchas de eucalipto por especies características del sector de Vera (álamos, fresnos y alcornoques).
- 2.- Labores de mejora de recuperación del régimen de inundación de la marisma mediante el taponamiento de canales de drenaje.

B) Usos preferentes: actuaciones de conservación y regeneración de ecosistemas.

C) Usos compatibles: ganadería extensiva, instalación de guardería y otros que resultan ineludibles para el desarrollo de esta actividad sin que conlleven edificación.

D) Usos incompatibles: la agricultura, captaciones de agua para otros aprovechamientos productivos, las actuaciones infraestructurales y cualquier actividad generadora de vertidos o que comporte una degradación del medio.

2.10.6. LEY DE COSTAS

La ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas y su Reglamento tiene como finalidad específica la protección efectiva de las áreas de dominio público marítimo-terrestre y el establecimiento de las servidumbres de protección y tránsito necesarias.

Entre otras, la ley otorga claramente el carácter de dominio público marítimo-terrestre a las márgenes de los cauces fluviales hasta el sitio donde se haga sensible el efecto de las mareas incluyendo las marismas, albuferas, marjales, esteros y, en general, los terrenos bajos que se inundan como consecuencia del flujo y reflujo de las mareas, de las olas o de la filtración del agua del mar, así como consecuencia directa o indirecta de obras y los desecados en su ribera

Actualmente se ha aclarado la situación de ambigüedad anterior a la ley respecto a los antiguos cauces del río considerándose definitivamente como dominio público marítimo-terrestre y quedando adscrito al Servicio de Costas de Sevilla.

Tras la aprobación de la Ley, este servicio comenzó el deslinde del cauce y antiguos brazos del Guadalquivir, partiendo desde la desembocadura. Los sectores septentrionales son los que se encuentran más atrasados siendo la principal dificultad la de establecer el límite de la influencia mareal, ante lo cual se adoptó el acuerdo entre Confederación y Servicio de Costas de establecer la separación de las competencias administrativas de ambos servicios en la zona del Brazo de la Torre conocida como Pasada de Los Pobres.

En cualquier caso, hay que resaltar que la realización de los deslindes del caño Guadamar en la zona de la Marisma Gallega de Hinojos carece de la relevancia que puede tener en otros sectores de marismas, donde los cauces han sido en gran parte ocupados de forma ilegal por las fincas particulares, como ocurre con los arrozales colindantes del Brazo de la Torre o del Brazo del Este. Aquí, solo implicaría ligeros cambios o matices en cuanto a la titularidad de la gestión hídrica, deslindando lo que sería la zona de dominio público de los cauces y las competencias administrativas del Servicio de Costas, en una zona que por lo demás es de propiedad pública y donde la administración en materia medioambiental recae directamente en la Consejería de Medio Ambiente, al estar incluida en el ámbito de un Parque Natural.

3. TRANSFORMACIONES Y ACCIONES EFECTUADAS

3.1 MODIFICACIONES DE CAUCES.

Una de las primeras causas que contribuyeron a la alteración del régimen hidrológico natural de la marisma Gallega corresponde a las obras de encauzamiento del río Guadalquivir llevadas a cabo durante los últimos siglos con objeto de mejorar las condiciones de navegabilidad. Entre las que han tenido una incidencia clave en la pérdida de funcionalidad del Brazo de la Torre, hay que destacar la corta de San Fernando o Fernandina, realizada en 1.815 (fig.37). Esta corta, al efectuarse justo aguas abajo del punto donde el Guadalquivir se bifurcaba en los dos brazos, trajo importantes consecuencias hidrológicas. Aparte de aislar el meandro de Isla Cristina y de reducir el cauce en unos 16 Kms, concentró el flujo en el cauce central, en detrimento de los otros brazos. Posteriormente, aguas abajo, se realizó la corta de los Jerónimos, en 1.888, que dió lugar a la creación de Isla Mínima, aislando un antiguo meandro del cauce principal. Más recientemente, entre 1.971 y 1.972, se realizaron, consecutivamente, las cortas de los Olivillos y de la Isleta, que contribuyeron a independizar aun más el cauce principal de los antiguos brazos. Las demás cortas y rectificaciones realizadas aguas arriba (corta de Tablada, del nuevo cauce y de la Punta del Verde) si bien no han tenido una incidencia tan directa como las anteriores han contribuido a reforzar esta tendencia de concentración del caudal en un cauce único acelerando, al mismo tiempo, la colmatación de los brazos secundarios (Menanteau, 1982).

Con respecto al otro cauce importante, el Guadiamar, en el año 1.941, la Dirección General de Obras Hidráulicas inicia la redacción del *Proyecto de Desagüe del Río Guadiamar*, cuyo propósito era canalizar las aguas del sistema Guadiamar y Travieso y proteger las marismas de sus inundaciones; si bien, las obras no se iniciaron hasta finales de dicha década. La realización de la primera fase del proyecto: la apertura del canal de desagüe en su primer tramo, que suponía la desconexión del río Guadiamar del caño del mismo nombre, corrió a cargo del Estado con la participación de los particulares interesados (Rafael Beca y Cia industrias Agrícolas S.L.). Una vez culminada, la misma sociedad continuó la segunda etapa, consistente en la mejora del muro de defensa de Isla Mayor, entre la pasada de Los Pobres y la Vuelta de la Arena, en 1.953. Complementariamente, se llevó a cabo la construcción de un muro paralelo al anterior, dentro del "*Proyecto de desecación de la marisma de Aznalcázar*", del Ingeniero Antonio Trueba. A partir del año 1.958, las obras de encauzamiento se continuaron a través del llamado "*Proyecto de*

deseccación de las marismas de la margen derecha del Guadalquivir", realizado por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, que consistió en la prolongación de la canalización y de los muros laterales de protección desde el punto anterior hasta conectar con el Brazo de la Torre en su tramo final. Al finalizar estas obras, el sistema formado por el Guadiamar-Travieso-Brazo de la Torre quedó encauzado entre dos diques paralelos, con una separación media de un kilómetro y una longitud aproximada de 25 Kms aguas abajo desde su entrada en la marisma.

Posteriormente, entre 1960-61, la Confederación construye un dique transversal, con una cota de enrase próxima a los 3 m., que recorre la marisma de este a oeste entre el encauzamiento del Guadiamar y la desembocadura del Arroyo Cañada Mayor, dejando fuera a este último. La construcción de este dique, que después sería conocido como Muro de la FAO, supuso la creación de un recinto de 16.400 has de marismas, entre las que se incluyen las de la marisma Gallega, defendido de las inundaciones de cara a su desecación y transformación productiva.

Como consecuencia de las actuaciones anteriores, las principales arterias que drenaban la marisma perdieron su funcionalidad. El muro transversal protegía la zona de las crecidas de la Madre de las Marismas desde el sur; el Brazo de la Torre, al perder la circulación hídrica, se fue colmatando rápidamente, mientras que las aguas del Guadiamar, ahora recogidas en el nuevo encauzamiento junto con el arroyo de la Cigueña, vertían directamente al Brazo de la Torre en un punto próximo a la desembocadura del Guadalquivir, sin inundar ya la marisma. El caño Guadiamar pierde su función. El régimen hidrológico, por tanto, había sido transformado irrevocablemente: el desvío de las aportaciones del Guadiamar y Travieso impide la llegada a la marisma del orden de 2/3 de sus aportaciones fluviales naturales, para la marisma Gallega estas modificaciones suponen una dependencia casi exclusiva de las precipitaciones directas y de los aportes periféricos de una serie de arroyos que drenan las arenas situadas al norte.

3.2. LAS TRANSFORMACIONES AGRÍCOLAS.

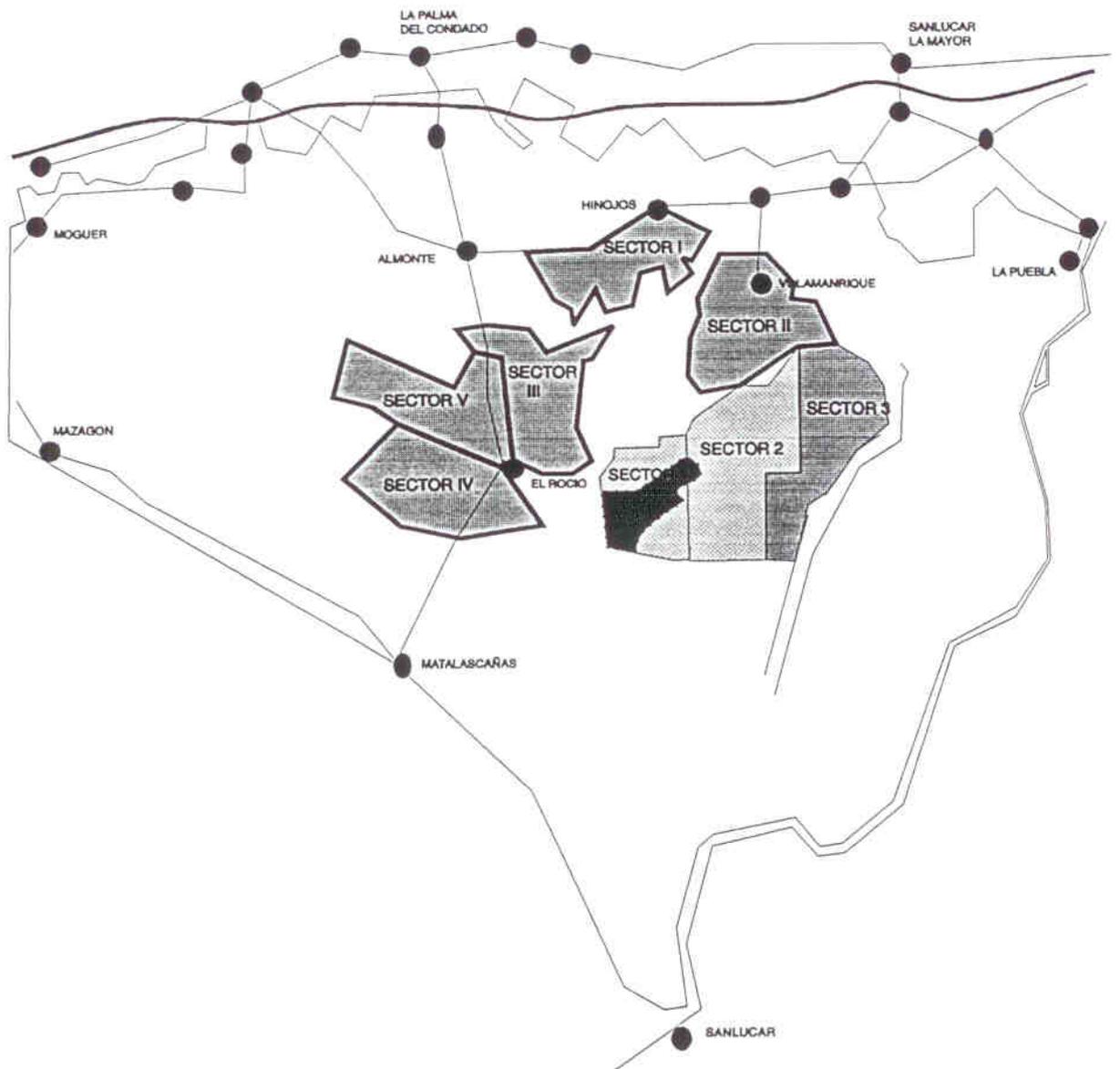
3.2.1 EL PROYECTO GUADALQUIVIR-FAO

El Proyecto Guadalquivir surgió en 1.964 del acuerdo entre el Gobierno Español y el Fondo de las Naciones Unidas para el Desarrollo, para la realización de estudios sobre los recursos hídricos subterráneos en la cuenca del Guadalquivir con objeto de incrementar las zonas regables en Andalucía.

En la realización del Proyecto intervino la FAO y, por parte de la Administración española, el IGME, la Dirección General de Obras Hidráulicas y el Instituto Nacional de Colonización. La Primera etapa, entre 1.965-68, consistió en la realización del estudio hidrogeológico de la cuenca del Guadalquivir. La segunda, entre 1.969-71, culminó con la redacción del Anteproyecto de transformación en regadío de la zona denominada Almonte-Marismas, donde se delimitaban las zonas a transformar, en función de la aptitud de los suelos y los recursos disponibles, y se describían las obras necesarias.

Como resultado de los estudios hidrogeológicos, se estableció un volumen explotable de 190 Hm³/año y una superficie regable de 31.000 has. La zona de Almonte, se dividió en cinco sectores(fig. 38), todos en regadío, que totalizaban unas 26.480 has, repartidas entre los términos de Almonte, Hinojos y Villamanrique. La zona de marismas, repartida entre los términos de Hinojos y Aznalcázar, se dividió de suroeste a noreste en tres sectores en función del orden que se pretendía seguir en la transformación, correspondiendo el sector 1 al extremo suroccidental. El límite entre los sectores 2 y 3 se había establecido aproximadamente en la línea de separación entre las aguas dulces y saladas del manto freático.

De estos tres sectores de marismas, se contemplaba como regable casi una tercera parte, 5.050 has. No obstante, se proyectaba el saneamiento de toda la superficie restante para su aprovechamiento en seco.



-  I-II-III-IV-V- SECTORES DE RIEGO (ALMONTE)
-  1-2- SECTORES DE RIEGO (MARISMAS)
-  3- SECTOR SECANO (MARISMAS)
-  AREA DE ESTUDIO

**CRITERIOS Y BASES ECOLÓGICAS PARA LA
REGENERACIÓN DE LA MARISMA GALLEGA
(PARQUE NATURAL DE DOÑANA)**

TÍTULO		
PROYECTO GUADALQUIVIR Sectores para Cultivo (1971)		
FECHA	ESCALA	Nº FIGURA
DICIEMBRE 1.996	10 Km	38
 TYP TRATAMIENTOS Y PROYECTOS MEDIOAMBIENTALES S.L.		 JUNTA DE ANDALUCÍA CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE

**DISTRIBUCION POR SECTORES DE LA SUPERFICIE REGABLE
Y TRANSFORMABLE EN LA ZONA DE MARISMAS.**

SECTORES	SUP. REGABLE	SUP. TRANSFORMABLE
Sector 1	2.670 has	4.381 has
Sector 2	2.380 has	6.064 has
Sector 3	-	5.934 has
Total	5.050 has	16.379 has

Fuente: P.D.T.C. de Doñana y su entorno. 1.988

Según la descripción del Anteproyecto, en esa fecha, el recinto amurallado de la marisma gallega no se encontraba eficazmente protegido de las inundaciones, ya que en su interior no existía ninguna obra de saneamiento. Las lluvias y las crecidas de los arroyos que seguían desaguando en la zona provocaban la formación de una lámina de agua, cuyas aguas sobrantes salían a través de una serie de compuertas existentes a lo largo del muro.

■ **Objetivos del Proyecto:**

El muro perimetral permitía aislar a la zona de las inundaciones del exterior provocadas por las crecidas anuales del Guadalquivir y el Guadamar, pero no resultaba eficaz para el saneamiento de las tierras, ya que no impedía su encharcamiento interior. Por otra parte, la escasa altura del dique transversal resultaba insuficiente para contener las grandes avenidas del Guadalquivir.

La idea básica del Proyecto, previa a la transformación en riego de la zona, consistía, pues, en garantizar el saneamiento eficaz, desaguando todo el recinto de marismas. Para ello, se propuso la canalización de todos los arroyos que vierten en el interior del recinto y el bombeo de estas aguas y las de lluvia, para su evacuación directa hacia el exterior a través del cauce del Guadamar. El proceso de transformación

continuaría con el drenaje posterior de la zona para la desalinización de los suelos y, finalmente, la puesta en riego de las 5.050 has de los sectores escogidos como más idóneos. El tipo de cultivo que se pretendía implantar era el de plantas forrajeras para la explotación ganadera.

■ **Descripción de las obras:**

Para garantizar el desagüe y el saneamiento de los suelos de la zona se proponían tres actuaciones básicas:

- 1.- Aumentar la eficacia de los muros exteriores
- 2.- La construcción de una red de drenaje destinada a canalizar y concentrar las aguas del interior.
- 3.- La instalación de un sistema de evacuación capaz de desalojar el agua en un tiempo determinado.

Con respecto al primer apartado, se planteaba que la altura de los muros exteriores, especialmente la del dique transversal, resultaba insuficiente para evitar las grandes avenidas del Guadalquivir, produciéndose desbordamientos en algunos puntos, por lo que se propone recrecerlo hasta la cota 4 m. para alcanzar un resguardo suficiente contra los efectos del oleaje. Las características geométricas y constructivas propuestas para el muro eran las siguientes:

- Anchura de coronación: 6 m. de los que se acondicionarían 5 m. como camino compactado, transitable todo el año.
- Pendiente del talud exterior 1:4, proponiendo su protección con vegetación apropiada.
- Pendiente del talud interior 2:3

También estaba prevista la construcción de varios muros interiores, perpendiculares al muro transversal y de características similares, con objeto de favorecer las comunicaciones e independizar hidráulicamente los distintos sectores.

Con respecto al segundo punto, lo primero que se planteaba era proteger las marismas de los aportes procedentes de los arroyos que vierten por el norte:

- En el sector I: arroyo del Portachuelo y otro sin nombre concreto
- En el sector II: el arroyo de la Juncosilla y los regajos del Almirante y del Sajón.
- En el sector III: el Arroyo de la Cigüeña.

El más importante de todos y el principal causante de las inundaciones era el Arroyo de la Cigüeña, proponiéndose su canalización y encauzamiento entre dos muros con una longitud de 4 Kms, desde el Cortijo de la Cigüeña hasta el encauzamiento del Guadiamar. Para los restantes cursos, de caudales mucho más pequeños, se proponían dos posibles actuaciones: o bien recoger las aguas conectándolos directamente a la red de colectores, o bien cerrar el recinto por el norte mediante la construcción de un muro perimetral desde el encauzamiento del Guadiamar hasta el extremo oeste del dique transversal, medida que resultaba mucho más costosa, por lo que se optó por la primera.

Para la construcción de la red de drenaje, se propone crear una red de colectores independientemente de la topografía y con una configuración geométrica con objeto de delimitar parcelas regulares. Se proyectaron tres colectores principales:

- el colector D-I, desembocando en el caño Guadiamar,
- el colector D-II, que desembocaría en la estación central de bombeo
- el colector D-III, desembocando en el encauzamiento del Guadiamar.

También se había previsto, por deseo de la dirección del Parque Nacional, aunque no llegó a realizarse, la construcción de un colector transversal que permitiera desaguar en verano en el encauzamiento del río Guadiamar, en lugar de en el caño Guadiamar, para evitar riesgos de polución en las marismas de la Reserva Biológica.

A los colectores principales se superponía una serie de colectores secundarios, trazados perpendicularmente y separados aproximadamente cada 2 Kms, sobre los cuales se disponen los colectores terciarios, con una separación entre sí de 500 m. Por último, en los colectores terciarios confluyen por ambos lados los drenes subterráneos o zanjas a cielo abierto. La densidad del sistema de drenaje dependería del uso previsto para las distintas zonas, según fueran destinadas a la explotación en regadío o en secano.

Para el rescate de las marismas destinadas al cultivo en regadío, tomando como referencia las experiencias de saneamiento iniciadas en las marismas de la margen izquierda, se estimaba adecuada la colocación de líneas de drenaje a una profundidad de 1,40 m. de la superficie y con una distancia de separación de 15 m. Los drenes serían ondulados, de plástico, en lugar de los de cerámica empleados en la margen izquierda, y colocados con máquina.

El rescate de las tierras en secano iba dirigido fundamentalmente a su aprovechamiento como pastos, por lo que se proyectaba una red de drenaje menos densa, cuyo objeto era evitar los encharcamientos en períodos prolongados de lluvias. Para estas zonas, se consideraba suficiente un sistema de drenaje superficial de zanjas abiertas paralelas de unos 50 cms de profundidad, separadas cada 30 m., entre las cuales se colocarían líneas de drenaje separadas a la misma distancia y a 1,40 m. de profundidad, sistema que se consideraba suficiente para su desalinización en un período de diez años.

La profundidad prevista, según consta en el anteproyecto, de los canales principales y secundarios era de entre 3 y 4 m. La de los canales terciarios dependía de la profundidad a la que se colocaran los drenajes que recibe. Como éstos últimos se colocarían a una profundidad de 1,4 m., la profundidad de la solera del colector terciario, sumando los 10 cms de diámetro del dren y un desnivel de resguardo de 0,5 m., sería de 2 m.

3.2.2 EL DESARROLLO DEL PLAN GENERAL DE TRANSFORMACIÓN.

En 1.971, partiendo de los resultados de investigación del Proyecto Guadalquivir-Fao, que culminaron con la redacción del Anteproyecto de transformación en regadío de la zona de Almonte-Marismas, el Gobierno declaró de Interés Nacional la colonización de las zonas regables del Plan Almonte-Marismas, con una extensión aproximada de 45.960 has, entre las provincias de Sevilla y Huelva, que comprendía cuatro zonas:

Zona de Hinojos	4.720 has
Zona de Villamanrique	6.390 has
Zona de Almonte	17.370 has
Zona de marismas	<u>17.480 has</u>
TOTAL.....	45.960 has

De estas 45.960 has, la zona de marismas, con 17.480 has, junto con la de Almonte, con una superficie muy similar, constituían las zonas de mayor superficie transformable del Plan. De esta superficie global, se consideraban transformables en regadío 24.500 has. En ese mismo año, se establece una parcela experimental, «Las Marismas», de 140 has, en el vértice formado entre el muro transversal y el caño Guadiamar, donde técnicos de la FAO y del IRYDA realizan experiencias de drenaje y transformación agrícola de suelos de marismas.

El desarrollo del Plan General de Transformación quedó dividido en varias fases sucesivas. La primera se aprobó en 1.972 (DECRETO 2148/1972, de 6 de Julio), estableciéndose la necesidad de ejecutar las obras de evaluación del complejo hidrogeológico, para conocer las disponibilidades, antes de iniciar la segunda fase, en la que se acometiese propiamente la transformación en regadío. La competencia para la realización de tales obras se atribuyó al Ministerio de Agricultura.

Dos años más tarde, en 1.974, se aprueba la segunda parte del Plan General de Transformación, en la que, una vez mejor conocidos los recursos hídricos disponibles, se establece la delimitación definitiva del Plan. Con la exclusión de la antigua zona de

Hinojos, por no disponer de recursos hídricos suficientes, las zonas transformables quedan reducidas definitivamente a tres: el sector I, en torno al núcleo de Villamanrique; el sector II, en torno al núcleo de El Rocío, y el sector III correspondiente a la zona de marismas. Igualmente, tanto la delimitación como la superficie transformable en los demás sectores son objeto de reajustes. De las 45.960 has anteriores, fueron desafectadas casi 10.900 has, entre montes públicos, zonas forestales y áreas de marismas. En la zona de marismas, de las 17.480 has anteriores, se declararon transformables 8.610, de las cuales 6.132 eran en regadío. No obstante, también se declaraba de interés nacional el saneamiento de la superficie de marismas restante para su aprovechamiento ganadero.

En 1.976, se aprobó la primera parte del Plan de Obras de la zona regable, redactado por el Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario (IRYDA), creado a partir de 1.973 en sustitución del antiguo Instituto Nacional de Colonización. A excepción de las obras de encauzamiento del Arroyo de la Cigüeña y las infraestructuras básicas, que correspondían a la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, en dicho Plan se establecen las obras que son competencia de este ministerio a través del IRYDA. Estas eran las de electrificación, la red de caminos secundarios, obras de captación, red de desagüe y el drenaje de la zona de marismas.

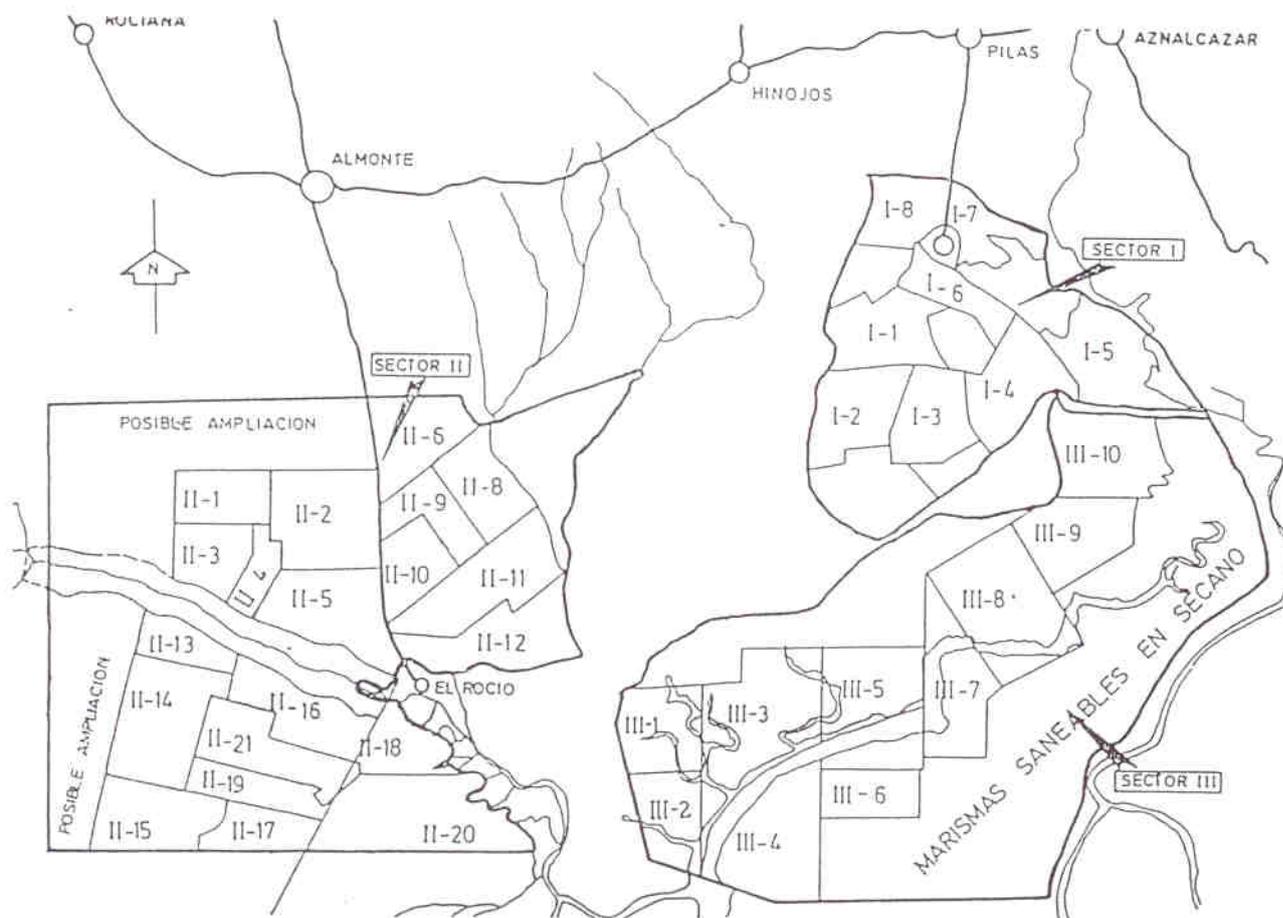
Tras la ejecución de las obras, la marisma norte de Hinojos quedó cuadrículada por la red de drenaje y dividida en los subsectores III-1, III-2, III-3 y III-5 (fig.39). La red de drenaje queda estructurada en cuatro colectores secundarios separados cada 2 Kms, que drenan la marisma en dirección norte-sur y desaguan todos en el antiguo caño Guadiamar, transformado en el colector primario D-I (fig.40). A estos cauces secundarios se superpone perpendicularmente una red de canales terciarios, separados cada 500 m. Alternativamente, en la línea de separación entre los canales secundarios iban situados caminos de servicio para el acceso de las explotaciones, configurándose así una malla regular de parcelas homogéneas rectangulares de 50 has de superficie (500 x 1.000 m.) exceptuando, lógicamente, las parcelas de los bordes. Por otra parte, el perfil natural del caño Guadiamar quedó completamente transformado por la construcción de muros laterales, caminos y obras de canalización.

Para extraer las aguas del recinto de marismas, el IRYDA construyó la estación central de bombeo, situada en el lugar conocido como Vuelta de la Arena (fig.42), donde finaliza el colector principal D-II-1.

3.3. LA APROBACION DE LA LEY DE DOÑANA DE 1.978

En 1.975, se había aprobado la Ley 15/1.975 de 2 de mayo, de Espacios Naturales Protegidos, que será de gran trascendencia para la protección de las marismas de Doñana. Con objeto de adecuar la situación del Parque Nacional a la nueva legislación y a unas mejores condiciones de protección cada vez más demandadas por los sectores conservacionistas, tres años más tarde se aprueba la Ley 91/78, de 28 de diciembre, por la que se establece un régimen jurídico especial para el Parque Nacional de Doñana y se reclasifica ampliando la superficie protegida a los límites actuales. De las 37.425 has que contaba en su primera declaración de 1.969 se amplía hasta alcanzar 50.720 has, incluyendo la totalidad de la franja costera y el pinar de Las Marismillas, mientras que por el norte se extiende hasta el núcleo de El Rocío. En su disposición adicional, la Ley fijaba un plazo máximo de 18 meses para la redacción de un Plan Director Territorial de Coordinación de la comarca como instrumento para promover un desarrollo socioeconómico del entorno de forma equilibrada con el Parque.

Además de esta ampliación, se establecen una serie de zonas periféricas de protección especial o Preparques: Preparque norte, Preparque este, zonas de protección del Arroyo de La Rocina y de la carretera H-612, y una zona de protección del mar litoral, con objeto de regular sus aprovechamientos. Para las zonas terrestres de protección, la Ley establece que su destino sería el uso agrario y actividades compatibles con las finalidades del Parque Nacional. Para la marisma norte de Hinojos este hecho supone un cambio jurídico-administrativo trascendental, ya que junto con los pinares del Coto del Rey quedan incluidas en el Preparque Norte. Si bien el régimen de protección en los Preparques no es tan estricto como en el interior, estas zonas



— Límite del Plan Almonte-Marisma
 — Límites de subsectores regables

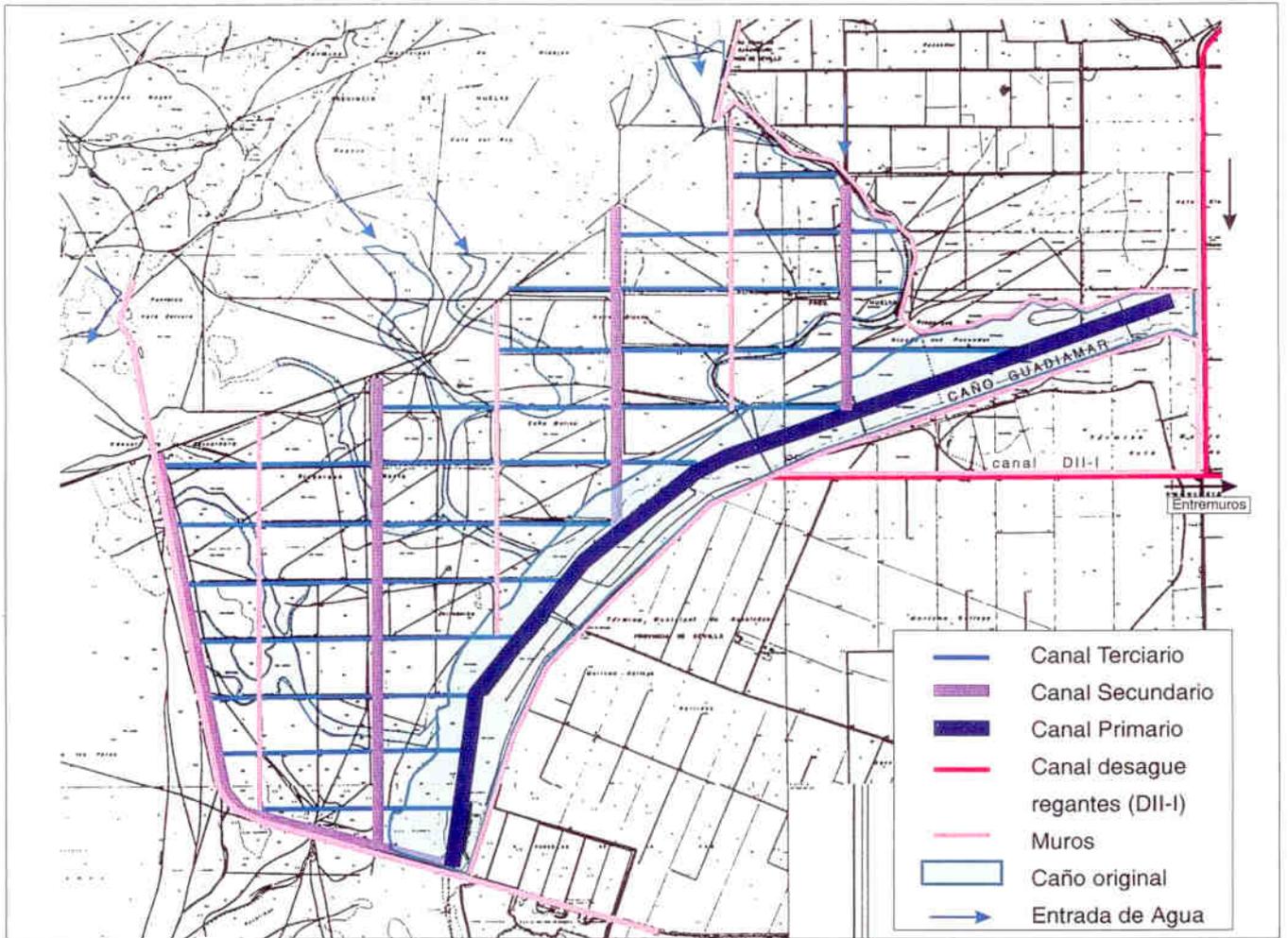
**CRITERIOS Y BASES ECOLÓGICAS PARA LA
 REGENERACIÓN DE LA MARISMA GALLEGA
 (PARQUE NATURAL DE DOÑANA)**

TÍTULO
**SECTORES DEL PLAN ALMONTE-MARISMAS
 (1974)**

FECHA **DICIEMBRE 1.996** ESCALA **5 Km** N° FIGURA **39**

TAP
 TRATAMIENTOS Y PROYECTOS
 MEDIOAMBIENTALES S.L.


JUNTA DE ANDALUCÍA
 Consejería de Medio Ambiente



CRITERIOS Y BASES ECOLÓGICAS PARA LA
 REGENERACIÓN DE LA MARISMA GALLEGA
 (PARQUE NATURAL DE DOÑANA)

TÍTULO
 CONFIGURACION DE LA RED DE DRENAJE

FECHA DICIEMBRE 1.996 ESCALA 1 km N° FIGURA 40

TAP
 TRATAMIENTOS Y PROYECTOS
 MEDIOAMBIENTALES S.L.

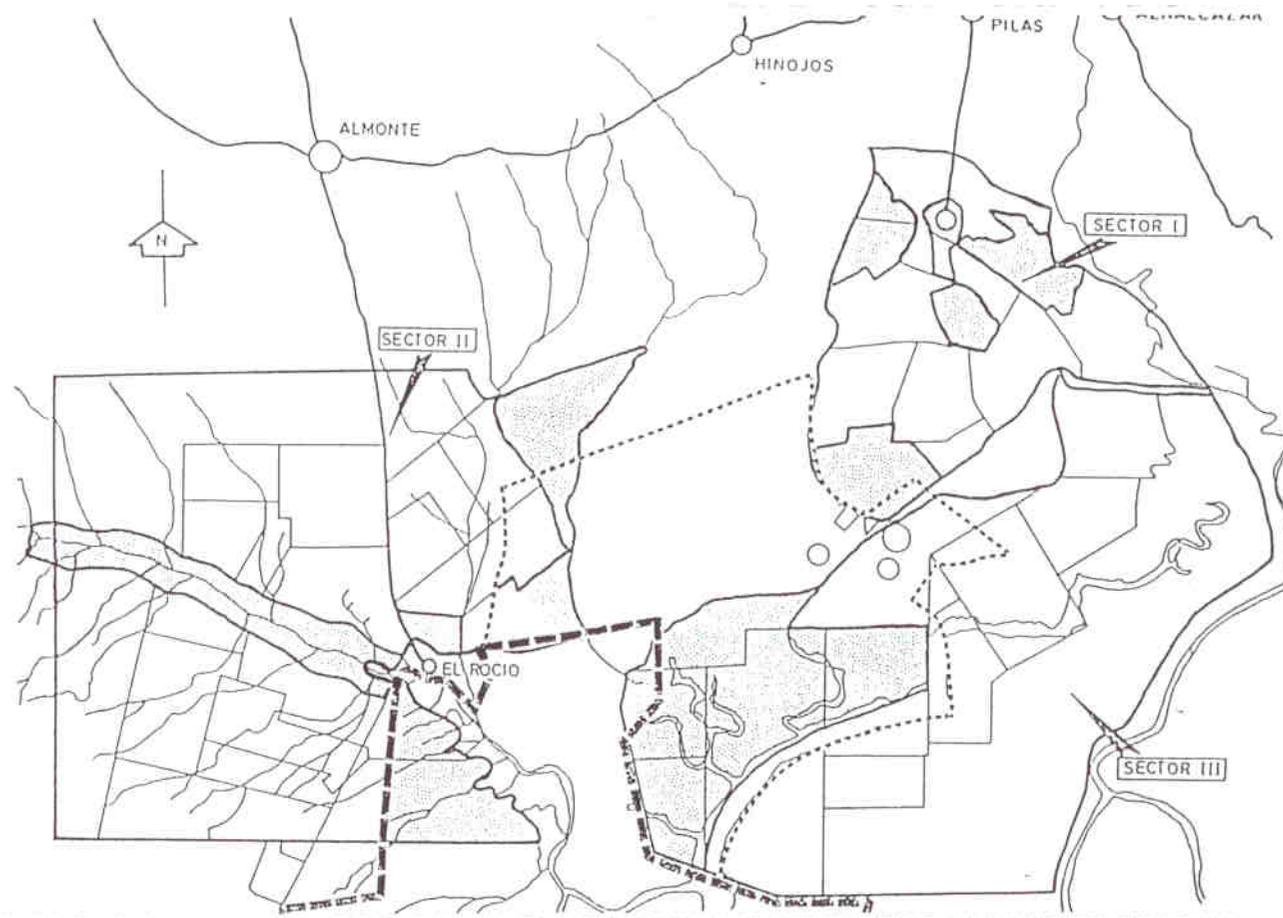
JUNTA DE ANDALUCIA
 Consejería de Medio Ambiente

quedaban sometidas a la observación y tutela directa por parte de la Administración del Parque, lo que supondrá un nuevo giro en los planes de transformación del Plan Almonte-Marismas.

En 1.981, las previsiones del IRYDA para el sector III arrojaban una cifra de 14.052 has transformables, de las cuales 5.182 serían en regadío y 8.870 en secano. En esta época se planteaba la reconversión del área para la creación de granjas astacícolas-piscícolas, especialmente la zona lindante con el caño Guadamar por ser la que presentaba mejores condiciones y un menor coste en infraestructuras, donde el agua se extraería de los pozos existentes y del mismo caño Guadamar. No obstante, la idea no llegó a ejecutarse. En las marismas colindantes del término de Aznalcázar próximas al caño Guadamar comenzaron a plantarse algunas parcelas de arrozal, hasta alcanzar una superficie próxima a las 700 has en la zona de Hato Blanco, utilizando para ello aguas subterráneas.

En 1.983, en unas Jornadas internas del IRYDA sobre la zona regable de Almonte-Marismas se aconsejaba prudencia en el proceso de transformación, dada la falta de precisión en algunos aspectos sobre el acuífero y su posible interferencia con el Parque Nacional de Doñana. Concretamente, la presencia de una interfase agua dulce-salada en el interior del sector III y su previsible avance con la explotación del acuífero, aconsejaban explotar sólo los sondeos situados al noreste del caño Guadamar.

En este contexto, a la vista de las posibles consecuencias de las transformaciones proyectadas sobre los ecosistemas de Doñana, un año después y de conformidad con los sucesivos informes emitidos por el Patronato del Parque y las asociaciones ecologistas, en 1.984 (Real Decreto 357/1.984), se aprueba la revisión del Plan General de Transformación con objeto de hacerlo compatible con la conservación del Parque Nacional. En el nuevo reajuste quedaron desafectados de transformación, entre otros, los subsectores III-1, III-2, III-3 y III-5, al estar incluidos en el Preparque norte, sumando una superficie de 806 has (fig.41).



 LIMITE DEL PARQUE NACIONAL DE DOÑANA
 LIMITE DEL PREPARQUE NORTE

 AREAS DESAFECTADAS POR INTERFERENCIA
 CON EL P.N. DE DOÑANA Y OTRAS CAUSAS

**CRITERIOS Y BASES ECOLÓGICAS PARA LA
 REGENERACIÓN DE LA MARISMA GALLEGA
 (PARQUE NATURAL DE DOÑANA)**

TITULO		
SITUACION DEL PLAN ALMONTE-MARISMA 1984		
FECHA	ESCALA	Nº FIGURA
DICIEMBRE 1.996	5 km	41
		

3.4. DE PREPARQUE NORTE A LA DECLARACIÓN DEL PARQUE NATURAL DEL ENTORNO DE DOÑANA.

Las estrechas relaciones ecológicas (de carácter hidrológico, geomorfológico, faunístico, etc.) existentes entre la marisma norte de Hinojos y otros espacios del entorno inmediato, con el Parque Nacional de Doñana, del que suponen una clara continuación espacial de sus ecosistemas, quedaron de manifiesto en la Ley 91/78 de Doñana, donde se contemplaba la necesidad de protegerlos de alguna forma, adoptándose para ello la figura de Preparques o zonas de protección.

No obstante, el régimen de protección de los Preparques quedaba en una situación ambigua entre las competencias de la Administración central y la Administración autonómica, especialmente a partir del año 1.984, en el que se transfieren del Estado las competencias en materia de Conservación de la Naturaleza a la Comunidad Autónoma Andaluza (R. D. 1096/1984), entre otras, las de declaración de parques naturales y la gestión y administración de los espacios naturales protegidos.

Más tarde, la calidad ecológica y paisajística de estos espacios justificaba su protección a través de los Planes provinciales de Protección del Medio Físico, aprobados por Resolución del consejero de Obras Públicas y Transportes de 7 de julio de 1986. La mayor parte de los espacios situados en el entorno de Doñana fueron incluidos en los respectivos catálogos, constituidos por aquellos espacios más sobresalientes, afectando en su integridad al Preparque norte, junto con otros espacios cercanos como el Complejo endorreico del Abalario, el Médano del Asperillo, El Acebuche, Entremuros del Guadiamar, el Brazo de la Torre, el Preparque este, el Pinar de la Algaida y las Marismas de Bonanza.

Posteriormente, en 1.988, el P.D.T.C. de Doñana propondrá la integración del conjunto de estos espacios bajo una misma figura de protección, en lo que constituiría el Sistema de Espacios Naturales del Entorno de Doñana, de cara a posibilitar actuaciones orientadas hacia una gestión integrada del territorio y de sus recursos; objetivo éste que concuerda plenamente con la figura de Parque Natural.

Con estos antecedentes, se llega a la situación actual con la aprobación de la Ley 2/89, de 18 de julio, por la que se aprueba el Inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía. Entre los nuevos espacios que completan la red de Parques Naturales se declara el Parque Natural del Entorno de Doñana, incluyendo en el ámbito de protección las marismas del Preparque Norte y los pinares de Hinojos.

La declaración de este Parque Natural respondía básicamente a dos objetivos concretos: la consecución de una unidad de gestión para los valiosísimos ecosistemas presentes en el entorno de Doñana, y el establecimiento de una zona colchón que absorbiera la creciente presión socioeconómica sobre el Parque Nacional de Doñana (regadíos, desarrollo turístico, actividades recreativas, uso naturalístico y científico...) ante la que por sí solo se veía incapacitado.

El nuevo marco administrativo que representa para la zona su inclusión en un espacio protegido bajo la figura de Parque Natural tiene por objeto promover el aprovechamiento integral de los recursos naturales a través de un modelo de desarrollo integrado, que compatibilice al máximo la conservación de sus valores naturales con el desarrollo socioeconómico del entorno.

Las dos figuras previstas en la legislación ambiental para la regulación de los aprovechamientos y la gestión y administración del Parque Natural son el Plan de Ordenación de Recursos Naturales y el Plan Rector de Uso y Gestión, las cuales se encuentran actualmente en fase de tramitación.

3.5. PROYECTOS DE REGENERACION HIDRICA.

Dado que las múltiples transformaciones llevadas a cabo sobre la red hidrográfica para la transformación agrícola de las marismas de la margen derecha habían afectado sensiblemente al sistema de alimentación hídrica e inundación de las marismas del Parque Nacional, en 1979 la Estación Biológica plantea al Patronato la necesidad de realizar un Plan de regeneración hídrica que asegure tanto la calidad como la cantidad de las aguas. Las actuaciones (fig.42) han sido las siguientes :

3.5.1. RECUPERACIÓN DE LA MONTAÑA DEL RIO:

Corresponde al levé asociado al cauce del río Guadalquivir deteriorado en los últimos años debido al oleaje provocado por el paso de grandes barcos por el río. Su función principal era la de retener el agua que inunda la marisma tras fuertes precipitaciones, actuando a modo de presa y permitiendo una lenta salida solo a través de escotaduras (caño de Brenes, Buen Tiro, etc) por los cuales se aseguraba la entrada de pescado en remonta.

En 1983 se comenzó la reconstrucción de la "Montaña" mediante la construcción de un dique perimetral a la marisma y que discurre paralelo a la margen derecha del río.

Sus principales datos son:

Anchura de coronación:	4,5 m.
Altura:	1,5 m.
Longitud:	13,5 km
Distancia media al río:	250 m.

En su construcción se aprovechó la extracción de tierras para formación de varios lucios con extensiones medias de 3 has y una profundidad próxima al 1,5m.

Respecto a los antiguos caños que interrumpían este levé y actuaban desaguando la marisma de forma directa, se les ha dotado de un sistema de compuertas que permite su regulación.

3.5.2. SOLUCIÓN CENTRO-NORTE:

Esta consistía en restaurar parcialmente la funcionalidad hídrica del Caño Guadiamar mediante la captación de aguas ($6\text{m}^3/\text{seg}$) del encauzamiento del río Guadiamar, en el sector donde se sitúa la Estación de Bombas (Vuelta de la Arena), cuando estas tuvieran una calidad satisfactoria, canalizándolas a través del canal de desagüe que va desde entremuros hasta el Caño Guadiamar, para que viertan finalmente por gravedad a las marismas del Parque Nacional a través de unos tubos situados bajo el muro transversal.

Las obras fueron inauguradas en Octubre de 1985 y, resumidamente, consistieron en la construcción de un grupo de compuertas de derivación en el cauce de aguas mínimas del Brazo de la Torre, para llevar el agua hasta el muro derecho a través del Canal de Vertido de la Estación de Bombas del I.R.Y.D.A. Junto a este muro, se precisaba construir un nuevo canal que no llegó a realizarse utilizándose como elemento de transporte el canal de desagüe (D-II-1) del sector III de la zona regable. En el otro extremo del canal, se instaló una estación de bombeo (con una capacidad de solo $4\text{ m}^3/\text{sg.}$), para elevar las aguas hasta el antiguo cauce del Caño Guadiamar, aproximadamente unos ocho kilómetros al norte del límite del Parque Nacional.

Teóricamente su funcionamiento debía producirse en otoño e invierno cuando por causa del encauzamiento se producen fuertes crecidas en Entremuros lo que permite que en la Vuelta de la Arena penetre el agua por gravedad inundando el canal D-II-1 y en la Junta de los Caños bombearla al caño Guadamar a razón de $4\text{m}^3/\text{seg}$, insuficiente para cubrir las necesidades de agua. Dado que el proceso se realiza durante avenidas se supone una buena calidad del agua, con salinidades inferiores a 3g/l .

El problema surge porque las aguas sobrantes de los regadíos del Sector I y de los riegos particulares del Sector III se canalizan hasta entremuros del Guadamar mediante el Canal D II-1 del IRYDA, que funciona como colector principal de los vertidos agrícolas y las aguas salinas procedentes del lavado de los suelos y, al mismo tiempo, hace de canal de derivación de las aguas dulces para la regeneración hídrica, planteando un evidente conflicto de uso. La apertura de las compuertas está controlada por el IARA.

Esta solución, aunque no será viable mientras no se acometa el desdoble del canal, permitió la desafección de unas 2000 has que teóricamente iban a inundar las aguas trasvasadas. No se llegó, sin embargo, a la restauración del perfil que tenía el caño Guadamar antes de su canalización con objeto de recuperar su antigua funcionalidad biológica. El proceso se ha visto paralizado por problemas jurídicos ligados a la dificultad de acreditar el dominio público de los terrenos.

3.5.3. SOLUCIÓN SUR:

Pretendía asegurar la aportación de grandes caudales, de la forma más rápida posible (superior al centenar de m^3/seg), a través de la recuperación funcional de caño Travieso. Para ello se construyó (1987) un amplio canal (250m ancho, 0,5m profundo y 2.100m longitud) que partía de Entremuros hacia los restos del antiguo caño aún existentes en el Parque.

Pronto se evidenció que, si bien permitía la entrada al Parque de elevadas cantidades de agua durante las avenidas, posteriormente había un proceso de reversión de

caudales de la marisma a Entremuros con lo que su efectividad real es escasa. Actualmente se está debatiendo la posibilidad de instalar algún mecanismo de control de las aguas (presa inflable, compuertas) que asegure el control del agua tanto en sus aspectos cuantitativos como cualitativos ya que a Entremuros vierten numerosas fincas agrícolas lo que supone un riesgo elevado de contaminación (pesticidas, abonos etc).

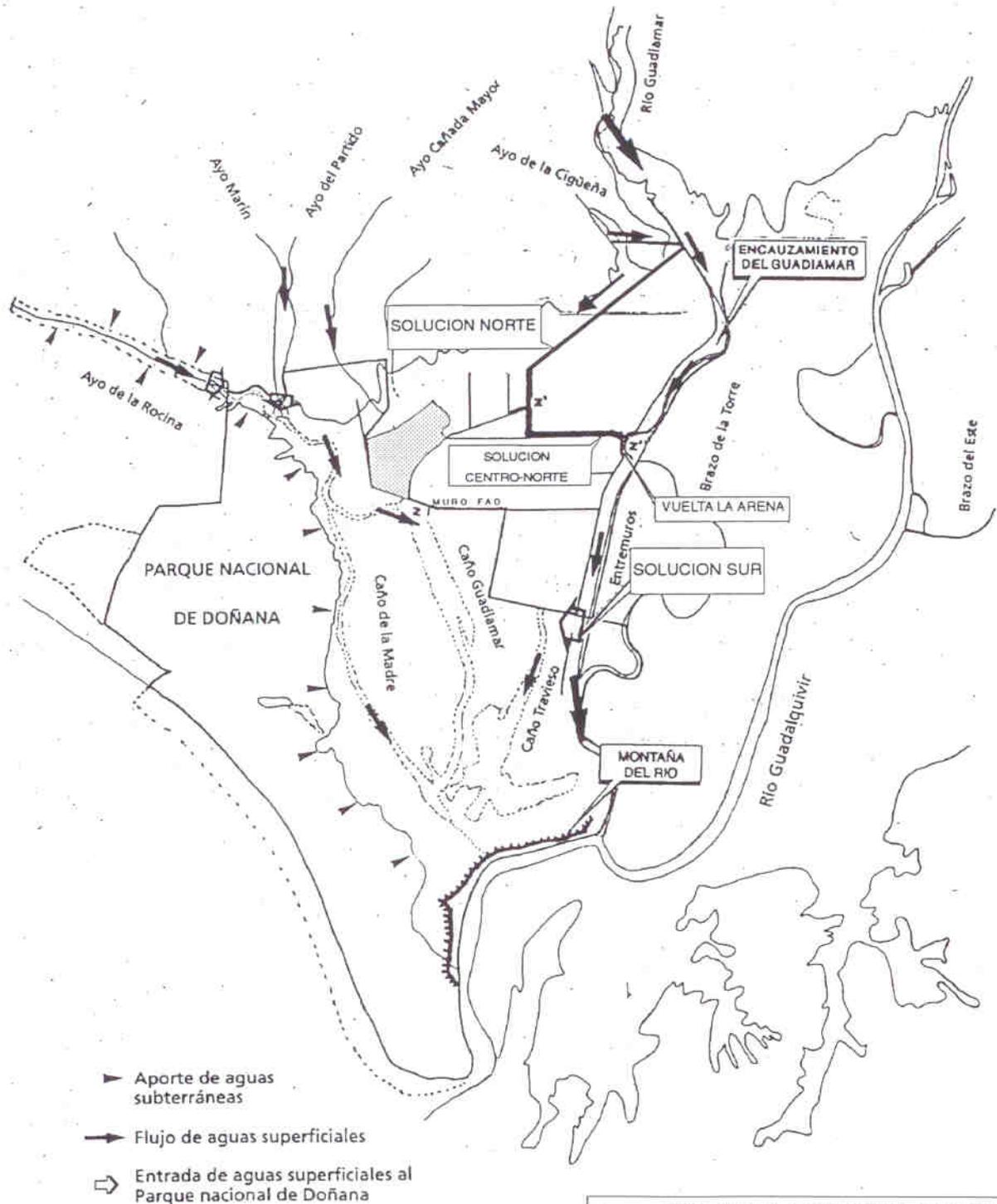
3.5.4. SOLUCIÓN NORTE

Actualmente, se contempla la posibilidad de mejorar el sistema de regeneración mediante la llamada solución Norte impulsada por el Patronato del Parque y la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. Esta consistiría en la derivación de las aguas del río Guadiamar y el arroyo de la Cigüeña, mediante la instalación de un sistema de compuertas, a situar aguas inmediatamente después de la confluencia de ambos encauzamientos, y su conducción a través de un canal artificial hasta el caño Guadiamar (Rincón del Pescador). A partir de este punto discurriría por gravedad hasta el sistema de compuertas que regulan su entrada en el Parque, por lo que se plantea de nuevo la restauración del perfil original del caño (entre el caño Pescador y el límite del Parque Nacional) y el redimensionamiento de las compuertas.

3.5.5. RESTITUCIÓN FUNCIONAL DE CAÑOS

Como consecuencia de las grandes transformaciones agrícolas y modificación de los cauces, se está produciendo una acelerada colmatación de la marisma. Esto provoca una homogenización del microrrelieve marismeño y una importante merma en la diversidad de especies adaptadas a los diferentes patrones de encharcamiento y salinidad. Además, una lámina de agua libre está influenciada en gran manera por el viento por lo que su control, desdibujados ya los cauces, se hace difícil.

Actualmente se han aplicado medidas de recuperación (extracción de sedimentos fangosos recientes) a los caños de Brenes, Figuerola, Las Nuevas, del Buen Tiro, Travieso, Rompidos 1 y Rompidos 2 (Casas y Urdiales, 1995)



**CUADRO CRONOLOGICO CON LAS PRINCIPALES
ETAPAS DE TRANSFORMACION DE LA
MARISMA NORTE DE HINOJOS**

AÑO	DENOMINACION DE LA ACTUACION	DESCRIPCION DE LAS OBRAS Y CONSECUENCIAS MAS IMPORTANTES
1.815	Corta Fernandina	Importantes cambios en el sistema hidrico del Bajo Guadalquivir, al reducir el cauce en 16 kms y concentrar el flujo en el cauce central, con la consiguiente pérdida de funcionalidad y colmatación de los brazos secundarios (Brazos de La Torre y del Este).
1.888	Corta de los Jerónimos	Acentuación del efecto iniciado anteriormente con una nueva reducción del cauce principal de 13 kms.
1.944	Proyecto de Desagüe del río Guadiamar.	El proyecto fue adjudicado por el Estado a la Cía de Rafael Beca Industrias Agrícolas y consistía en la canalización del Guadiamar hasta el Brazo de la Torre a la altura del Cortijo de Los Pobres.
1.953	Proyecto de mejora del muro de defensa de Isla Mayor. Proyecto de Desección de la Marisma de Aznalcázar.	La misma compañía continuó las obras de encauzamiento del Guadiamar mediante la consolidación del muro de la margen izquierda del Brazo de la Torre entre los Pobres y la Vuelta de la Arena. Supuso la construcción de un muro paralelo al anterior sobre la margen opuesta, con una separación de un km.
1.958	Proyecto de Desección de las Marismas de la Margen Derecha del Guadalquivir.	Entre 1.958-64, la C.H.G. continúa los dos muros anteriores desde la Vuelta de la Arena hasta el tramo final del Brazo de la Torre, culminando el encauzamiento completo del Guadiamar.

1.960-61	Construcción del dique transversal por parte de la Confederación, entre el encauzamiento del Guadiamar y la desembocadura del Arroyo Cañada Mayor.	Creación de un recinto de 16.400 has de marismas defendido de las inundaciones de cara a su desecación y transformación agrícola.
1.964	Acuerdo entre el Gobierno Español y el Fondo de las Naciones Unidas para el inicio de investigaciones hidrogeológicas en la cuenca del Guadalquivir.	Se inicia el denominado Proyecto Guadalquivir-FAO, interviniendo por parte de la Administración española, el IGME, la Dirección General de Obras Hidráulicas y el Instituto Nacional de Colonización.
1.965-68	Primera etapa del Proyecto Guadalquivir.	Realización del estudio hidrogeológico de la cuenca del Guadalquivir.
1.969	Declaración del Parque Nacional de Doñana.	Se declara una superficie protegida de 37.425 has, entrando en litigio las ideas conservacionistas con los proyectos de transformación productiva que se estaban fraguando.
1.969-71	Segunda etapa del Proyecto Guadalquivir.	Redacción del Anteproyecto de Transformación de la zona denominada Almonte-Marismas, declarándose un volumen explotable de 190 Hm ³ /año y una superficie regable de 31.000 has.
1.971	Declaración de Interés Nacional de la zona regable del Plan Almonte-Marismas por el Gobierno.	Se declara como zona regable del Plan una extensión aproximada de 45.960 has repartidas en 4 sectores: Almonte, Hinojos, Villamanrique y zona de Marismas. La FAO establece una parcela experimental de 140 has, junto al caño Guadiamar, para la realización de ensayos de desecación de suelos de marismas.
1.972	Aprobación de la primera fase del Plan de Transformación de la zona regable.	Se encomienda al Ministerio de Agricultura la ejecución de los sondeos y obras de evaluación de las reservas hidrogeológicas de la zona, de cara a conocer las disponibilidades para riego.

1.974	Aprobación de la segunda parte del Plan General de Transformación.	<p>Queda definitivamente delimitado el ámbito del Plan Almonte-Marismas, con tres sectores, tras la exclusión de la zona de Hinojos. La superficie transformable también se reajusta, desafectándose casi 10.900 has, entre montes públicos, zonas forestales y áreas de marismas.</p> <p>De las 17.480 has correspondientes a la zona de marismas, se declararon transformables 8.610, proponiéndose para el resto su sancamiento y aprovechamiento ganadero.</p>
1.976	Aprobación de la primera parte del Plan de Obras de la zona regable.	<p>Se proyectan las obras de transformación (tendidos eléctricos, red de caminos secundarios, obras de drenaje de las marismas, etc.), adjudicándose su competencia al IRYDA. Las obras de infraestructuras básicas y de encauzamiento del Arroyo de la Cigüeña eran responsabilidad de la C.H.G.</p> <p>Como consecuencia, la marisma norte de Hinojos quedó cuadrículada por la construcción de varios colectores secundarios que desaguaban en el antiguo caño Guadiamar, convertido en colector primario, y resultó dividida en varios subsectores (III-1, III-2, III-3 y III-5).</p>
1.978	Aprobación de la Ley 91/78, del Parque Nacional de Doñana.	<p>Se amplía la superficie protegida del Parque hasta las 50.720 has actuales.</p> <p>Se establecen unas zonas periféricas de protección o Preparques, quedando incluidas las marismas del norte de Hinojos y el Coto del Rey en el Preparque norte.</p>
1.981	Las previsiones del IRYDA para la zona de marismas se revisan a la baja.	Se plantea la reducción de la superficie regable, así como la posibilidad de destinar algunas áreas a granjas astacícolas.
1.983	Celebración de unas Jornadas Técnicas del IRYDA sobre el futuro del Plan Almonte-Marismas	<p>Se recomienda prudencia con las cifras sobre las posibilidades de transformación.</p> <p>Numerosas voces se pronuncian sobre las posibles consecuencias negativas del Plan Almonte-Marismas para el Parque Nacional de Doñana.</p>

1.984	El gobierno aprueba la revisión del Plan de la zona regable para hacerlo compatible con el Parque Nacional.	<p>Se desafectan de su transformación agrícola diversas zonas del Plan por su interés ecológico, entre otras, la zona de las marismas de Hinojos incluida en el Preparque norte.</p> <p>Se aprueba el Plan de Regeneración Hídrica del Parque Nacional, mediante la denominada solución "Centro-Norte".</p>
1.986	Aprobación del Plan Especial de Protección del Medio Físico.	Se cataloga como Complejo Litoral de Interés Ambiental el espacio constituido por el Preparque Norte.
1.988	Aprobación del P.D.T.C. de Doñana.	La marisma norte de Hinojo se incluye en la unidad espacial definida como «Parque Nacional y espacios naturales del entorno», proponiéndose como usos preferentes las actuaciones de regeneración del espacio marismeño junto con las de conservación e investigación.
1.989	Aprobación de la Ley 2/89 del Inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía.	Se declara el Parque Natural del Entorno de Doñana, en cuyo ámbito se incluyen las marismas del Preparque Norte y los pinares de Hinojos.

4.- CONCLUSIONES .

4.1.- GENERALES

- A.- La marisma es un ecosistema muy dinámico que en su mayor parte ha sido profundamente transformado. El área que tratamos pertenece en su conjunto a una marisma senil en la que cualquier solución de gestión deberá, a medio plazo, ser controlada en el tiempo, revisada y, si se considera oportuno, mantenida de forma activa.
- B.- Los cambios hidrológicos, con alteración de los regímenes de inundación, enriquecimiento de nutrientes, presencia de sustancias contaminantes, modificaciones de márgenes etc, han provocado una simplificación de la dinámica y funcionamiento original de sistema y, con ello, la desaparición de un importante número de especies en el conjunto de la marisma del Guadalquivir. Cualquier opción en la regeneración pasa por el mantenimiento del agua (recuperación de volúmenes y dinámica) y la de su calidad, tanto física (bajo contenido en sólidos) como química (bajo contenido en sales y ausencia de sustancias contaminantes).
- C.- Del análisis de los problemas que se exponen puede concluirse que los problemas locales (1.800 has. De la Marisma Gallega) tienen unas causas en un ámbito territorial y administrativo superior a la zona en cuestión e incluso a los límites territoriales del Parque Natural. Por ello es obligado una gestión coordinada y coherente entre las distintas administraciones públicas competentes.

4.2. RELATIVA A SU SITUACION Y LIMITES

- A.- En el contexto de las marismas de la margen derecha del Guadalquivir, la zona de estudio ocupa una posición periférica, próxima al contacto de los arenales con vegetación forestal. Esta ubicación interna, alejada de la costa, supone que en términos generales sea una marisma comparativamente elevada y relativamente dulce como consecuencia de un mayor proceso de desalinización.

- B.- A la hora de abordar el estudio, el caño Guadiamar, que presenta límites que transpasan la zona de estudio, se manifiesta como un elemento inseparable de la misma pues constituye un factor de referencia fundamental para explicar el funcionamiento y dinámica ecológica, potenciando en gran medida los valores naturales de esta marisma. Por tanto, debe ser incluido al abordar la regeneración y gestión de esta marisma.

4.3. RELATIVAS A LA HIDROLOGIA

- A.- El área sobre la que se sitúan las actuales cuencas vertientes presenta un predominio de arenas muy permeables (fig.10). Ello implica una gran capacidad de infiltración que ocasiona que los aportes superficiales estén disminuidos determinando la existencia un importante sistema de acuíferos. A nivel local, el acuífero somero asociado al contacto entre arenales y marismas tiene gran importancia ecológica por justificar la presencia de comunidades freatófilas (p.e. fresnedas). Esta comunidades se desarrollan en unas condiciones de equilibrio muy precisas y de gran fragilidad por lo que, previsiblemente, ligeras modificaciones de la profundidad de la capa freática inducidas por la explotación del mismo pueden tener un considerable impacto.
- B.- Actualmente, los caudales de agua recibidos son mucho más limitados que antaño pues se han desviado la mayoría de los aporte fluviales originales, concretamente el río Guadiamar y arroyos de La Cigüeña, Almirante, Sajón y Cañada Mayor. La consecuencia de ello es el aumento de la dependencia pluvial del régimen hídrico lo que implica un incremento de duración de los periodos de sequía (figs. 25, 42 y 46).
- C.- La mayor entrada de agua era aportada por el arroyo de Cañada Mayor (fig.26), hoy día imposibilitada y desviada (fig.46, fotos 30 y 31) hacia el Parque Nacional por la construcción del Muro de la FAO, y el caño Guadiamar, el cual se encuentra encauzado y aislado de sus fuentes originales (principalmente, el río Guadiamar y arroyo de la Cigüeña hoy desviados y canalizados a Entremuros).



FOTO 30

Vistas del arroyo Cañada Mayor a su entrada en la marisma tomadas en X/96 y V/96 (arriba y abajo respectivamente). Puede apreciarse claramente su curso natural y el efecto del muro de la FAO sobre el mismo. Obsérvese que junto al muro discurren sendos canales.

(Ver C,D en fig. 47)



FOTO 31

- D.- La red de drenaje original se mantiene visible y es recuperable en la actualidad aún después de su pérdida de funcionalidad por los numerosos canales de desagüe y caminos que los atraviesan (fotos 2-3, fig.46). Diversos testimonios señalan a los caños con mayor profundidad que la actual (hasta un metro) por lo que posiblemente se esté desarrollando un continuo proceso de colmatación. En algunos tramos se observan intentos de colonización por parte del almajo (A. macrostachyum) que pueden ser debidos principalmente al aumento de los períodos-de sequía y a la paulatina colmatación del caño lo que implica un menor período de inundación (fotos 10-13, 36).
- E.- Los actuales aportes (arroyos de las Carnicerías, Portachuelo, Juncosilla, descargas de la Vera y precipitación directa) garantizan una buena calidad del agua (con bajo contenido en sales y sólidos en suspensión así como ausencia de contaminantes agrícolas, urbanos o industriales), lo que la sitúa en una situación favorable frente a otras áreas, posibilitando y ampliando las opciones de manejo hacia especies más exigentes (por ejemplo ciertas especies de macrófitos).
- F.- Los *ojos*, o surgencias de agua, se han perdido o secado durante estos últimos años no siendo frecuente que ocurriese con anterioridad a las transformaciones. Sus aportes, aunque despreciables en términos cuantitativos, debieron ser importantes ecológicamente contribuyendo a la heterogeneidad ambiental, diversificación de ecosistemas y actuando como refugio y zona de provisión de agua en época estival.
- Los factores causantes a considerar son: la creación de los canales de desagüe (que como ocurre en el ojo de Caraviruela lo atraviesan y drenan) y los largos períodos de sequía, situación que ha podido ser agravada por el aumento en la extracción de agua del acuífero (superficial) del entorno.
- G.- Aunque la construcción de canales ha supuesto la alteración del sistema natural de drenaje, actualmente se desaconseja el cegamiento total de los mismos ya que ello acarrearía:

- 1.- Un impacto de maquinaria pesada sobre el medio marismeño.
- 2.- El relleno supondría la presencia masiva de lodos móviles lo que podría constituir una peligrosa tranpa para el ganado.
- 3.- Hay que considerar que el mantenimiento de la red de canales conectados al caño Guadamar puede suponer un reservorio de agua complementario que va alimentando al Guadamar conforme la necesita. A la vez, con costos sensiblemente menores, podrían ser acondicionados para su mejor uso por diversas comunidades acuáticas (favorecimiento de helófitos mediante una mejora de perfiles, plantación de tarajes, etc).
- 4.- Sus elevados costos.

H.- No se considera apropiado regular mediante compuertas los aportes entre la red de canales terciarios y secundarios con el caño Guadamar por los siguientes motivos:

- 1.- La presencia de compuertas supone un impacto paisajístico. Durante la construcción, el movimiento de maquinaria pesada por la marisma puede generar impactos sobre el terreno y la vegetación muy perdurables.
- 2.- Dadas las características del área, las compuertas no tendrían un fin claro puesto que las diferencias de niveles son muy escasas y por tanto el agua podría circular tanto en un sentido como en el otro.
- 3.- La presencia de compuertas en terrenos inundables acarrearía unos costos de mantenimiento altos sin obtener apreciables mejoras.

4.4. RELATIVA A LA VEGETACION

- A.- La formación vegetal dominante correspondía a una marisma alta de almajos (*Arthrocnemum macrostachyum*) con pastizal de herbáceas anuales más o menos desarrollado. Localmente, en enclaves más elevados aparece el almajo dulce (*Suaeda vera*). Secundariamente, en zonas más deprimidas y encharcadas correspondientes a caños y lucios (si bien se secaban antes que otros lucios y caños situados en una posición más meridional del territorio marismeño) aparecían castañuelas (*Scirpus maritimus*) y bayuncos (*S. littoralis*); en el Caño Guadiamar, donde el encharcamiento (con aguas relativamente dulces) permanecía más tiempo, abundaba bayuncos (*S. littoralis*) además de eneas y carrizos (*Typha dominguensis* y *Phragmites australis*) que eran relativamente frecuentes. Esta presencia de eneales suponía un valor ecológico adicional dada su singularidad y escasa representación en el contexto marismeño.
- B.- El patrón general de zonación vegetal refleja con relativa exactitud la microgeomorfología y el correspondiente régimen hidrológico asociado. Sin embargo, la gran variabilidad interanual de las precipitaciones condiciona y modula el patrón general de distribución de vegetación produciendo alternancia de predominios sobre una tendencia irreversible de senilización de la marisma.
- C.- Actualmente, la distribución y abundancia de las comunidades vegetales ha cambiado de forma sustancial. Las comunidades originales que más claramente parecen afectadas por el proceso de uniformización edafohidrológico dominante en la zona son las que ocupaban los extremos del gradiente ambiental ligado a la microtopografía. Así, las formaciones de enea y carrizo presentes en el Guadiamar han desaparecido casi en su totalidad y castañuelas y bayuncos han reducido sus efectivos al igual que los densos pastizales característicos de las zonas altas. Por contra, el almajo, principalmente Arthrocnemum macrostachyum, se ha expandido colonizando nuevas zonas. Aunque hay cierta alternancia de períodos secos y húmedos con avances y retrocesos de las diversas comunidades vegetales (este año gran parte de los almajos presentes en los cauces han muerto como consecuencia del aumento del nivel de agua) la tendencia natural es la de la paulatina

desaparición del régimen de inundación por la progresiva colmatación de los cauces, situación que ha sido agravada por las transformaciones efectuadas.

- D.- Por lo que respecta a las comunidades de zonas elevadas, la regresión de los pastizales densos de Hainardio-Lophlochoetum hispidae, en particular de los elementos característicos de la subasociación más-hidrófuga, parece estar ligada a la saturación excesiva del suelo de las zonas más elevadas (tanto por el embalsamiento de agua que producen los diques periféricos, en épocas de avenida, como por el retraso del drenaje que introduce la retículas de pequeños diques, como por la posible nivelación del terreno, que mitiga los contrastes microtopográficos anteriores).

El estudio llevado a cabo en la zona permite descartar que la exclusión (o regresión) de tales comunidades en las zonas elevadas se deba a una salinización de los horizontes en los que se desarrollan sus raíces. El factor decisivo parece ser las alteraciones estructurales y la pérdida de aireación asociadas a una saturación excesiva de estas zonas. En concreto, durante la primavera de 1.996 (y, probablemente, también durante el invierno) la práctica totalidad de las zonas bajo la cota 2.3 estuvieron inundadas de forma prolongada durante cuatro o más semanas.

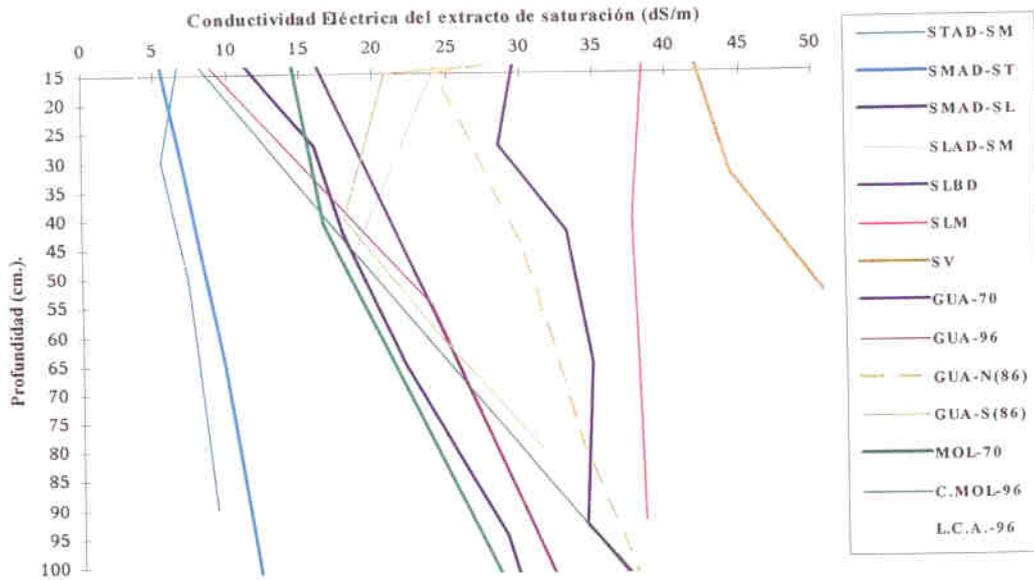
A título indicativo (a falta de un estudio más detallado) si tomamos como referencia la cota de desagüe (cota aproximada 1,9 m, en el sistema de referencia empleado) parece inconveniente que se permita la inundación prolongada (más de una semana) de las zonas situadas por encima de la cota 2.2.

- E.- Referente a las comunidades de zonas deprimidas, el presente estudio permite descartar, con carácter general, que la regresión de las comunidades de helófitos y la desaparición de algunas especies se deba a una salinización excesiva de los horizontes superficiales del suelo. Los perfiles actuales de salinidad del suelo, en las distintas áreas deprimidas estudiadas en la zona de estudio, no son 'a priori' incompatibles con los hallados en suelos del entorno en los que se ha constatado un desarrollo óptimo de las comunidades

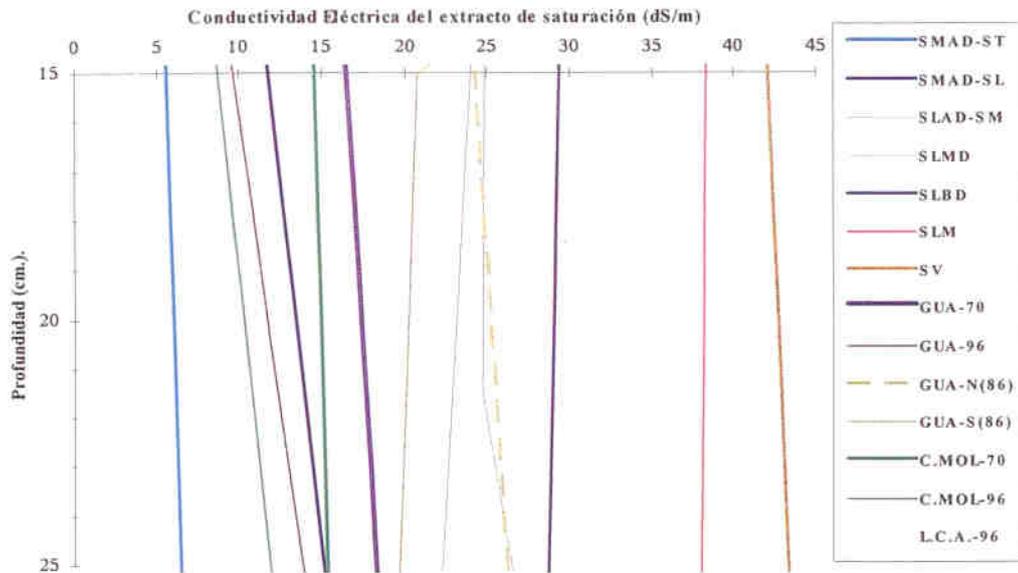
helofíticas de interés, ni tampoco parecen más limitantes para el desarrollo de las mismas con el existente en los mismos puntos antes de la transformación del área.

En la figura 41a, en la que se detalla el rango de profundidad más discriminante -en cuanto a salinidad- entre las distintas comunidades helofíticas de la zona puede apreciarse lo siguiente:

- 1°.- En los gradientes de inundación-salinidad que se establecen en los lucios salinizados de la marisma salina no se encuentra vegetación helófito viva a partir de valores de conductividad en el extracto de saturación de, aproximadamente, 30dS/m en el rango de profundidad 15-25 cm. En efecto, en las toposecuencias hacia el centro de las depresiones salinizadas, llegan a encontrarse comunidades funcionales de S. littoralis (poco vitales: SLBD) hasta valores de aproximadamente 30dS/m. Por encima de este nivel de salinidad se encuentran restos de rizomas muertos de S. littoralis (SLM). Por encima de 40dS/m no se encuentra ningún vestigio de vegetación helófito (SV), en la zona central de las depresiones salinizadas.
- 2°.- Los valores de salinidad medidos, tanto en 1.970 como en 1.996, en el caño Guadamar (GUA-70 y GUA-96) son compatibles con el desarrollo de comunidades densas del Scirpetum compacto-littoralis, al igual que los hallados en el caño Molina en ambas fechas (C.MOL-70 y C.MOL-96). más aún, los valores de salinidad de 1.996 son inferiores a los de 1.970, lo que descarta la hipótesis de que la regresión que se ha detectado en dichas comunidades pueda deberse a la salinización del sustrato.
- 3°.- Los valores de salinidad hallados en las depresiones poco salinas situadas al Norte de la zona (L.C.A.-96, en la fig 41a) son claramente compatibles con los encontrados bajo el Typho-Scirpetum tabernamontanii (fragmentario: S. tabernamontanii, S. maritimus y Ph. australis, sin T. dominguensis) y el Scirpetum maritimi hallados en suelos salobres de la marisma de Hinojos, en zonas próximas al caño Madre de las Marismas (SMAD-ST).



(DETALLE)



**CRITERIOS Y BASES ECOLÓGICAS PARA LA
REGENERACIÓN DE LA MARISMA GALLEGA
(PARQUE NATURAL DE DOÑANA)**

TÍTULO PERFILES SALINOS DEL SUELO BAJO DISTINTAS
COMUNIDADES DE HELOFITOS EN
DEPRESIONES DE LA MARISMA

FECHA DICIEMBRE 1.996

ESCALA

Nº FIGURA **41a**



TRATAMIENTOS Y PROYECTOS
MEDIOAMBIENTALES S.L.



JUNTA DE ANDALUCÍA
Consejería de Medio Ambiente

- 4°.- Todo lo anterior, junto a lo ya indicado en relación con la ocurrencia puntual de Typha dominguensis y Phragmites australis, lleva a la conclusión de que el factor responsable de la merma en el desarrollo de las comunidades helofíticas presentes en la zona (así como de la exclusión de las especies más hidrófilas, anteriormente presentes) es la evolución desfavorable del régimen hídrico en la zona. Más concretamente: la reducción de los valores medios de duración y magnitud de la inundación en dichas zonas. A ello han contribuido, indudablemente, la presencia del sistema de drenaje, el aislamiento hidrológico de la zona (pérdida de aportes hídricos exógenos) y, quizás también, la atenuación de la microtopografía original mediante un proceso de nivelación interna (dado que la entrada de sedimentos externos no parece muy importante).

Dado que la zona es susceptible de un notable grado de control hidrológico -al hallarse recintada, disponer de una compuerta de evacuación y de fuentes potenciales de recursos hídricos- existe, al menos teóricamente, la posibilidad de ajustar artificialmente los parámetros críticos (duración, profundidad y persistencia de la inundación) empleando los citados mecanismos de control, a los que se añade la manipulación del sistema artificial de drenaje. En relación con ello, la mayor dificultad estriba en mantener el equilibrio entre las exigencias de las comunidades de los extremos del gradiente ambiental (zonas altas: libres de inundación y depresiones: suficientemente inundadas) y en conocer de forma más precisa los requerimientos hídricos medios de las distintas comunidades de helófitos que se quieren restaurar y/o favorecer. Un factor del medio difícil de revertir, en este sentido, es la posible pérdida de desnivel en el conjunto de la zona lo que dificultaría en gran medida establecer un equilibrio adecuado entre los requerimientos de las comunidades de zonas elevadas y de zonas deprimidas.

- F.- En relación con el punto anterior de análisis de los factores del medio físico cuya evolución pudiera haber motivado la regresión o exclusión de especies de interés, hay que significar que existen otros factores (no controlados en este estudio) que pudieran estar operando en el sentido de acentuar los efectos de los citados cambios en el ambiente físico de la zona. El más destacado de estos factores es, sin duda, el régimen de explotación de la producción vegetal de la zona.

Una sobreexplotación de los pastizales anuales propios de las zonas elevadas o de las plantas helófitas de las depresiones (fotos 46-48) acentuaría las tendencias, ya de por sí desfavorables, que se derivan para dichas comunidades de la evolución de los factores no biológicos del medio. Lo mismo cabe decir de una eventual sobreexplotación de los fondos con relación a los macrófitos y para el propio establecimiento de helófitos.

Tales factores pueden alterar drásticamente la potencialidad vegetal por lo que es de interés aislar los factores biológicos y evaluar el impacto de los herbívoros, estableciendo recintos protegidos de su alcance (incluso separando categorías de ellos) en las distintas unidades morfofitológicas de la zona.

4.5. RELATIVA A LA FAUNA

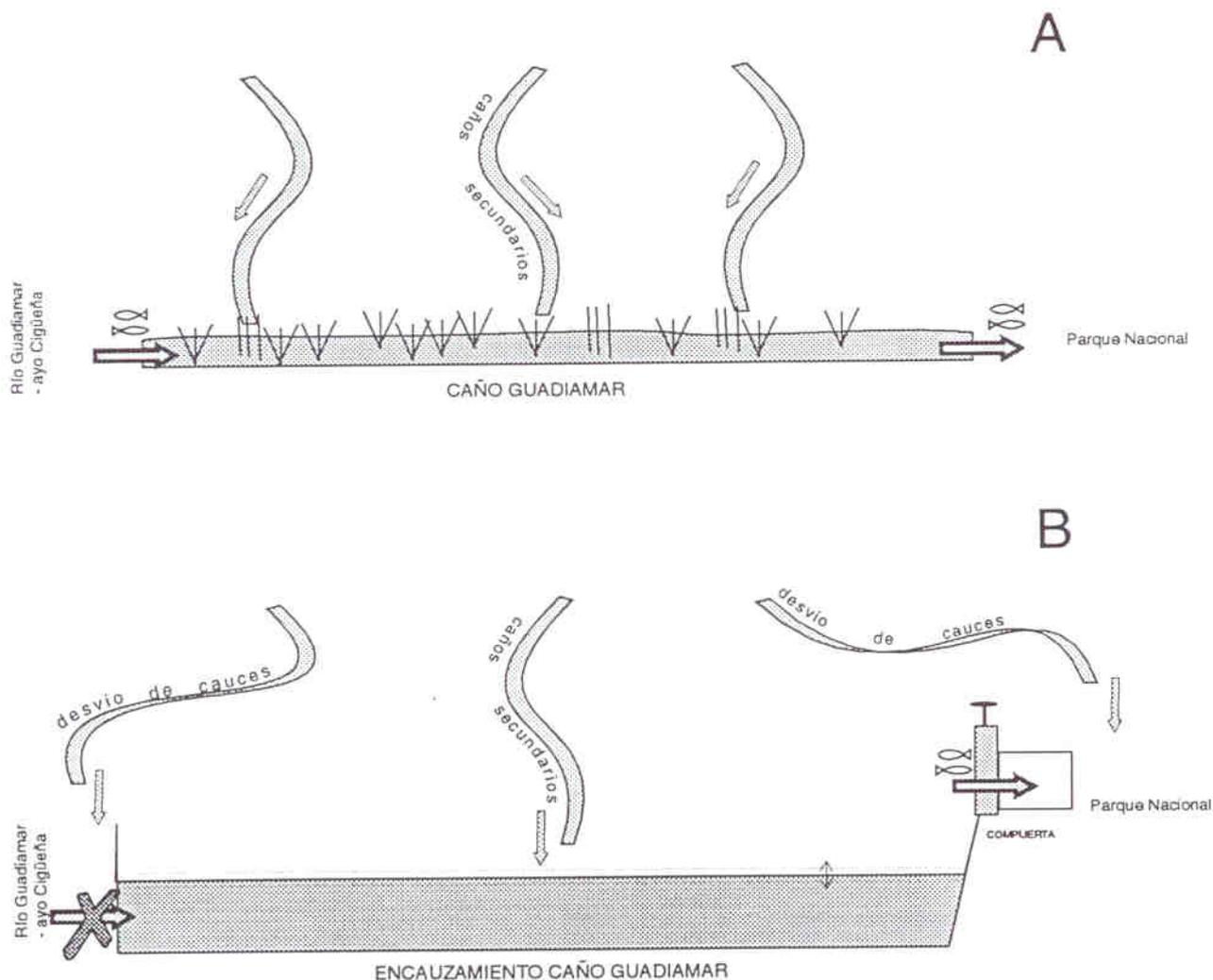
- A.- Los cambios faunísticos han sido ocasionados bien de forma directa por el aislamiento del área y reducción de los aportes (comunidades de peces), o indirectamente como resultado de los cambios producidos en las formaciones de vegetación palustre y otros recursos tróficos (avifauna).
- B.- Actualmente el intercambio de especies acuícolas está disminuido (muy condicionado por cortos periodos de conexión, principalmente, a través de la compuerta al Parque Nacional) por lo que sería de interés, tanto para la propia comunidad ictica (aumento de diversidad) como para el resto de las comunidades (principalmente ornítica) favorecerlo (fig.42).
- C.- El éxito reproductor del cangrejo rojo americano (*Procambarus clarkii*) ha provocado la práctica desaparición de varias especies entre las que destacan la sanguijuela y diversos macrófitos acuáticos. Su control actual resulta difícilmente practicable. En la zona aparece con cierta frecuencia pero no resulta abundante lo que podría indicar cierta salinidad en el agua o sustrato.
- D.- Reptiles y anfibios han disminuido drásticamente sus poblaciones, tal es el caso de Natrix maura, Rana perezi y Pelobates cultripes, e incluso desaparecido (Pleurodeles walt). Especies como Malpolon monspessulanus y, en menor medida, Coluber hippocrepis se han mantenido favorecidas por la sequía.
- E.- En términos generales, en los criterios a seguir para su regeneración, el área se perfila como un lugar con grandes posibilidades para la cría de Ardea purpurea, Porphyrio porphyrio , Fulica cristata (restitución caño Guadiamar), Marmaronetta angustirostris (restitución de lucios y pequeños caños), Larus genei (restitución del levé asociado al caño Guadiamar) así como diversos aláudidos y otras aves esteparias como Pterocles alchata (el área presenta unas interesantes formaciones de Arthrocnemum para estas especies dado sus tamaños y densidades).

4.6. RELATIVA A LOS EFECTOS DE LAS TRANSFORMACIONES

- A.- Sintéticamente , las profundas transformaciones en términos hidrológicos acaecidas en el área en los últimos 20 años han:
- 1.- Acelerado los procesos de colmatación (aumento de sólidos en suspensión) y homogenización del microrelieve marismero (compartimentación y falta de circulación del agua). La consecuencia de ello es que caños y lucios se hacen más someros disminuyendo su capacidad de retención de agua y facilitando la colonización por marisma de almajo (*Arthrocnemum*), menos sensible a la disponibilidad de agua.
 - 2.- Reducido la mayor parte de los aportes originales de agua lo que origina una gran dependencia pluvial del régimen de inundación en años secos. Esta dependencia pluvial determina una mayor variabilidad en la presencia de agua y una disminución de caudales a través de la red hidrológica original (caños Cerrabarba, Molino y Guadiamar) con la consiguiente pérdida de funcionalidad de la misma (fotos 10-13).
 - 3.- Disminuido la capacidad de retención de agua (volumen de agua almacenado) por la marisma al facilitar su evacuación por la construcción de numerosos canales de desagüe lo que está provocando la pérdida de los caños originales y una disminución importante de la vegetación acuática (y de la fauna asociada) en el área, pues en los antiguos caños encuentran cada día menos posibilidades y en los canales están muy limitadas ya que el brusco perfil de las orillas impide su asentamiento. Así pues, la mayor eficacia en el desagüe provoca una disminución de la extensión superficial de las zonas encharcadas y de la duración del encharcamiento.

Debe observarse que probablemente, en términos absolutos, la cantidad total de agua retenida (principalmente en canales) sea superior que antaño. El problema es pues el de su distribución.

- 4.- Se ha aislado y canalizado el caño Guadiamar (fig.47), principal arteria hidrológica y elemento de referencia a nivel local por su importancia ecológica. Este aislamiento, además provoca una disminución (el área llega a secarse por completo en años secos) de las comunidades acuáticas de invertebrados, peces y anfibios que constituyen el principal recursos trófico para la avifauna (figs. 42,43).
- 5.- Las canalizaciones han desviado los flujos hidrológicos de sus cauces naturales lo que está causando la paulatina desaparición de los caños.
- 6.- Se ha desarrollado un proceso de nivelación interna con una regresión general de pastizales densos asociados a las zonas elevadas y de helófitos en las zonas más deprimidas.



En un estado original (A) la constancia de los aportes, la circulación del agua y la escasa profundidad del caño Guadamar, propiciaban la presencia de una abundante vegetación. En la situación actual (B), el principal aporte de agua, proveniente del río Guadamar, se ha perdido y el caño se ha hecho mucho más profundo debido a su encauzamiento. También han disminuido los aportes de los caños secundarios (p.e. Cañada Mayor) que se han desviado al Parque Nacional. Las consecuencias son: 1.- los menores aportes y la mayor profundidad del caño determinan que solo en años lluviosos el agua alcance el nivel de la compuerta y pueda circular por lo que varios años de sequía continuos podrían dar lugar a una concentración de sales que resulte limitante para el establecimiento de la vegetación. 2.- La mayor profundidad del encauzamiento, las fuertes pendientes de sus márgenes y las mayores oscilaciones del nivel del agua impiden el establecimiento de vegetación helófito y mermado en gran manera la superficie inundable. 3.- El intercambio de especies acuáticas está muy disminuido y condicionado a la apertura de la compuerta.

CRITERIOS Y BASES ECOLÓGICAS PARA LA
 REGENERACIÓN DE LA MARISMA GALLEGA
 (PARQUE NATURAL DE DOÑANA)

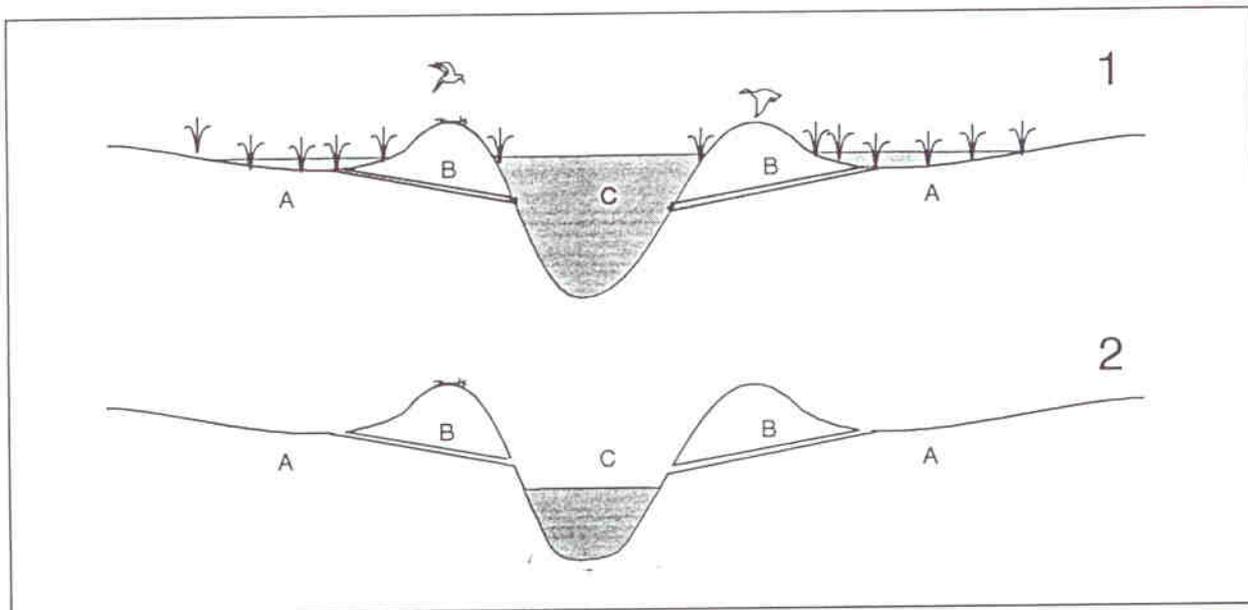
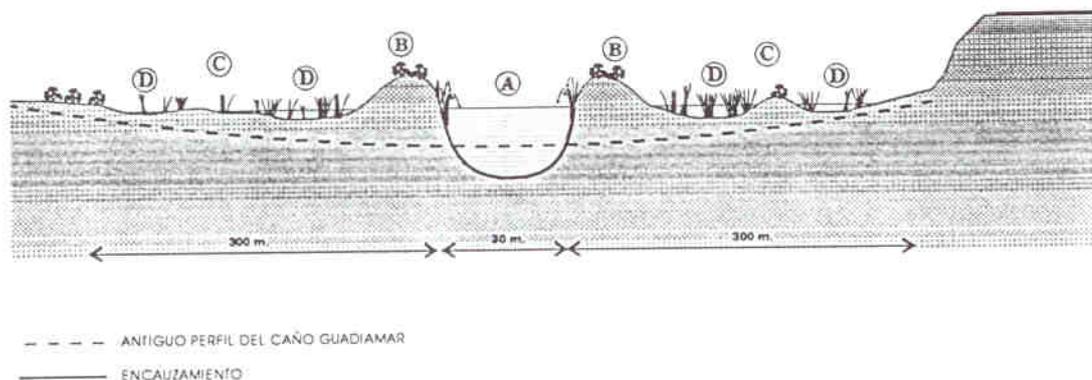
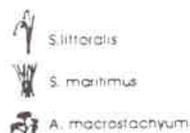
TÍTULO
 PRINCIPALES EFECTOS DE LAS TRANSFORMACIONES
 SOBRE EL CAÑO GUADIMAR

FECHA: DICIEMBRE 1.996 ESCALA: N° FIGURA: 42

TAP
 TRATAMIENTOS Y PROYECTOS
 MEDIOAMBIENTALES S.L.

JUNTA DE ANDALUCÍA
 Consejería de Medio Ambiente

- (A) ANATIDAE Y PODICIPITIDAE
- (B) ANATIDAE, RALLIDAE, LARIDAE, LIMICOLAS, STERNINAE
- (C) GLAREOLIDAE, CHARADRIDAE, LIMICOLAS
- (D) RALLIDAE, ARCEIDAE, ANATIDAE, CICONIIDAE Y PHOENICOPTERIDAE



En años lluviosos (1), el perfil del encauzamiento del Guadiamar muestra elementos de interés para la avifauna. En A, se crea una zona con inundación somera donde se desarrolla una densa vegetación de *Scirpus maritimus* acompañada de *S. littoralis* que sirve como lugar de cría, refugio y alimentación a numerosas aves. En los bordes (B) del encauzamiento surge el levé artificial que, a modo de isletas, constituye un lugar muy apreciado para la nidificación de larolimícolas y anátidas, entre otras. La zona central (C), más profunda, es utilizada por diversas especies buceadoras. En años secos (2), lo efímero del encharcamiento en A, debido a la presencia de un drenaje artificial, no permite que la vegetación prospere adecuadamente: el agua se dirige hacia el fondo del encauzamiento donde la pendiente de sus orillas y las fluctuaciones del nivel impide el desarrollo de la vegetación.

CRITERIOS Y BASES ECOLÓGICAS PARA LA REGENERACIÓN DE LA MARISMA GALLEGA (PARQUE NATURAL DE DOÑANA)

TÍTULO
PEFIL TÍPICO DEL CAÑO GUADIAMAR: DINÁMICA Y
LOCALIZACIÓN DE LAS PRINCIPALES COMUNIDADES ORNITICAS

FECHA
DICIEMBRE 1.996

ESCALA

Nº FIGURA

43

TRATAMIENTOS Y PROYECTOS
MEDIOAMBIENTALES S.L.

JUNTA DE ANDALUCIA
Consejería de Medio Ambiente

4.7. RELATIVAS AL MEDIO SOCIAL

- A.- Existe un malestar generalizado en los propietarios colindantes por la, a su parecer, situación de abandono del área y de la gestión hídrica del Parque Nacional. Los principales problemas que aducen son:
- 1) El alto nivel que llega a alcanzar las aguas en la zona de estudio (menor que la alcanzada en el Parque Nacional) provoca la rotura de muros y traspasa a sus propiedades por lo que deben realizar gastos en la restauración y conservación de los mismos.
 - 2) La continua presencia de aves en sus cultivos, motivada por la ausencia de zonas apropiadas (encharcadas o con pastos) en otras áreas de marisma, les obliga a mantener una guardería a fin de espantarlas en distintos períodos considerados críticos, así:
 - a.- Durante el invierno, miles de anátidas (principalmente ánsares) invaden sus fincas alimentándose y causando daños importantes en la remolacha y cereal.
 - b.- La presencia de principalmente anátidas, cigüeñas y ardéidas cuando el arroz comienza a crecer provoca el desarraigo de los plantones del fondo (por pisoteo o movimiento de las patas al nadar) y con ello su pérdida.
 - c.- La espiga del arroz es apetecida por diversas anátidas aunque los daños sobre la cosecha puede considerarse comparativamente menor que los expuestos en los anteriores puntos.

Las soluciones que plantean son:

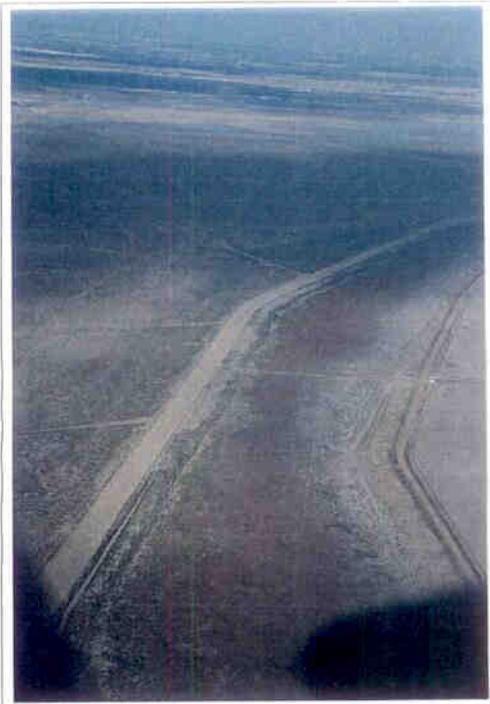
- a.- Coordinar el desagüe del conjunto de las marismas (Parque Nacional y Parque Natural) de manera que no se produzcan grados de inundación elevados (fotos 34, 41-44) que disminuyan las áreas de pastos e imposibilite la alimentación de la fauna, como ánsares y diversos mamíferos, o que amenacen con inundar sus propiedades por rotura de los muros.
- b.- Unirse a la comunidad de desaguantes empleando la bomba situada en la Vuelta de la Arena. Esta decisión les beneficia en doble sentido por cuanto obliga a hacerse cargo de la parte proporcional de los gastos de mantenimiento de la citada bomba.
- c.- Configurar en la zona de estudio parcelas con plantaciones “blandas” (por ejemplo, trigo con diversos tipos de gramíneas silvestres) a fin de disminuir la presión de aves en sus cultivos (foto28).

FOTO 32



Caño Guadamar en su tramo sur. Puede observarse el encauzamiento (izda), el levée artificial (centro) y resto del antiguo cauce (derecha).
En primer plano se aprecia uno de los canales que drenan las márgenes originales llevando el agua hacia el encauzamiento (V/96)

FOTO 33



Vistas aéreas del caño Guadamar en período de sequía (XI/95) y tras fuertes precipitaciones (III/96). Obsérvese la amplitud del antiguo cauce frente a la del encauzamiento y la emersión de los levées artificiales los cuales resultan de gran importancia para la avifauna

FOTO 34



La presencia de ganado doméstico puede ocasionar importantes molestias durante la cría (Izda). En las márgenes se observan importantes manchas de *A. macrostachyum* muerto que se encuentra retrocediendo debido a las lluvias de 1996. Estas, debido a su escasa profundidad, constituyen áreas muy productivas muy visitadas por la avifauna (centro y derecha)



FOTO 35

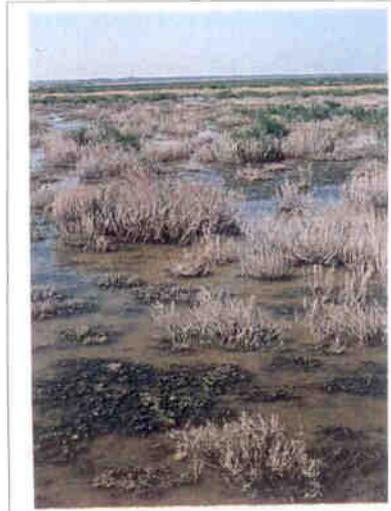


FOTO 36

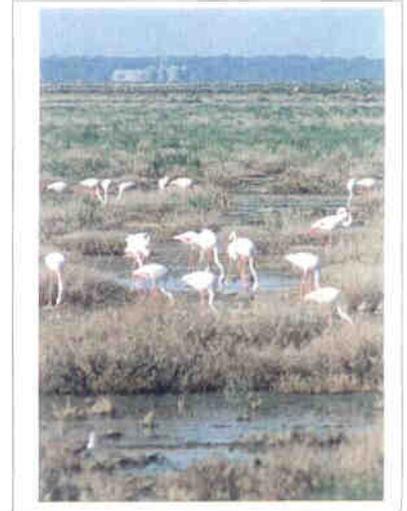


FOTO 37

FOTO 38



FOTO 39



FOTO 40



Aspecto de un canal de drenaje de la margen izquierda del caño Guadamar en situación de inundación (foto A, IV/96) y seco (foto B, VII/96). Se puede observar como emerge el levée artificial del mismo y del canal primario correspondiente al Guadamar (al fondo, en perpendicular). La foto C corresponde a una toma aérea de esta zona (ver F en fig. 47 para ubicación)

FOTO 41



FOTO 42

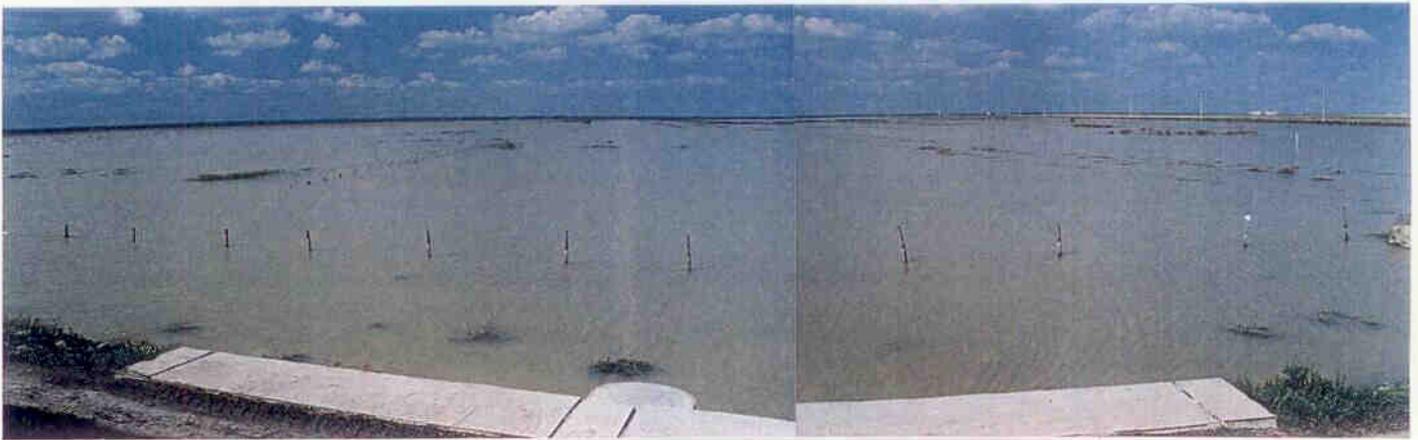


FOTO 43

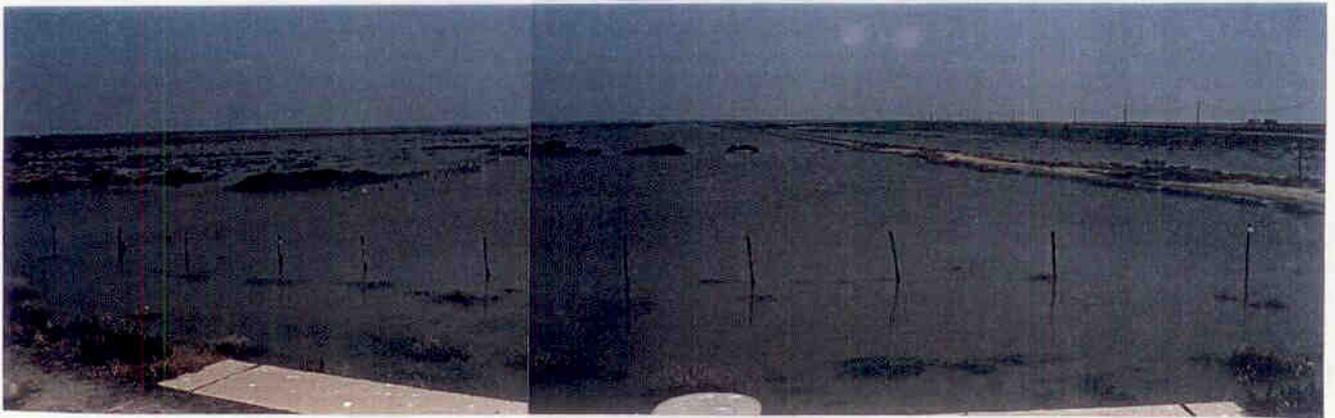


FOTO 44



Aspecto del caño Guadiamar con distintos grados de inundación visto desde la compuerta al Parque Nacional. Las limitaciones en la evacuación del agua determina que lleguen a alcanzarse niveles que sumerjen las partes más altas.

(Fotografías tomadas, de arriba a abajo, en Febrero, Abril, Mayo y Julio de 1996)

**5.- ALTERNATIVAS Y CONSIDERANDOS
EN LA GESTION**

5.2. CONSIDERACIONES A LAS ALTERNATIVAS DE RESTAURACION DE LA ZONA.

Aparentemente, la restauración de la micromorfología superficial de la zona revertiendo íntegramente las obras de transformación -mediante nuevas obras- pudiera parecer la solución más simple e idónea. Sin embargo, debe considerarse que tras 25 años nuevos equilibrios se han establecido y que cualquier actuación, aún con el propósito de restauración, va a generar nuevos impactos que seguidamente apuntamos y que, en lo posible, deberán ser minimizados.

5.2.1. ELIMINACIÓN FÍSICA DEL SISTEMA DE DRENAJE ARTIFICIAL (CANALES, DIQUES Y CAMINOS).

- 1º.- La restauración del régimen hidrosalino original es imposible, dado que ello depende no sólo de la presencia de los elementos introducidos por las obras de transformación dentro del recinto, sino de la alteración global y radical del medio natural en el entorno (transformación y puesta en cultivo de amplias zonas de la marisma, desviación y alteración de cauces originales, etc.), y del confinamiento por un sistema de diques periféricos.
- 2º.- El estudio de la zona ha puesto de manifiesto el establecimiento de nuevos equilibrios entre las características actuales del medio físico y las biocenosis vegetales y animales que pueblan la zona. Se han detectado, en concreto, singularidades ambientales relacionadas con la existencia de aguas persistentes, profundas y menos salinas en el sistema de canales y con la presencia de elevaciones artificiales, poco frecuentes en la marisma del Parque Nacional.
- 3º.- Tras la transformación de la zona se han establecido nuevos equilibrios. Una alteración generalizada de las condiciones, asociada a grandes movimientos y nivelaciones de tierras produciría, con seguridad, una alteración de los equilibrios con consecuencias que no pueden evaluarse en profundidad (pues se requiere un conocimiento más exacto de la respuesta de las comunidades a las variaciones en las condiciones del medio y un modelo mínimamente fiable que permita predecir como van a variar dichas condiciones tras las obras) pero que pueden apuntarse:

- a) La total remoción de los diques, para rellenar los canales adyacentes, hará desaparecer un gran número de elevaciones artificiales densamente colonizadas, actualmente, por vegetación típica de las zonas más elevadas de la marisma. Desaparecerán, con ello, puntos de nidificación que han permitido salvar -por ejemplo- las condiciones de extrema inundación que han imperado los dos últimos años.
- b) La puesta en circulación de hasta 1Hm³ que pudiera llegar a almacenar el conjunto del sistema de drenaje, sin medidas paralelas para permitir el drenaje en el conjunto del recinto, pudiera extender la inundación prolongada al conjunto de la zona, en épocas de avenida (en las que no sea posible evacuar inmediatamente el exceso de agua). Ello podría eliminar la práctica totalidad de las áreas emergidas que aún subsistían y tener efectos desfavorables para el conjunto de las biocenosis animales y vegetales que pueblan la zona.
- c) Desaparecería, asimismo, la banda de helófitos que coloniza las márgenes de los canales y las poblaciones de Tamarix que ocupan el fondo de algunos de ellos, así como el reservorio de agua relativamente poco salina que representa la contenida en los canales hasta bien avanzado el verano.
- d) Se crearían numerosas áreas desnudas, desprovistas de vegetación perenne (canales, leveés artificiales que lo flanquean, caminos elevados, áreas donde se viertan los materiales de los mismos y las afectadas por el movimiento de maquinaria) cuya colonización será muy lenta. Las observaciones puntuales efectuadas en depresiones artificiales creadas dentro del Parque Nacional y el mismo seguimiento de lo acaecido en los levées y canales artificiales, construidos en la zona de estudio en 1.970, indican que la vegetación de marismas (tanto los helófitos como la propia de zonas altas) no responde mecánicamente a determinadas condiciones de inundación-desección, sino también a otros factores, como las características de los sedimentos. Dado que no se conocen con precisión todas las condiciones necesarias para la restauración de una comunidad dada, parecen preferibles -al menos,

inicialmente- las actuaciones de extensión limitada (a modo de zonas piloto). Incluso cuando se avance en el conocimiento de las transformaciones idóneas para producir los efectos deseados, será preferible una ejecución gradual de las obras de restauración para permitir la colonización gradual de los nuevos espacios a medida que van desapareciendo los antiguos. Ello permitirá, en todo caso, atisbar y evitar efectos colaterales difíciles de prever 'a priori' que, con frecuencia, resultan de la manipulación de sistemas naturales complejos.

5.2.2. MODIFICACIÓN LIMITADA A LOS ELEMENTOS ARTIFICIALES QUE MAS CLARAMENTE DISTORSIONAN EL RÉGIMEN NATURAL DE LAS UNIDADES DE MAYOR INTERÉS, PERO SALVAGUARDANDO LAS SITUACIONES SINGULARES ASOCIADAS A DICHS ELEMENTOS.

A.- Restauración de los flujos en los cauces tributarios del Guadiamar que atraviesan la zona (Molina, Cerrabarba, Pescador, ..) Mediante la eliminación de los tramos de los canales de drenaje (principalmente terciarios), leveés asociados y caminos ("muros") que intersectan los distintos caños de la zona.

Los inconvenientes que estimamos pudieran derivarse de tal actuación, aparte del efecto indeseable de las máquinas necesarias para efectuarla, se relacionan con:

- 1) Afectación de la continuidad del sistema de canales, pudiendo generarse numerosos tramos aislados que acumularían aguas estancadas, hasta su evaporación.
- 2) Posible afectación o desaparición de las comunidades de helófitos que flanquean estos canales y de los tarajales que quedasen incluidos en segmentos aislados de los canales secundarios.

B.- Descompartimentación transversal del caño Guadiamar: Como se ha indicado, el antiguo cauce del Caño Guadiamar aparece actualmente, en la zona de estudio, drenado y compartimentado transversalmente por una quincena de canales (fig.46, fotos 12 y 13) que eliminan el agua hacia el canal primario y segmentan la lamina de agua (salvo en épocas de máxima inundación), interrumpiendo su continuidad y propiciando su eliminación -por evaporación- en recintos relativamente aislados (delimitados por los diques asociados a los canales). Tal efecto es particularmente importante en la margen derecha -en rigor, la única incluida en la zona- en la que un total de 8 canales terciarios y 2 secundarios, han determinado una importante regresión de la vegetación helófito en la mayor parte del cauce -con relación a la observada en fotografías anteriores a la transformación- y su diferenciación del hemicauce próximo a la margen izquierda, donde la segmentación es menos acusada (sólo cuatro canales).

La actuación idónea para restaurar la inundación y la continuidad de la lámina de agua en el antiguo cauce sería la de rellenar de forma parcial, con sus propios levées, los tramos de los canales terciarios que se adentran en el Guadiamar y de forma total sus extremos para impedir su drenaje. Únicamente los dos canales secundarios que lo intersectan -al N- podrían preservarse para mantener la alimentación del canal principal (mientras éste subsistiera).

Los posibles efectos asociados a esta actuación serían:

- 1) Aislamiento, sobre el pacil del Guadiamar de 3-4 segmentos de canales terciarios, que se verían obligados a desaguar al canal 2º Sur (y este a su vez al Canal Perimetral, que vierte al primario), en vez de directamente al canal primario (fig.46).
- 2) Inundación más prolongada de las zonas más deprimidas de hemicauce derecho y distribución del agua en el mismo más acorde con las pendientes naturales (que aun subsistan). Regeneración de la vegetación helófito en dicho hemicauce, especialmente en zonas más próximas al borde.

C.- Descompartimentación longitudinal del cauce del Guadiamar, con colmatación parcial del canal central.

El antiguo cauce del caño Guadiamar se halla actualmente segmentado por el canal primario que, junto con el periférico, constituyen el destino final de todas las aguas acumuladas en el sistema de drenaje. Dicho canal, de notable profundidad (mas de 2m en algunos tramos), junto con los leveés artificiales que lo flanquean producen un considerable aislamiento hidrológico entre los hemicauces que delimitan, a la vez que actúa como sumidero de las aguas superficiales contenidas en los mismos, reduciendo el tiempo de inundación.

Como se ha dicho las condiciones imperantes en el canal primario no son adecuadas para el establecimiento de las especies adaptadas a aguas profundas y salobres (por el excesivo espesor de la lámina en la estación húmeda y , probablemente, por las características del lecho). Ello hace suponer que la colmatación parcial del mismo, suavizando la pendiente del talud permitiría el establecimiento de algunas especies, atenuaría el aislamiento longitudinal actual de los hemicauces y limitaría el acusado efecto de drenaje asociado a la gran profundidad del canal central.

No obstante, hay que considerar los siguientes aspectos:

- 1º.- Necesidad de efectuar un estudio detallado de la configuración actual del canal central (y de los de orden superior) para predecir de forma más ajustada el efecto de alteraciones de alcance en la configuración del mismo. Dado que es el reservorio más importante de agua durante la estación seca, almacena una fracción importante (del orden del 47%) del agua retenida en el conjunto del sistema de drenaje y es el punto de destino de la mayor parte de las mismas, es necesario analizar en detalle su configuración y modelizar el efecto, en el conjunto del sistema, de alteraciones drásticas de sus características actuales.

- 2°.- Necesidad de mantener o evaluar 'a priori' el efecto de la eliminación de las elevaciones artificiales (levées del canal primario) sobre las poblaciones animales que sobre ella se asientan.

Ello debe evaluarse conjuntamente con las medidas de prevención de la inundación prolongada de las elevaciones naturales que puedan llevarse a efecto dado que las elevaciones artificiales solo adquieren un papel decisivo en condiciones de inundación excesiva de la zona.

6. PROPUESTAS DE ACTUACION

Como apoyo a los modelos de gestión sugeridos en el capítulo 5, se realizan a continuación un conjunto de propuestas cuyo fin es proporcionar al gestor un amplio rango de opciones -discutidas y evaluadas en su mayor parte en capítulos previos- que, sin ser excluyentes ni definitivas, posibiliten y faciliten la toma de decisiones. Se deja pues al criterio de éste el que, en función de las diferentes circunstancias (climáticas, ecológicas, sociales, administrativas etc.) y nivel de conocimientos, se establezcan la selección y priorización de las actuaciones.

6.1.- CONSIDERACIÓN TERRITORIAL.

- A.- Para asegurar el éxito de la recuperación hidrológica debe tenerse en cuenta la extensión territorial donde se desarrollan los procesos hidrológicos y ecológicos que explican la dinámica y evolución de estas marismas. El área que se considera mínima para garantizar la funcionalidad de estos procesos son:
 - A.1.- Marisma situadas al norte de la zona de estudio hasta el contacto con las arenas, con límite Oeste el muro de la FAO y límite Este el caño Pescador.
 - A.2.- Cuencas de los arroyos que vierten de manera directa, tal como Arroyo de las Carnicerías (considerando el conjunto de lagunas en su cabecera), Portachuelo, Juncosilla y Sajón, o bien pretendan hacerlo como el arroyo Cañada Mayor
 - A.3.- Todo el cauce del caño Guadiamar situado al norte de su intersección (donde se localiza la compuerta) con el muro de la FAO.

6.2.- RECUPERACIÓN DE LOS VOLÚMENES DE APORTES HÍDRICOS.

- A.- **Río Guadamar:** La recuperación funcional del caño Guadamar, mediante su conexión con el arroyo Cigüeña y río Guadamar, se vislumbra como la más importante medida de recuperación y mantenimiento de los aportes de agua a la Marisma Gallega.
- B.- **Cañada Mayor:** La recuperación de al menos una parte los caudales de este arroyo supondría la recuperación funcional de los caños Cerrabarba y Molino a la vez que constituiría una opción más para el intercambio de especies acuáticas, en este caso, con el área de La Madre. Para ello bastaría la colocación de tuberías de conexión (con posibilidad de ser reguladas mediante compuertas) bajo el muro de la FAO, a la altura del límite de las arenas con la marisma, y en el caño Cerrabarba, a unos 500m. al sur de la cancela de la Escupidera (ver fig.46).

La captación de estos aportes está limitada a los períodos de precipitaciones y siempre que la diferencia de niveles lo permita. En cualquier caso, la simple conexión de las dos áreas tendrá un efecto beneficioso en el intercambio de especies y, por tanto, en la riqueza biológica de la zona.

- C.- **Desagües del arroz:** Los campos de arroz de Hato Blanco, aledaños al área de estudio, desagüan una media de 3.000 m³/día de un agua casi exenta de partículas en suspensión, con una salinidad aproximada de 2 g/l y en una época (verano) donde los requerimientos de agua se hacen más necesarios. Con el adecuado control sobre pesticidas, su uso puede ser de gran interés en la dinámica del caño Pescador o en la del mismo caño Guadamar.

5.1. ALTERNATIVAS AL MODELO DE GESTION DE LA ZONA

La dinámica hidrológica y su efecto diferencial, según la microtopografía y patrón geomorfológico, es el factor clave en la organización de las distintas comunidades biológicas de la marisma por lo que la regeneración del funcionamiento hidrológico resulta ser la piedra angular de cualquier iniciativa de restauración.

A la hora de recuperar este espacio, siempre bajo esta prioridad de recuperación hidrológica, pueden planterarse varias alternativas que se describirán esquemáticamente en los siguientes puntos para, posteriormente en 5.2, establecer una serie de consideraciones sobre algunas de las principales consecuencias. Aunque se presentan varios modelos, en modo alguno se tratan de alternativas cerradas por lo que corresponderá al gestor, en función de las circunstancias y necesidades que se estimen oportunas (junto al consenso de las administraciones implicadas), determinar el modelo final.

En todo caso, cualquier opción de manejo necesitará ser evaluada con detenimiento y establecida en forma de etapas que permitan ajustar las intervenciones a los fines deseados y con estudios paralelos, establecimiento de zonas piloto, observaciones sistemáticas, etc., que mejoren el estado actual de conocimiento del sistema.

5.1.1.- RECUPERACIÓN INTEGRAL DE LOS PROCESOS HIDROLÓGICOS ORIGINALES. MÍNIMA INTERVENCIÓN. CONSERVACIÓN DE LA NATURALIDAD DE LOS PROCESOS.

A.- Recuperación de los aportes originales superficiales y subterráneos:

- * Cañada Mayor: conexión a través del muro de la FAO
- * Recuperación funcional del caño Guadiamar a través de su conexión con el arroyo Cigueña y río Guadiamar
- * Estudio y, en su caso, regeneración de los aportes subterráneos

B.- Recuperar la circulación del agua

- * Salida del agua hacia el Parque Nacional.

C.- Recuperar la funcionalidad de los antiguos caños

- * Eliminación total del sistema de drenaje artificial (canales, diques y caminos)
- * Recuperación de los aportes
- * Restauración de perfiles en cauces artificiales y caño Guadiamar para favorecer el crecimiento de la vegetación helófito y de la fauna asociada a la misma.

D.- Recuperar la calidad del agua

- * Estación Depuradora de Aguas Residuales de Villamanrique
- * Filtro verde por medio de un amplio y somero canal desde la confluencia Cigueña-río Guadiamar al caño Guadiamar.

Aunque esta opción tiende a la naturalidad del proceso, no debería descartarse el mantenimiento de ciertas infraestructuras (por ejemplo, compuertas del Guadiamar) que permitiesen intervenciones puntuales.

6.3.- RECUPERACIÓN DE LOS FLUJOS HIDROLÓGICOS Y PATRONES DE INUNDACIÓN ORIGINALES.

Resulta de vital importancia la circulación del agua a fin de mantener la estructura de los cauces y limitar en lo posible los procesos de sedimentación comentados.

Como primera aproximación al manejo del área convendría distinguir entre el agua pluvial y descarga lateral del acuífero superficial a través de las arenas, que son de difícil control y se reparten uniformemente por el conjunto de la marisma, de las de origen fluvial que podrían ser dirigidas a sus cauces originales (mediante tapado selectivo de canales) y previa restauración de los mismos, básicamente, recobrando su continuidad (fig. 44).

- A.- **Restauración de los flujos en los cauces tributarios al caño Guadiamar:** para recobrar la continuidad de los caños se puede optar por tapar convenientemente los actuales canales de drenaje terciarios en aquellos tramos que los atraviesen y los secundarios por su cabecera a fin de impedir el drenaje de las áreas inundables localizadas al norte. De igual forma, deberían deshacerse los tramos de los caminos de servicio que, a modo de pequeño muro, intersectan los antiguos caños.

Quedarían así tres principales redes de drenaje (asociadas a los canales secundarios, fig.46) conectadas con el cauce del caño Guadiamar (consultar apdo 5.2 sobre posibles repercusiones). Prioritariamente deberán restaurarse los caños centrales (Molino, Junquerilla y Caraviruela) por encontrarse en ellos los únicos lucios del área, por su mejor estado de conservación y porque vertebran de alguna forma esta marisma con lo que su repercusión puede considerarse mayor.

5.1.2.- EJECUCIÓN DE MEJORAS CON LAS LIMITACIONES ACTUALMENTE EXISTENTES. MANTENIMIENTO DE LA ARTIFICIALIDAD DEL SISTEMA PERO SIMULANDO CONDICIONES NATURALES.

Se trata de llevar a cabo una serie de mejoras que recuperen la funcionalidad de los antiguos caños y contrarresten, en términos generales, el impacto de las transformaciones efectuadas en el área. Se suple la carencia de aportes originales del río Guadiamar considerando otros recursos como son el agua del arroz o mediante bombeo desde el canal DII-I. Se trata de mantener igualmente la “naturalidad” de los procesos de inundación en el área, esto es, seca en años secos y encharcada en años húmedos. Las opciones a considerar son:

A.- Aumentar los aportes de agua

- * Conexión con el arroyo Cañada Mayor
- * Utilización de las aguas sobrantes del arroz

B.- Recuperar la funcionalidad de los antiguos caños

- * Restauración de la continuidad de su cauce tapando canales de drenaje y abriendo las vías de servicio en aquellos tramos donde intercepten al cauce original
- * Recuperación de los aportes de Cañada Mayor
- * Restauración de perfiles en cauces artificiales y caño Guadiamar para favorecer el crecimiento de la vegetación helófito y de la fauna asociada a la misma.

D.- Recuperación de los regímenes de inundación.

- * Optimización de niveles mediante manejo de la compuerta del caño Guadiamar

E.- Favorecer el intercambio de especies acuáticas mediante la conexión con otras áreas.

- * Con La Madre a través de Cañada Mayor y compuerta al Parque Nacional
- * Con el río Guadiamar por aportes esporádicos desde el canal DII-I.

5.1.3.- EJECUCIÓN DE MEJORAS CON LAS LIMITACIONES ACTUALMENTE EXISTENTES. MANTENIMIENTO DE LA ARTIFICIALIDAD DEL SISTEMA. CREACIÓN DE CONDICIONES DESEADAS.

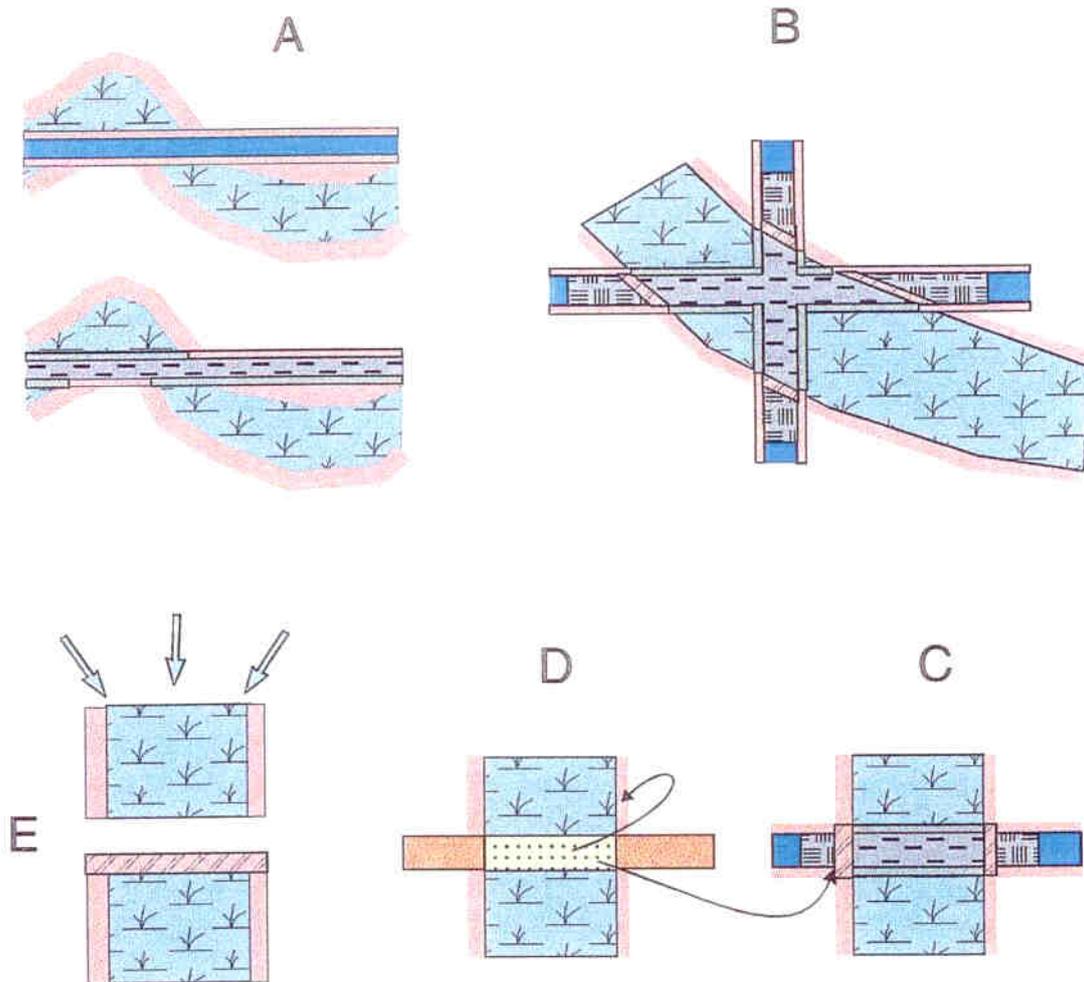
Se trata de llevar a cabo una serie de mejoras que recuperen la funcionalidad de los antiguos caños y contrarresten, en términos generales, el impacto de las transformaciones efectuadas en el área además de la ejecución de medidas para favorecer el desarrollo y asentamiento de ciertas comunidades vegetales y animales (avifauna). Se suple la carencia de aportes originales del río Guadiamar considerando otros recursos hídricos como son el agua del arroz o, mediante bombeo, del canal DII-I.

Principalmente, lo que se considera es crear una zona diferenciada, mediante el control del nivel de encharcamiento, a fin de compensar la deficiencias que pudieran circunstancialmente presentarse en la marisma (p.ej., pastos en condiciones de inundación generalizada, zonas encharcadas en años de sequía, etc.) y/o como medida para favorecer la presencia de determinadas especies escasas o con requerimientos difíciles de encontrar en otras áreas (la zona podría reunir condiciones particularmente favorables para la cría de la cerceta pardilla, focha cornuda, diversos ardeidos y morito, entre otras especies).

Las medidas a tomar incluyen:

A.- Aumentar y controlar los aportes de agua.

- * Conexión con el arroyo Cañada Mayor mediante compuerta. En años lluviosos puede no interesar la entrada de agua por este punto a fin de mantener unos niveles de inundación menores a los del resto de la marisma.
- * Utilización de las aguas sobrantes del arroz (Hato Blanco) mediante la utilización de compuertas.
- * Aportes desde el canal DII-I por bombeo.



Diversas soluciones para regenerar la continuidad de los primitivos caños. En A, B y C se muestran diferentes situaciones y soluciones propuestas para los casos en los que un caño es atravesado por un canal. En A se sugiere conservar parte del levé artificial del canal para incorporarlo al caño y minimizar así las actuaciones. Cuando el caño es atravesado por un muro (D) se debe rebajar este hasta la cota del cauce y, según el caso, aprovechar los volúmenes extraídos para restaurar perfil de canales o restaurar el levé del caño original. El drenaje en el arranque de los canales (E), principalmente los secundarios en su parte norte, puede ser dificultado mediante la creación de un levé en su cabecera.

	Cauce original
	Canal sin modificar
	Canal a rellenar totalmente
	Canal a rellenar parcialmente
	Restauración del levé original
	Eliminación del levé del canal
	Levé asociado a canales y caños
	Muro
	Muro rebajado hasta la cota del cauce

CRITERIOS Y BASES ECOLÓGICAS PARA LA REGENERACIÓN DE LA MARISMA GALLEGA (PARQUE NATURAL DE DOÑANA)		
TÍTULO EJEMPLOS DE ACTUACIONES SOBRE CANALES Y MUROS PARA RESTAURAR LA CONTINUIDAD DE LOS CAUCES ORIGINALES		
FECHA DICIEMBRE 1.996	ESCALA	Nº FIGURA 44
TRATAMIENTOS Y PROYECTOS MEDIOAMBIENTALES S.L.	JUNTA DE ANDALUCIA Consejería de Medio Ambiente	

B.- Control de los niveles de inundación.

- * Manejo de la compuerta del caño Guadamar al Parque Nacional.
- * Evacuación a Entremuros a través del canal DII-I. Esta medida garantizaría la salida del agua no siempre posible a través del Parque Nacional.

C.- Recuperar la funcionalidad de los antiguos caños

- * Restauración de la continuidad de sus cauces tapando canales de drenaje y abriendo las vías de servicio en aquellos tramos donde intercepten al cauce original
- * Recuperación de los aportes de Cañada Mayor
- * Restauración de perfiles en cauces artificiales y caño Guadamar para favorecer el crecimiento de la vegetación helófito y de la fauna asociada a la misma.

D.- Favorecer el intercambio de especies acuáticas mediante la conexión con otras áreas.

- * Con La Madre a través de conexión con Cañada Mayor y la apertura periódica de la compuerta al Parque Nacional.
- * Con el río Guadamar por aportes esporádicos desde el canal DII-I.

B.- **La recuperación de los patrones de inundación en el Guadiamar** está sujeta a la disponibilidad de agua pues solo con un nivel de aportes mínimo llega a producirse encharcamiento. La descompartimentación mediante el cierre de canales que desaguan la margen izquierda del caño Guadiamar permitiría, en años con escasez de precipitaciones, retener más tiempo el agua sobre esta parte del antiguo cauce favoreciendo el crecimiento de castañuela y bayunco y la presencia de la fauna asociada (fig47). La actuación sobre la margen derecha resulta más complicada toda vez que se encuentra intersectada por numerosos canales, de los que no se tiene un conocimiento suficiente de las pendientes y dirección de los flujos, que actúan reticulando y drenando la misma en al menos 15 parcelas. Como normas generales de actuación se proponen las siguientes (fig.46):

- * Reestablecer la continuidad en todo la margen derecha mediante la rotura de los levés artificiales de los canales terciarios que la intersectan.
- * Taponado de estos canales con el fin de retener y evitar el vaciado del agua retenida sobre las márgenes.
- * Restauración de los levés de canal primario y secundarios en contacto con la margen derecha.

Estas medidas se consideran provisionales y sujetas a la realización de estudios posteriores de seguimiento, todo ello en la necesidad de establecer un plan piloto de regeneración del caño Guadiamar que deberá contemplar medidas complementarias de uso y gestión.

- C.- Asegurar un flujo del agua por la zona (a través del Caño Guadiamar) implica también la necesidad de evacuarla para lo que debería optarse por hacerlo a través de la compuerta hacia el Parque Nacional (asegurando su calidad) recuperando en este sentido la dinámica funcional original. La consecución de estos objetivos no es posible sin la participación y coordinación entre los distintos Organismos competentes.

En el caso de que el agua no reuniese las garantías suficientes (p.ej. en caso de mortandad de aves por botulismo) la opción a considerar es la de su evacuación mediante bombeo al canal DII-I.

- D.- Disminuir el volumen muerto de agua (entendida como agua que permanece retenida en los fondos de los cauces sin poder ser aprovechada para el mantenimiento de la vegetación helófitas) del encauzamiento del Guadiamar mediante un cegamiento parcial del mismo a fin de que con unos menores aportes se produzcan mayores efectos beneficiosos sobre las comunidades acuáticas. Esta opción debe ser objeto de un cuidadoso plan de actuación complementado y coordinado con la restauración de sus perfiles (ver siguiente punto).

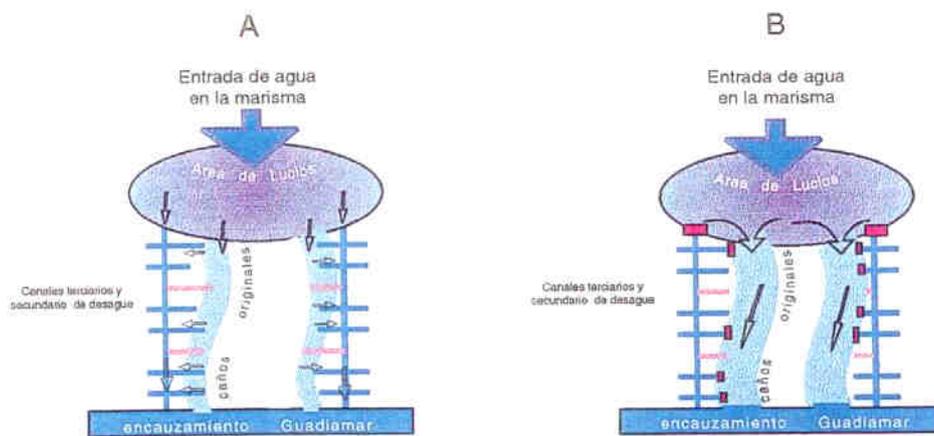
6.4.- RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS

- A.- Recobrar la funcionalidad hidrológica del caño Guadiamar constituye una prioridad por cuanto resulta el principal elemento de referencia para explicar el funcionamiento y dinámica ecológica del área. La recuperación debería también implicar la restauración del antiguo perfil del cauce pues determina la presencia de un conjunto de gradientes batimétricos fundamentales para el asentamiento de una diversa flora y fauna asociados a los mismos.

A tal fin, se propone la realización de una prueba piloto (máximo 1km, dada la sensibilidad del ecosistema al movimiento de tierras y al paso de maquinaria pesada) preferiblemente en la cabecera del caño. La presencia de importantes colonias de larolimícolas y anátidas criando en las vetas artificiales situadas al sur en los bordes del encauzamiento desaconsejan realizar allí la prueba.

6.5.- ADECUACIÓN DE HÁBITATS.

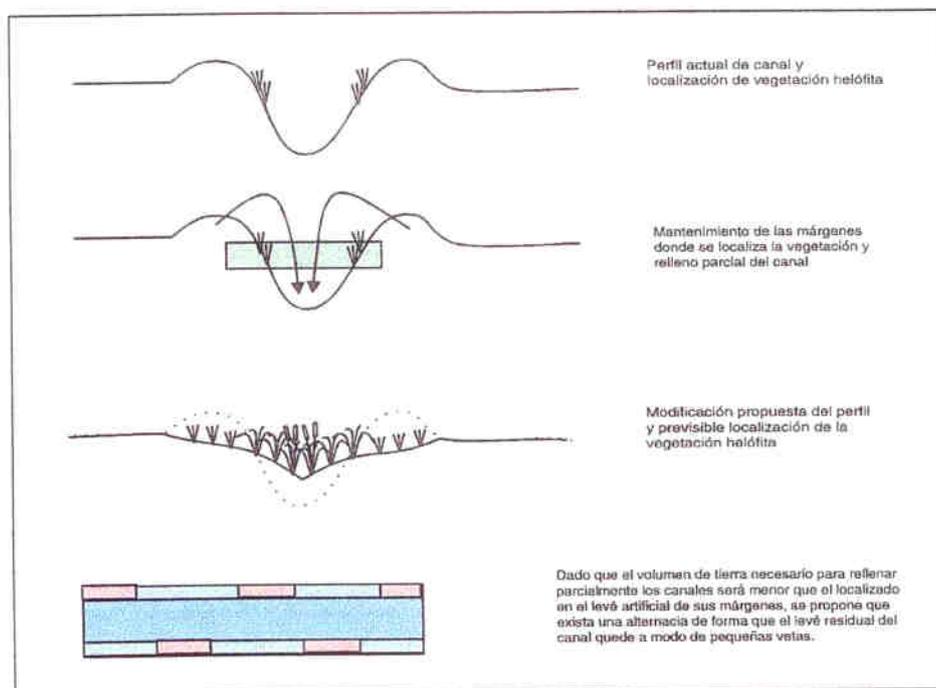
- A.- Se constata en el área que los canales terciarios aislados hidrológicamente del resto tienen una nula o muy escasa presencia de vegetación helófitas algo que no ocurre en los conectados con el resto de la red de canales que llegan incluso a presentar incipientes poblaciones de carrizo. Sería pues de interés la plena conexión de éstos y la de los que, como resultado de las obras de recuperación de la continuidad de los caños originales, queden aislados.
- B.- La profundidad y la brusca pendiente de las orillas de los canales de desagüe impide el asentamiento de especies helófitas. Aunque en un primer momento se descarta su cegamiento total, sí podría pensarse, a modo de prueba y estudio piloto, llevar a cabo una restitución de sus perfiles haciéndolos más graduales (fig.45). Ello actuaría como un elemento diversificador ya que favorecería el asentamiento de diversas comunidades de flora y fauna a la vez que se aceleraría el proceso de colmatación de los mismos de una manera natural. Los resultados de esta experiencia serían trasladables al resto canales artificiales.
- C.- Favorecer la presencia (actualmente incipiente en los canales) de elementos arborescentes, como son los tarajes (*Tamarix canariensis*), que actúan como diversificadores en estructura, puede ser un interesante aliciente para el asentamiento de aves (ardeidos, espátula, morito) en un medio pobre de este recurso.
- D.- Garantizar y fomentar la presencia de vetas aisladas por agua, las cuales constituyen, dada su menor vulnerabilidad a la predación, lugares preferentes de cría de muchas aves (podría ser de gran atractivo para algunas especies de aves aplicar además el punto anterior).



RECUPERACION FUNCIONAL DE ANTIGUOS CAÑOS

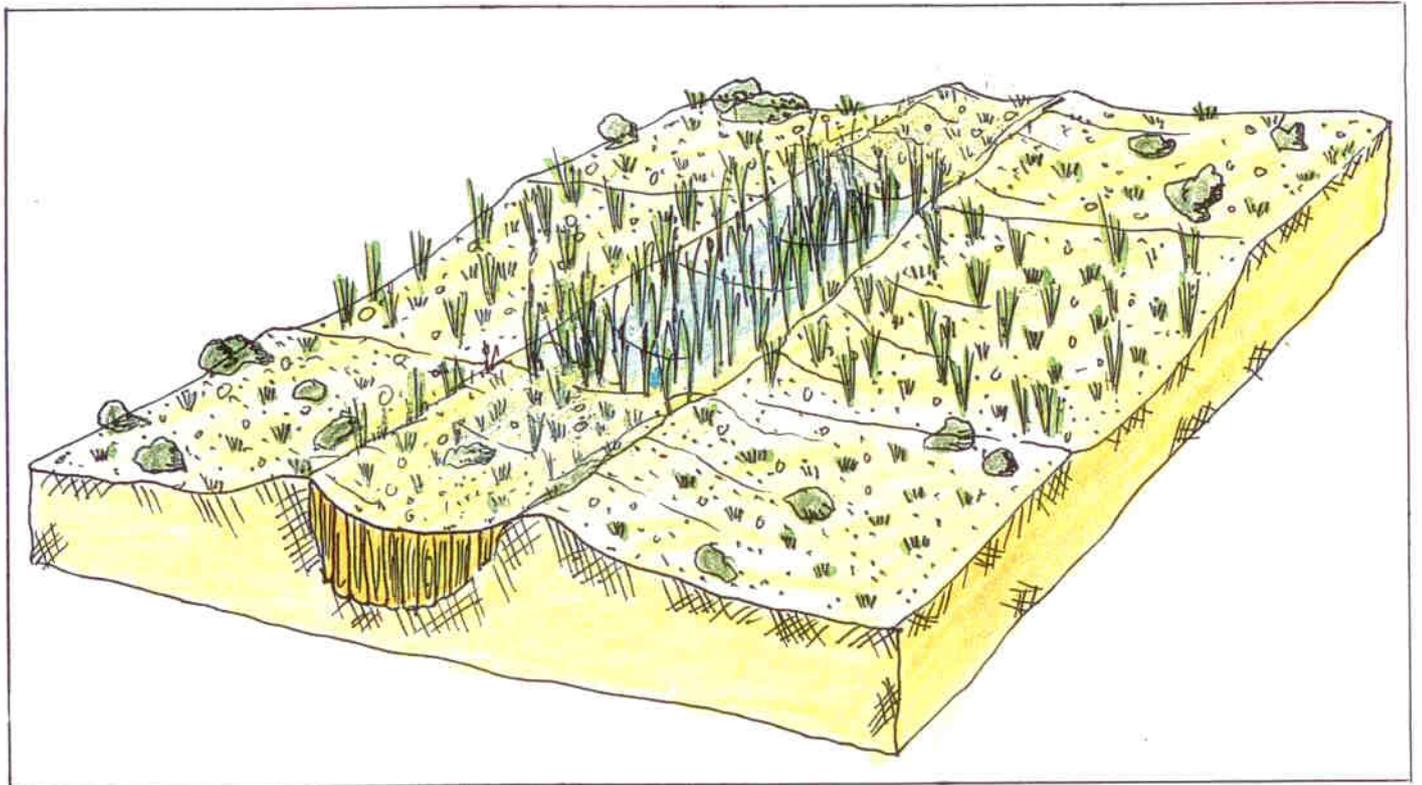
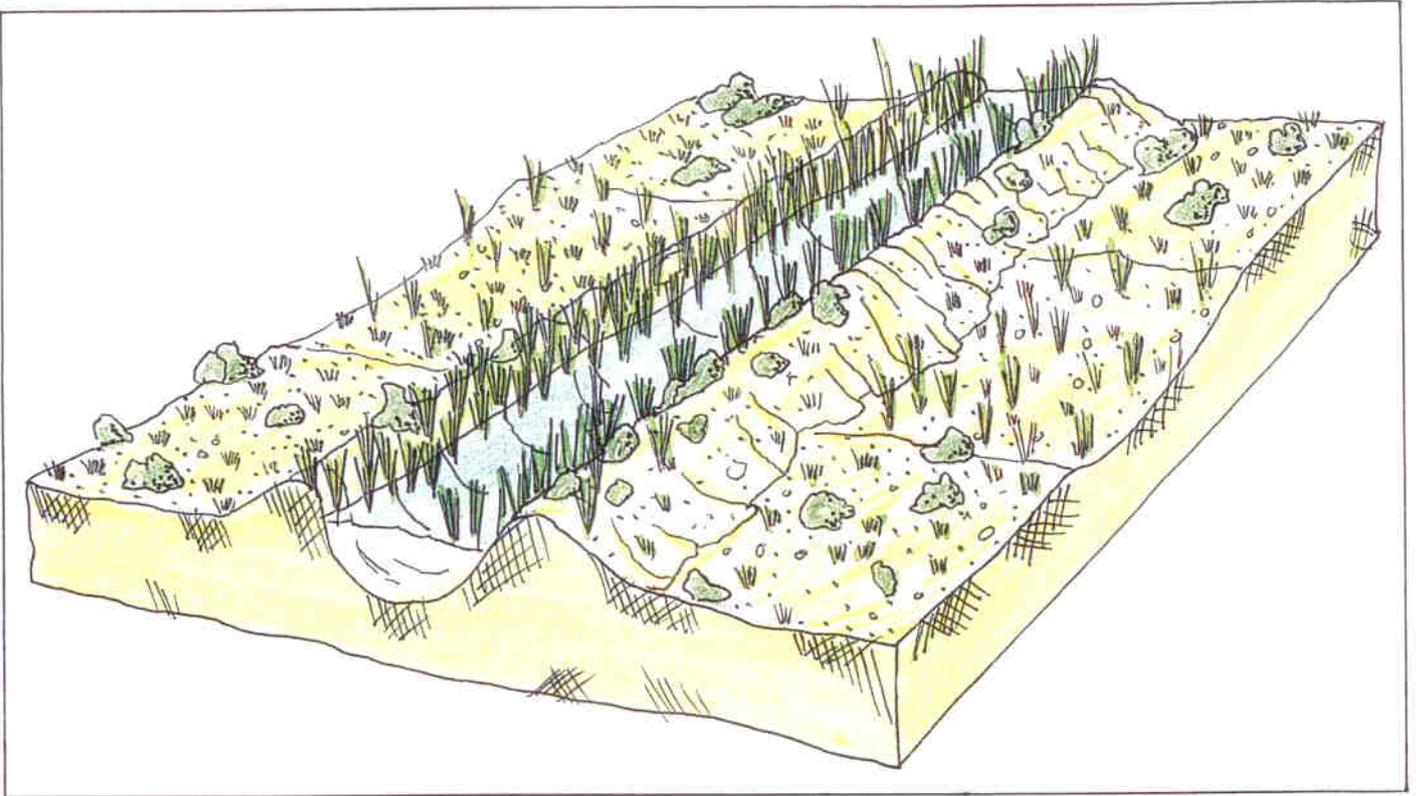
Esquema muy simplificado de la hidrología actual del área (A) y modificaciones básicas propuestas (B). El agua proveniente de las arenas quedaba, a su llegada a la marisma, extendida por un conjunto de lucios y depresiones mas o menos someras antes de encauzarse por una serie de caños secundarios que vierten al caño principal del Guadiamar. Esta situación ha sido modificada por la construcción de una red de canales y muros que drenan y alteran los flujos primitivos (A). Las modificaciones propuestas pretenden restaurar de nuevo la funcionalidad de los caños originales(B)

MEJORAS DE PERFIL EN CANALES



CRITERIOS Y BASES ECOLÓGICAS PARA LA REGENERACIÓN DE LA MARISMA GALLEGA (PARQUE NATURAL DE DOÑANA)

TITULO		
PROPUESTAS DE REGENERACION (I)		
FECHA	ESCALA	Nº FIGURA
DICIEMBRE 1.996		45



El relleno parcial de los canales que intersectan los primitivos caños permitirá conservar la vegetación helófitas asociada en los mismos y crear pequeñas diferencias batimétricas de interés ecológico.

6.6.- CALIDAD DEL AGUA.

Dado que la calidad del agua que hoy recibe esta marisma es superior a la que posiblemente le aportase el río Guadiamar, podría pensarse en un uso selectivo de la misma (p.e. en los caños secundarios originales) que favoreciese aquellas comunidades más sensibles a la contaminación. En el caso de los macrófitos acuáticos habría que tener en cuenta la presencia y movilidad del cangrejo rojo americano que limitaría el alcance de cualquier actuación.

En referencia a las potenciales fuentes aportantes a esta marisma deben realizarse las siguientes observaciones:

- A.- **Regeneración del caño Guadiamar:** Para asegurar su calidad es de interés que la conexión caño Guadiamar-río Guadiamar se produzca mediante un amplio canal que ralentice los flujos y mantenga una lámina de agua poco profunda a fin de favorecer los procesos de sedimentación y el crecimiento de una vegetación de helófitos (posiblemente de forma mayoritaria de enea y carrizo, ambas de gran interés para la fauna) que actúe como filtro verde reteniendo a su vez partículas en suspensión y otras sustancias contaminantes antes de su llegada a la marisma. Estos sedimentos que se encontrarían muy bien localizados y delimitados (y no dispersos por la marisma) podría ser fácilmente extraídos mediante dragados parciales y periódicos. A su vez, la producción vegetal (pastos, enea), además de la caza, podría ser aprovechada localmente. Todo ello resultaría de gran interés ecológico tanto por la creación de nuevos hábitats como por actuar de pasillo favoreciendo el movimiento e intercambio de especies (especialmente de rálidos, ardeídas, anátidas) con otras áreas.

- B.- **Arroz:** En el caso de considerarse la utilización del agua del arrozal, la posible falta de calidad del agua va a estar determinada por la presencia de pesticidas por lo que resultaría obligatorio garantizar la utilización de compuestos biodegradables con poca persistencia en el medio.

6.7.- CONEXIÓN CON OTRAS ÁREAS

El recintado mediante muros periféricos de la zona provocan el aislamiento general y el empobrecimiento -en años secos puede llegar a secarse totalmente- de las comunidades. Resulta pues de interés su conexión hidrológica, al menos periódicamente, lo cual implicaría el intercambio y enriquecimiento en especies de las comunidades acuáticas (peces, anfibios e invertebrados acuáticos) que constituyen el principal recurso trófico para la avifauna. Las posibilidades a considerar son (fig.46):

- A.- Regeneración funcional del caño Guadamar: quedaría conectado a las especies presentes en el río Guadamar e implicaría una mayor frecuencia de apertura de la compuerta al Parque Nacional lo que ayudaría al intercambio y enriquecimiento con las especies en el área de La Madre.
- B.- Conexión con el arroyo Cañada Mayor: favorecería el intercambio con el Parque Nacional, principalmente en época de inundaciones.
- C.- Apertura de la compuerta al Parque Nacional: hay intercambio siempre que la cota del agua supere la de la compuerta (no todos los años).
- D.- Aportes esporádicos por bombeo desde el canal DII-I: la permanencia del agua en este canal y su conexión con otras áreas puede representar que sus aportes, preferentemente en invierno y primavera, supongan un enriquecimiento de especies para la zona.

6.8.- LIMPIEZA DE LA MARISMA.

Retirada de todas aquellas infraestructuras y elementos que no resultan útiles tal como ruinas de la casa Caraviruela, antiguas cercas, bidones, etc. (foto 45)

6.9.- ADECUACIÓN PARA USO PÚBLICO.

Creación de una mínima infraestructura para uso público como es la instalación de observatorios elevados en la margen izquierda del caño Guadiamar (fig.46) y su implementación con paneles explicativos.

6.10.- AMORTIGUACIÓN DE LOS NIVELES DE PERTURBACIÓN Y MINIMIZACIÓN DE IMPACTOS.

Regulación de los accesos de vehículos para la gestión ganadera y cinegética limitando y optimizando el número de carriles a utilizar. Restricciones al paso de tractores.

FOTO 45



En la marisma aparecen abundantes restos de antiguas vallias, edificaciones y materiales diversos que deben ser retirados

FOTO 46



FOTO 47

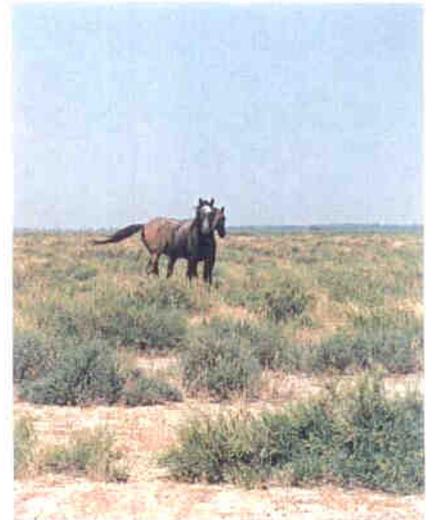


FOTO 48



La sobrecarga ganadera puede tener un importante efecto sobre la regeneración de la vegetación helófila. A la izquierda, aspecto del caño Guadíamar en las inmediaciones de la compuerta, ya en el Parque Nacional. Obsérvese la densidad de la vegetación en la zona donde es impedida la entrada de ganado.

6.11.- ESTUDIOS E INVESTIGACIONES COMPLEMENTARIAS:

Es conveniente la elaboración de un plan sistematizado de observaciones (establecimiento de la red, variables relevantes, periodicidad de las mismas, formularios adecuados a los conocimientos y posibilidades de los observadores disponibles, etc) que constituya la base de estudios más específicos . Entre estos, se consideran de interés:

- A.- Seguimiento de la efectividad de las medidas de regeneración hídrica. Estudio de la circulación del agua.
- B.- Estudio y caracterización de las posibles aguas aportantes a lo largo del ciclo anual, especialmente las referidas a las del arroz y las del canal DII-I.
- C.- Seguimiento de los procesos de sedimentación, principalmente en los caños naturales, y previsiones.
- D.- Seguimiento de los procesos de salinización del agua con vista a obtener conclusiones aplicables a su manejo así como su posible acción limitante en el establecimiento de otras especies vegetales (enea y carrizo).
- E.- Seguimiento de los procesos de inundación y determinación de los niveles óptimos para fauna y flora en cada momento del año.
- F.- Efectos de herbívoros en la regeneración de la vegetación helófitas.
- G.- Dispersión y alevinaje de peces y anfibios: su relación con otras áreas, limitaciones existentes para las distintas especies.

- H.- Seguimiento de la restauración de perfiles en cauces artificiales y caño de Guadiamar, optimización (pendientes y profundidades óptimas, pre- siembra de la vegetación, especies más adecuadas, minimización de los movimientos de tierra y maquinaria,etc) y posibilidad de generalizar su aplicación al resto de los cauces.
- I.- Limitaciones actuales para la avifauna: (carencia de una vegetación alta y/o densa, facilidad de predación de las polladas, creación de nuevas isletas, limitaciones tróficas,...).
- J.- Evolución y seguimiento de la fauna y flora. Posibilidades de potenciación de especies raras o amenazadas.
- K.- Análisis y evaluación de las potencialidades de uso público y de educación ambiental
- L.- Estudio y evaluación de la posibilidad de regeneración integral del Caño Guadiamar incluyendo en ello su conexión con el río Guadiamar.

ANEXO

ANEXO I: PERFILES

PERFIL I.- BANCO ALTO.

Clasificación	Soil Taxonomy (1990): Aquollic Salorthid. Soil Taxonomy (1994): Halic Haploxerert. Serie "Altura" (Clemente y cols., 1996).
Ubicación	Sur de la zona (Mapa nº ...)
Cota (C.O.P.T., 1989).....	2.50 m.
Fisiografía	alto de banco (Pacil del Guadiamar).
Vegetación	-Pasto denso (60%) <i>Plantago coronopus</i> (50%). <i>Polypogon spp.</i> (5%). <i>Hordeum maritimum</i> (3%). <i>Coronopus squamatus</i> (1%). <i>Suaeda splendens</i> (+). <i>Rostraria phleoides</i> (+). - <i>A. macrostachyum</i> (20%). - <i>Suaeda. Vera</i> (5%).
Material original	sedimentos aluviales finos
Drenaje	moderadamente bien drenado
Condiciones de humedad	seco hasta 15-20 cm, húmedo hasta 120 cm.
Profundidad de la capa freática	120 cm (9-8-96).

Prof.(cm)	Descripción
0 - 10	Gris (10YR5/1) (h), gris claro (10YR6/1) (s); franco arcillo-limoso; estructura prismática media, fuerte, que se resuelve en bloques subangulares finos, granular gruesa en los primeros centímetros; ligeramente duro (s), friable (h), ligeramente plástico y ligeramente adherente (m); ligeramente calcáreo; frecuentes poros finos y muy finos expd (radiculares); frecuentes raíces finas y muy finas (pasto); afectado por grietas (1.0-1.5 cm, en superficie); pH 8.1 (moderadamente alcalino).
10 - 25	Pardo grisáceo muy oscuro (2.5Y3/2) (h), pardo grisáceo (2.5Y5/2)(s); arcillo-limoso; estructura prismática, media a gruesa, fuerte, se resuelve en bloques subangulares finos y medios y gránulos gruesos; duro (s), firme (h), plástico y adherente (m); calcáreo; frecuentes poros muy finos, pocos finos (radiculares); pocas raíces finas y muy finas; afectado por grietas estrechas (0.5 cm, en la base); presencia de manchas blancas, con fuerte reacción al ácido (carbonatos); pH 8.0 (moderadamente alcalino).
25 - 70	Pardo grisáceo (10YR5/2) (h), con frecuentes manchas pardo-amarillentas (10YR 5/4) y vetas grises (10YR 6/1), a partir de 50 cm; arcillo-limoso; estructura primática, gruesa, moderada (débil en profundidad); firme (h), plástico y adherente (m); calcáreo; pocas raíces finas y muy finas, algunas medias (<i>Arthrocnemum</i> , <i>S. Vera</i>); grietas desaparecen a 40-50 cm; pocos micelios de yeso a partir de 50cm; presencia de "slickensides"; pH 7.8 (ligeramente alcalino).

- 70 - 120 Pardo (10YR4/3) (h), con abundantes manchas y concentraciones rojo-amarillentas (7.5YR 5/6) y negruzcas, llegando a formas nódulos. Frecuentes vetas grises (10YR 5/1), que aumentan en profundidad; arcillo-limoso; masivo; firme (h); plástico y adherente (m); fuertemente calcáreo; no se observan raíces, ni micelios de yeso; pH 7.5 (ligeramente alcalino).
- 120 - 160 Pardo (10YR 4/3, 75%), (h), con abundantes manchas, grandes, destacadas, pardo amarillentas (10YR5/7, 25%), llegando a formar nódulos consolidados y pocas vetas, destacadas, grises (5Y5/1, 1%) (h); arcillo-limoso; sin estructura (masivo); plástico y muy adherente (m); fuertemente calcáreo; sin raíces; pH 7.5 (ligeramente alcalino).
- 160 - 200 Mezcla gris oscuro (5Y4/1, 50%) y pardo a pardo oscuro (10YR 4/3, que desaparece en (+) profundidad); arcillo limoso; sin estructura (masivo); plástico y muy adherente (m); fuertemente calcáreo; sin raíces; pH 7.5 (ligeramente alcalino).

PERFIL II.- BANCO.

Clasificación	Soil Taxonomy (1990): Aquollic Salorthid. Soil Taxonomy (1994): Halic Haploxererts. Serie "Almajar" (Clemente y cols., 1996).
Ubicación	Sur de la zona (Mapa nº ..., Banco-30)
Cota (C.O.P.T., 1989).....	2.30 m.
Fisiografía	banco (Pacil del Guadiamar).
Vegetación	-Pasto ralo (15%): <i>Polypogon spp.</i> (5%). <i>Coronopus squamatus</i> (5%). <i>Lythrum tribracteatum</i> (3%). <i>Plantago coronopus</i> (1%). <i>Hordeum marinum</i> (1%). <i>Damasonium alisma</i> (1%). - <i>Arthrocnemum macrostachyum</i> (45%).
Material original	sedimentos aluviales finos
Drenaje	escasamente drenado
Condiciones de humedad	seco hasta 10-15 cm, húmedo hasta 110 cm.
Profundidad de la capa freática	110 cm (1-8-96).

Prof.(cm)	Descripción
0 - 10	Gris (10YR5/1) (h), gris claro (10YR6/1) (s); arcillo-limoso; estructura prismática gruesa, fuerte, que se resuelve en bloques subangulares medios y finos; moderadamente duro (s), firme (h), plástico y adherente (m); calcáreo; pocas raíces muy finas (pasto); afectado por grietas (2.5-3.0 cm, en superficie); pH 7.9 (ligeramente alcalino).
10 - 25	Pardo grisáceo (10YR5/2) (h); arcillo-limoso; estructura prismática, gruesa, moderada; duro (s), firme (h), plástico y adherente (m); fuertemente calcáreo; frecuentes raíces muy finas, pocas finas; afectado por grietas (1 cm, en la base); presencia de manchas blancas, con fuerte reacción al ácido (carbonatos); restos de caracoles; pH 7.5 (ligeramente alcalino).
25 - 70	Pardo amarillento (10YR5/6) (h), con pocas vetas grises (10YR 5/1); arcilloso; estructura primática, gruesa, débil; firme (h), plástico y adherente (m); calcáreo; pocas raíces finas y muy finas (<i>Arthrocnemum</i>); grietas desaparecen a 40 cm; algún micelio de yeso y concentración ferro-manganesica; indicios de "slickensides"; pH 7.5 (ligeramente alcalino).
70 - 120	Pardo amarillento (10YR5/4) (h), con frecuentes manchas y concentraciones rojo-amarillentas (7.5YR 5/6) y negruzcas (Mn). Frecuentes vetas grises (10YR 5/1), que aumentan en profundidad; arcilloso; masivo; firme (h); plástico y adherente (m); fuertemente calcáreo; algunas raíces muy finas, hasta 80-90 cm (<i>Arthrocnemum</i>); pH 7.5 (ligeramente alcalino).
120 - 160	Pardo (10YR 5/3, 90%), (h), con frecuentes manchas, grandes, destacadas, pardo amarillentas (10YR5/6, 5%) y vetas, destacadas, grises (10YR5/1, 2%) (h); arcilloso; sin estructura (masivo); plástico y adherente (m); fuertemente calcáreo; sin raíces; pH 7.6 (ligeramente alcalino).

PERFIL III- ZONA DE TRANSICION

Clasificación	Soil Taxonomy (1990): Aquic Chromoxererts. Soil Taxonomy (1994): Chromic Salaquerts. Serie "Marisma Escupidera" (Clemente y cols., 1996).
Ubicación	Norte de la zona (Mapa n° ..., Transición-32)
Cota (C.O.P.T., 1989).....	1.50 m.
Fisiografía	Zona de transición (.....).
Vegetación	-Pasto (30%): <i>Polygón maritimum</i> . (5%). <i>Coronopus squamatus</i> (10%).. <i>Plantago coronopus</i> (10%).. <i>Damasonium alisma</i> (5%). - <i>Arthrocnemum macrostachyum</i> (30%).
Material original	sedimentos aluviales finos
Drenaje	muy escasamente drenado
Condiciones de humedad	seco hasta 10-15 cm, húmedo hasta 110 cm.
Profundidad de la capa freática	100-110 cm (25-7-96, estimación).

Prof.(cm)	Descripción
0 - 10	Pardo grisáceo (2.5Y5/2) (h), gris claro (2.5Y7/2) (s); arcillo-limoso; estructura prismática gruesa, fuerte, que se resuelve en bloques subangulares medios; muy duro (s), firme (h), plástico y adherente (m); calcáreo; frecuentes raíces muy finas; afectado por grietas (3.0-4.5 cm de amplitud, en superficie); pH 8.0 (moderadamente alcalino).
10 - 25	Pardo grisáceo (10YR5/2) (h); arcillo-limoso; estructura prismática, gruesa, moderada; duro (s), firme (h), plástico y adherente (m); fuertemente calcáreo; pocas raíces finas y muy finas; afectado por grietas (1.5-2 cm, en la base); pH 8.3 (moderadamente alcalino).
25 - 70	Pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2) (h), con frecuente manchas pardo-amarillentas (10YR5/6) y pocas concentraciones ferro-mangánicas, rojo-negruczas, a partir de 40 cm; arcilloso; estructura primática, gruesa, débil, masivo en la base; firme (h), plástico y adherente (m); fuertemente calcáreo; pocas raíces finas y frecuentes muy finas (<i>Arthrocnemum</i>); grietas desaparecen a 50-60 cm; frecuentes micelios de yeso, desde 50 cm; indicios de "slickensides"; pH 7.8 (ligeramente alcalino).
70 - 120	Pardo (10YR4/3) (h), con abundantes manchas pardo amarillentas (10YR5/6) y abundantes vetas grises (10YR5/1). rojo-amarillentas (7.5YR 5/6) y negruzcas (Mn). Frecuentes vetas grises (10YR 5/1), que aumentan en profundidad hasta predominar sobre la matriz; arcilloso; masivo; firme (h); plástico y adherente (m); fuertemente calcáreo; no se observan raíces; frecuentes micelios y cristales de yeso; pH 7.7 (ligeramente alcalino).
120 - 160	Mezcla pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2, 20%), pardo amarillento (10YR5/6, 30%) y gris oscuro (10YR4/1 y 5Y4/1, 50%) (h), este último aumenta en profundidad; arcilloso; sin estructura (masivo); plástico y adherente (m); fuertemente calcáreo; sin raíces; pH 7.6 (ligeramente alcalino).
160 - 200 (+)	Gris oscuro (5Y4/1 y 10YR4/1), con algunas manchas pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2, que desaparecen en profundidad; arcillo-limoso; sin estructura (masivo); plástico y muy adherente (m); fuertemente calcáreo; sin raíces; sin muestra para análisis.

PERFIL IV.- DEPRESION (CAÑO SOMERO).

Clasificación	Soil Taxonomy (1990): Aquollic Salorthid. Soil Taxonomy (1994): Typic Aquisalid. Serie "Marisma hipersalina de Scirpus" (Clemente y cols., 1996).
Ubicación	Sur de la zona (Mapa nº ..., C-3)
Cota (C.O.P.T., 1989).....	1.30 m.
Fisiografía	Depresión (Caño Molina).
Vegetación	-Herbácea (60%): <i>Damasonium alisma</i> (50%). <i>Scirpus matitimus</i> (baja vitalidad, 5%). <i>Aeluropus littoralis</i> (5%). - <i>A. macrostachyum</i> (1-2%, muerto).
Material original	sedimentos aluviales finos
Drenaje	muy escasamente drenado
Condiciones de humedad	seco hasta 10 cm, húmedo hasta 90 cm.
Profundidad de la capa freática	96 cm (1-8-96).

Prof.(cm)	Descripción
0 - 5	Gris claro (10YR6/1) (h), blanco (10YRY8/1) (s); arcilloso; estructura prismática gruesa, fuerte, subestructura laminar en los tres primeros cm; duro (s), firme (h), plástico y adherente (m); fuertemente calcáreo; abundantes raíces finas y muy finas; afectado por grietas (1.5-2.5 cm de amplitud, en superficie); pH 7.6 (ligeramente alcalino).
5 - 10	Gris (10YR5/1) (h), gris claro (10YR7/1) (s); arcilloso; estructura prismática gruesa, fuerte, que se resuelve en bloques subangulares medios; duro (s), firme (h), plástico y adherente (m); fuertemente calcáreo; abundantes raíces muy finas, frecuentes finas; afectado por grietas (1-1.5 cm de amplitud, en la base); pH 7.8 (ligeramente alcalino).
10 - 25	Gris parduzco claro (2.5Y6/2) (h); arcilloso; estructura prismática, gruesa, moderada, que se resuelve en bloques subangulares medios; firme (h), plástico y adherente (m); fuertemente calcáreo; frecuentes raíces muy finas; grietas desaparecen a 25-30 cm; pH 7.9 (ligeramente alcalino).
25 - 70	Pardo (10YR5/2) (h), con pocas manchas pardo-amarillentas (10YR5/6) y vetas grises (10YR6/1), desde 35 cm, que aumentan en profundidad; arcilloso; estructura primática, gruesa, débil, masiva desde 30-35 cm; firme (h), plástico y adherente (m); fuertemente calcáreo; pocas raíces muy finas, que desaparecen a 30-35 cm; pocos micelios de yeso, desde 50 cm; pH 7.4 (ligeramente alcalino).
70 - 120	Pardo amarillento (10YR5/4) (h), con abundantes manchas pardo amarillentas (10YR5/6) y frecuentes vetas grises (10YR6/1). Frecuentes concentraciones rojo-amarillentas (7.5YR 5/6) y negruzcas (Mn), hasta 80 cm.; arcilloso; masivo; firme (h); plástico y adherente (m); fuertemente calcáreo; no se observan raíces; pH 7.5 (ligeramente alcalino).
120 - 160	Mezcla pardo (10YR 5/3, 50%), pardo amarillento (10YR5/6, 20%) y gris (10YR5/1, 30%) (h), este último aumenta en profundidad; arcilloso; sin estructura (masivo); plástico y adherente (m); fuertemente calcáreo; sin raíces; pH 7.3 (neutro).

PERFIL V.- DEPRESION (CAÑO GUADIAMAR).

Clasificación	Soil Taxonomy (1990): Aquollic Salorthid. Soil Taxonomy (1994): Typic Aquisalid. Serie "Marisma hipersalina de Scirpus" (Clemente y cols., 1996).
Ubicación	Sur de la zona (Mapa nº ..., C-4)
Cota (C.O.P.T., 1989).....	1.10 m.
Fisiografía	Depresión (claro en caño Guadiamar).
Vegetación	-Herbácea (40%). <i>Scirpus matitimus</i> (35-40%, muy comido). <i>Aeluropus littoralis</i> (<1%). <i>Cressa cretica</i> (<1%). - <i>A. macrostachyum</i> (10%, muerto).
Material original	sedimentos aluviales finos
Drenaje	muy escasamente drenado
Condiciones de humedad	seco hasta 5 cm, húmedo hasta 70 cm.
Profundidad de la capa freática	80 cm (9-8-96).

Prof.(cm)	Descripción
0 - 5	Gris oscuro (5Y4/1) (h), gris (5Y6/1) (s); arcillo-limoso; estructura en bloques subangulares, media a gruesa, fuerte, subestructura laminar en los dos primeros cm; duro (s), firme (h), plástico y adherente (m); calcáreo; pocas raíces finas, muy finas y medias (en la base); agrietamiento takirico poligonal, con grietas de 1.5-2.5 cm de amplitud, en superficie; pH 7.6 (ligeramente alcalino).
5 - 10	Pardo grisáceo oscuro (2.5Y4/2) (h); arcilloso; estructura prismática gruesa, moderada; duro (s), firme (h), plástico y adherente (m); fuertemente calcáreo; frecuentes raíces finas y muy finas, pocas medias (<i>Scirpus</i>); afectado por grietas (0.5-1 cm de amplitud, en la base); pH 7.8 (ligeramente alcalino).
10 - 25	Gris oscuro (5Y4/1) y gris verdoso oscuro (5BG4/1) (h); arcilloso; estructura prismática, gruesa, moderada (débil en la base); firme (h), plástico y adherente (m); fuertemente calcáreo; frecuentes raíces finas y muy finas, pocas medias; grietas desaparecen a 20 cm; pH 8.0 (moderadamente alcalino).
25 - 70	Pardo grisáceo (10YR5/2) (h), con frecuentes manchas pardo-amarillento (10YR5/6) y vetas gris (10YR5/1), que aumentan en profundidad; arcilloso; sin estructura (masivo); firme (h), plástico y adherente (m); fuertemente calcáreo; pocas raíces muy finas, que desaparecen totalmente a 40-45 cm; pocos micelios de yeso, desde 55 cm; pH 7.9 (ligeramente alcalino).

- 70 - 120 Pardo grisáceo (2.5Y5/2 y 10YR5/2) (h), con frecuentes manchas pardo-amarillento (10YR5/8) y vetas gris (5Y5/1), estas últimas aumentan en profundidad. A partir de 100 cm aparecen abundantes concentraciones rojo-negruzcas y rojo-amarillentas (7.5YR 4/6 y 7.5YR5/6); arcilloso; masivo; firme (h); plástico y adherente (m); fuertemente calcáreo; no se observan raíces; las concentraciones ferro-manganesicas, antes citadas, llegan a constituir nódulos moderadamente consolidados; frecuentes conchas de bivalvos, a partir de 100 cm; pH 7.6 (ligeramente alcalino).
- 120 - 160 Mezcla pardo grisáceo (2.5Y5/2) y gris oliva (5Y4/2), con frecuentes pardo amarillento concentraciones rojo-negruzcas y rojo-amarillentas (7.5YR 4/6 y 7.5YR5/6) hasta 150 cm, a partir de 150 cm domina el gris oliva; arcilloso; sin estructura (masivo); plástico y adherente (m); fuertemente calcáreo; sin raíces; pH 7.5 (ligeramente alcalino).
- 160 - 200 Mezcla gris (5Y5/1), gris oscuro(5Y4/1), gris oliva (5Y5/2), dominando el primero; arcillo; sin estructura (masivo); plástico y adherente (m); fuertemente calcáreo; sin raíces; pH 7.5 (ligeramente alcalino).

PERFIL VI.- DEPRESION (LUCIO).

Clasificación	Soil Taxonomy (1990): Aeric Fluvaquents. Soil Taxonomy (1994): Vertic Fluvaquents.
Ubicación	N de la zona (Mapa nº ...)
Cota (C.O.P.T., 1989).....	1.20 m.
Fisiografía	Depresión (periferia Lucio Caravirueta alta).
Vegetación	<i>Scirpus matitimus</i> (5%, muy comido). <i>Aeluropus littoralis</i> (1%). <i>Cresca cretica</i> (1%).
Material original	sedimentos aluviales finos
Drenaje	muy escasamente drenado
Condiciones de humedad	seco hasta 5 cm, húmedo hasta 70 cm.
Profundidad de la capa freática	98 cm (1-8-96).

Prof.(cm)	Descripción
0 - 5	Gris oscuro (5Y4/1) (h), gris (5Y6/1) (s); franco-arcillo-limoso; estructura laminar gruesa, fuerte; duro (s), firme (h), ligeramente plástico y ligeramente adherente (m); calcáreo; pocas raíces muy finas; agrietamiento takirico poligonal, con grietas de 2-3 cm de amplitud, en superficie; pH 7.8 (ligeramente alcalino).
5 - 10	Pardo grisáceo muy oscuro (2.5Y3/2) (h); arcilloso-limoso; estructura en bloques subangulares media a prismática media, débil; duro (s), firme (h), plástico y adherente (m); calcáreo; pocas raíces finas, muy finas y medias (<i>Scirpus</i>); sin grietas; pH 8.0 (moderadamente alcalino).
10 - 25	Gris oliva oscuro (5Y3/2); arcilloso; sin estructura (masivo); firme (h), plástico y adherente (m); fuertemente calcáreo; pocas raíces finas y muy finas; pH 7.7 (ligeramente alcalino).
25 - 70	Pardo grisáceo (10YR5/2) (h), con frecuentes manchas pardo-amarillento (10YR5/8) y vetas gris (10YR6/1), desde 50 cm, que aumentan en profundidad, motas rojo-negruzcas (Fe+Mn) desde 30cm; arcilloso; sin estructura (masivo); firme (h), plástico y adherente (m); fuertemente calcáreo; no se observan raíces; pH 7.8 (ligeramente alcalino).
70 - 120	Mezcla pardo grisáceo (10YR5/2, 20%, disminuyendo en profundidad), pardo-amarillento (10YR5/8, 50%, disminuyendo a partir de 100cm) y vetas grises (10YR6/1, 30%, aumentando en profundidad); arcilloso; masivo; plástico y adherente (m); fuertemente calcáreo; no se observan raíces; pH 7.6 (ligeramente alcalino).
120 - 160	Mezcla gris (10YR6/1, 90%) y pardo amarillento (10YR 5/8, 10%); arcillo-limoso; sin estructura (masivo); plástico y adherente (m); fuertemente calcáreo; sin raíces; pH 7.6 (ligeramente alcalino).

TABLA 1.- DATOS ANALITICOS DE LOS PERFILES DE SUELO.

PROF (cm)	pH	PERFIL I			pH	PERFIL II			pH	PERFIL III		
		C.E., (dS/m)	C.O. (%)	CO ₃ ²⁻ (%)		C.E., (dS/m)	C.O. (%)	CO ₃ ²⁻ (%)		C.E., (dS/m)	C.O. (%)	CO ₃ ²⁻ (%)
0-10	8.1	6.7	1.5	2.6	7.9	14.5	1.1	4.4	8.0	1.6	1.1	6.6
10-25	8.0	12.2	0.8	3.7	7.6	29.0	0.8	7.2	8.3	3.0	0.5	7.7
25-70	7.8	39.4	0.4	6.7	7.5	53.4	0.7	21.4	7.8	20.6	0.4	10.3
70-120	7.6	54.4	0.5	12.2	7.5	74.6	0.6	29.2	7.7	38.8	0.4	12.5
120-160	7.5	65.2	0.6	16.7	7.6	70.0	0.6	28.6	7.6	50.7	0.5	16.9
PROF (cm)	pH	PERFIL IV			pH	PERFIL V			pH	PERFIL VI		
		C.E., (dS/m)	C.O. (%)	CO ₃ ²⁻ (%)		C.E., (dS/m)	C.O. (%)	CO ₃ ²⁻ (%)		C.E., (dS/m)	C.O. (%)	CO ₃ ²⁻ (%)
0-10	7.6	6.9	1.0	17.0	7.7	5.8	1.5	12.1	7.9	5.7	1.9	10.8
10-25	7.8	8.7	0.5	20.0	8.0	7.9	0.7	21.1	7.7	6.7	0.8	17.6
25-70	7.9	18.3	0.4	23.7	7.9	22.1	0.4	18.8	7.8	10.3	0.5	23.5
70-120	7.4	31.8	0.3	24.8	7.5	34.5	0.5	20.2	7.6	12.8	0.5	24.6
120-160	7.5	52.0	0.6	25.2	7.6	34.4	0.5	21.8	7.6	12.4	0.6	22.8
160-200	-	-	-	-	7.5	51.0	1.2	20.8	-	-	-	-

TABLA 2.- DATOS RELATIVOS AL NIVEL SATURADO

PUNTO	UNIDAD	ZONA	PROFUNDIDAD (cm)		SALINIDAD C.E. gr/l		pH
			7/8-1996	7-1970	(dS/m)	(*)	
PERFIL I	Banco	S	120	-	103.2	90	7.2
PERFIL II	Banco-30	S	105	-	119.6	102	7.1
PERFIL III	Transición-32	N	110	-	79.5	61	-
PERFIL IV	Caño C-3	S	96	95	74.4	55	7.2
PERFIL V	Caño C-4	S	80	100	61.1	43	7.3
PERFIL VI	Lucio	N	98	-	30.4	20	7.2

TABLA 3. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA DE AGUAS SUPERFICIALES (en dS/m).

ZONA	CAMPAÑA I (29-5-96 a 7-6-96)			CAMPAÑA II (27-6-96)			CAMPAÑA III (25-7-96 a 9-8-96)		
	MEDIA	MAX.	MIN.	MEDIA	MAX.	MIN.	MEDIA	MAX.	MIN.
Canales terciarios	1.5	1.8	1.2	1.7	2.0	1.4	4.0	7.6	2.5
Canales secundarios	1.3	1.4	1.2	1.4	1.7	1.4	2.9	3.9	2.1
Canal primario	1.3	1.3	1.3	-	-	-	3.0	3.1	2.9
Canal periferico	1.7	1.8	1.7	-	-	-	3.3	3.0	3.4
Depresiones naturales	2.0	2.5	1.6	3.2	3.5	2.9	-*	-	-

TYP,S.L.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFÍA

- AMA-EPYPSA. "Avance de Planificación en Espacios Naturales. Criterios para la Elaboración del Plan de Ordenación de los Recursos Naturales y Plan de desarrollo Integral del Parque Natural de Entorno de Doñana". (1990).
- ARAMBARRI, P, CABRERA, F. Y TOCA, C. (1984) La contaminación del río Guadiamar y su zona de influencia, Marismas del Guadalquivir y Coto de Doñana, por residuos de industrias mineras y agrícolas. Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- AYTO. HINOJOS-PARQUE NACIONAL DE DOÑANA. Sentencia sobre la Marisma Gallega del término de Hinojos, Huelva, 10 de Abril de 1.961.
- AZCÁRATE, T.; BALCELLS, E.; CARDELÚS, B.; CASTROVIEJO, J.; HERRERO, C.; GARCÍA NOVO, F.. "Informe sobre el Estado de la Reserva de la Biosfera de Doñana". UNESCO (MAB). (1994).
- BARDAJÍ, J. (1971) Estudio semidetallado de suelos de 18.000 Ha de la margen derecha de marismas. INC Servicio de suelos, Madrid
- BAYÁN JARDÍN, B.; DOLZ RIPOLLÉS, J.. "Las aguas superficiales y la marisma del P.N.". Revista de Obras Públicas nº 3.340 (Febr. 1995), pp. 17-29.
- CASAS, J.; URDIALES, C.. "Introducción a la gestión hidráulica de las marismas del P.N. Nacional de Doñana" en "Bases ecológicas para la restauración de húmedales en la cuenca mediterránea". pp 165-189. Junta de Andalucía. (1995).
- CLEMENTE , L; GARCÍA, L.V. Y SILJESTRÖM, P. (1996). Catalogo de suelos del Parque Nacional de Doñana. CSIC-ICONA. 219 pp. (pendiente de publicación).
- CASTROVIEJO, J.. "Memoria del Mapa de Doñana". (1993).

COMISIÓN INTERNACIONAL DE EXPERTOS SOBRE EL DESARROLLO DEL ENTORNO DE DOÑANA. "Dictamen sobre estrategias para el desarrollo socioeconómico sostenible del Entorno de Doñana". Junta de Andalucía. (Sevilla 1992).

COMISIÓN INTERNACIONAL DE EXPERTOS SOBRE EL DESARROLLO DEL ENTORNO DE DOÑANA. "Documento Anexo al Dictamen: 2. Cartografía ecológica de Doñana y su Entorno". Junta de Andalucía. (Sevilla 1992).

COMISIÓN INTERNACIONAL DE EXPERTOS SOBRE EL DESARROLLO DEL ENTORNO DE DOÑANA. "Documento Anexo al Dictamen: 4. Informe sobre las poblaciones de vertebrados de Doñana". Junta de Andalucía. (Sevilla 1992).

COMISIÓN INTERNACIONAL DE EXPERTOS SOBRE EL DESARROLLO DEL ENTORNO DE DOÑANA. "Documento Anexo al Dictamen: 8. Control de calidad de las aguas del entorno del Parque Nacional". Junta de Andalucía. (Sevilla 1992).

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR. "La gestión hidráulica del P.N. Doñana". Secretaría de Estado para las Políticas del Agua y el Medio Ambiente. (1993).

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE. (Abril 1.996). Proyecto de PORN del Parque Natural de Doñana. Junta de Andalucía,

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE. (Abril 1.996). Proyecto de PRUG del Parque Natural de Doñana. Junta de Andalucía,

COROMINAS MASSIP, J. "La agricultura en el entorno de Doñana". **Revista de Obras Públicas** nº 3.340 (Febr. 1995), pp. 65-74.

COWARDIN, L.M.; CARTER, V.; GOLET, F.C. Y LAROE, E.T. (1979). Classification of wetlands and Deepwater Habitats of the United States. Fish and Wildlife Service. US Department of the Interior. Washington, 103 pp

DEL MORAL ITUARTE, L.: La obra Hidráulica en la Cuenca Baja del Guadalquivir (Siglos XVIII-XX). Gestión del Agua y Ordenación del Territorio. Sevilla 1.991, Universidad de Sevilla, Consejería de Obras Públicas y Transporte, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

DIRECCION GENERAL DE OBRAS HIDRAULICAS (1979). Informe hidrogeológico y de recursos hidráulicos, Desagües y vertidos y posibles incidencias de los mismos en el Parque Nacional de Doñana. M.O.P.U.

DOADRIO, I.; ELVIRA, B.; BERNAT, Y.. "Peces continentales españoles. Inventario y clasificación de zonas fluviales". ICONA-CSIC. (1991).

FAO. "Anteproyecto de transformación en regadío de la zona de Almonte-Marismas". FAO. (1972).

FAO (1970). Proyecto de utilización de aguas subterráneas para el desarrollo agrícola de la cuenca del Guadalquivir. Anteproyecto de transformación en regadío Almonte-Marismas (margen derecha). Anejo V-3: Drenaje zona de marismas, 8pp. y V-2: Saneamiento zona de marismas, 19 pp.

FAO. (1972). Proyecto piloto de utilización de aguas subterráneas para el desarrollo agrícola de la cuenca del Guadalquivir. Anteproyecto de transformación en regadío de la zona de Almonte-marismas (margen derecha). Informe Técnico, 534 pp.

FAO. (1972 b). Proyecto piloto de utilización de aguas subterráneas para el desarrollo agrícola de la cuenca del Guadalquivir. Anteproyecto de transformación en regadío de la zona de Almonte-marismas (margen derecha). Informe Técnico, Apéndice: 263 pp.

FAO. (1973). Proyecto piloto de utilización de aguas subterráneas para el desarrollo agrícola de la cuenca del Guadalquivir. Finca Piloto "Las Marismas". Informe Técnico, Apéndice: 137 pp.

GARCÍA MURILLO, P.; BERNUÉS, M.; MONTES, C.. "Los macrófitos acuáticos del P.N. de Doñana. Aspectos florísticos". Actas VI Congreso Español de Limnología. (Mayo 1993).

GARCÍA, L., J. CALDERON y J. CASTROVIEJO (1989). Las aves de Doñana y su entorno. Estación Biológica de Doñana (CSIC)-Coop. Marismas del Rocio.

- GARCÍA, L.V.; MARAÑÓN, T.; MORENO, A. Y CLEMENTE, L. (1993). Above-ground biomass and species richness in a Mediterranean salt marsh. *Journal of Vegetation Science*, 4:417-421.
- GIRALDEZ, J.V. Y CRUZ, G. (1973). Dinámica de lavado de sales y sustitución del sodio de cambio en los suelos salino-sódicos de la margen derecha de las marismas del Guadalquivir. *An. del INIA, Ser. General*, nº 2: 185-201.
- GONZÁLEZ ARTEAGA, J.: (1994). *Las Marismas del Guadalquivir. Etapas de su Aprovechamiento Económico*. Sevilla, Ayunt. de La Puebla de Río,
- GRANDE COVIAN, R. 1978.:*El Estuario del Guadalquivir y su Problemática Agrosocial*. Madrid, Ministerio de Agricultura /IRYDA,
- HOLLIS, T.; HEURTEAUX, P.; MERCER, J.. "Las consecuencias de la extracción de aguas subterráneas para el futuro a largo plazo del P.N. de Doñana". Misión WWF/IUCN/ADENA al P.N. Doñana. (1989).
- I.A.R.A. (1985) Pliego de condiciones particulares que ha regir para el aprovechamiento cinegético de la finca "Marisma Gallega" del término municipal de Hinojos, Huelva.
- ICONA. 1987 "Informe sobre seguimiento en 1987 de especies de aves del P.N. de Doñana consideradas en peligro de extinción o vulnerables en España. Inédito.
- ICONA. (1994). "Desarrollo sectorial del plan rector de uso y gestión del P.N. de Doñana en materia de manejo de los recursos hídricos".
- IGME. (1976). Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000.
- IGME. (1982). Mapa Hidrogeológico de España. Escala 1:200.000.
- I.N.I.A.. (1985). "Niveles de metales pesados en los sedimentos actuales del P.N. Doñana". Publicaciones del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

- IRYDA (1976). Informe final de sondeos de la zona regable de Almonte-Marismas (Huelva-Sevilla). Memoria, Anejos y Planos, 10 pp.
- IRYDA (1977). Valoración de terrenos, Edificaciones y otras Mejoras en una parcela de 1.550 Has. de la finca "Marisma Gallega" del T.M. de Hinojos (Huelva). Propiedad Ayuntamiento de Hinojos.
- ITGE. (1992). "Hidrología del P.N. Doñana y su Entorno". Instituto Tecnológico Geominero de España.
- JUNTA DE ANDALUCIA. (1989). "Plan Director Territorial de Coordinación de Doñana y su Entorno". Dirección General de Urbanismo. Consejería de Obras Públicas y Transportes.
- JUNTA DE ANDALUCIA. (1992). Dictamen del comité internacional de expertos sobre estrategias de desarrollo sostenible del entorno de Doñana.
- LLANDRES, C.; URDIALES, C..(1990). "Las aves de Doñana". Lynx Ediciones.
- LLANES BORRERO, L., (1997). Valoración de los terrenos, edificaciones y otras mejoras en una parcela de 1550 has de la finca "Marisma Gallega" del t.m. de Hinojos (Huelva). Ayto de Hinojos.
- LÓPEZ, G.; GARCÍA, L.V. Y VIÑAS, A. (1986). Estudio preliminar de los suelos de la marisma salina del Parque Nacional de Doñana. Memoria interna CEBAC-CSIC, 220 pp.
- MAÑEZ RODRIGUEZ, M.. "Estado actual en el P.N. Doñana de las especies de aves incluidas en la "Lista roja de los vertebrados de España" dentro de las categorías de "En peligro" y "Vulnerable"". Asoc. Andalus- Fundación Bios.
- MAPA FOTOGRAMÉTRICO DEL PARQUE NACIONAL DE DOÑANA E 1:5.000. MOPU, Dirección General de Medio Ambiente.

- MARAÑÓN, T.; GARCÍA, L.V. ; MURILLO, J.M. Y CLEMENTE, L. (1989). Las marismas del Guadalquivir: Reserva biogenética de plantas tolerantes a la salinidad. *Anales de Edafología y Agrobiología*, XLVIII, 5-12: 725-740. ISSN: 0365-1797.
- MARTÍN MACHUCA, M. "Treinta años de investigación hidrológica en Doñana". *Revista de Obras Públicas* nº3.340 (Febr. 1995),pp. 55-63.
- MONTES, C; AMAT, J.A. Y RAMÍREZ-DÍAZ, L. (1982). Ecosistemas acuáticos del Bajo Guadalquivir (SW España). Variación estacional de los componentes fisico-químicos y biológicos de las aguas. *Studia Oecológica*, III: 159-180
- MONTES, C; AMAT, J.A. Y RAMÍREZ-DÍAZ, L. (1982). Distribución temporal de las características fisico-químicas y biológicas de las aguas de algunos ecosistemas acuáticos del Bajo Guadalquivir (SW España) a lo largo de un ciclo anual. *Anales de la universidad de Murcia*, vol. XXXVIII - nº 1-4. □
- M.O.P.U. "Informe Hidrogeológico y de recursos hidráulicos, desagües, vertidos, y posibles incidencias de los mismos en el P.N. de Doñana. Dirección General de Obras Hidráulicas. (1979).
- M.O.P.U. "Las zonas húmedas de Andalucía". Monografías de la Dirección de Medio Ambiente. (1982).
- Mountfor (1958). Retrato de una tierra salvaje
- OJEDA RIVERA, J.F.. "Organización del territorio en Doñana y su entorno próximo (Almonte). Siglos XVIII-XX". ICONA. Monografías 49 . (1987).
- PAGE, A.L. (DE.) (1982). *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Second Edition*, 1159 pp.
- PAHAUT, P.E. (1968). La bonification des sols salins de Las Marismas du bas Guadalquivir. *Inf. dact.*, 32 pp.

PLAN CINEGÉTICO ESPECIAL PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA "MARISMA GALLEGA", Hinojos (Huelva). Junta de Andalucía.- Consejería de Agricultura y Pesca/IARA. 1.985.

PLAN TÉCNICO DE CAZA MENOR "MARISMA GALLEGA" 1992-1997. J.A., AMA, Delegación provincial de Huelva, 1.991.

PUCHULÚ, M.; MUNIVE, R. , LEÓN, A. Y CLEMENTE, L. (1995). Génesis, clasificación y cartografía de los suelos del sector NE (Matagordas) del Parque Nacional de Doñana. Monografía IRNAS (CSIC), 136 pp. y Mapa de suelos 1/20.000.

PALANCAR PENELLA, M. (1995) "Doñana algo más que un parque". **Revista de Obras Públicas** nº 3.340,pp. 7-15.

RISSEEUW, I.A. (1972). Relaciones entre la permeabilidad, la salinidad y la vegetación de 15.000 Ha de la zona de las marismas de Hinojos (huelva) y Aznalcazar (Sevilla). Inf. dact., 26 pp.

RIVAS-MARTÍNEZ, S..1980"Estudio de los ecosistemas de Doñana". Dpto. de Botánica. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense. Lazaroa, Volumen 2. (Madrid).

SOIL SURVEY STAFF. (1990). Keys to Soil Taxonomy. SMSS Tech. Mon. Nº 19. 422 pp.

TENAJAS, J.L. (1984). Contribución a la hidrogeología e hidrogeoquímica de las marismas del Parque Nacional de Doñana con aplicación del análisis de imágenes Landsat. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. SOIL CONSERVATION SERVICE. (1994). Keys to Soil Taxonomy. Sixth Edition, 306 pp.

VALVERDE, J.A. Cuadernos de campo. Inédito. (1958)

VALVERDE, J.A.. Vertebrados de las Marismas del Guadalquivir. C.S.I.C.. (1960).

VEGAS BARROSO, J.D. (1985). Estudio Socioeconómico de la Marisma de Hinojos. Hinojos, Diciembre de 1.985

VV.AA. coordinación: Granados Corona, M.M. y Ojeda Rivera, J.F.. "Intervenciones Públicas en el Litoral Atlántico Andaluz. Efectos Territoriales. Consejería de Cultura y Medio Ambiente. (1993).

VVAA. Proyecto de Recuperación del Patrimonio Cultural de Doñana y su Entorno. Inédito. Ministerio de Cultura y Ministerio de Asuntos Sociales, 1987-1992.