

# Plan Hidrológico

## Revisión de tercer ciclo (2022-2027)



### Anejo V.1

## Determinación de los requerimientos hídricos de lagos y zonas húmedas

*(Documento tras información pública)*





## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS HÚMEDAS .....	2
2.1. LAGUNA DE MEDINA .....	5
2.2. LAGUNA DEL COMISARIO.....	8
2.3. LAGUNA DULCE DE ZORRILLA .....	10
2.4. LAGUNA SALADA.....	13
2.5. LAGUNA DE JELI.....	15
2.6. LAGUNA DE MONTELLANO .....	18
2.7. LAGUNA DE TARAJE.....	20
2.8. LAGUNA DE SAN ANTONIO .....	21
3. METODOLOGÍA.....	24
3.1. REQUERIMIENTOS HÍDRICOS DE LA ORLA DE VEGETACIÓN .....	25
3.2. REQUERIMIENTO HÍDRICOS POR EVAPORACIÓN DE LA LÁMINA DE AGUA .....	32
4. RESULTADOS.....	37
5. DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA Y ORTOFOTOGRAFÍA .....	42
5.1. LAGUNA DE MEDINA .....	42
5.2. LAGUNA DEL COMISARIO.....	50
5.3. LAGUNA DULCE DE ZORRILLA .....	58
5.4. LAGUNA SALADA.....	62
5.5. LAGUNA DE JELI.....	67
5.6. LAGUNA DE MONTELLANO .....	72
5.7. LAGUNA DEL TARAJE.....	77
5.8. LAGUNA DE SAN ANTONIO .....	84
6. GLOSARIO DE ABREVIATURAS .....	89
7. REFERENCIAS .....	90

## FIGURAS

Figura nº 1. Zonas húmedas con estimación de requerimientos hídricos.....	3
Figura nº 2. Laguna de Medina .....	5
Figura nº 3. Laguna del Comisario.....	8
Figura nº 4. Laguna Dulce de Zorrilla .....	11
Figura nº 5. Laguna Salada .....	14
Figura nº 6. Laguna de Jeli.....	16
Figura nº 7. Laguna de Montellano.....	18
Figura nº 8. Laguna del Taraje .....	20
Figura nº 9. Laguna de San Antonio .....	22
Figura nº 10. Evapotranspiración del cultivo y curva del Kc en función del desarrollo .....	27



## TABLAS

Tabla nº 1. Lagunas a analizar y características principales .....	4
Tabla nº 2. Superficie considerada en la estimación de requerimiento de necesidades hídricas.....	25
Tabla nº 3. Estimación simplificada de la Pe en la Laguna Dulce de Zorrilla .....	26
Tabla nº 4. Valores ET0 medios (06/04/2001 al 09/12/2010) en la estación del Puerto de Santa María .....	28
Tabla nº 5. Valores del coeficiente único (promedio temporal) del cultivo, Kc.....	28
Tabla nº 6. Valores estimados de ETR del carrizo para los humedales analizados .....	28
Tabla nº 7. Valores de ETP (mm) según el modelo SIMPA, serie corta (1980/81-2017/18) .....	30
Tabla nº 8. Valores de ETR (mm) según el modelo SIMPA, serie corta (1980/81-2017/18) .....	30
Tabla nº 9. Valores de Pe (mm). Estimación simplificada con datos de ETP y Precipitación .....	31
Tabla nº 10. Tasa de evaporación (mm).....	34
Tabla nº 11. Valores de precipitación (mm) según el modelo SIMPA, serie corta (1980/81-2017/18) ....	35
Tabla nº 12. Estimación del déficit correspondiente a cada masa de agua .....	35
Tabla nº 13. Requerimientos hídricos de la orla de vegetación asociada a la laguna.....	38
Tabla nº 14. Requerimientos hídricos de la lámina de agua .....	39
Tabla nº 15. Estimación requerimiento ambiental del mantenimiento de la zona húmeda .....	41

## 1. INTRODUCCIÓN

Para las 8 zonas húmedas identificadas en la Demarcación Hidrográfica del Guadalete y Barbate (DHGB) que presentan significancia suficiente como para que hayan sido designadas como masa de agua, se deben determinar los requerimientos hídricos (artículo 18.1 del Reglamento de Planificación Hidrológica) para mantener de forma sostenible la funcionalidad de estos ecosistemas acuáticos y de los ecosistemas terrestres asociados, ya que durante los ciclos de planificación hidrológica anteriores los estudios realizados en la evaluación de requerimientos ambientales se centraron únicamente en las masas de agua de la categoría río.

No se contemplan en el presente estudio los humedales de origen artificial creados por usos/alteraciones hidromorfológicas, lo que implica no asignar requerimientos hídricos en las colas de embalse ni salinas.

Respecto a las marismas, la alimentación principal de estos humedales es de origen marino y ligado a la actividad mareal. Dado que el principal origen de recurso no es continental, no se cuantifican sus requerimientos hídricos, ya que va a ser satisfecha por recursos costeros y no supone afección significativa a los sistemas de explotación de la demarcación ni a las masas de agua subterránea. El principal requerimiento de estos humedales sobre el sistema superficial continental es el mantenimiento de un régimen de caudales ambientales en la desembocadura de los ríos de la demarcación, estimados en el Anejo V del Plan Hidrológico.

## 2. CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS HÚMEDAS

En la Figura nº 1 se muestran las masas de agua de la categoría lago sobre las que se van a estimar sus requerimientos hídricos, cuyas características se detallan en la Tabla nº 1.

A continuación, se incluyen los aspectos más relevantes para su caracterización recogidos en el Inventario de Humedales de Andalucía (IHA), así como en el Decreto 1/2017, de 10 de enero, por el que se aprueban el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de las Reservas Naturales de las Lagunas de Cádiz (BOJA Nº 25, martes 7 de febrero de 2017), donde se realiza una descripción de la vegetación de las lagunas. También se ha tenido en consideración la información recogida en las fichas informativas de los humedales Ramsar, así como el trabajo “Caracterización de los Humedales de Andalucía” (Junta de Andalucía, 2005).

Por su parte, en el Capítulo 5 se muestra, para cada zona húmeda, una comparativa visual entre los límites de cada masa de agua y de los inventarios de humedales disponibles: Inventario Español de Zonas Húmedas (IEZH) e IHA. Asimismo, se muestra una secuencia de ortofotos históricas extraídas con ayuda de *Google Earth* que han servido, entre otras cosas, como apoyo para corroborar la temporalidad de las lagunas incluida en las fichas del IHA.



Figura nº 1. Zonas húmedas con estimación de requerimientos hídricos

Humedales considerados como masa de agua	Código masa de agua	Sup. Masa de agua (ha)	Sup. IEZH (ha)	Sup. IHA (ha)	Temporalidad	Alimentación	Origen recurso principal	Origen recurso complementario
Laguna de Medina	ES063MSPF000203660	117,31	120,33	120,33	Permanente	Mixta	Superficial drenaje cuenca vertiente (principalmente)	Aportes subterráneos muy reducidos (ES063MSBT000620080 Aluvial del Guadalete)
Laguna del Comisario	ES063MSPF000203670	21,47	42,28	42,28	Temporal	Epigénico	Superficial drenaje cuenca vertiente	--
Laguna Dulce de Zorrilla	ES063MSPF005200200	7,55	12,63	19,99	Permanente	Mixto	Superficial drenaje cuenca vertiente (principalmente)	Aportes subterráneos muy reducidos procedentes de los terrenos acuitados
Laguna Salada	ES063MSPF005200210	28,26	35,53	35,53	Temporal	Mixta	Superficial drenaje cuenca vertiente	Aportes subterráneos (ES063MSBT000620100 Sanlúcar-Chipiona-Rota -Puerto de Santa María)
Laguna de Jeli	ES063MSPF005200270	25,89	37,07	37,07	Permanente	Mixta	Superficial drenaje cuenca vertiente (principalmente)	Pequeño acuífero interconectado con la laguna, de forma que en algunos periodos la laguna cede al acuífero y viceversa
Laguna de Montellano	ES063MSPF005200280	7,32	16,18	16,18	Temporal	Epigénico	Superficial drenaje cuenca vertiente	--

Humedales considerados como masa de agua	Código masa de agua	Sup. Masa de agua (ha)	Sup. IEZH (ha)	Sup. IHA (ha)	Temporalidad	Alimentación	Origen recurso principal	Origen recurso complementario
Laguna de Taraje	ES063MSPF005200290	18,32	38,57	37,06	Temporal	Epigénico	Superficial drenaje cuenca vertiente	Excedente agua Laguna San Antonio
Laguna de San Antonio	ES063MSPF005200230	16,62	25,15	25,15	Temporal	Epigénico	Efluente depurado en la EDAR "El Montañés"	Superficial drenaje cuenca vertiente

Tabla nº 1. Lagunas a analizar y características principales

## 2.1. LAGUNA DE MEDINA

### Figuras de protección

- Reserva Natural Laguna de Medina
- ZEC ES0000027 Laguna de Medina
- ZEPA ES0000027 Laguna de Medina
- Sitio Ramsar Lagunas de Cádiz



Figura nº 2. Laguna de Medina

### Climatología

El humedal se encuadra en una zona de clima Mediterráneo continental, caracterizado por presentar temperaturas medias anuales elevadas, con veranos muy cálidos e inviernos frescos con heladas ocasionales. En concreto, cuenta con una precipitación media anual que ronda los 600 mm, y una temperatura media anual de 17 °C. El mes más frío es enero, cuando la temperatura media ronda los 11 °C, mientras que el mes más cálido es agosto, cuando la temperatura media ronda los 25 °C. El mes más seco es julio, con una precipitación media de 1 mm de lluvia, mientras que el mes más húmedo es diciembre, con una precipitación media de 99 mm. La evapotranspiración potencial oscila entre 900 y 1.000 mm, la cual se ve acuciada por la elevada insolación anual que presenta el territorio (más de 4.200 horas de sol anuales).

El humedal posee un bioclima Pluviestacional Oceánico, presentando termotipo termomediterráneo, con ombrotipo seco-subhúmedo.



## Geología

Esta laguna está enclavada en la campiña de Paterna, ocupando una posición interfluvial entre el río Guadalete por el norte y el río Salado de Paterna por el sur. Está incluida en la Reserva Natural Laguna de Medina. Al igual que otros humedales endorreicos gaditanos, esta laguna se encuentra ubicada en el contacto de las unidades sedimentarias de la cuenca del Guadalquivir con las series externas de las Béticas. En general, junto a los materiales del Triásico-Terciario, se desarrollan pequeñas formaciones de depósitos pliocenos y cuaternarios recientes ocasionados por las transgresiones marinas del Plioceno, que ocupó toda la bahía de Cádiz depositando gran cantidad de sedimentos litorales de arenas y limos arenosos, entre otros. El origen de esta laguna está asociado a procesos diapíricos (ascenso y empuje vertical) de los niveles de yesos presentes en los materiales triásicos, generando curvaturas y abombamientos del relieve. En relación con la geomorfología de la Reserva, destaca un sector (al sureste) de fuerte pendiente en las proximidades del Cerro de Cuellar, donde el arroyo Fuente Bermeja discurre encajado en los materiales triásicos (gravas y arenas). Sin embargo, el resto de la cuenca son zonas llanas o que presentan un relieve alomado con pendientes suaves o moderadas.

## Hidrología

Se trata de una laguna semipermanente salobre, cuya profundidad alcanza los 3,5 m en épocas de máxima inundación, manteniéndose una profundidad mínima de 1,5 m en años medios. Sólo en períodos largos de sequía llega a secarse, lo que ocurre muy excepcionalmente.

Se localiza en la cabecera del arroyo Buitrán, afluente del Guadalete en su curso bajo, y es atravesado por el arroyo Fuente Bermeja, un tramo aguas arriba del arroyo Buitrán. Las entradas de agua se producen principalmente por precipitación directa y escorrentía desde el arroyo de Fuente Bermeja, que desemboca en la laguna por su orilla sureste. En relación con la infiltración, circulación y alimentación a partir de aguas subterráneas, ésta se supone muy reducida. Las salidas tienen lugar a partir de la evaporación, infiltración y escorrentía a través del arroyo de Buitrán. Respecto a su hidroperíodo, la Laguna de Medina puede considerarse semipermanente, llegándose a secar en años poco lluviosos. Las fluctuaciones que se producen en los valores de salinidad (entre subsalinas e hiposalinas) están asociadas a las variaciones en la profundidad de la columna de agua.

## Flora

La vegetación palustre forma una orla casi continua de anchura y desarrollo variable, dependiendo de las condiciones hidrológicas particulares de cada año. Predomina el carrizo (*Phragmites australis*) y localmente rodales de castañuela (*Scirpus maritimus*) y enea (*Typha domingensis*). Otros helófitos menos extendidos son: el junco marino (*Juncus maritimos*), junco pinchado (*Juncus acutus*), bayunco (*Schoenoplectus lacustris*) y *Scirpus holoschoenus*. El taraje (*Tamarix africana*) es el único elemento arbustivo propio de la zona palustre, llegando a constituir un pequeño bosque en la orilla noroccidental.

En años secos, en los que el encharcamiento de la laguna es parcial, se desarrollan con profusión comunidades de *Salicornia ramossisima* y *Cressa cretica*. Estas halófilas anuales se extienden a lo largo de las orillas tendidas de la laguna, confiriéndoles un tono rojizo a final de estación.



Otro elemento indicador de la salinidad del sustrato es el brezo de mar (*Frankenia laevis*), que se sitúa en niveles topográficos superiores esporádicamente inundados.

La comunidad de plantas acuáticas manifiesta un acusado dinamismo temporal según varían las condiciones fisicoquímicas del agua. Algas de los géneros *Chara* y *Cladophora* junto a otros macrófitos como *Potamogeton pectinatus*, *Zannichelia obtusifolia*, *Miriophyllum spicatum*, *Ceratophyllum submersum*, etc. desarrollan praderas sumergidas que constituyen un alimento primordial para anátidas y fochas.

## Fauna

La Laguna de Medina es el principal núcleo endorreico de la provincia de Cádiz, lo que le confiere un papel protagonista como centro de invernada, reproducción y descanso migratorio de multitud de aves acuáticas. Resulta particularmente importante su función como refugio de concentración postreproductora de aves que han criado en otros humedales cercanos, como son las marismas del Guadalquivir. De ellas proceden la mayoría de fochas comunes (*Fulica atra*) que arriban en verano al secarse Doñana, superando en ocasiones los 20.000 ejemplares. De igual manera ocurre con la cerceta pardilla (*Marmorenetta angustirostris*) y la focha cornuda (*Fulica cristata*).

Este carácter alternativo y complementario de Medina respecto a Doñana es genérico para el resto de lagunas gaditanas, siendo también aplicable al flamenco (*Phoenicopterus ruber*) que, reproduciéndose en Fuente de Piedra, viene a estos humedales a alimentarse y llega a alcanzar el millar de ejemplares.

Entre las aves reproductoras destacan por la exigüedad de sus poblaciones la malvasía (*Oxyura leucocephala*), focha cornuda (*Fulica cristata*) y calamón (*Porphyrio porphyrio*).

Debido a la mayor profundidad de sus aguas las especies buceadoras, como porrones comunes y moñudos (*A. ferina* y *A. fuligula*), y colorados (*Netta ruffina*), tienen mayor representación proporcional que en las marismas. Sin embargo, también abundan especies de superficie como cucharas (*A. clypeata*), frisos (*A. strepera*) y reales (*A. platyrinchos*).

Durante la migración otoñal resulta espectacular el paso de hirundínidos, llegándose a formar dormideros en los carrizos de varias decenas de miles.

Otras especies de vertebrados interesantes en la Reserva y sus alrededores son gallipato (*Pleurodeles waltl*), culebra de agua viperina (*Natrix maura*), galápagos leproso y europeo (*Clemmis caspia*, *Emys orbicularis*) y meloncillo (*Herpestes ichneumon*).

## Estado de conservación

Este humedal está bien conservado, acusando menos la colmatación que otros del entorno, debido a la existencia de un monte mediterráneo bien desarrollado de acebuches (*Olea europaea* var. *sylvestris*), coscojas (*Quercus coccifera*) y lentiscos (*Pistacia lentiscus*) con abundante matorral, que circunda la cubeta casi en su totalidad y lo aísla relativamente de los cultivos de secano adyacentes. El carácter público de la mayoría de los terrenos colindantes a la laguna ha posibilitado la reforestación perimetral casi en su totalidad, por lo que el efecto de la colmatación

por arrastre de materiales del entorno es menor que en el resto de humedales de la campiña gaditana.

Además, posee un cinturón de vegetación palustre donde dominan, según zonas, tarajes (*Tamarix africana*) o carrizos (*Phragmites australis*), apareciendo también retazos aislados de cañaveral (*Arundo donax*) y praderas de castañuelas (*Scirpus maritimus*) en zonas más someras. Resulta especialmente destacable el gran desarrollo de macrófitos acuáticos que tiene lugar en esta laguna, variando según las condiciones hídricas del espacio, y que en ocasiones llegan a ocupar casi toda su superficie.

Esta producción de vegetación subacuática se ha visto afectada en los últimos años por la proliferación de carpas, que constituye sin duda el principal problema que afecta a este humedal. Estas poblaciones fueron erradicadas a finales de verano de 2007, aunque desde marzo de 2011 se han detectado de nuevo, favorecidas por los altos niveles hídricos (precipitaciones, llegada de excedentes de riego a la cubeta). La proliferación de las carpas ha ido en aumento, observándose un gran número de ejemplares, una prácticamente ausencia de macrófitos sumergidos y una elevada turbidez del agua. Igualmente ha venido aumentando el riesgo de la presencia de la malvasía canela (*Oxyura jamaicensis*).

## 2.2. LAGUNA DEL COMISARIO

### Figuras de protección

- Reserva Natural Complejo Endorreico de Puerto Real
- ZEC ES0000030 Complejo Endorreico de Puerto Real
- ZEPA ES0000030 Complejo Endorreico de Puerto Real
- Sitio Ramsar Complejo Endorreico de Puerto Real



Figura nº 3. Laguna del Comisario

### Climatología

El humedal se encuadra en una zona de clima Mediterráneo continental, caracterizado por presentar temperaturas medias anuales elevadas, con veranos muy cálidos e inviernos frescos con heladas ocasionales. En concreto, cuenta con una precipitación media anual que ronda los 700 mm, y una temperatura media anual de 17 °C. El mes más frío es enero, cuando la temperatura media ronda los 12 °C, mientras que el mes más cálido es agosto, cuando la temperatura media ronda los 25 °C. El mes más seco es julio, con una precipitación media de 1 mm de lluvia, mientras

que el mes más húmedo es diciembre, con una precipitación media de 102 mm. La evapotranspiración potencial oscila entre 800 y 900 mm, la cual se ve acuciada por la elevada insolación anual que presenta el territorio (más de 4.200 horas de sol anuales).

El humedal posee un bioclima Pluviestacional Oceánico, presentando termotipo termomediterráneo, con ombrotipo seco-subhúmedo.

### Geología

Esta laguna, junto con la Laguna de San Antonio y del Taraje, está incluida en la Reserva Natural del Complejo Endorreico de Puerto Real, ubicada en el área prelitoral de la Bahía de Cádiz. Está asentada sobre un substrato de albarizas del Mioceno que yace sobre una cobertura subbética margoyesífera de carácter impermeable. A diferencia de los otros dos humedales que conforman el complejo endorreico, esta laguna presenta una mayor jerarquización de la red de drenaje teniendo, por tanto, pendientes relativamente importantes.

### Hidrología

Esta laguna es la más extensa de las tres que componen el Complejo Lagunar de Puerto Real. La Laguna del Comisario se alimenta fundamentalmente de aportes de escorrentía superficial, y se conecta con el arroyo del Yesero que actúa como efluente en épocas de máximo nivel de inundación. Presenta un hidroperíodo temporal, aunque en ciclos muy húmedos puede mantener una reducida lámina de agua durante el estiaje. Las aguas de esta laguna evolucionan a lo largo de su ciclo de inundación desde bajas concentraciones salinas (aguas dulces) a concentraciones subsalinas en los periodos en los que presenta menor volumen de agua o previos a la desecación de la cubeta.

### Flora

Destaca presencia de algunos taxones acuáticos de interés, con varias especies de carófitos (*Chara connivens*, *Chara aspera* y *Nitella flexilis*), indicadoras generalmente de humedales estacionales y/o con aguas dulces o subsalinas. Por su parte, las fanerógamas acuáticas están bien representadas por *Najas marina*, *Potamogetum pectinatus* var. *tenuifolius*, *Myriophyllum spicatum*, *Ranunculus peltatus peltatus*, *Callitriche truncata* subsp. *occidentalis* y *Zanichellia obtusifolia*.

Posee un cinturón perilagunar formado por tarajes (*Tamarix canariensis*, *T. africana*), apareciendo carrizales (*Phragmites australis*), eneales (*Typha domingensis*) y bayuncos (*Bolboschoenus maritimus*), en las zonas de mayor permanencia de agua, y praderas de castañuela (*Cyperus rotundus*) en zonas someras, además de algunos retazos de cañaveral (*Arundo donax*). Este cinturón está rodeado de monte mediterráneo de origen natural, en el que se integran algunos rodales de repoblación de pinos (*Pinus* spp.) y eucaliptos (*Eucalyptus globulus*). Finalmente, este monte está completamente rodeado de cultivos de secano.

### Fauna

El Complejo Lagunar destaca como lugar de invernada y nidificación de la malvasía cabeciblanca (*Oxyura leucocephala*), considerada “En Peligro” por la Lista Roja andaluza, nacional y mundial, así como por albergar ocasionalmente parejas reproductoras de focha moruna (*Fulica cristata*),

catalogada como “En Peligro Crítico” en Andalucía y en España. está citada igualmente la presencia regular de otras especies en paso como el porrón pardo (*Aythya nyroca*) o la cerceta pardilla (*Marmaronetta angustirostris*), amenazada a nivel andaluz y español.

En este complejo endorreico también son habituales otras muchas especies que se reproducen, invernan o bien acuden a estas lagunas en sus desplazamientos, muchas de las cuales también están contempladas en el “Libro Rojo de los Vertebrados Amenazados de Andalucía” (2001) y en el Anexo I de la Directiva Aves, como el aguilucho lagunero occidental (*Circus aeruginosus*), la espátula (*Platalea leucorodia*), el pato colorado (*Netta rufina*), el flamenco común (*Phoenicopterus ruber*), el zampullín cuellinegro (*Podiceps nigricollis*), la avoceta común (*Recurvirostra avosetta*), el calamón común (*Porphyrio porphyrio*) y la cigüeñuela (*Himantopus himantopus*). Destacan por su abundancia la focha común (*Fulica atra*) (concentraciones estivales de hasta cerca de 2.000 individuos en los años con elevada producción de macrófitos), así como un buen número de anátidas como el pato cuchara común (*Anas clypeata*), el ánade azulón (*Anas platyrhynchos*) y el porrón europeo (*Aythya ferina*).

También son habituales otras aves como el milano real (*Milvus milvus*) y el alcaraván común (*Burhinus oedicephalus*). Debido a la cercanía de una gran planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos (RSU) son frecuentes concentraciones las concentraciones cigüeña blanca (*Ciconia ciconia*) y gaviotas (*Larus spp.*) que acuden a descansar, beber o bañarse a las lagunas. En determinados años de elevada precipitación, llega a constituirse en el tarajal existente en la orilla noreste de la Laguna de Comisario una colonia de cría de garcillas (*Bubulcus ibis*) y garcetas (*Egretta garzetta*) con varias decenas de parejas.

Otras especies de vertebrados a destacar son el salinete (*Aphanius baeticus*), endemismo muy restringido (de Andalucía occidental) adaptado a un ambiente extremo (aguas hipersalinas) poco común; algunas especies de anfibios tales como la ranita meridional (*Hyla meridionalis*), el sapillo pintojo (*Discoglossus jeanneae*), el sapillo moteado (*Pelodytes ibericus*), el sapo corredor (*Bufo calamita*) y el gallipato (*Pleurodeles waltl*); o reptiles como el galápago leproso (*Mauremys leprosa*), la culebra viperina (*Natrix maura*) y la más escasa culebra de collar (*Natrix natrix*).

### Estado de conservación

La degradación del hábitat viene dada por la colmatación que produce el entorno agrícola, que llega a ser importante en algunas zonas del perímetro. Esta circunstancia propicia también una contaminación difusa debido a la llegada de fitosanitarios.

## 2.3. LAGUNA DULCE DE ZORRILLA

### Figuras de protección

- Reserva Natural Complejo Endorreico de Espera
- ZEC ES0000026 Complejo Endorreico de Espera
- ZEPA ES0000026 Complejo Endorreico de Espera
- Sitio Ramsar Complejo Endorreico de Espera



Figura nº 4. Laguna Dulce de Zorrilla

### **Climatología**

El humedal se encuadra en una zona de clima Mediterráneo de montaña, caracterizado por presentar inviernos fríos y largos con temperaturas negativas, y veranos frescos y cortos. En concreto, cuenta con una precipitación media anual que ronda los 700 mm, y una temperatura media anual de 17 °C. El mes más frío es enero, cuando la temperatura media ronda los 10 °C, mientras que el mes más cálido es agosto, cuando la temperatura media ronda los 25 °C. El mes más seco es julio, con una precipitación media de 1 mm de lluvia, mientras que el mes más húmedo es diciembre, con una precipitación media de 103 mm. La evapotranspiración potencial oscila entre 900 y 1.000 mm, la cual se ve acuciada por la elevada insolación anual que presenta el territorio (más de 4.200 horas de sol anuales).

El humedal posee un bioclima Pluviestacional Oceánico, presentando termotipo termomediterráneo, con ombrotipo seco-subhúmedo.

### **Geología**

Esta laguna integra, junto con la Laguna Hondilla y Salada de Zorrilla, la Reserva Natural del Complejo Endorreico de Espera. Este complejo está ubicado en la sierra de Gibalbín y próxima al límite con la provincia de Sevilla, en lo que se conoce como Campiña Alta del Guadalquivir. Se encuentra ubicado en el contacto de las unidades sedimentarias de la cuenca del Guadalquivir con las series externas de las Béticas, litológicamente constituido por materiales margo-yesíferos, calizas y dolomías del Triásico, y margas con areniscas del Oligoceno-Mioceno. Los materiales del Terciario dan lugar a relieves alomados y sobrelevaciones que ocupan las zonas marginales de las cuencas. Los materiales margo-yesíferos se encuentran en las zonas topográficamente más deprimidas de las cuencas. Las calizas y dolomías constituyen una serie de pequeños afloramientos que descansan sobre los materiales margo-yesíferos. El relieve de la zona es



suavemente alomado, resultado de la erosión de los materiales margosos. La mayor parte del área de emplazamiento de este Complejo presenta una pendiente suave o moderada. Aisladamente aparecen zonas de fuerte pendiente distribuidas irregularmente por todo el Complejo, mientras que en las zonas más deprimidas aparecen sectores llanos.

### Hidrología

Se trata de una laguna semipermanente salobre de alimentación mixta, cuya profundidad alcanza los 2,5 m en períodos de máxima inundación.

Es la segunda más extensa de las tres que componen el Complejo Lagunar de Espera. La escorrentía superficial constituye el principal agente geomorfológico y de llenado de la cubeta lagunar. No obstante, también tienen un papel importante los aportes subterráneos procedentes de los terrenos acuitados (es decir, contienen agua, pero esta circula con dificultad) donde se emplaza. En esta laguna cabe destacar la existencia de un pequeño afluente, el arroyo Salado, que canaliza parte de la escorrentía superficial de su cuenca vertiente. Esta laguna presenta un hidropériodo permanente, aunque experimenta un acusado descenso de nivel durante el estiaje. Las salidas de agua se producen principalmente por evaporación. Presenta concentraciones hiposalinas, aunque éstas dependen del nivel de inundación.

### Flora

Se encuentra ubicada en un entorno agrícola, con retazos de vegetación natural, representada por acebuches (*Olea europaea*), lentiscos (*Pistacia lentiscus*), palmitos (*Chamaerops humilis*), etc., inmersos en vastas zonas de pastizales, que contribuyen significativamente a la conservación del humedal. La vegetación perilagunar la constituye un denso carrizal (*Phragmites australis*), con algunas zonas de taraje (*Tamarix canariensis*, *T. africana*).

Destaca la presencia de algunos taxones acuáticos como los carófitos *Chara aspera* y *Chara connivens*, los macrófitos *Ceratophyllum demersum*, *Najas marina*, *Potamogeton pectinatus* y *Zanichellia obtusifolia*.

Entre los helófitos hay que destacar la presencia del endémico *Nigella papillosa*, junto a los tradicionales carrizo (*Phragmites australis*), enea (*Typha dominguensis*) y otros juncos del género *Scirpus*, seguidos en la orla de vegetación por especies de porte algo más arbóreo del género *Tamarix*.

En las orillas aparecen praderas de compuestas y de leguminosas que forma un cinturón u orla alrededor todas ellas sobre suelos arcillosos, apareciendo igualmente algunas especies halófilas en los suelos correspondientes.

### Fauna

Estas lagunas destacan como lugar de invernada y nidificación de la malvasía cabeciblanca (*Oxyura leucocephala*), considerada en peligro según la Lista Roja andaluza, nacional y mundial (UICN 2006), así como por albergar una importante población invernante de focha moruna (*Fulca cristata*), catalogada como en peligro crítico en Andalucía y España, citándose regularmente la

presencia de otras especies en paso como el porrón pardo (*Aythya nyroca*), amenazada a nivel andaluz y español.

También son habituales otras muchas especies que se reproducen en estas lagunas, invernan o bien acuden a ellas durante sus desplazamientos, muchas de las cuales están contempladas en el “Libro Rojo de los Vertebrados Amenazados de Andalucía” (2001) y en el Anexo I de la Directiva Aves (79/409/CEE), como el aguilucho lagunero occidental (*Circus aeruginosus*), el pato colorado (*Netta rufina*), el flamenco común (*Phoenicopterus ruber*), el zampullín cuellinegro (*Podiceps nigricollis*), la avoceta común (*Recurvirostra avosetta*), el calamón común (*Porphyrio porphyrio*), la cigüeñuela (*Himantopus himantopus*).

Destacan por su abundancia la focha común (*Fulica atra*) y un buen número de anátidas como el pato cuchara común (*Anas clypeata*), el ánade azulón (*Anas platyrhynchos*) y el porrón europeo (*Aythya ferina*). También son habituales otras aves como el milano real (*Milvus milvus*), el alcaraván común (*Burhinus oedipnemus*), la avefría europea (*Vanellus vanellus*) y el aguilucho pálido (*Circus cyaneus*).

Otras especies de vertebrados de interés son anfibios tales como la ranita meridional (*Hyla meridionalis*), el sapo corredor (*Bufo calamita*) o el gallipato (*Pleurodeles waltl*); reptiles como el galápago leproso (*Mauremys leprosa*), contemplado en los Anexos II y IV de la Directiva Hábitat, siendo también frecuente la culebra viperina (*Natrix maura*) y, en las zonas próximas al agua, la culebra de collar (*Natrix natrix*).

### Estado de conservación

La laguna se enmarca en un medio agrícola fundamentalmente dedicado a cultivos en secano que se alternan con retazos de monte mediterráneo. Los principales factores de tensión a considerar son los derivados de las prácticas agrícolas, especialmente en relación con las posibles entradas difusas de productos de origen agrícola y la colmatación.

## 2.4. LAGUNA SALADA

### Figuras de protección

- Reserva Natural Complejo Endorreico del Puerto de Santa María
- ZEC ES0000029 Complejo Endorreico del Puerto de Santa María
- ZEPA ES0000029 Complejo Endorreico del Puerto de Santa María
- Sitio Ramsar Lagunas de Cádiz



## Figura nº 5. Laguna Salada

### Climatología

El humedal se encuadra en una zona de clima Mediterráneo oceánico, caracterizado por unas temperaturas suaves y una humedad notable. En concreto, cuenta con una precipitación media anual que ronda los 700 mm, y una temperatura media anual de 17 °C. El mes más frío es enero, cuando la temperatura media ronda los 11 °C, mientras que el mes más cálido es agosto, cuando la temperatura media ronda los 25 °C. El mes más seco es julio, con una precipitación media de 1 mm de lluvia, mientras que el mes más húmedo es diciembre, con una precipitación media de 97 mm. La evapotranspiración potencial oscila entre 800 y 900 mm, la cual se ve acuciada por la elevada insolación anual que presenta el territorio (más de 4.200 horas de sol anuales).

El humedal posee un bioclima Pluviestacional Oceánico, presentando termotipo termomediterráneo, con ombrotipo seco-subhúmedo.

### Geología

Esta laguna, junto con la Laguna Chica y Juncosa, está incluida en la Reserva Natural del Complejo Endorreico del Puerto de Santa María. Ésta se enmarca entre el área prelitoral y la campiña gaditana próxima a la costa. Además, predominan los procesos de acumulación de materiales de naturaleza limo-arcillosa y materia orgánica que van colmatando y rellenando el vaso lagunar. La topografía es prácticamente llana, localizándose de forma puntual pendientes suaves.

### Hidrología

Se trata de una laguna temporal salobre/salina de alimentación mixta (escorrentías y descargas de acuíferos asociados), cuya profundidad en períodos de máxima inundación supera los 2 m.

Es la más extensa del Complejo Lagunar del Puerto de Santa María. Las entradas de agua se producen por arroyada difusa y a partir de la conexión con el acuífero detrítico del Puerto de Santa María. Esta laguna puede mantenerse inundada durante todo el ciclo anual en periodos de elevada pluviometría, pero en años de precipitaciones medias, o con menores reservas hídricas, esta laguna se seca en el periodo estival. Sus aguas muestran una mayor concentración salina que las del resto de lagunas de este complejo, debido a la existencia de materiales arcilloso-yesíferos que cortan a los materiales suprayacentes, de menor capacidad de disolución.

### Flora

Se encuentra completamente rodeada de cultivos, tanto de secano como de regadío, constituyendo la orla perilagunar la única vegetación natural del entorno. Presenta un tarajal (*Tamarix canariensis*, *T. africana*) que la circunda en su totalidad, apareciendo también algunas praderas de castañuela (*Scirpus maritimus*), carrizales (*Phragmites australis*) y juncales (*Juncus maritimus*). En la orilla desnuda, aparecen pastizales de *Salicornia ramossissima*, lo que viene propiciado por la elevada salinidad de su cubeta.



Las fanerógamas acuáticas están bien representadas por *Najas marina*, *Potamogetum pectinatus* var. *tenuifolius*, *Myriophyllum spicatum*, *Ranunculus peltatus peltatus*, *Callitriche truncata subsp. occidentalis* y *Zanichellia obtusifolia*.

### Fauna

La proximidad con las vecinas marismas del Guadalquivir acentúa la interconexión y uso alternativo de este humedal, especialmente en años secos y durante el período estival.

Tras finalizar la reproducción y secarse las marismas, la Laguna Salada funciona como refugio de multitud de aves: se han contabilizado concentraciones superiores a las 5.000 fochas comunes (*Fulica atra*), 15 cercetas pardillas (*Marmaronetta angustirostris*) y 200 flamencos (*Phoenicopterus ruber*). El porrón pardo (*Aythya nyroca*) se detecta regularmente en paso. También acoge un dormidero de hasta 850 ardeidas, mayoritariamente *Bulbucus ibis*, y en menor medida *Egretta garcetta*.

En años con buenos niveles de agua, la Laguna Salada resulta un importante enclave de reproducción de malvasía y focha cornuda. Otras especies reproductoras son el pato colorado (*Netta rufina*), el ánade friso (*Anas strepera*), el calamón (*Porphyrio porphyrio*), el zampullín cuellinegro (*Podiceps nigricollis*) y el avetorillo (*Ixobrychus minutus*). Entre limícolas se encuentran la canastera (*Glareola pratincola*), la cigüeñuela (*Himantopus himantopus*), la avoceta (*Recurvirostra avosetta*) y el chorlitejo partinegro (*Charadrius alexandrinus*).

### Estado de conservación

La degradación del hábitat viene dada por la colmatación y contaminación difusa que produce el entorno agrícola del espacio, con puntuales invasiones, siendo insuficiente el cinturón perilagunar de vegetación existente para frenar estos procesos.

Las extracciones de agua derivadas de la urbanización irregular de las inmediaciones, puede estar afectando el hidropériodo de la laguna, aunque no es el espacio más afectado del complejo ya que las abundantes precipitaciones han mantenido unos niveles altos de la lámina de agua.

La existencia de peces en la laguna afecta negativamente a algunas especies, habiéndose establecido una población aparentemente estable de carpas (*Cyprinus carpio*) y otros peces.

## 2.5. LAGUNA DE JELI

### Figuras de protección

- Reserva Natural Complejo Endorreico de Chiclana
- ZEC ES0000029 Complejo Endorreico de Chiclana
- ZEPA ES0000029 Complejo Endorreico de Chiclana
- Sitio Ramsar Complejo Endorreico de Chiclana



Figura nº 6. Laguna de Jeli

### **Climatología**

El humedal se encuadra en una zona de clima Mediterráneo oceánico, caracterizado por unas temperaturas suaves y una humedad notable. En concreto, cuenta con una precipitación media anual que ronda los 700 mm, y una temperatura media anual de 17 °C. El mes más frío es enero, cuando la temperatura media ronda los 12 °C, mientras que el mes más cálido es agosto, cuando la temperatura media ronda los 24 °C. El mes más seco es julio, con una precipitación media de 1 mm de lluvia, mientras que el mes más húmedo es diciembre, con una precipitación media de 110 mm. La evapotranspiración potencial oscila entre 800 y 900 mm, la cual se ve acuciada por la elevada insolación anual que presenta el territorio (más de 4.200 horas de sol anuales).

El humedal posee un bioclima Pluviestacional Oceánico, presentando termotipo termomediterráneo, con ombrotipo subhúmedo.

### **Geología**

La Laguna de Jeli integra, junto con la Laguna de Montellano, la Reserva Natural Complejo Endorreico de Chiclana, siendo el complejo endorreico más meridional de la provincia de Cádiz. Esta zona húmeda se sitúa en la campiña prelitoral, en un área de topografía ondulada, asentado sobre materiales triásicos que han sufrido fracturas que delimitan y configuran la cubeta de la laguna. Los materiales más frecuentes son arcillas y yesos del Triásico superior subbético. Además, existen depósitos aluviales y coluviales compuestos mayoritariamente por cantos redondeados y angulosos del Holoceno.

## Hidrología

Se trata de una laguna semipermanente dulce/salobre de alimentación mixta, cuya profundidad se sitúa en torno a 2 m en épocas de máxima inundación, y pertenece al Complejo endorreico de Chiclana.

La laguna se alimenta principalmente por escorrentía en arroyada difusa. No obstante, en la cuenca de la Laguna de Jeli, los materiales arcillosoevaporíticos tienen comportamiento de acucludo (almacenan agua, pero no permiten su libre circulación) con un cierto grado de alteración superficial, mientras que los materiales aluviales-coluviales constituyen un pequeño acuífero interconectado con la laguna, de forma que en algunos periodos la laguna cede al acuífero y viceversa. Las salidas de agua del hidrosistema se producen por evaporación. Se trata de una laguna semipermanente ya que en condiciones de sequía prolongada puede llegar a secarse en toda su extensión. Las aguas de esta laguna presentan concentraciones subsalinas.

## Flora

Se ubica en un entorno agrícola y ganadero, limitando en algunas zonas con terrenos de cultivo y en otras con monte mediterráneo, con aprovechamiento ganadero, lo que determina también la existencia generalizada de pastizales nitrófilos. La vegetación lagunar propiamente dicha se compone de tarajes (*Tamarix canariensis*, *T. africana*), que no llegan a formar cinturón perilagunar, formaciones densas y localizadas de carrizal (*Phragmites australis*) y enea (*Typha dominguensis*), así como praderas de castañuelas (*Cyperus rotundus*) en las zonas menos profundas.

## Fauna

Las lagunas del Complejo destacan como lugar de invernada y nidificación de la malvasía cabeciblanca (*Oxyura leucocephala*), considerada “En Peligro” según la Lista Roja andaluza, nacional y mundial, así como por albergar ocasionalmente algunas parejas reproductoras de focha moruna (*Fulica cristata*), catalogada como “En Peligro Crítico” en Andalucía y en España. También es destacable la presencia regular de algunas especies particularmente escasas como el porrón pardo (*Aythya nyroca*) o la cerceta pardilla (*Marmaronetta angustirostris*), amenazadas a nivel andaluz y español.

También son habituales otras muchas especies que se reproducen, invernan o bien acuden a estas lagunas durante sus desplazamientos, muchas de las cuales también están contempladas en el “Libro Rojo de los Vertebrados Amenazados de Andalucía” (2001) y en el Anexo I de la Directiva Aves, como el aguilucho lagunero occidental (*Circus aeruginosus*), la espátula (*Platalea leucorodia*), el pato colorado (*Netta rufina*), el flamenco común (*Phoenicopterus ruber*), el zampullín cuellinegro (*Podiceps nigricollis*), la avoceta común (*Recurvirostra avosetta*), el calamón común (*Porphyrio porphyrio*) o la cigüeñuela (*Himantopus himantopus*).

Destaca por su abundancia la focha común (*Fulica atra*) y un buen número de anátidas como el pato cuchara común (*Anas clypeata*), el ánade azulón (*Anas platyrhynchos*) y el porrón europeo (*Aythya ferina*).

También son habituales en la zona otras aves no acuáticas como el milano real (*Milvus milvus*), el alcaraván común (*Burhinus oedicephalus*), el avefría europea (*Vanellus vanellus*), el águila

pescadora (*Pandion haliaetus*) y el aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*). Debido a la cercanía de una gran planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos (RSU), son frecuentes grandes concentraciones de cigüeñas blancas (*Ciconia ciconia*) y gaviotas (*Larus spp.*) que acuden a descansar, beber o bañarse a las lagunas.

Otras especies de vertebrados interesantes son la ranita meridional (*Hyla meridionalis*), el sapo corredor (*Bufo calamita*) y el gallipato (*Pleurodeles waltl*), entre los anfibios; el galápago leproso (*Mauremys leprosa*), la culebra viperina (*Natrix maura*) y la más escasa culebra de collar (*Natrix natrix*), entre los reptiles; y la nutria (*Lutra lutra*), entre los mamíferos.

### Estado de conservación

A la colmatación por aportes de los terrenos agrícolas adyacentes, se une un uso ganadero eventual de la laguna, que implica el pastoreo de la vegetación circundante y contribuye a la contaminación orgánica del espacio. La sobreexplotación de acuífero que tiene lugar en término municipal de Chiclana, como consecuencia de la urbanización irregular generalizada (extracción directa de agua para abastecimiento doméstico), lo cual debe afectar en años secos al hidoperíodo del humedal, aunque en menor medida que en el otro espacio del complejo.

## 2.6. LAGUNA DE MONTELLANO

### Figuras de protección

- Reserva Natural Complejo Endorreico de Chiclana
- ZEC ES0000028 Complejo Endorreico de Chiclana
- ZEPA ES0000028 Complejo Endorreico de Chiclana
- Sitio Ramsar Complejo Endorreico de Chiclana

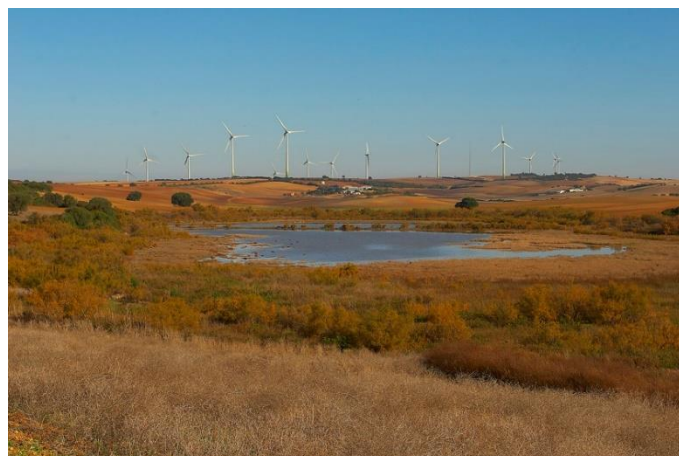


Figura nº 7. Laguna de Montellano

## Climatología

El humedal se encuadra en una zona de clima Mediterráneo oceánico, caracterizado por sus unas temperaturas suaves y una humedad notable. En concreto, cuenta con una precipitación media anual que ronda los 700 mm, y una temperatura media anual de 17 °C. El mes más frío es enero, cuando la temperatura media ronda los 12 °C, mientras que el mes más cálido es agosto, cuando la temperatura media ronda los 24 °C. El mes más seco es julio, con una precipitación media de 1 mm de lluvia, mientras que el mes más húmedo es diciembre, con una precipitación media de 110 mm. La evapotranspiración potencial oscila entre 900 y 1.000 mm, la cual se ve acuciada por la elevada insolación anual que presenta el territorio (más de 4.200 horas de sol anuales).

## Geología

La Laguna de Montellano integra, junto con la Laguna de Jeli, la Reserva Natural Complejo Endorreico de Chiclana, siendo el complejo endorreico más meridional de la provincia de Cádiz. Esta zona húmeda se sitúa en la campiña prelitoral, en un área de topografía ondulada, asentado sobre materiales triásicos que han sufrido fracturas que delimitan y configuran la cubeta de la laguna.

## Hidrología

Se trata de una laguna temporal dulce/salobre de alimentación fundamentalmente superficial, cuya profundidad puede superar los 2 m en épocas de máxima inundación, y pertenece al Complejo endorreico de Chiclana.

La alimentación hídrica de esta laguna se basa fundamentalmente en la escorrentía en arroyada difusa. Cuando se alcanzan máximos niveles de inundación se forma un efluente (arroyo del Yesero). Aunque la baja permeabilidad del sustrato de la cubeta favorece el almacenamiento del agua y el mantenimiento de la inundación, en años con bajas reservas hídricas la laguna llega a secarse en toda su extensión. Las aguas de esta laguna presentan concentraciones sub-hiposalinas, dependiendo de la pluviometría registrada.

## Flora

Se encuentra ubicada en un entorno agrícola, entre cultivos de secano, principalmente cereal, con algunos retazos de monte mediterráneo. La vegetación lagunar está representada por un cinturón de tarajes (*Tamarix canariensis*, *T. africana*), y densas manchas de carrizo (*Phragmites australis*) en algunas zonas, apareciendo también praderas de castañuela (*Cyperus rotundus*) en las zonas más someras.

Respecto a la presencia de vegetación subacuática, hay que destacar el desarrollo de tupidas praderas de *Zannichellia obtusifolia*, con una elevada cobertura en la mayor parte de la cubeta, y con presencia de formaciones dispersas de *Ranunculus peltatus*, distribuidas principalmente por las zonas más próximas a la orilla.

## Fauna

La fauna de las lagunas del Complejo Endorreico de Chiclana se describe con detalle en el apartado relativo a la Laguna de Jeli (ver apartado 2.5).

### Estado de conservación

La Laguna de Jeli, de propiedad particular, se emplaza en un medio agrícola y ganadero, aunque en este caso la presión ganadera es mayor por la gran afluencia de ganado vacuno que pastorea en sus alrededores. Hay que señalar, sin embargo, que toda la laguna presenta un vallado de cierre que limita el acceso a la zona perimetral de la misma

## 2.7. LAGUNA DE TARAJE

### Figuras de protección

- Reserva Natural Complejo Endorreico de Puerto Real
- ZEC ES0000030 Complejo Endorreico de Puerto Real
- ZEPA ES0000030 Complejo Endorreico de Puerto Real
- Sitio Ramsar Complejo Endorreico de Puerto Real



Figura nº 8. Laguna del Taraje

### Climatología

El humedal se encuadra en una zona de clima Mediterráneo de continental, caracterizado por presentar temperaturas medias anuales elevadas, con veranos muy cálidos e inviernos frescos con heladas ocasionales. En concreto, cuenta con una precipitación media anual que ronda los 700 mm, y una temperatura media anual de 17 °C. El mes más frío es enero, cuando la temperatura media ronda los 12 °C, mientras que el mes más cálido es agosto, cuando la temperatura media ronda los 25 °C. El mes más seco es julio, con una precipitación media de 1 mm de lluvia, mientras que el mes más húmedo es diciembre, con una precipitación media de 102 mm. La evapotranspiración potencial oscila entre 800 y 900 mm, la cual se ve acuciada por la elevada insolación anual que presenta el territorio (más de 4.200 horas de sol anuales).

El humedal posee un bioclima Pluviestacional Oceánico, presentando termotipo termomediterráneo, con ombrotipo seco-subhúmedo.

### Geología



Esta laguna, junto con la Laguna del Comisario y San Antonio, está incluida en la Reserva Natural del Complejo Endorreico de Puerto Real, ubicado en el área prelitoral de la Bahía de Cádiz. Este humedal se asienta sobre materiales margo-arcillosos del Eoceno Medio-Mioceno Inferior (Terciario). La horizontalidad de los terrenos adyacentes a las lagunas dificulta el drenaje de las masas de agua acumuladas en las hondonadas.

### **Hidrología**

Esta laguna es la segunda más extensa del Complejo Lagunar de Puerto Real. Esta laguna recuperó su régimen hidrológico natural tras la eliminación del efluente de depuradora que le llegaba a través de la Laguna de San Antonio (ver apartado 2.8), mediante la canalización del arroyo que conectaba ambos humedales. Esta canalización, desviando el aporte, propició que se volviera a secarse en el verano de 2008, después de muchos años constituyendo un humedal permanente. Sin embargo, sigue sirviendo de rebosadero de la de San Antonio a pesar de las obras de desviación del cauce, ya que en años de abundantes precipitaciones se restablece la comunicación superficial entre ambas cubetas. Antes de que la depuradora vertiera sus aguas a la Laguna de San Antonio y ésta drenara su excedente a la Laguna del Taraje, las aguas eran más salinas. Posee un efluente que descarga hacia la red externa de la cuenca, aunque la descarga por evaporación es importante.

### **Flora**

El cinturón perilagunar está formado por tarajes (*Tamarix canariensis*, *T. africana*), carrizales (*Phragmites australis*), eneales (*Typha dominguensis*) y bayuncos (*Bolboschoenus maritimus*), apareciendo también algunas praderas de castañuela (*Cyperus rotundus*), y exteriormente al humedal, pastizales y monte mediterráneo procedente de repoblación.

### **Fauna**

La fauna de las lagunas del Complejo Endorreico de Puerto Real se describe con detalle en el apartado relativo a la Laguna del Comisario (ver apartado 2.2).

### **Estado de conservación**

La colmatación propiciada por la llegada de arroyos que discurren por los terrenos agrícolas del entorno, que propician también la contaminación del espacio, constituye la principal causa de degradación del hábitat. La evidencia de caza furtiva (lazos) en el entorno inmediato de la cubeta lagunar, podría incidir también sobre las poblaciones de acuáticas, aunque este aspecto se desconoce.

## **2.8. LAGUNA DE SAN ANTONIO**

### **Figuras de protección**

- Reserva Natural Complejo Endorreico de Puerto Real
- ZEC ES0000030 Complejo Endorreico de Puerto Real
- ZEPA ES0000030 Complejo Endorreico de Puerto Real

- Sitio Ramsar Complejo Endorreico de Puerto Real



Figura nº 9. Laguna de San Antonio

### **Climatología**

El humedal se encuadra en una zona de clima Mediterráneo continental, caracterizado por presentar temperaturas medias anuales elevadas, con veranos muy cálidos e inviernos frescos con heladas ocasionales. En concreto, cuenta con una precipitación media anual que ronda los 700 mm, y una temperatura media anual de 17 °C. El mes más frío es enero, cuando la temperatura media ronda los 12 °C, mientras que el mes más cálido es agosto, cuando la temperatura media ronda los 25 °C. El mes más seco es julio, con una precipitación media de 1 mm de lluvia, mientras que el mes más húmedo es diciembre, con una precipitación media de 102 mm. La evapotranspiración potencial oscila entre 800 y 900 mm, la cual se ve acuciada por la elevada insolación anual que presenta el territorio (más de 4.200 horas de sol anuales).

El humedal posee un bioclima Pluviestacional Oceánico, presentando termotipo termomediterráneo, con ombrotipo seco-subhúmedo.

### **Geología**

Esta laguna, junto con la Laguna del Comisario y del Taraje, está incluida en la Reserva Natural del Complejo Endorreico de Puerto Real, ubicada en el área prelitoral de la Bahía de Cádiz. Este humedal se asienta sobre materiales margo-arcillosos del Eoceno Medio-Mioceno Inferior (Terciario). La horizontalidad de los terrenos adyacentes a las lagunas dificulta el drenaje de las masas de agua acumuladas en las hondonadas.

### **Hidrología**

San Antonio es una laguna permanente, dulce y somera, y es la menos extensa de las tres que componen el Complejo Lagunar de Puerto Real. Presenta una red de drenaje poco desarrollada. Además, presenta un nivel máximo de inundación de apenas medio metro, drenando el exceso hacia la cuenca de la Laguna del Taraje.

Esta laguna recibe las aguas procedentes de la estación depuradora "El Montañés" prácticamente de manera continua, lo que ha alterado el hidoperíodo de este sistema, pasando de temporal a permanente. No obstante, en los periodos más secos también experimenta un descenso muy acusado en su nivel de inundación. El aporte artificial que recibe de la depuradora propicia su nivel hídrico estable, que alcanza como máximo 0,5 m, cota a la que presenta un aliviadero.



## Flora

La vegetación propia del humedal la constituye un carrizal con carrizo (*Phragmites australis*) y enea (*Typha dominguensis*) que ocupa gran parte del interior de la laguna. Por fuera de este aparece un tarajal con especies como *Tamarix africana* y *T. canariensis*, que se encuentra acompañado de juncales de *Juncus maritimus* y *J. subulatus*, y de formaciones de *Scirpus maritimus*. Otras formaciones vegetales que pueden reconocerse alrededor de a la laguna son praderas de *Elymus repens*, ocupando las zonas más externas, y una pequeña chopera de *Populus alba* en el extremo sur de la laguna.

## Fauna

La fauna de las lagunas del Complejo Endorreico de Puerto Real se describe con detalle en el apartado relativo a la Laguna del Comisario (ver apartado 2.2).

## Estado de conservación

Los aportes de la depuradora han hecho disminuir la salinidad, dulcificando las aguas, lo que junto a su permanencia ha favorecido la colonización de un denso carrizal/eneal sin que existan prácticamente aguas libres. Esta formación contribuye significativamente a la retención de materiales, lo que unido a la alta carga de sólidos en suspensión que tienen las aguas que recibe, procedentes de las purgas de los decantadores de fango, hacen que la laguna se esté colmatando aceleradamente. Esta circunstancia se agrava con el arrastre de materiales de los terrenos de cultivo adyacentes.

### 3. METODOLOGÍA

Se detalla en este apartado la metodología propuesta para la estimación de los requerimientos hídricos de las 8 zonas húmedas designadas como masas de agua presentes en la DHGB.

Para ello se propone estimar los requerimientos hídricos de tipo ambiental como los necesarios para mantener la lámina de agua y la vegetación del humedal.

En primer lugar, se identifica la temporalidad de cada laguna, para determinar si la lámina de agua es permanente o temporal (considerando su desecación en época estival).

El método de cálculo se ha basado en analizar los recursos que recibe el lago o laguna (en su vegetación de ribera y lámina de agua) de forma directa por la precipitación, analizándose si estos recursos son suficientes para mantener la dinámica de la laguna con sus fluctuaciones naturales (incluyendo la práctica desecación en verano de las temporales), o bien si son necesarios aportes adicionales, tanto de origen superficial de su cuenca vertiente como de origen subterráneo procedente de acuíferos interrelacionados.

Se ha considerado que los requerimientos hídricos de estos lagos son los necesarios para mantener la orla de la vegetación y la lámina de agua, por lo que estos requerimientos deben compensar la evapotranspiración de la vegetación y la evaporación de la lámina de agua.

Se estiman los requerimientos hídricos, por tanto, como las pérdidas por evapotranspiración de la orla de vegetación asociada a la zona húmeda (diferenciando el carrizo, si aplica, del resto de vegetación, por sus altas necesidades de agua) menos la precipitación efectiva sobre la vegetación, más las pérdidas por evaporación de la lámina de agua libre menos la precipitación sobre la misma.

La expresión final de los requerimientos hídricos o demanda ambiental es:

$$DA = (S \text{ orla de vegetación} \times (ETR \text{ orla vegetación} - Pe)) + (S \text{ carrizo} \times (ETR \text{ carrizo} - Pe)) + (S \text{ lámina de agua} \times (EV - P))$$

Donde:

- DA es la demanda ambiental consuntiva (m<sup>3</sup>/año)
- S es la superficie (ha)
- ETR es la evapotranspiración real (mm/año)
- EV es la evaporación (mm/año)
- P es la precipitación (mm/año)
- Pe es la precipitación efectiva (mm/año)

Para estimar la superficie de agua y de vegetación asociada a la zona húmeda que van a tener requerimientos hídricos se ha empleado la cartografía del Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España (en adelante, SIOSE) del año 2014, apoyándose de diferentes ortofotos en diferentes fechas.

En el Capítulo 5 se muestra la cartografía del SIOSE y las superficies de agua y vegetación finalmente consideradas para el cálculo de los requerimientos hídricos de estas zonas húmedas, que se sintetizan en la Tabla nº 2.

Código	Nombre	Sup. masa de agua (ha)	Sup. IEZH (ha)	Sup. IHA (ha)	Sup. consideradas	
					Sup. Lámina agua (ha)	Sup. veg. asociada (ha)
ES063MSPF000203660	Laguna de Medina	117,31	120,33	120,33	109,54	21,08
ES063MSPF000203670	Laguna del Comisario	21,47	42,28	42,28	16,78	19,04
ES063MSPF005200200	Laguna Dulce de Zorrilla	7,55	12,63	19,99	7,20	6,47
ES063MSPF005200210	Laguna Salada	28,26	35,53	35,53	27,93	7,79
ES063MSPF005200270	Laguna de Jeli	25,89	37,07	37,07	26,52	10,58
ES063MSPF005200280	Laguna de Montellano	7,32	16,18	16,18	6,84	3,68
ES063MSPF005200290	Laguna de Taraje	18,32	38,57	37,06	11,61	29,35
ES063MSPF005200230	Laguna de San Antonio	16,62	25,15	25,15	7,83	12,17

Tabla nº 2. Superficie considerada en la estimación de requerimiento de necesidades hídricas

La metodología aquí expuesta parte de un enfoque y análisis simplificado que ha posibilitado determinar unos requerimientos hídricos en todas las masas de agua de la categoría lago de la demarcación en un plazo de tiempo y con una disponibilidad de información limitados. Por este motivo, los resultados han de tomarse como una primera aproximación que se irán mejorando conforme se vayan produciendo avances en el conocimiento de esta temática, en general, y para la DHGB, en particular.

### 3.1. REQUERIMIENTOS HÍDRICOS DE LA ORLA DE VEGETACIÓN

Para estimar los requerimientos hídricos de la vegetación asociada a la zona húmeda son necesarios los valores de superficie de la vegetación, su evapotranspiración (ETR) y precipitación efectiva (Pe). Este análisis se realiza mes a mes para un año hidrológico medio, característico de la serie corta (1980/81-2017/18).

La **superficie de la vegetación** asociada se ha estimado con ayuda de ortofotos de diferentes años y se ha apoyado, tal y como se ha comentado, con la cartografía del SIOSE.

El valor de la **ETR** se ha obtenido con el modelo SIMPA para la serie corta (1980/81-2017/18), seleccionando una celda de SIMPA (tamaño 500x500 m) suficientemente representativa, donde se vea con ortofoto que predomina la vegetación asociada a la masa lago.

La **precipitación efectiva** como término agrario es el porcentaje de lluvia que puede compensar las necesidades hídricas de los cultivos, ya que es la lluvia que es aprovechable en la zona de las raíces de la planta permitiendo a la planta germinar o mantener su crecimiento.

La precipitación efectiva para la vegetación se ha estimado de manera simplificada teniendo en cuenta los valores mensuales de SIMPA de la serie corta (1980/81-2017/18) de la evapotranspiración potencial (ETP) y la precipitación (P). Y se ha establecido una precipitación efectiva como el valor mínimo entre ellos, de tal manera que:

- si la  $P > ETP$ , la  $P_e$  será aquella que permite satisfacer todas las necesidades de la planta (valor igual a la ETP), y
- si la  $P < ETP$ , la  $P_e$  en este caso será la máxima precipitación que pueda utilizar la planta (valor igual a la P), que es lo que ocurre en todos los meses en un año medio.

En la Tabla nº 3 se muestra un ejemplo de estimación de la precipitación efectiva.

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
ETP (mm)	70,05	41,79	28,47	30,31	45,06	69,06	100,94	134,13	168,98	189,76	164,74	113,83
P (mm)	53,20	38,39	28,20	29,91	44,25	63,98	86,30	96,82	40,67	0,77	3,91	28,49
<b>Precipitación efectiva (Pe) (mm)</b>	<b>53,20</b>	<b>38,39</b>	<b>28,20</b>	<b>29,91</b>	<b>44,25</b>	<b>63,98</b>	<b>86,30</b>	<b>96,82</b>	<b>40,67</b>	<b>0,77</b>	<b>3,91</b>	<b>28,49</b>

Tabla nº 3. Estimación simplificada de la  $P_e$  en la Laguna Dulce de Zorrilla

En la estimación de los requerimientos hídricos para el mantenimiento de la orla de vegetación asociada a la laguna es importante diferenciar la vegetación de carrizo (*Phragmites australis*) del resto de vegetación. El carrizo es una vegetación con unos valores de evapotranspiración muy elevados, que da lugar a unos requerimientos de agua mucho mayores que el resto de vegetación de ribera.

Mediante el empleo del ETP de SIMPA con celdas 500x500 metros es difícil discriminar este tipo de vegetación. Por ello, la ETP del carrizo se estima mediante bibliografía, aplicando el procedimiento FAO-56 (*Food and Agriculture Organization -FAO-, 2006*), consistente en el producto de un coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) por la evapotranspiración de referencia ( $ET_0$ ). La formulación adoptada para el carrizo es:

$$ET_c = ET_0 \cdot K_c$$

Donde:

- $ET_c$ : evapotranspiración del cultivo (mm)
- $K_c$ : coeficiente del cultivo (adimensional)
- $ET_0$ : evapotranspiración del cultivo de referencia (mm)

En la Figura nº 10 se esquematiza este procedimiento.

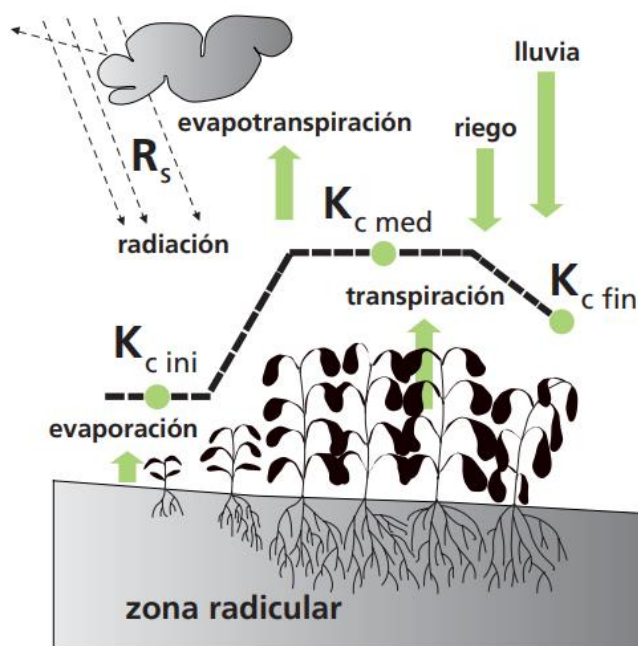


Figura nº 10. Evapotranspiración del cultivo y curva del  $K_c$  en función del desarrollo

Para la estimación de la  $ET_0$  se ha consultado la Red de Información Agroclimática de Andalucía (RIA), de la Junta de Andalucía, y bibliografía de la FAO:

- a) Por un lado, la RIA, a través de una serie de estaciones meteorológicas automáticas distribuidas en diferentes zonas de Andalucía, permite disponer de información agrometeorológica para el conjunto de los regadíos de Andalucía, entre los que se encuentran valores de evapotranspiración de referencia ( $ET_0$ ).

De las estaciones agroclimáticas se ha seleccionado la de Moguer, por ser la más cercana al conjunto de zonas húmedas objeto de análisis en el presente documento (Tabla nº 4).

- b) Por otro lado, en los estudios de la FAO se exponen unos valores de coeficientes de cultivo ( $K_c$ ) para diferentes cultivos y formaciones vegetales, entre ellas el carrizo (Tabla nº 5).

ET <sub>0</sub> (mm)	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	SUMA
Puerto de Santa María	97,46	63,79	48,69	51,96	62,88	105,92	136,23	178,62	197,65	200,31	174,20	129,41	1.447,13

Tabla nº 4. Valores ET<sub>0</sub> medios (06/04/2001 al 09/12/2010) en la estación del Puerto de Santa María

Cultivo	K <sub>c ini</sub> <sup>1</sup>	K <sub>c med</sub>	K <sub>c fin</sub>	Altura Máx. Cultivo (h) (m)
<b>o. Humedales – clima templado</b>				
Anea (Typha), Junco (Scirpus), muerte por heladas	0,30	1,20	0,30	2
Anea, Junco, sin heladas	0,60	1,20	0,60	2
Vegetación pequeña, sin heladas	1,05	1,10	1,10	0,3
Carrizo (Phragmites), con agua sobre el suelo	1,00	1,20	1,00	1-3
Carrizo, suelo húmedo	0,90	1,20	0,70	1-3

Tabla nº 5. Valores del coeficiente único (promedio temporal) del cultivo, K<sub>c</sub>

Con estos valores de K<sub>c</sub> se ha optado por dar al carrizo una K<sub>c</sub> de 1 con lo que aplicando la fórmula  $ET_c = ET_0 \cdot K_c$ , el valor de evapotranspiración estimado para el carrizo en los humedales objeto de análisis en el presente documento sería el mostrado en la Tabla nº 6.

Evapotranspiración (mm)	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	SUMA
Carrizo	97,46	63,79	48,69	51,96	62,88	105,92	136,23	178,62	197,65	200,31	174,20	129,41	1.447,13

Tabla nº 6. Valores estimados de ETR del carrizo para los humedales analizados

Por lo tanto, como se ha comentado, el carrizo presenta unos valores de evapotranspiración muy elevados, cercanos al ET<sub>0</sub>, al menos hasta su secado si retrocede la lámina de agua y se reducen sus disponibilidades hídricas.

En este estudio se ha estimado que los humedales con un denso carrizal (según la descripción contenida en el Decreto 1/2017, de 10 de enero, por el que se aprueban el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de las Reservas Naturales de las Lagunas de Cádiz (BOJA Nº 25, martes 7 de febrero de 2017), tienen de media un 20% de la superficie de vegetación ocupado por carrizo. Este porcentaje se ha estimado mediante revisión de ortofotos en diferentes fechas. Para el resto de humedales en los que se describe la existencia de carrizal sin especificar superficies ni que sea un denso carrizal, esta superficie se ha estimado en el 10% de la superficie de vegetación asociada al humedal.

En la Tabla nº 7, Tabla nº 8 y Tabla nº 9 se detalla para cada laguna el promedio mensual de las variables ETP y ETR obtenidas con SIMPA para la serie corta (1980/81-2017/18) y la estimación de la Pe, respectivamente; variables empleadas para la estimación de los requerimientos hídricos de la orla de vegetación asociada a cada laguna.

Código	Nombre	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	ANUAL
ES063MSPF000203660	Laguna de Medina	72,83	44,59	30,74	32,72	47,71	70,45	101,56	137,64	172,30	185,76	163,75	111,77	<b>1.171,80</b>
ES063MSPF000203670	Laguna del Comisario	70,07	43,84	31,11	32,66	46,50	68,31	97,87	136,09	160,68	181,40	159,42	109,42	<b>1.137,38</b>
ES063MSPF005200200	Laguna Dulce de Zorrilla	70,05	41,79	28,47	30,31	45,06	69,06	100,94	134,13	168,98	189,76	164,74	113,83	<b>1.157,11</b>
ES063MSPF005200210	Laguna Salada	68,39	41,36	28,92	30,45	45,23	68,29	96,82	133,40	160,67	178,40	154,88	107,15	<b>1.113,96</b>
ES063MSPF005200270	Laguna de Jeli	72,07	45,15	32,61	34,48	49,12	72,70	100,47	137,98	164,85	182,04	159,95	110,54	<b>1.161,96</b>
ES063MSPF005200280	Laguna de Montellano	70,32	44,02	31,71	33,54	47,37	70,04	97,69	135,59	159,92	178,62	157,33	108,24	<b>1.134,37</b>
ES063MSPF005200290	Laguna de Taraje	70,12	43,40	30,71	32,53	46,59	67,65	97,17	135,10	159,95	179,84	158,36	109,08	<b>1.130,50</b>
ES063MSPF005200230	Laguna de San Antonio	69,27	43,41	30,81	32,31	46,48	67,52	95,73	135,24	158,73	178,61	157,54	108,42	<b>1.124,07</b>

Tabla nº 7. Valores de ETP (mm) según el modelo SIMPA, serie corta (1980/81-2017/18)

Código	Nombre	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	ANUAL
ES063MSPF000203660	Laguna de Medina	52,30	46,58	34,54	35,56	51,73	68,50	93,00	83,88	36,95	3,35	4,65	25,65	<b>536,71</b>
ES063MSPF000203670	Laguna del Comisario	48,54	43,58	33,89	33,72	47,06	66,47	92,60	97,62	47,12	8,55	4,89	24,72	<b>548,75</b>
ES063MSPF005200200	Laguna Dulce de Zorrilla	53,18	38,38	28,20	29,92	44,26	64,02	86,29	97,01	41,69	0,91	3,92	28,48	<b>516,26</b>
ES063MSPF005200210	Laguna Salada	49,63	43,31	32,23	34,53	49,95	67,97	88,07	88,69	35,11	9,04	3,03	24,20	<b>525,78</b>
ES063MSPF005200270	Laguna de Jeli	47,68	40,77	31,43	32,52	45,42	65,88	88,46	94,10	38,14	2,73	4,08	23,15	<b>514,36</b>
ES063MSPF005200280	Laguna de Montellano	50,07	43,09	32,20	33,89	47,06	68,54	91,66	97,83	50,28	9,50	6,13	25,08	<b>555,34</b>
ES063MSPF005200290	Laguna de Taraje	45,74	42,96	32,40	33,43	46,37	63,22	87,94	85,12	34,12	7,76	4,13	22,17	<b>505,35</b>
ES063MSPF005200230	Laguna de San Antonio	47,35	43,28	33,83	34,63	46,77	64,85	89,50	86,82	38,06	7,33	4,07	23,86	<b>520,37</b>

Tabla nº 8. Valores de ETR (mm) según el modelo SIMPA, serie corta (1980/81-2017/18)

Código	Nombre	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	ANUAL
ES063MSPF000203660	Laguna de Medina	46,17	39,85	30,16	30,63	43,83	59,68	82,45	68,72	12,20	1,06	4,99	24,39	<b>444,13</b>
ES063MSPF000203670	Laguna del Comisario	45,10	39,29	29,59	29,37	42,35	60,65	85,58	93,84	39,99	1,49	4,37	24,64	<b>496,27</b>
ES063MSPF005200200	Laguna Dulce de Zorrilla	53,20	38,39	28,20	29,91	44,25	63,98	86,30	96,82	40,67	0,77	3,91	28,49	<b>514,89</b>
ES063MSPF005200210	Laguna Salada	44,68	36,66	27,72	29,10	43,07	59,67	77,59	65,40	9,73	1,04	3,21	23,96	<b>421,83</b>
ES063MSPF005200270	Laguna de Jeli	48,08	40,82	31,77	32,81	46,01	66,12	88,80	94,41	38,05	2,58	4,09	22,92	<b>516,46</b>
ES063MSPF005200280	Laguna de Montellano	46,34	39,71	28,67	30,18	42,54	62,90	86,12	97,80	50,10	5,00	4,60	25,33	<b>519,30</b>
ES063MSPF005200290	Laguna de Taraje	43,28	38,72	29,18	30,19	41,58	58,29	81,53	70,13	13,21	1,55	4,41	22,11	<b>434,18</b>
ES063MSPF005200230	Laguna de San Antonio	44,46	39,18	30,25	30,76	42,12	59,63	83,31	83,32	22,53	1,63	3,70	25,48	<b>466,37</b>

Tabla nº 9. Valores de Pe (mm). Estimación simplificada con datos de ETP y Precipitación



### 3.2. REQUERIMIENTO HÍDRICOS POR EVAPORACIÓN DE LA LÁMINA DE AGUA

La estimación de estos requerimientos hídricos o demanda ambiental se considera que debe ser igual a las pérdidas por evaporación de la lámina de agua menos la precipitación.

$$DA = S \text{ lámina de agua} \times (EV - P)$$

Donde:

- DA es la demanda ambiental consuntiva (m<sup>3</sup>/año)
- S es la superficie de lámina de agua (ha)
- EV es la evaporación (mm/año)
- P es la precipitación (mm/año)

Primeramente, se calcula la **superficie de la lámina de agua** libre empleando la delimitación GIS de las masas de agua, la cartografía de usos del suelo del SIOSE y mediante el apoyo de imágenes satélite de diferentes fechas.

El valor de **evaporación** considerada se ha obtenido de los valores de evaporación calculados para los embalses en el Anejo VI (Asignación y reservas de recursos a usos) del Plan Hidrológico, asumiendo para cada lago o laguna los datos de evaporación del embalse más cercano.

Por último, el valor de **precipitación** considerado ha sido el valor procedente del modelo SIMPA de la serie corta (1980/81-2017/18).

Este análisis se realiza mes a mes para un año hidrológico medio, característico de la serie corta (1980/81-2017/18).

Además, se ha tenido en cuenta un factor hidrológico esencial para el mantenimiento de este tipo de lagunas. Este factor es la temporalidad de la laguna, es decir la presencia de una lámina de agua en la laguna a lo largo del año hidrológico. Esta temporalidad de las lagunas está documentada en el IHA. Partiendo de esta fuente de información se ha comprobado este factor hidrológico analizando las imágenes por satélite disponibles.

En base a este factor, las lagunas pueden ser clasificadas en:

- Permanente: si la laguna permanece inundada todo el año. En este caso los valores considerados de precipitación y evaporación son los valores medios anuales.
- Temporal: si la laguna permanece inundada alrededor de 9 meses al año. Se ha establecido un nuevo valor para la precipitación y evaporación que resulta del total de los meses del año, exceptuando los tres de verano (julio, agosto y septiembre) en los que no hay lámina de agua.
- Efímera: si la laguna permanece inundada alrededor de 3 meses al año. En este caso los valores considerados teniendo en cuenta los tres meses que cubren la casi totalidad de la

primavera (abril, mayo, junio) y donde hay más probabilidades de que sean los meses en que la laguna esté con lámina de agua.

De las 8 zonas húmedas identificadas como masas de agua, 3 de ellas permanecen inundadas todo el año, mientras que las otras 5 son temporales y llegan a secarse en periodos secos.

En la Tabla nº 10 y la Tabla nº 11 se detalla para cada laguna el promedio mensual de evaporación y precipitación, respectivamente.

Por su parte, la Tabla nº 12 muestra el balance mensual considerando los recursos que recibe el lago o laguna de forma directa por la infiltración de la lluvia menos las pérdidas por evaporación en la lámina de agua, donde se ven reflejadas las situaciones de déficit a las que se llega en cada una de las 8 masas de agua consideradas. Todos los meses, excepto el periodo de noviembre a febrero, se presentarían deficitarios.

Código	Nombre	Temporalidad	Embalse más cercano	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	ANUAL
ES063MSPF000203660	Laguna de Medina	Permanente	E. de Guadalcaçín	81,60	47,80	37,40	38,80	55,80	81,10	110,70	143,40	182,70	199,10	181,60	131,70	<b>1.291,70</b>
ES063MSPF000203670	Laguna del Comisario	Temporal	E. de Guadalcaçín	81,60	47,80	37,40	38,80	55,80	81,10	110,70	143,40	182,70	--	--	--	<b>779,30</b>
ES063MSPF005200200	Laguna Dulce de Zorrilla	Permanente	E. de Guadalcaçín	81,60	47,80	37,40	38,80	55,80	81,10	110,70	143,40	182,70	199,10	181,60	131,70	<b>1.291,70</b>
ES063MSPF005200210	Laguna Salada	Temporal	E. de Arcos	117,70	74,60	61,60	57,10	66,70	102,60	110,50	147,40	185,20	--	--	--	<b>923,40</b>
ES063MSPF005200270	Laguna de Jeli	Permanente	E. de Guadalcaçín	81,60	47,80	37,40	38,80	55,80	81,10	110,70	143,40	182,70	199,10	181,60	131,70	<b>1.291,70</b>
ES063MSPF005200280	Laguna de Montellano	Temporal	E. de Guadalcaçín	81,60	47,80	37,40	38,80	55,80	81,10	110,70	143,40	182,70	--	--	--	<b>779,30</b>
ES063MSPF005200290	Laguna de Taraje	Temporal	E. de Guadalcaçín	81,60	47,80	37,40	38,80	55,80	81,10	110,70	143,40	182,70	--	--	--	<b>779,30</b>
ES063MSPF005200230	Laguna de San Antonio	Temporal	E. de Guadalcaçín	81,60	47,80	37,40	38,80	55,80	81,10	110,70	143,40	182,70	--	--	--	<b>779,30</b>

Tabla nº 10. Tasa de evaporación (mm)

Código	Nombre	Temporalidad	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	ANUAL
ES063MSPF000203660	Laguna de Medina	Permanente	68,41	95,87	89,21	70,83	52,51	51,70	46,48	32,34	6,18	0,74	4,65	25,65	<b>544,57</b>
ES063MSPF000203670	Laguna del Comisario	Temporal	68,95	104,83	96,13	73,86	62,46	55,64	44,59	33,53	7,48	--	--	--	<b>547,47</b>
ES063MSPF005200200	Laguna Dulce de Zorrilla	Permanente	80,56	93,19	107,06	74,31	61,86	53,19	53,04	38,42	6,74	0,61	3,92	29,35	<b>602,24</b>
ES063MSPF005200210	Laguna Salada	Temporal	67,68	92,40	86,68	67,49	56,11	51,67	45,45	30,87	7,11	--	--	--	<b>505,46</b>
ES063MSPF005200270	Laguna de Jeli	Permanente	67,74	102,81	99,59	73,29	64,57	57,29	47,92	28,45	6,69	2,38	4,08	23,58	<b>578,40</b>
ES063MSPF005200280	Laguna de Montellano	Temporal	68,59	104,40	101,26	74,20	65,90	58,61	47,06	30,36	7,23	--	--	--	<b>557,61</b>
ES063MSPF005200290	Laguna de Taraje	Temporal	63,83	102,58	85,67	72,55	57,82	55,68	45,09	31,41	7,30	--	--	--	<b>521,92</b>

Código	Nombre	Temporalidad	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	ANUAL
ES063MSPF005200230	Laguna de San Antonio	Temporal	65,76	102,94	93,09	72,86	60,02	55,53	44,94	32,39	7,48	--	--	--	<b>535,01</b>

Tabla nº 11. Valores de precipitación (mm) según el modelo SIMPA, serie corta (1980/81-2017/18)

Código	Nombre	Temporalidad laguna	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	BALANCE ANUAL	Déficit final considerado <sup>(1)</sup>
ES063MSPF000203660	Laguna de Medina	Permanente	-13,19	48,07	51,81	32,03	-3,29	-29,40	-64,22	-111,06	-176,52	-198,36	-176,95	-106,05	-747,13	<b>-879,04</b>
ES063MSPF000203670	Laguna del Comisario	Temporal	-12,65	57,03	58,73	35,06	6,66	-25,46	-66,11	-109,87	-175,22	--	--	--	-231,83	<b>-389,31</b>
ES063MSPF005200200	Laguna Dulce de Zorrilla	Permanente	-1,04	45,39	69,66	35,51	6,06	-27,91	-57,66	-104,98	-175,96	-198,49	-177,68	-102,35	-689,46	<b>-846,07</b>
ES063MSPF005200210	Laguna Salada	Temporal	-50,02	17,80	25,08	10,39	-10,59	-50,93	-65,05	-116,53	-178,09	--	--	--	-417,94	<b>-471,21</b>
ES063MSPF005200270	Laguna de Jeli	Permanente	-13,86	55,01	62,19	34,49	8,77	-23,81	-62,78	-114,95	-176,01	-196,72	-177,52	-108,12	-713,30	<b>-873,77</b>
ES063MSPF005200280	Laguna de Montellano	Temporal	-13,01	56,60	63,86	35,40	10,10	-22,49	-63,64	-113,04	-175,47	--	--	--	-221,69	<b>-387,66</b>
ES063MSPF005200290	Laguna de Taraje	Temporal	-17,77	54,78	48,27	33,75	2,02	-25,42	-65,61	-111,99	-175,40	--	--	--	-257,38	<b>-396,19</b>
ES063MSPF005200230	Laguna de San Antonio	Temporal	-15,84	55,14	55,69	34,06	4,22	-25,57	-65,76	-111,01	-175,22	--	--	--	-244,29	<b>-393,41</b>

(1) El déficit final considerado se obtiene como la suma de los meses en los que la evaporación supera la precipitación.

Tabla nº 12. Estimación del déficit correspondiente a cada masa de agua

De acuerdo con la metodología descrita, el presente estudio se ha basado en cuantificar recursos que recibe el lago o laguna de forma directa por la infiltración de lluvia, analizándose si con estos recursos es suficiente para mantener la dinámica de la laguna con sus fluctuaciones naturales o si son necesario aportes adicionales.

En todas las lagunas el balance anual indica la existencia de una situación deficitaria, que implica que necesitan de otros orígenes de recursos además de la lluvia para mantener la lámina de agua.

Se ha considerado como requerimientos hídricos por mantenimiento de la lámina de agua la suma de los meses con déficit, necesidades a suplir con agua de orígenes distintos a lluvia directa sobre la laguna (escorrentía superficial o subterránea). El origen de estos aportes adicionales se ha podido identificar a partir de las fichas del IHA y quedan reflejados en la Tabla nº 1.

## 4. RESULTADOS

En la Tabla nº 13 y la Tabla nº 14 se recogen, para cada una de las lagunas estudiadas, los requerimientos hídricos de la orla de vegetación asociada y los requerimientos hídricos de la lámina de agua, respectivamente.

Por último, en la Tabla nº 15 se muestra la estimación del requerimiento ambiental para el mantenimiento de cada una de las zonas húmedas. Este resultado debe entenderse como que la precipitación caída sobre el lago por sí sola no permite el mantenimiento de la orla de vegetación y lámina de agua, y hace que sean necesarios otros orígenes de recurso como escorrentía superficial o subterránea.

Nótese que esta estimación de requerimientos hídricos permite mantener, con características climáticas de un año medio, la superficie de lámina de agua indicada durante 12 meses para las lagunas permanentes y durante 9 meses para las lagunas temporales.

CÓDIGO	Masa de agua	VEGETACIÓN							
		Superficie total lámina agua (ha)	Total veg. asociada a zona húmeda para cálculo (ha)	Vegetación (no carrizo) (ha)	Vegetación Carrizo (ha)	ETR Vegetación (no carrizo) (mm/año)	ETR Vegetación Carrizo (mm/año)	Pe (mm/año)	DA Veg. (ETR-Pe) (m³/año)
ES063MSPF000203660	Laguna de Medina	109,54	21,08	18,97	2,11	536,71	1.447,13	444,13	<b>38.707</b>
ES063MSPF000203670	Laguna del Comisario	16,78	19,04	17,14	1,90	548,75	1.447,13	496,27	<b>27.099</b>
ES063MSPF005200200	Laguna Dulce de Zorrilla	7,20	6,47	5,18	1,29	516,26	1.447,13	514,89	<b>12.134</b>
ES063MSPF005200210	Laguna Salada	27,93	7,79	7,01	0,78	525,78	1.447,13	421,83	<b>15.275</b>
ES063MSPF005200270	Laguna de Jeli	26,52	10,58	8,46	2,12	514,36	1.447,13	516,46	<b>19.515</b>
ES063MSPF005200280	Laguna de Montellano	6,84	3,68	3,31	0,37	555,34	1.447,13	519,30	<b>4.608</b>
ES063MSPF005200290	Laguna de Taraje	11,61	29,35	26,42	2,94	505,35	1.447,13	434,18	<b>48.527</b>
ES063MSPF005200300	Laguna de San Antonio	7,83	12,17	9,74	2,43	520,37	1.447,13	466,37	<b>29.128</b>
									<b>194.993</b>

Tabla nº 13. Requerimientos hídricos de la orla de vegetación asociada a la laguna

CÓDIGO	Masa de agua	TEMPORALIDAD	EV (Emb. cercano al que se le asocia)	LÁMINA DE AGUA				
				EV (Lámina Agua) (mm/año)	EV (Lámina Agua) (mm/año) (temporalidad)	Precipitación (SIMPA) (mm/año) (temporalidad)	EV-Prec (mm/año)	DA Lám. Agua (EV-Prec) (m³/año)
ES063MSPF000203660	Laguna de Medina	Permanente	Embalse de Guadalcaén	1.291,70	1.291,70	544,57	<b>879,04</b>	<b>962.900</b>
ES063MSPF000203670	Laguna del Comisario	Temporal	Embalse de Guadalcaén	1.291,70	779,30	547,47	<b>389,31</b>	<b>65.326</b>

CÓDIGO	Masa de agua	TEMPORALIDAD	EV (Emb. cercano al que se le asocia)	LÁMINA DE AGUA				
				EV (Lámina Agua) (mm/año)	EV (Lámina Agua) (mm/año) (temporalidad)	Precipitación (SIMPA) (mm/año) (temporalidad)	EV-Prec (mm/año)	DA Lám. Agua (EV-Prec) (m <sup>3</sup> /año)
ES063MSPF005200200	Laguna Dulce de Zorrilla	Permanente	Embalse de Guadalcaçín	1.291,70	1.291,70	602,24	<b>846,07</b>	<b>60.917</b>
ES063MSPF005200210	Laguna Salada	Temporal	Embalse de Arcos	1.498,10	923,40	505,46	<b>471,21</b>	<b>131.610</b>
ES063MSPF005200270	Laguna de Jeli	Permanente	Embalse de Guadalcaçín	1.291,70	1.291,70	578,40	<b>873,77</b>	<b>231.724</b>
ES063MSPF005200280	Laguna de Montellano	Temporal	Embalse de Guadalcaçín	1.291,70	779,30	557,61	<b>387,66</b>	<b>26.516</b>
ES063MSPF005200290	Laguna de Taraje	Temporal	Embalse de Guadalcaçín	1.291,70	779,30	521,92	<b>396,19</b>	<b>45.998</b>
ES063MSPF005200300	Laguna de San Antonio	Temporal	Embalse de Guadalcaçín	1.291,70	779,30	535,01	<b>393,41</b>	<b>30.804</b>
								<b>1.555.794</b>

Tabla nº 14. Requerimientos hídricos de la lámina de agua



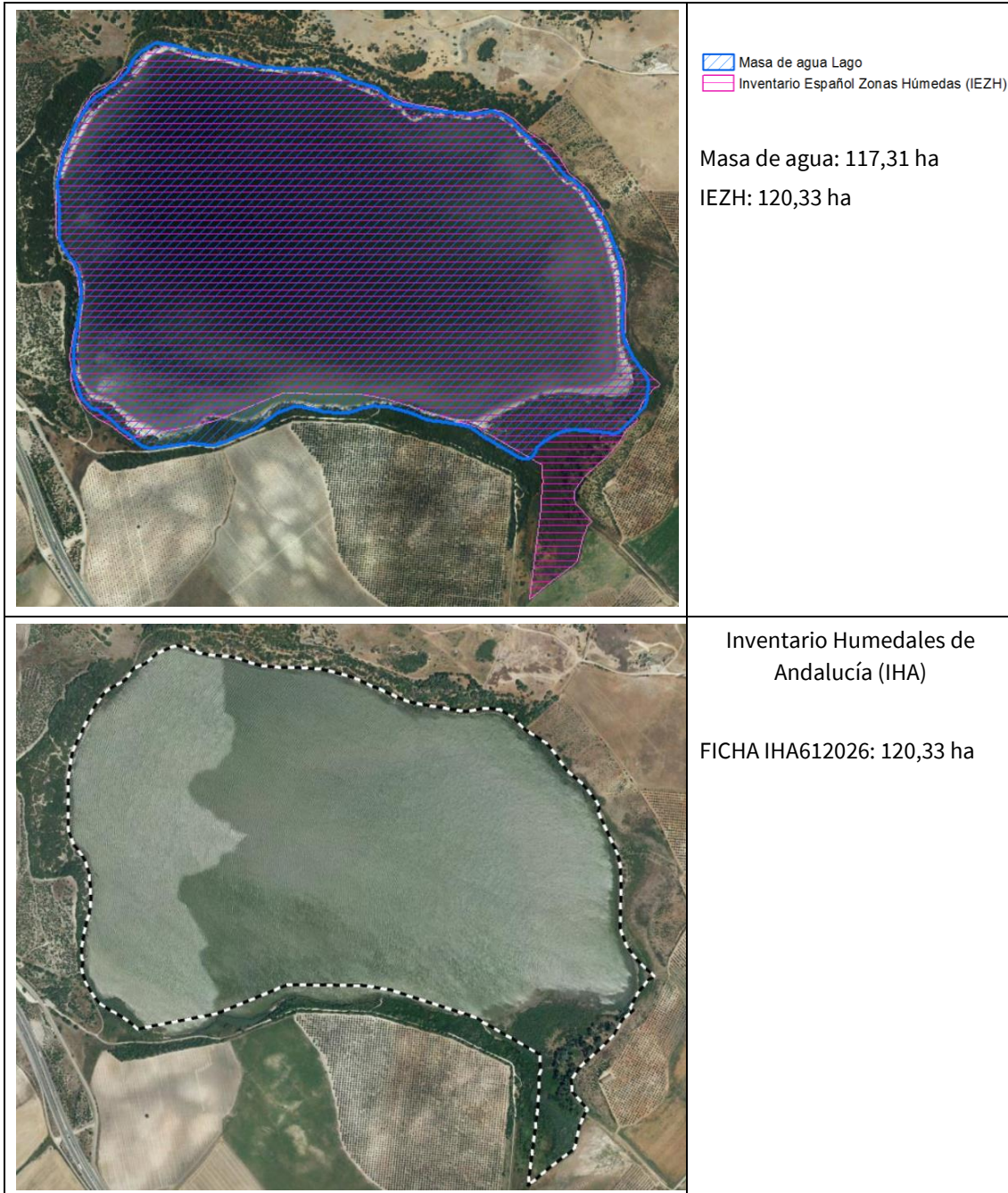
CÓDIGO	NOMBRE	Sup. Lámina agua (ha)	Sup. veg. Asociada (ha)	TEMPORALIDAD	DA VEGETACIÓN	DA LÁMINA DE AGUA	DA MANTENIMIENTO ZONA HÚMEDA	Origen requerimiento ambiental	
					(ETR-Pe) (m <sup>3</sup> /año)	(EV-Prec) (m <sup>3</sup> /año)	(ETR-Pe) +(EV-Prec) (m <sup>3</sup> /año)	Origen del recurso principal	Origen del recurso complementario
ES063MSPF000203660	Laguna de Medina	109,54	21,08	Permanente	<b>38.707</b>	<b>962.900</b>	<b>1.001.607</b>	Superficial drenaje cuenca vertiente (principalmente)	Aportes subterráneos muy reducidos (ES063MSBT000620080 Aluvial del Guadalete)
ES063MSPF000203670	Laguna del Comisario	16,78	19,04	Temporal	<b>27.099</b>	<b>65.326</b>	<b>92.425</b>	Superficial drenaje cuenca vertiente	--
ES063MSPF005200200	Laguna Dulce de Zorrilla	7,20	6,47	Permanente	<b>12.134</b>	<b>60.917</b>	<b>73.051</b>	Superficial drenaje cuenca vertiente (principalmente)	Aportes subterráneos muy reducidos procedentes de los terrenos acuitados
ES063MSPF005200210	Laguna Salada	27,93	7,79	Temporal	<b>15.275</b>	<b>131.610</b>	<b>146.885</b>	Superficial drenaje cuenca vertiente	Aportes subterráneos (ES063MSBT000620100 Sanlúcar - Chipiona - Rota -Puerto de Santa María)
ES063MSPF005200270	Laguna de Jeli	26,52	10,58	Permanente	<b>19.515</b>	<b>231.724</b>	<b>251.238</b>	Superficial drenaje cuenca vertiente (principalmente)	Pequeño acuífero interconectado con la laguna, de forma que en algunos periodos la laguna cede al acuífero y viceversa
ES063MSPF005200280	Laguna de Montellano	6,84	3,68	Temporal	<b>4.608</b>	<b>26.516</b>	<b>31.124</b>	Superficial drenaje cuenca vertiente	--
ES063MSPF005200290	Laguna de Taraje	11,61	29,35	Temporal	<b>48.527</b>	<b>45.998</b>	<b>94.525</b>	Superficial drenaje cuenca vertiente	Excedente agua Laguna San Antonio

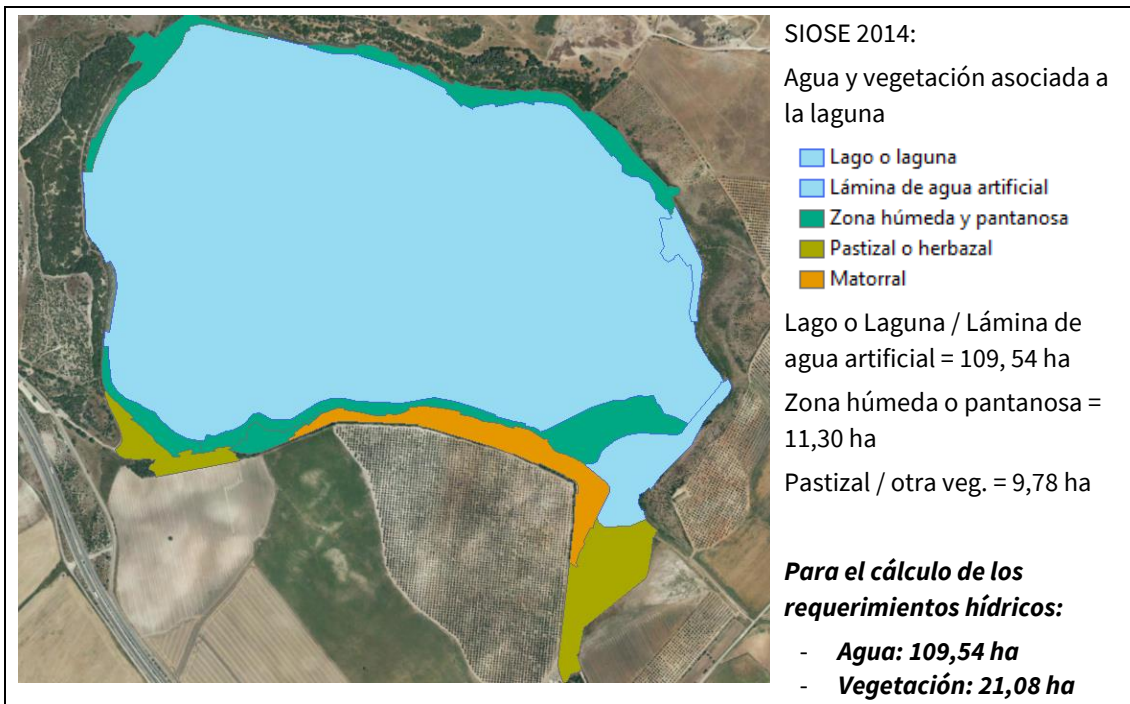
CÓDIGO	NOMBRE	Sup. Lámina agua (ha)	Sup. veg. Asociada (ha)	TEMPORALIDAD	DA VEGETACIÓN	DA LÁMINA DE AGUA	DA MANTENIMIENTO ZONA HÚMEDA	Origen requerimiento ambiental	
					(ETR-Pe) (m <sup>3</sup> /año)	(EV-Prec) (m <sup>3</sup> /año)	(ETR-Pe) +(EV-Prec) (m <sup>3</sup> /año)	Origen del recurso principal	Origen del recurso complementario
ES063MSPF005200300	Laguna de San Antonio	7,83	12,17	Temporal	<b>29.128</b>	<b>30.804</b>	<b>59.932</b>	Efluente depurado en la EDAR "El Montañés"	Superficial drenaje cuenca vertiente
					<b>194.993</b>	<b>1.555.794</b>	<b>1.750.787</b>		

Tabla nº 15. Estimación requerimiento ambiental del mantenimiento de la zona húmeda

## 5. DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA Y ORTOFOTOGRAFÍA

### 5.1. LAGUNA DE MEDINA







IMÁGENES GOOGLE EARTH



OCTUBRE 2004



FEBRERO 2005





AGOSTO 2012



SEPTIEMBRE 2012

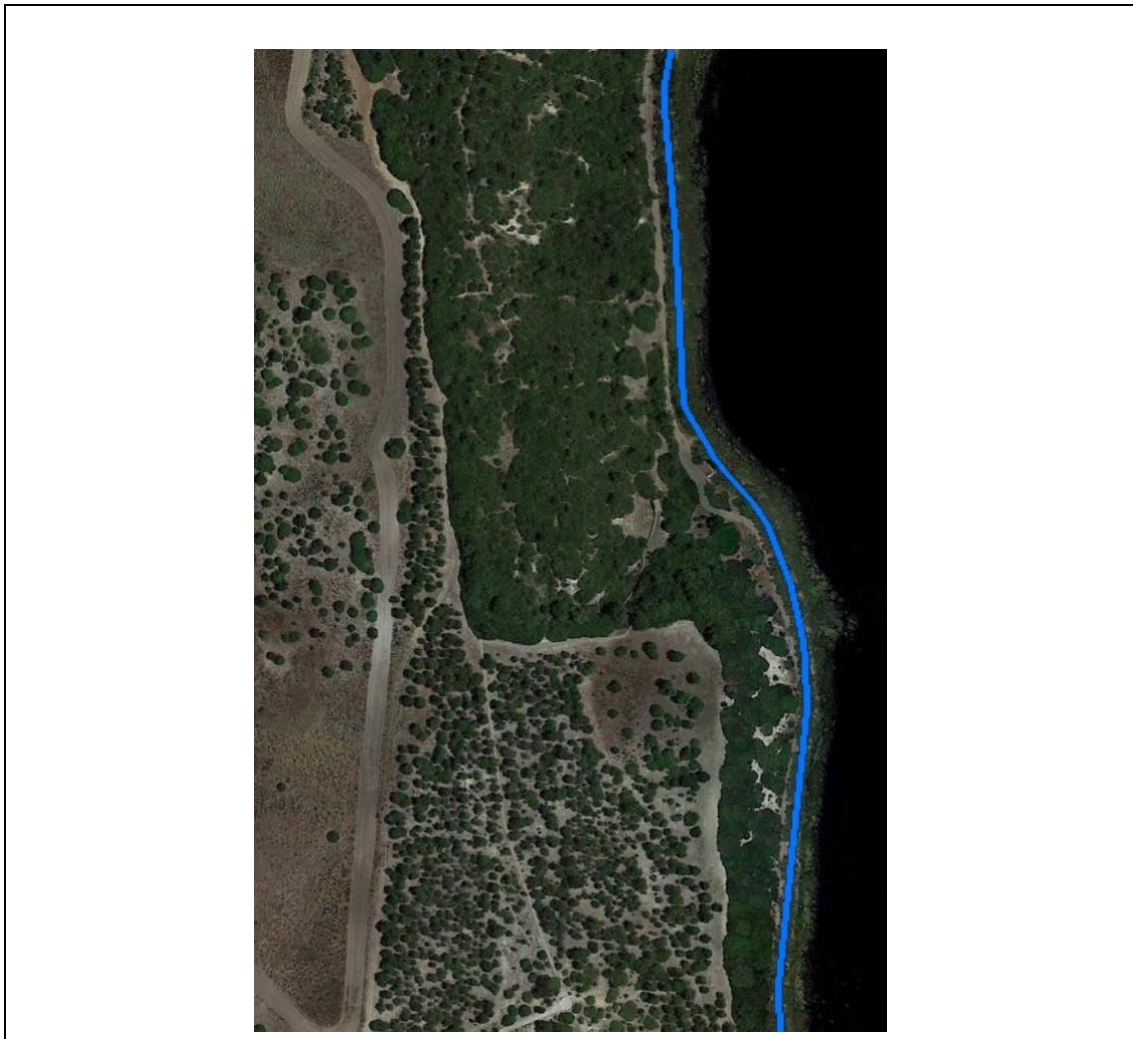






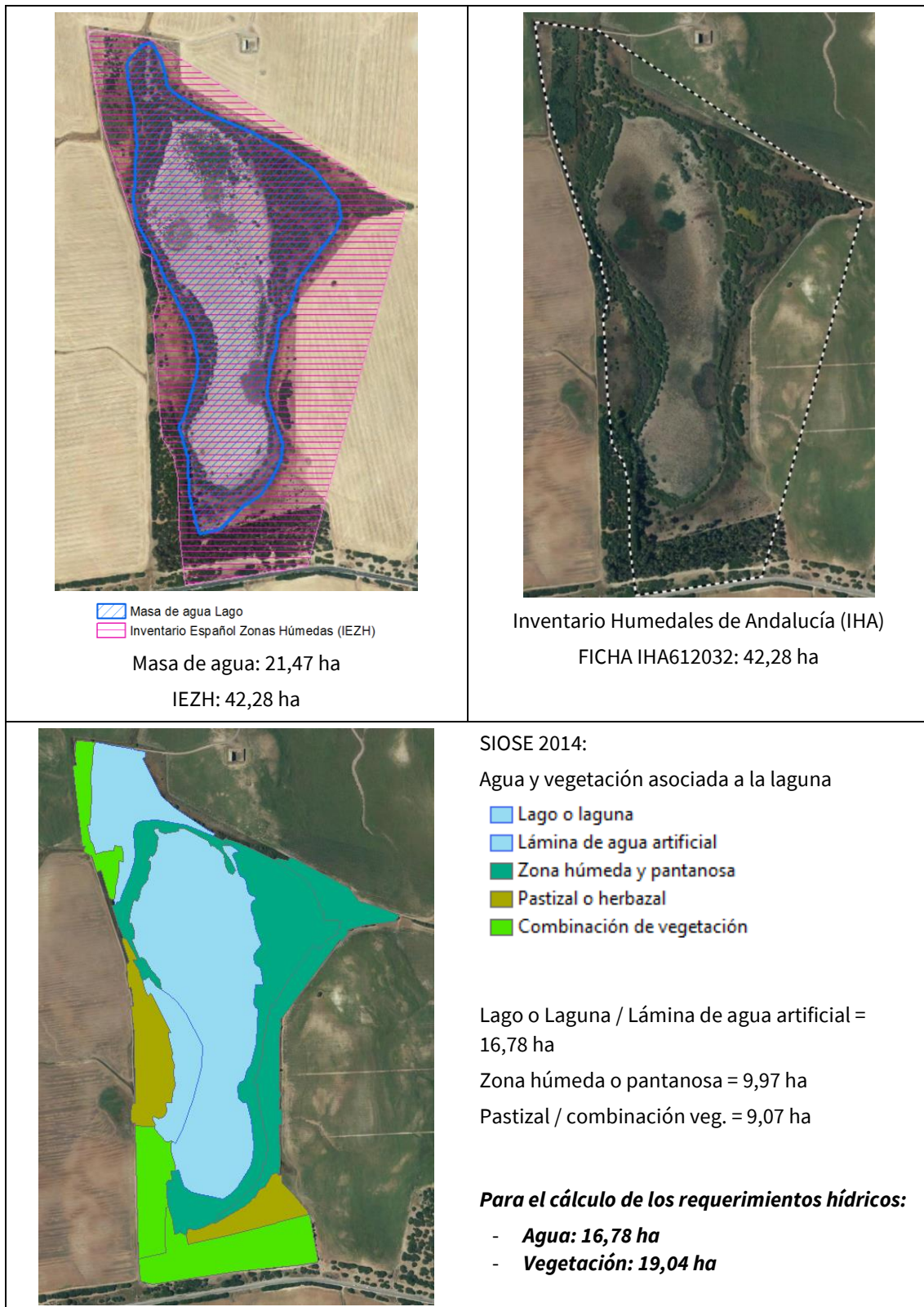
Zoom (vegetación perimetral)

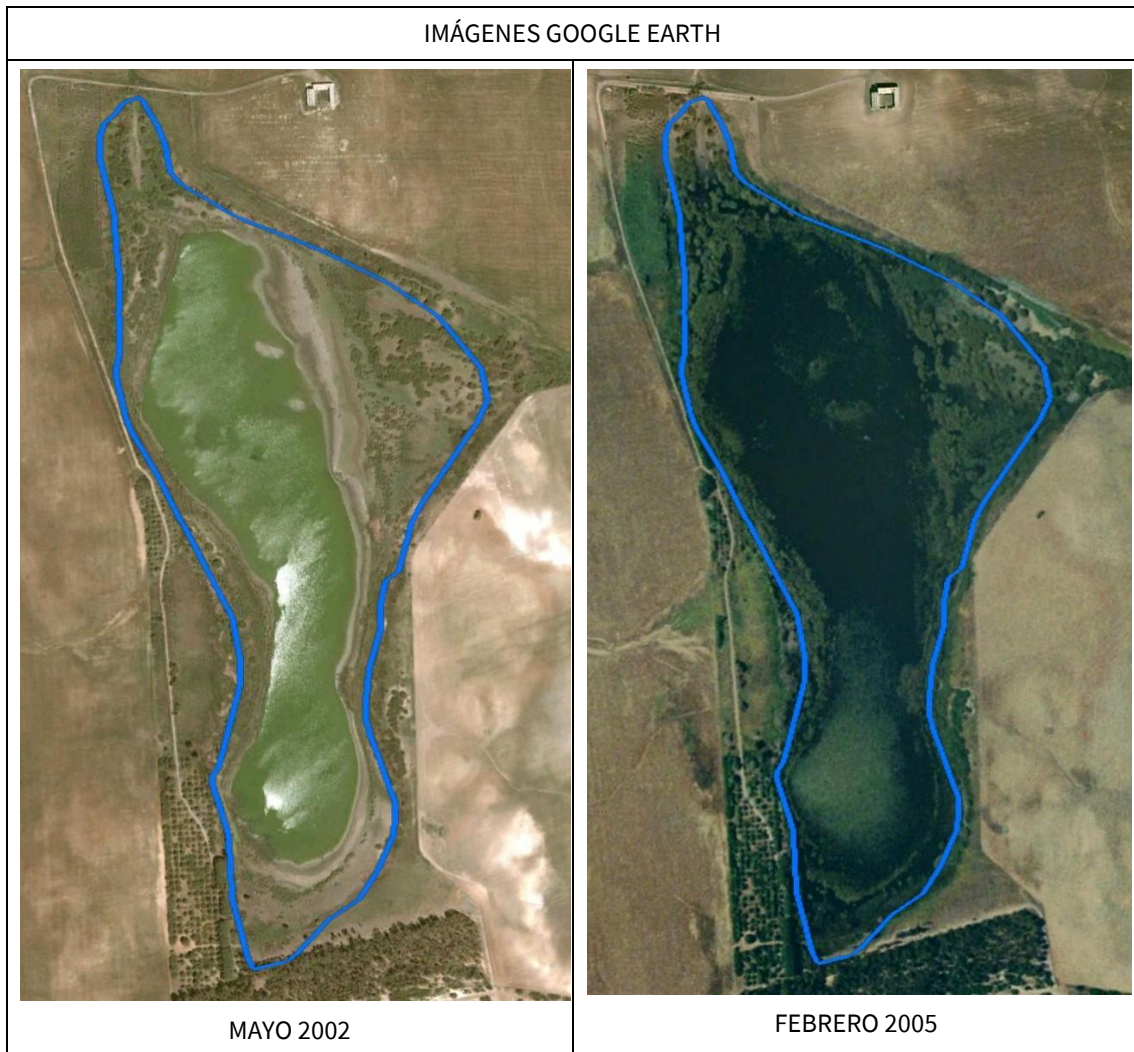




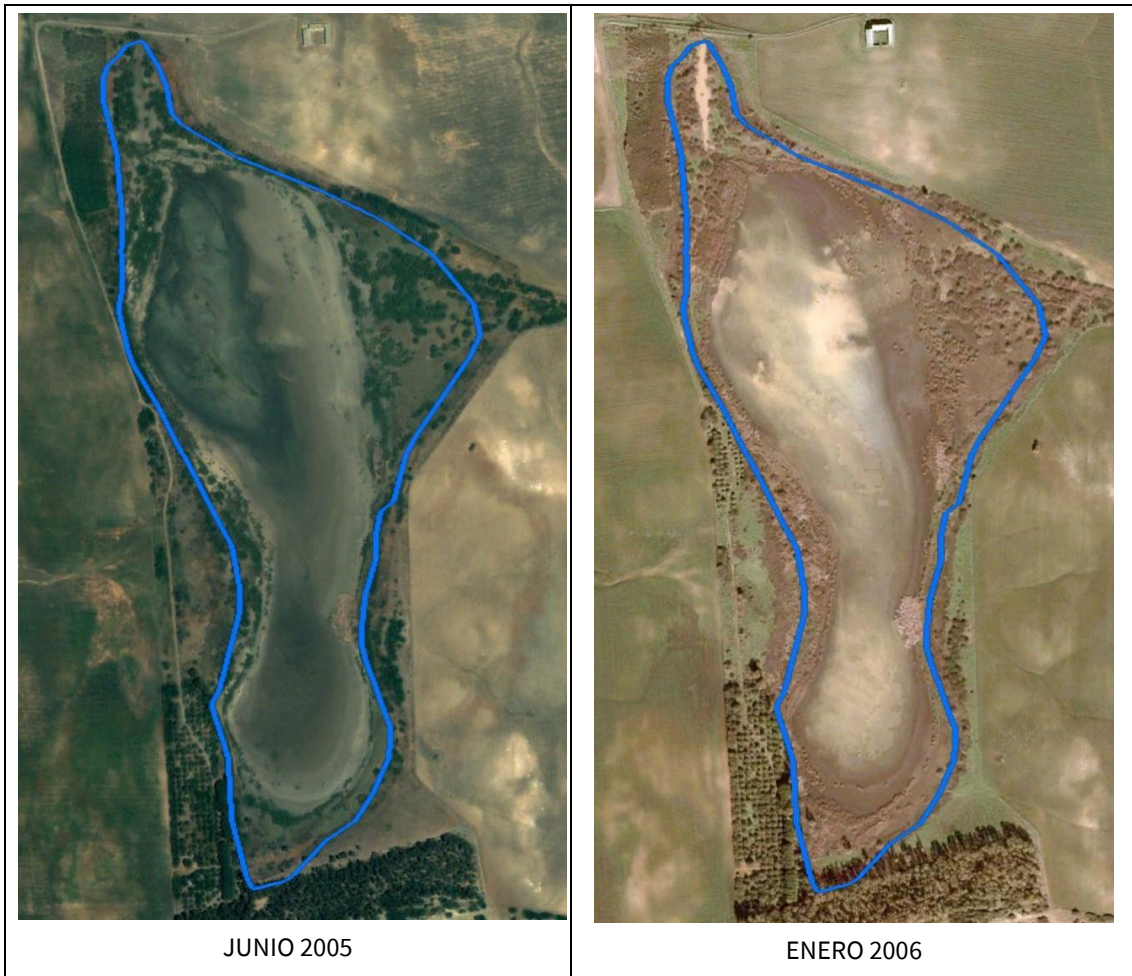


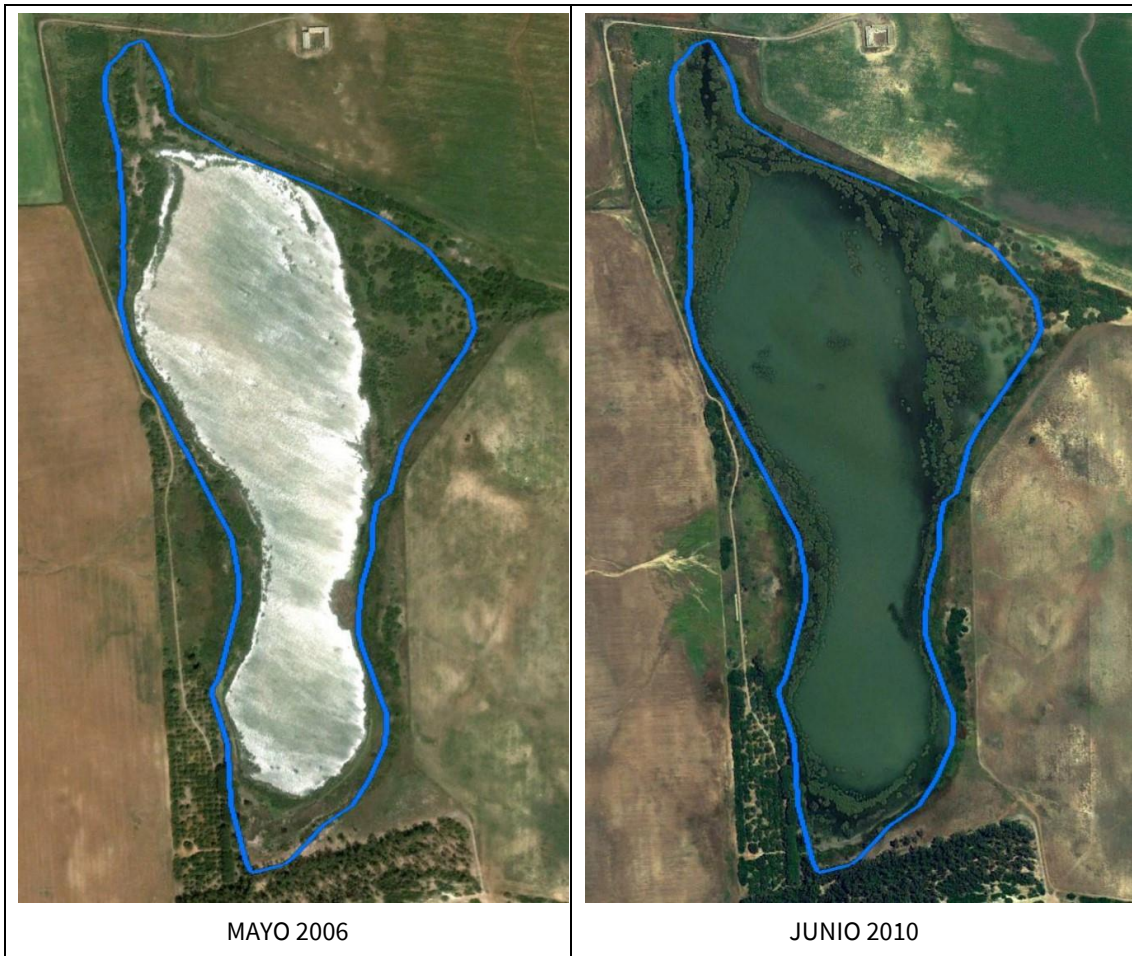
## 5.2. LAGUNA DEL COMISARIO



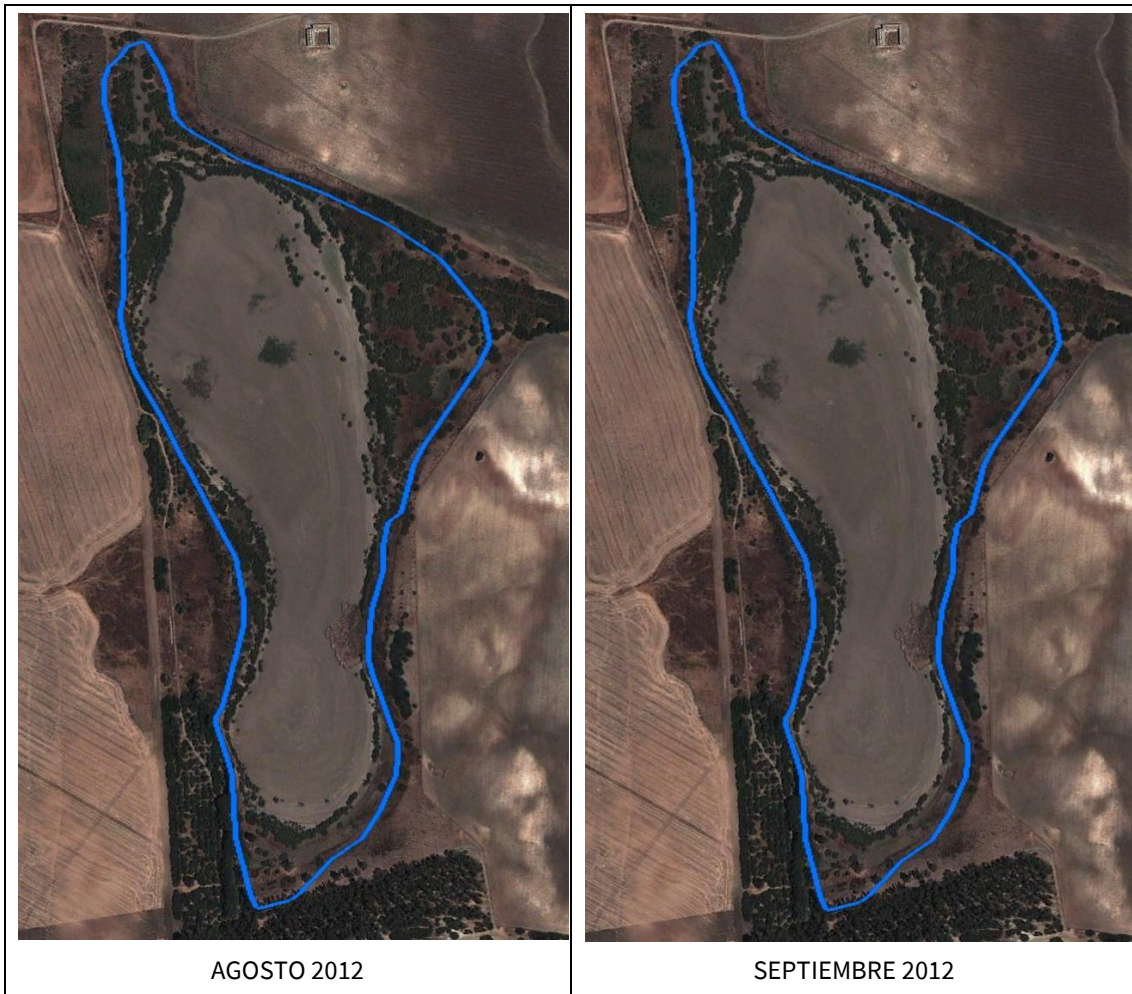


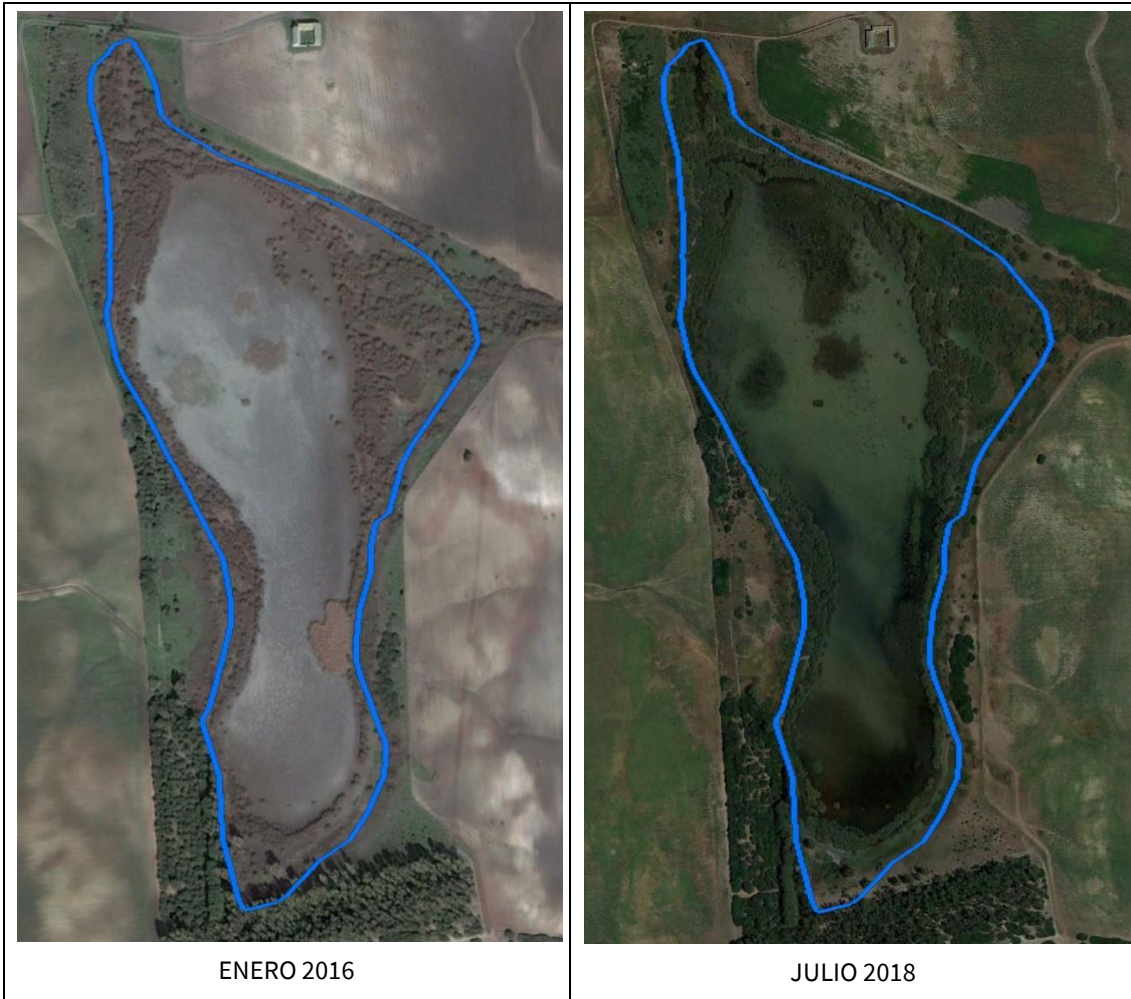














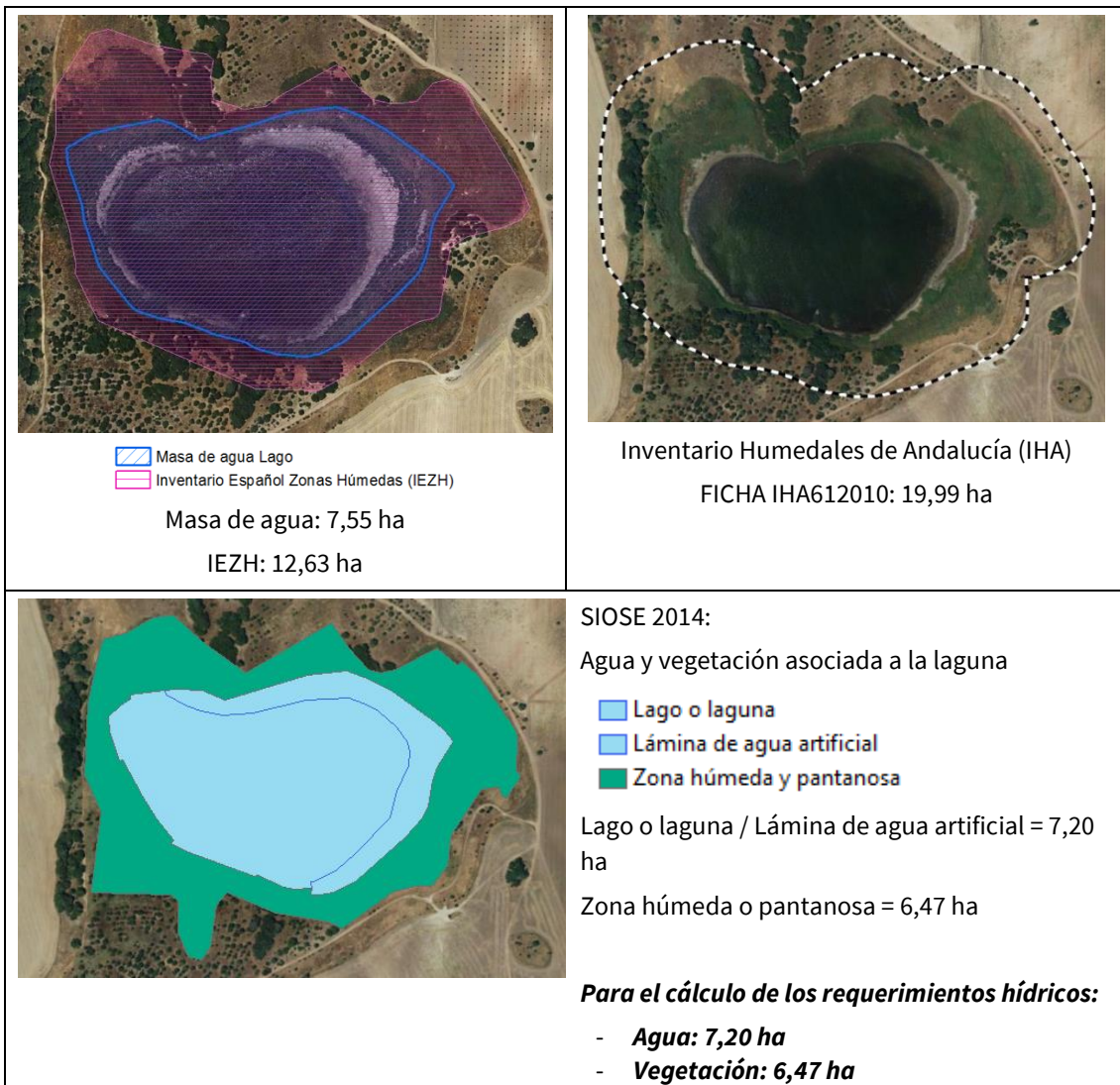
Zoom (vegetación perimetral)



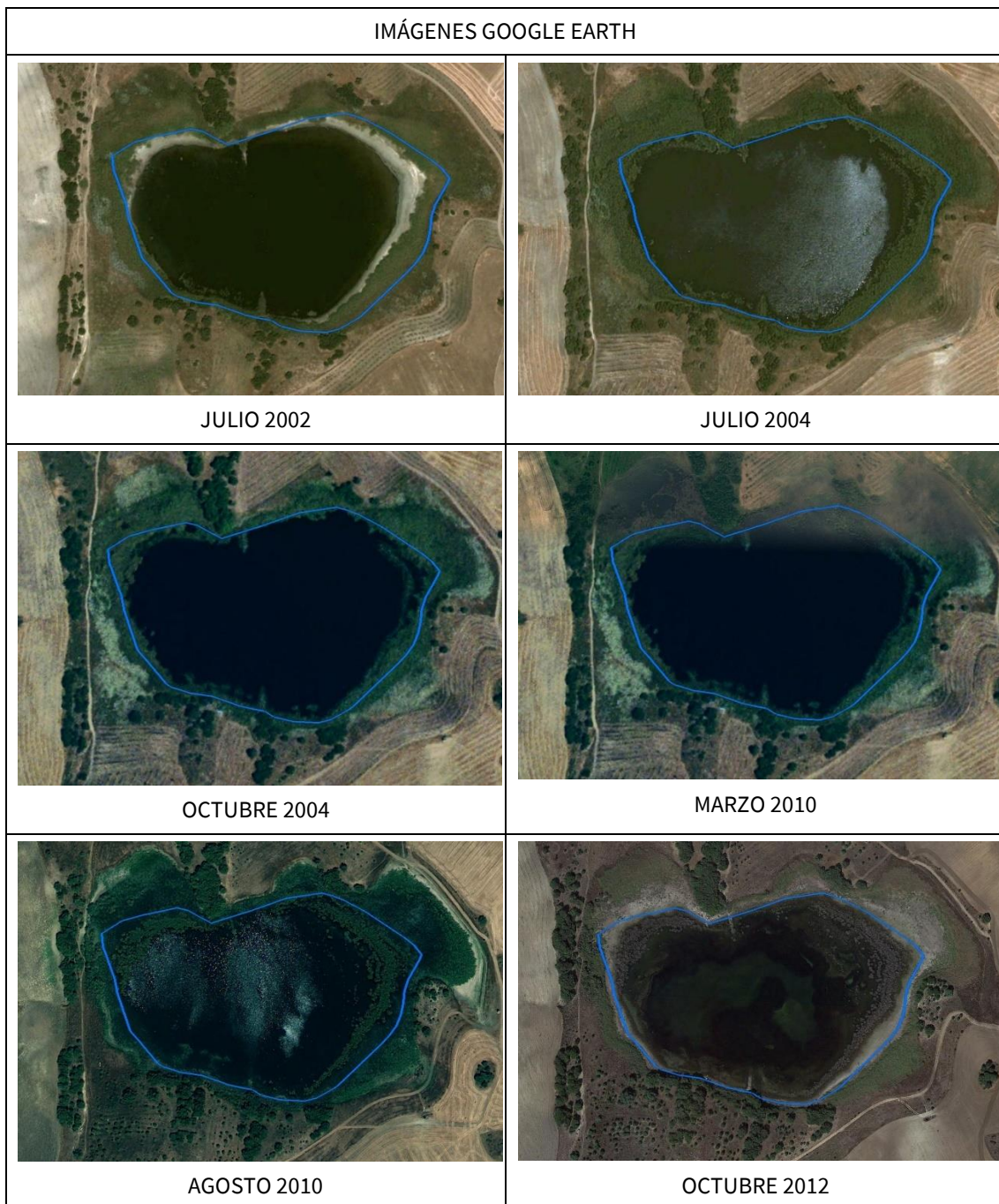




### 5.3. LAGUNA DULCE DE ZORRILLA







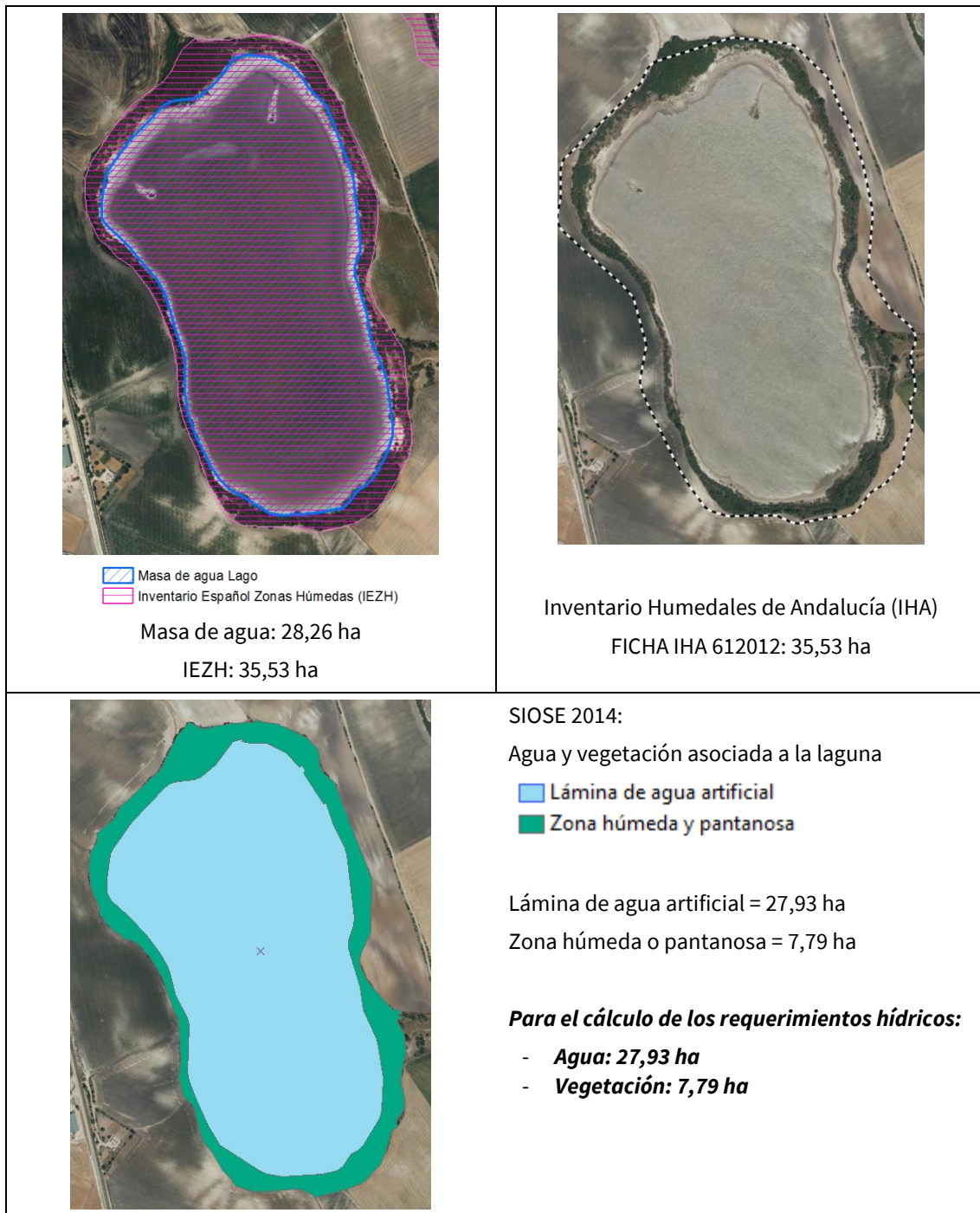




Zoom (vegetación perimetral)



#### 5.4. LAGUNA SALADA







IMÁGENES GOOGLE EARTH



JUNIO 2002



AGOSTO 2002

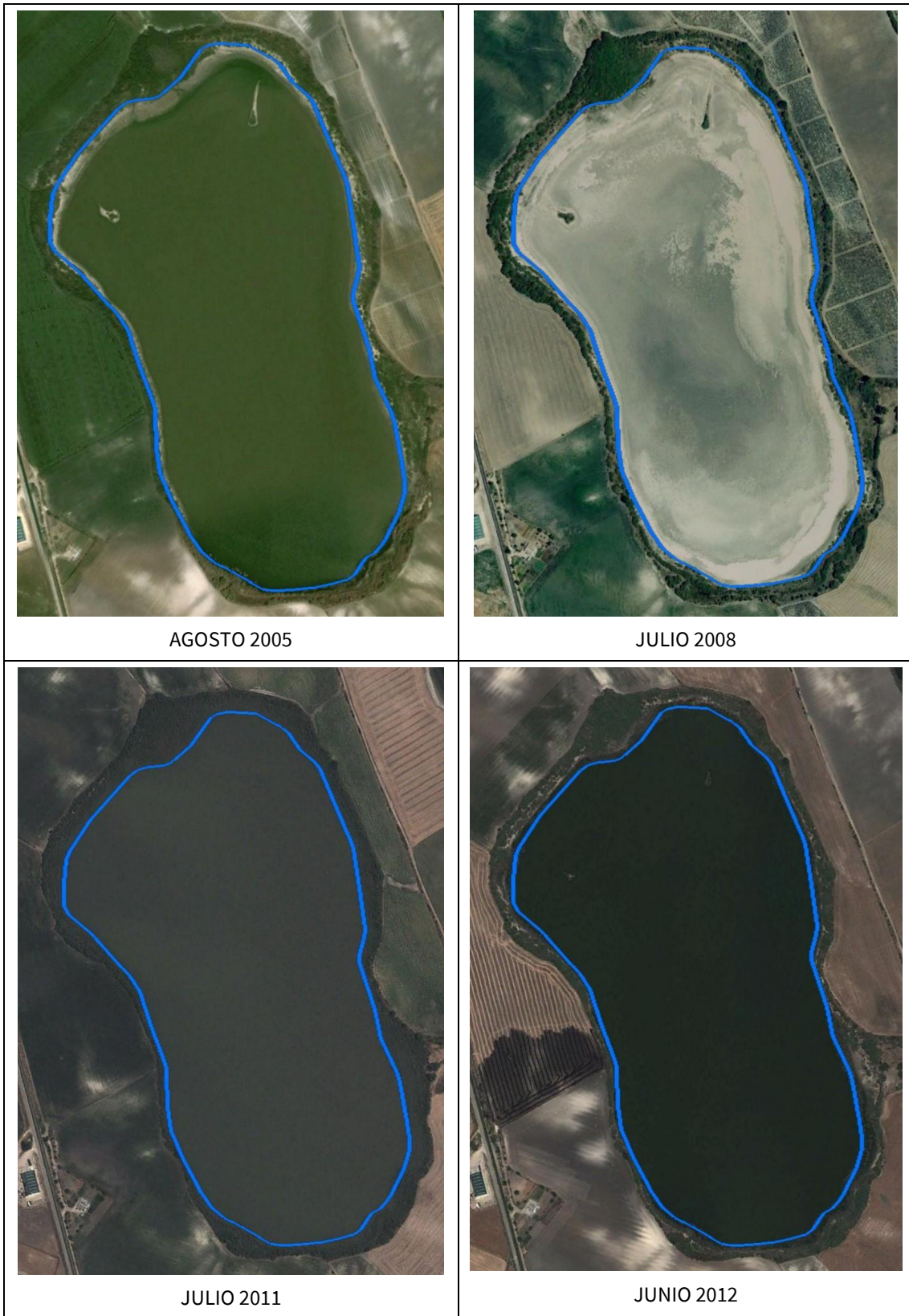


OCTUBRE 2004

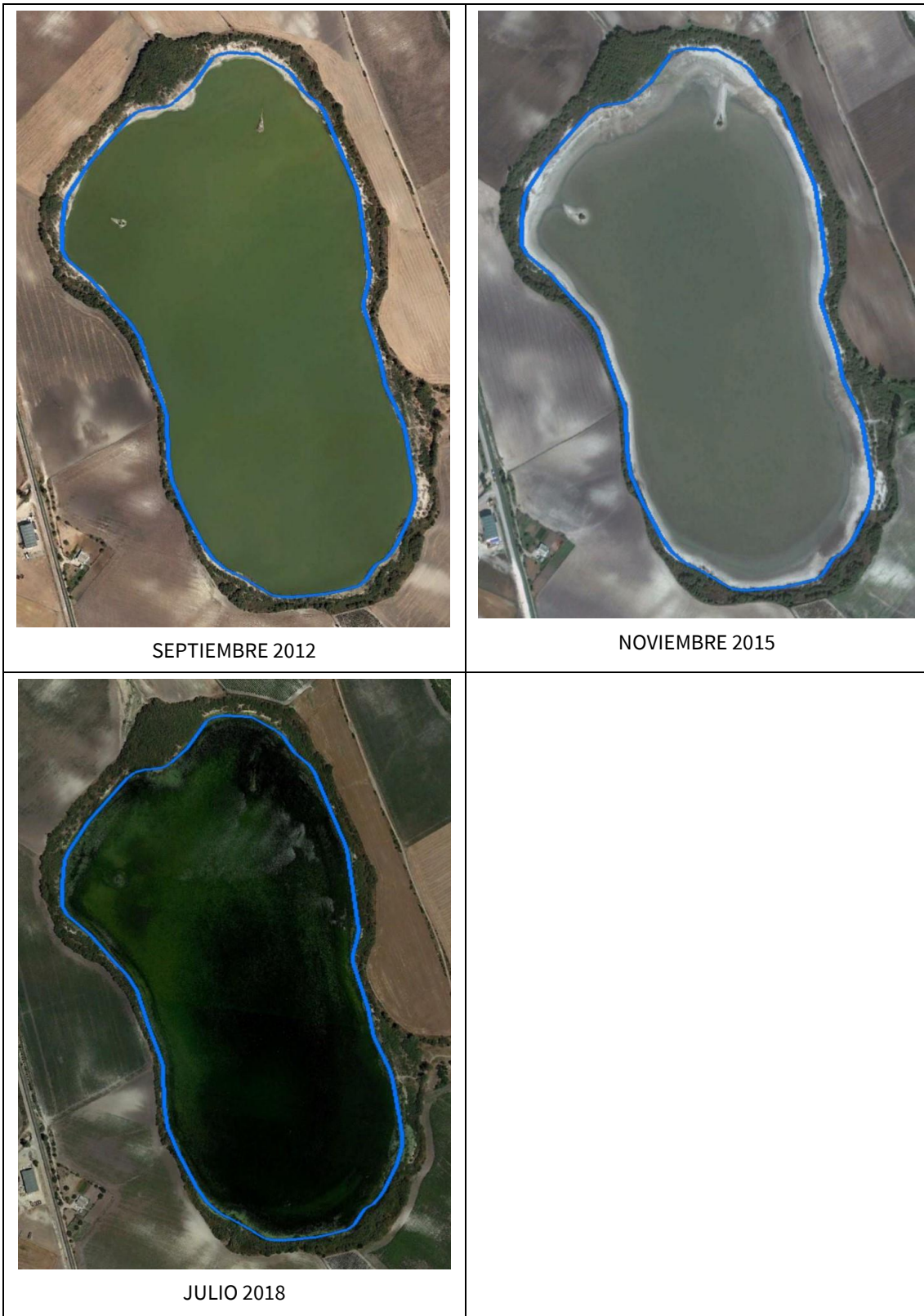


ABRIL 2005



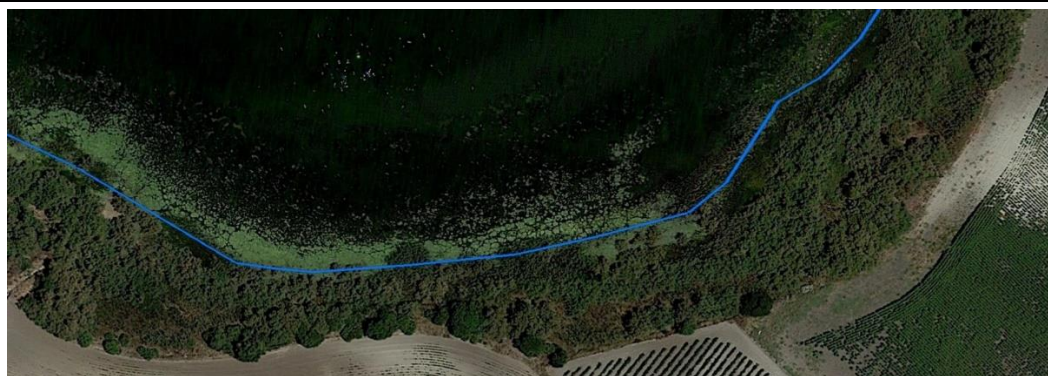






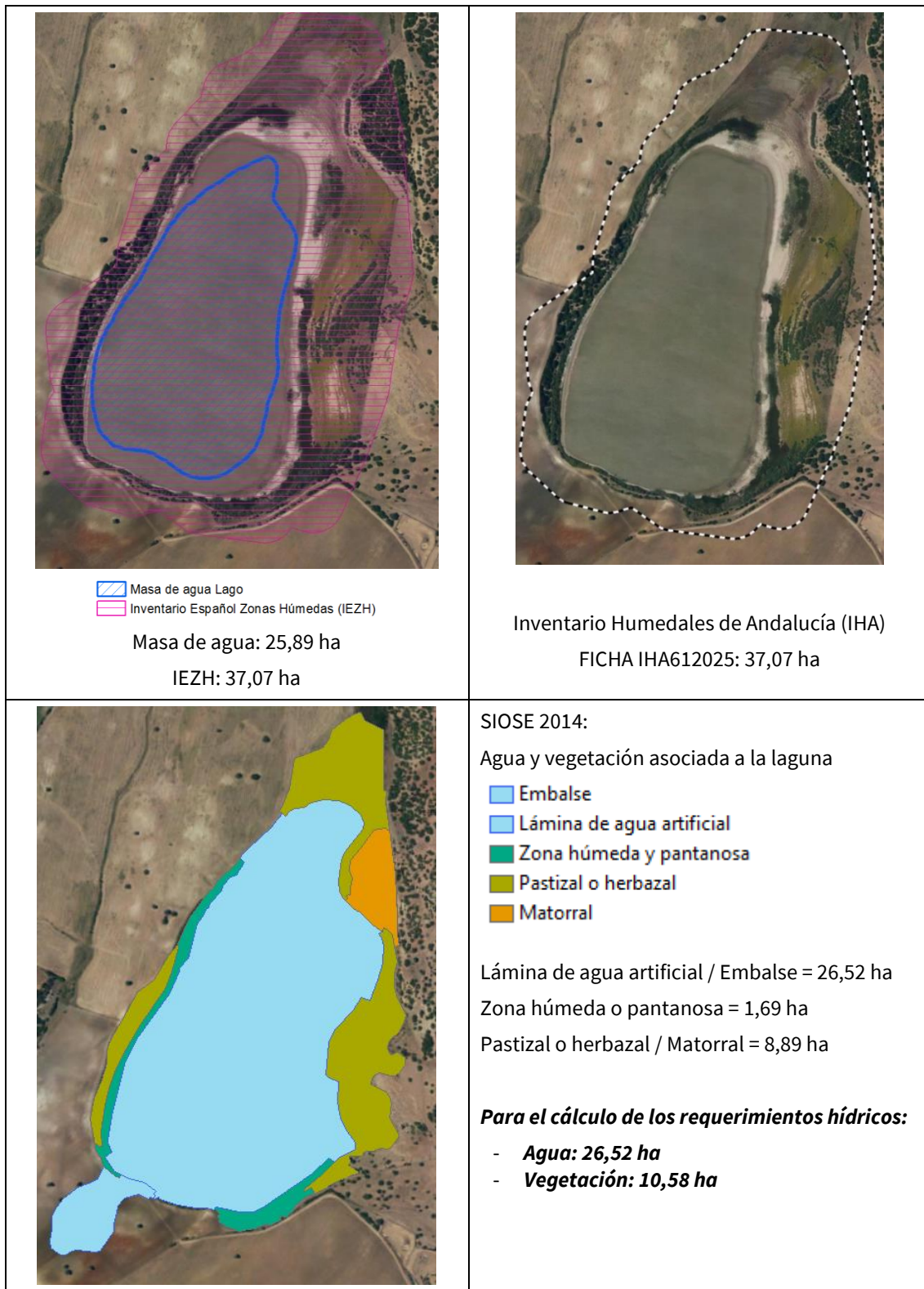


Zoom (vegetación perimetral)





### 5.5. LAGUNA DE JELI





IMÁGENES GOOGLE EARTH



MAYO 2002



OCTUBRE 2004

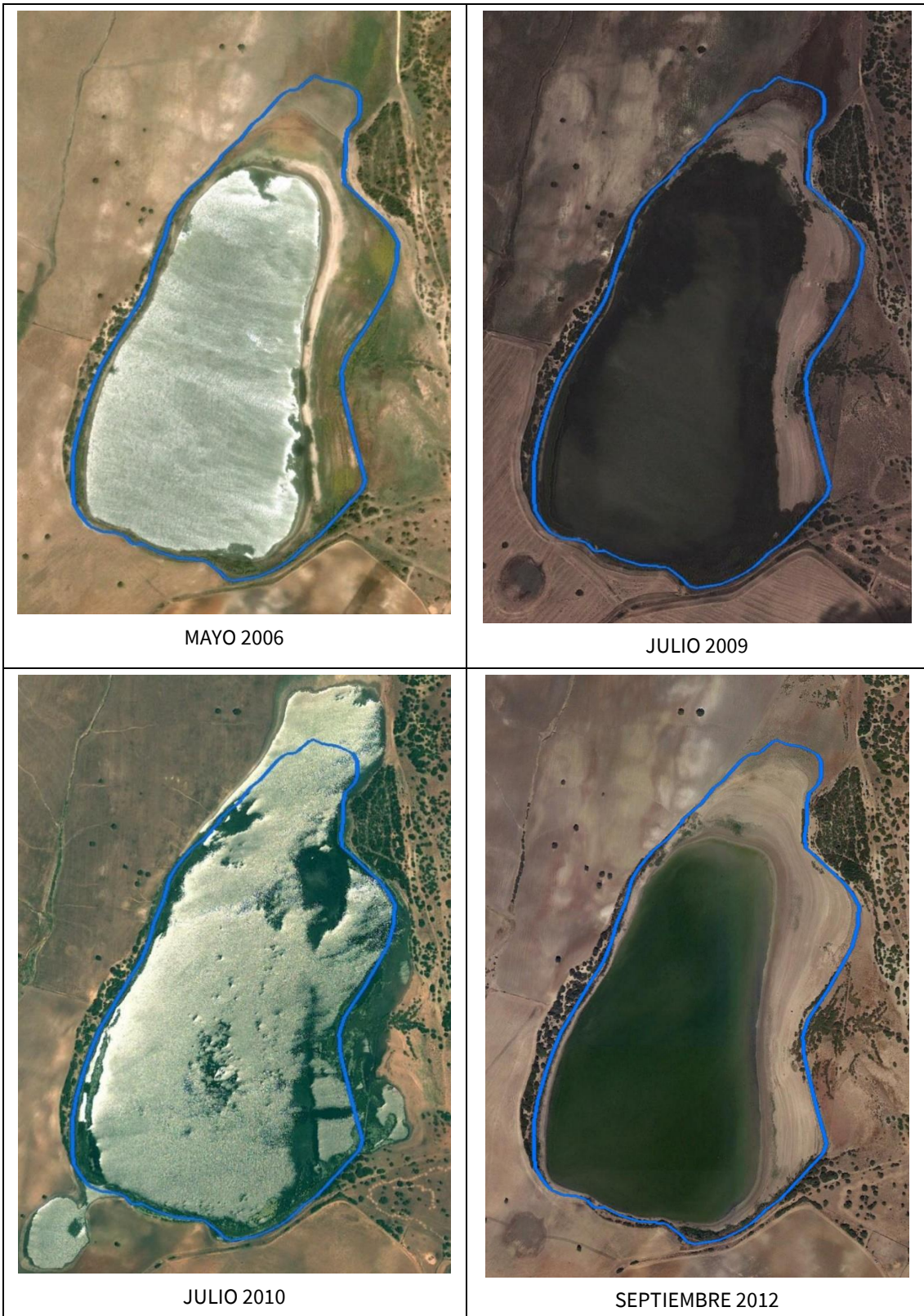


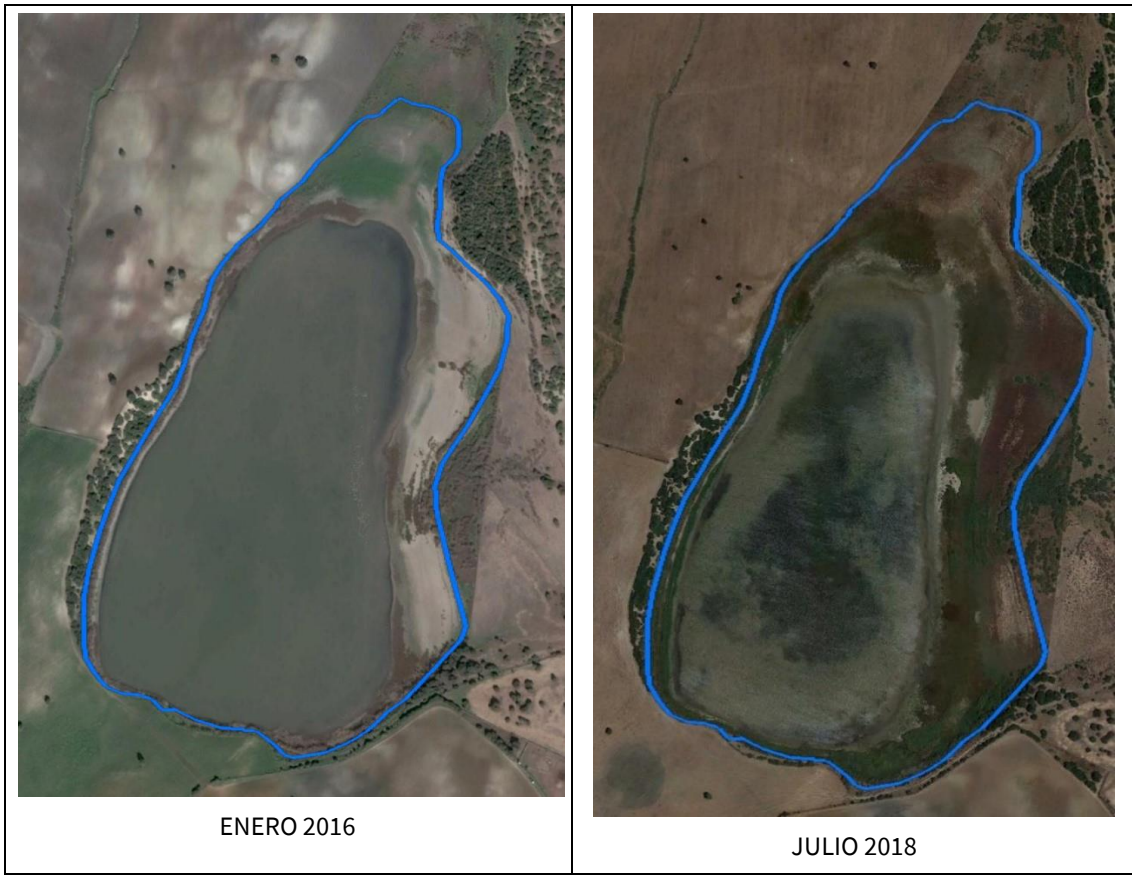
JUNIO 2005



ENERO 2006







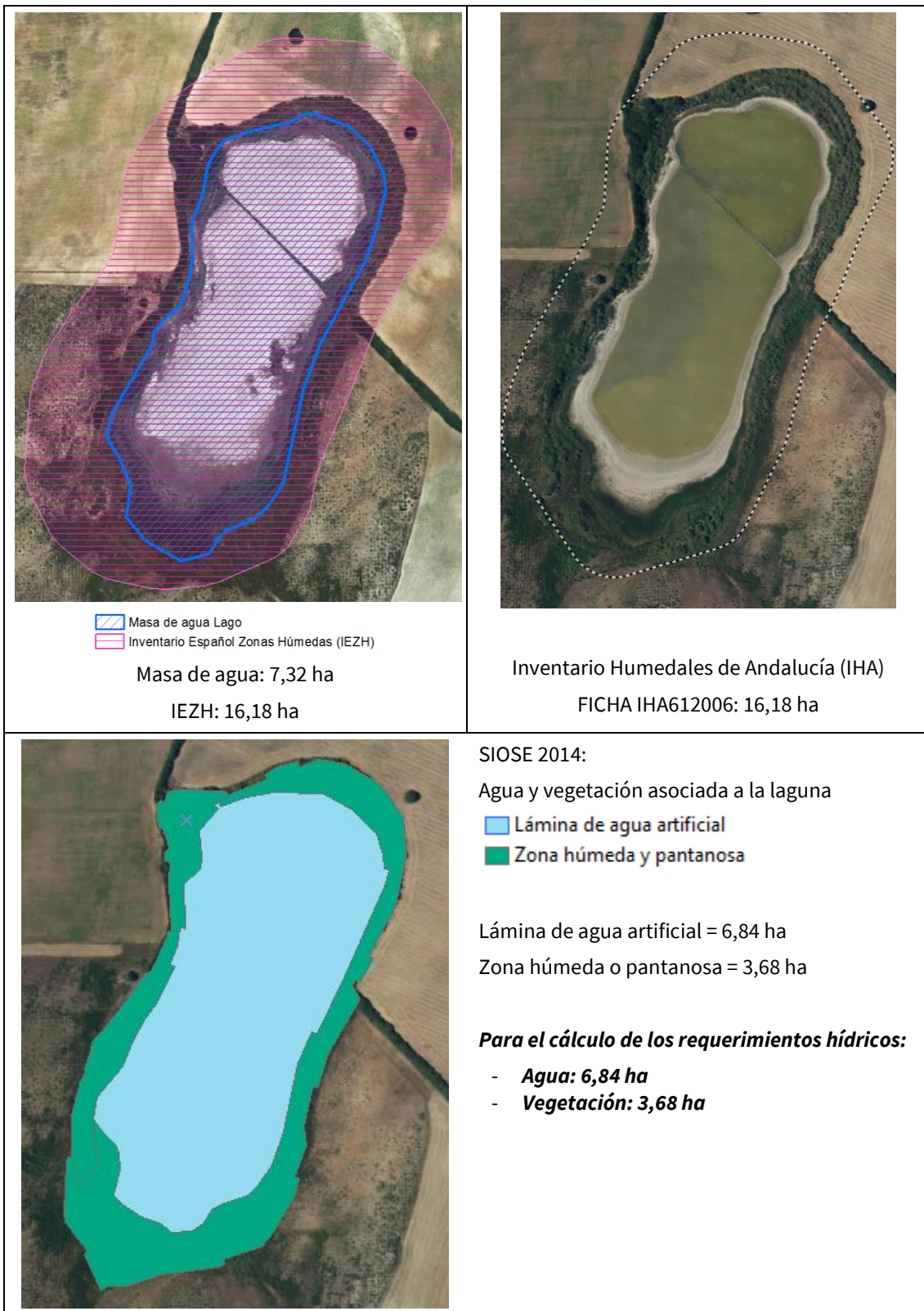


Zoom (vegetación perimetral)





## 5.6. LAGUNA DE MONTELLANO



IMÁGENES GOOGLE EARTH



MAYO 2002



OCTUBRE 2004

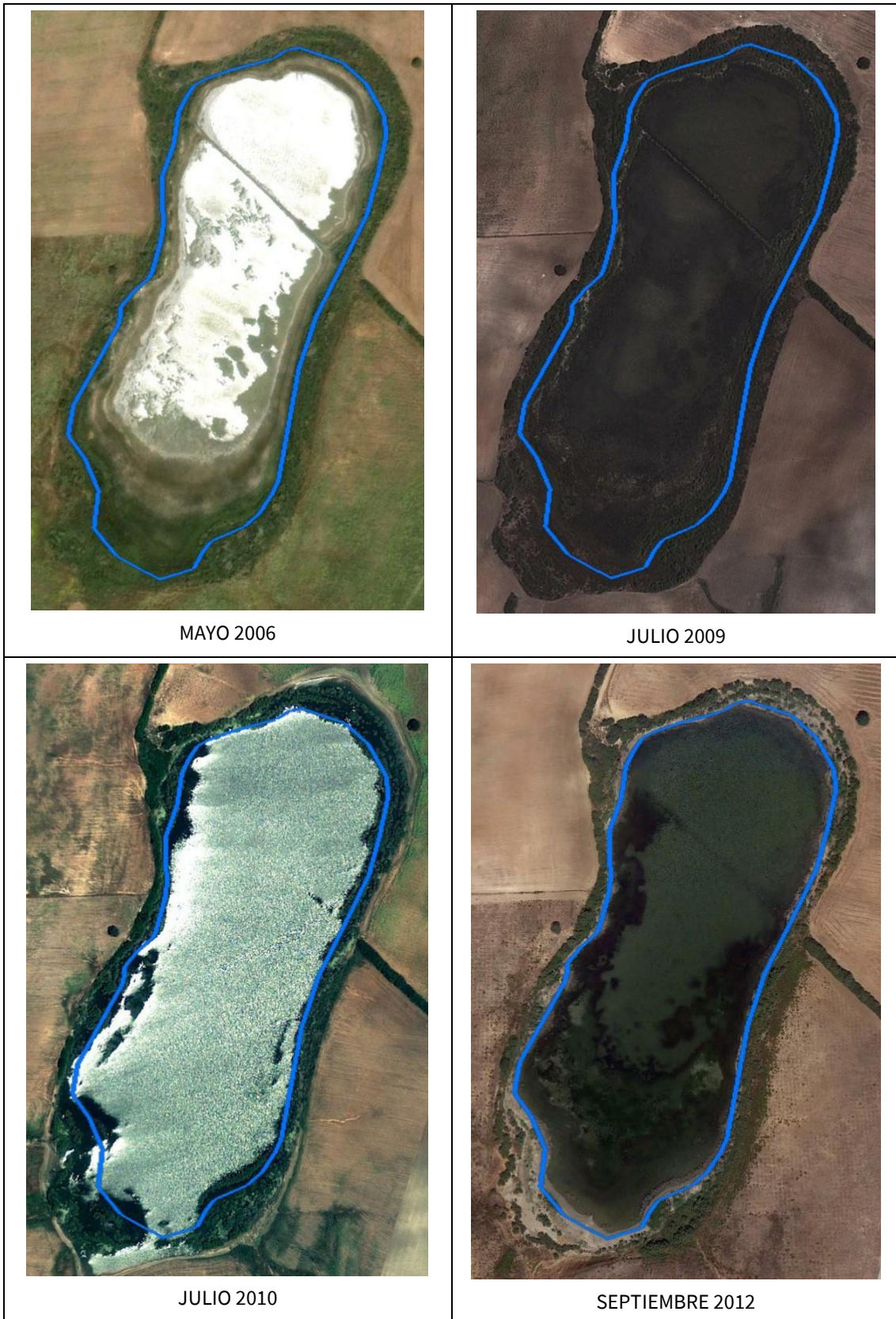


JUNIO 2005



ENERO 2006









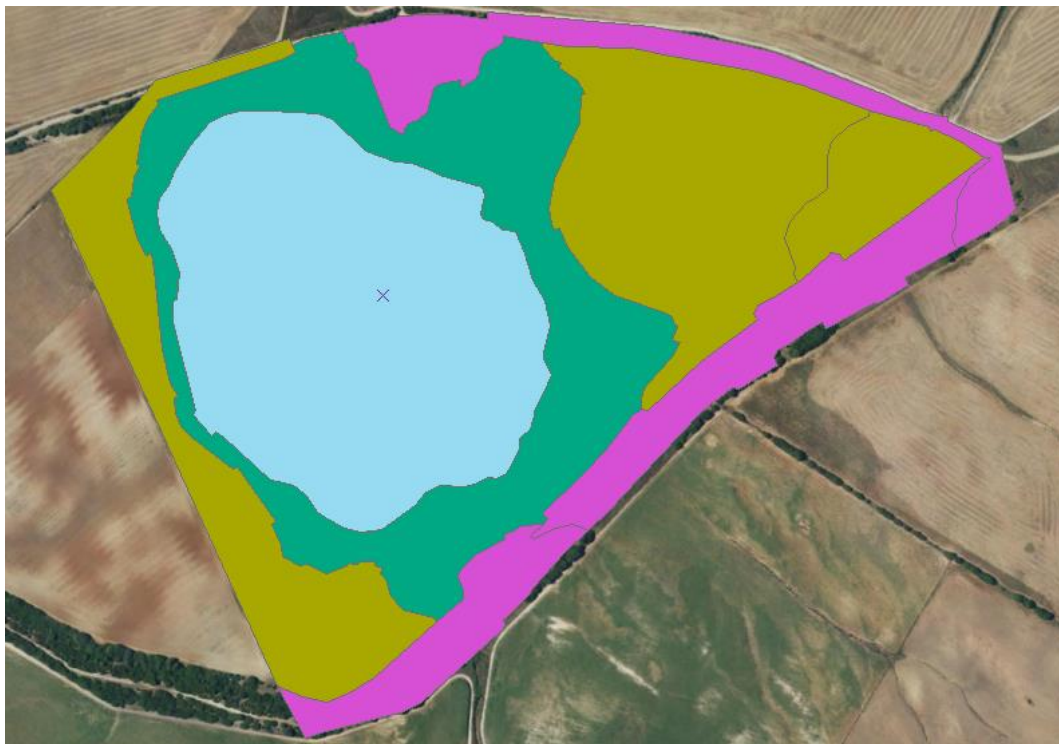
Zoom (vegetación perimetral)



### 5.7. LAGUNA DEL TARAJE







SIOSE 2014:

Agua y vegetación asociada a la laguna

- Lámina de agua artificial
- Pastizal o herbazal
- Zona húmeda y pantanosa
- Suelo desnudo

(\*) Comprobado por ortofoto que lo que el SIOSE 2014 marca con predominio de “suelo desnudo” en esta parte es vegetación, que se le asocia al humedal.

Lámina de agua artificial = 11,61 ha

Zona húmeda o pantanosa = 8,5 ha

Pastizal / otra veg. (\*) = 20,85 ha

**Para el cálculo de los requerimientos hídricos:**

- **Agua: 11,61 ha**
- **Vegetación: 29,35 ha**



IMÁGENES GOOGLE EARTH



MAYO 2002



FEBRERO 2005



JUNIO 2005



MAYO 2006





JUNIO 2010



SEPTIEMBRE 2012





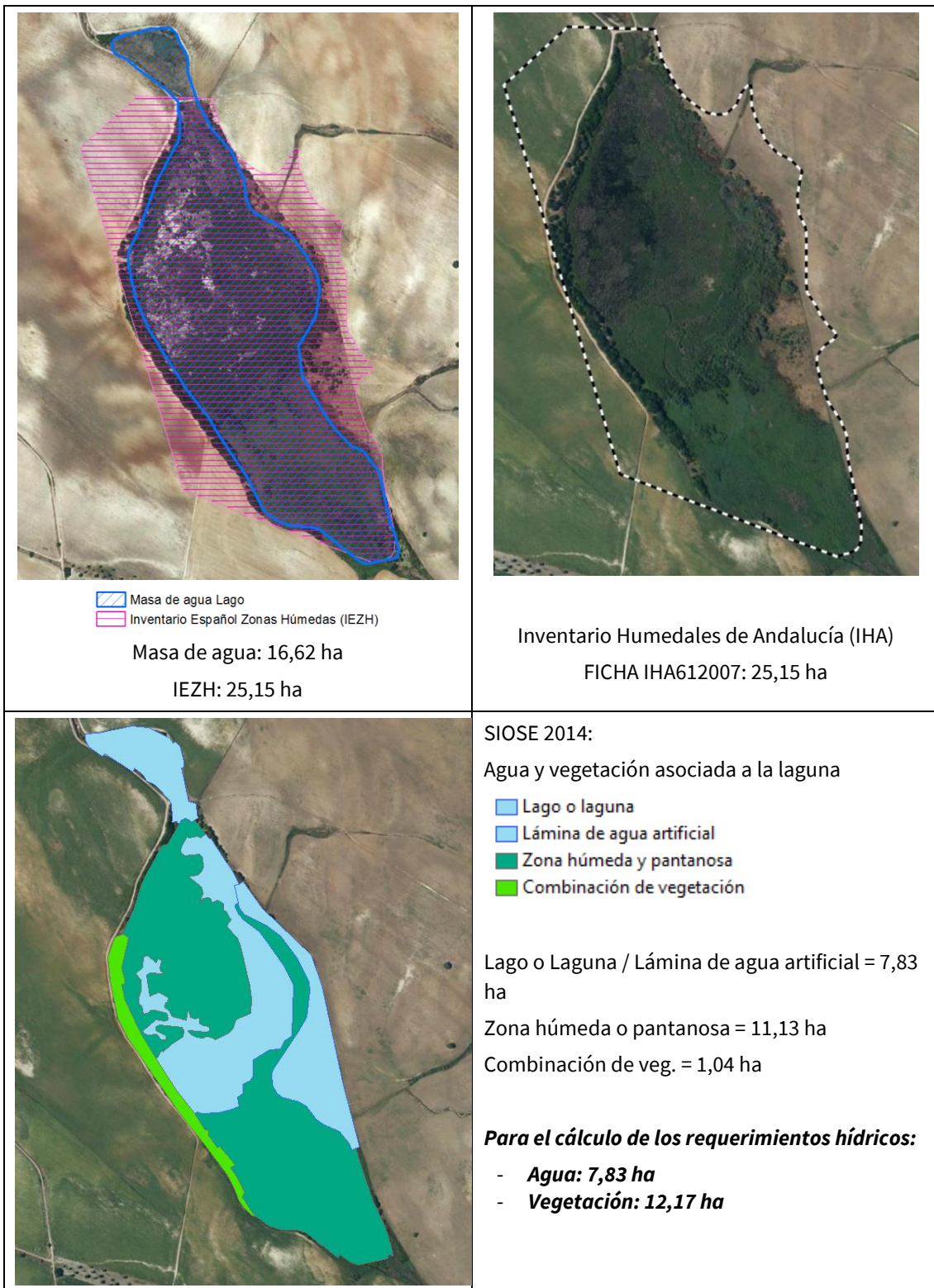


Zoom (vegetación perimetral)





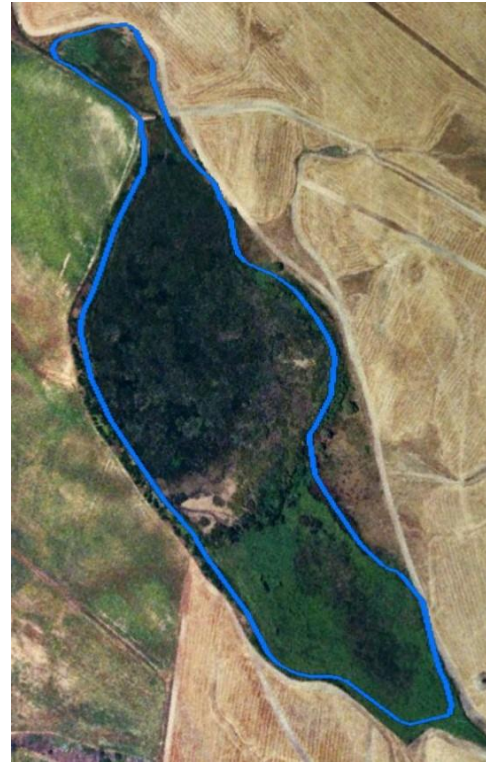
5.8. LAGUNA DE SAN ANTONIO



IMÁGENES GOOGLE EARTH



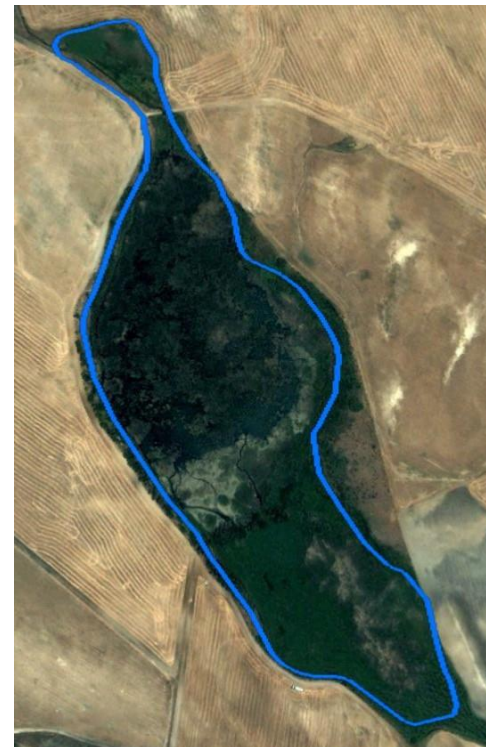
MAYO 2002



OCTUBRE 2004

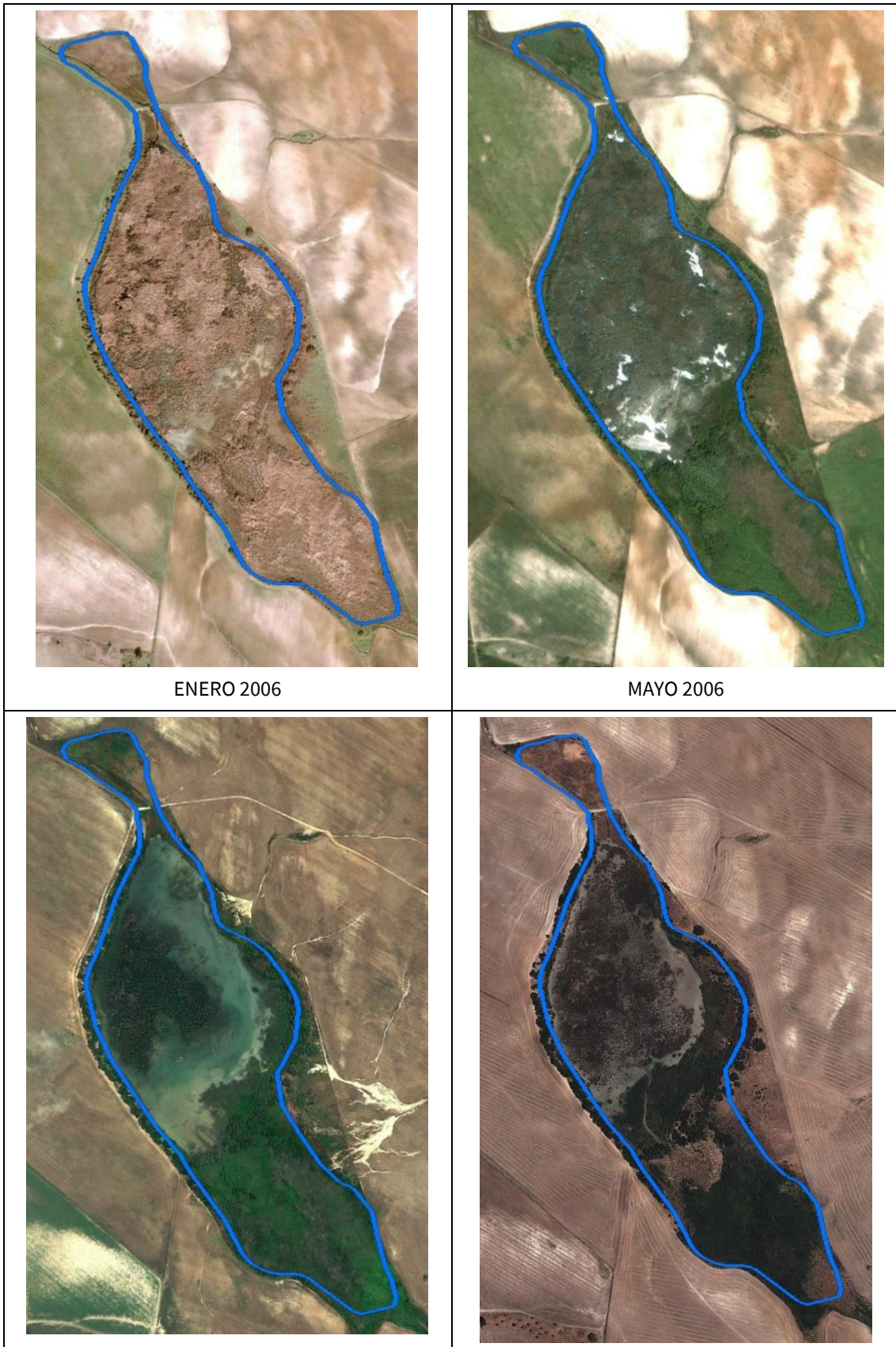


FEBRERO 2005



JUNIO 2005

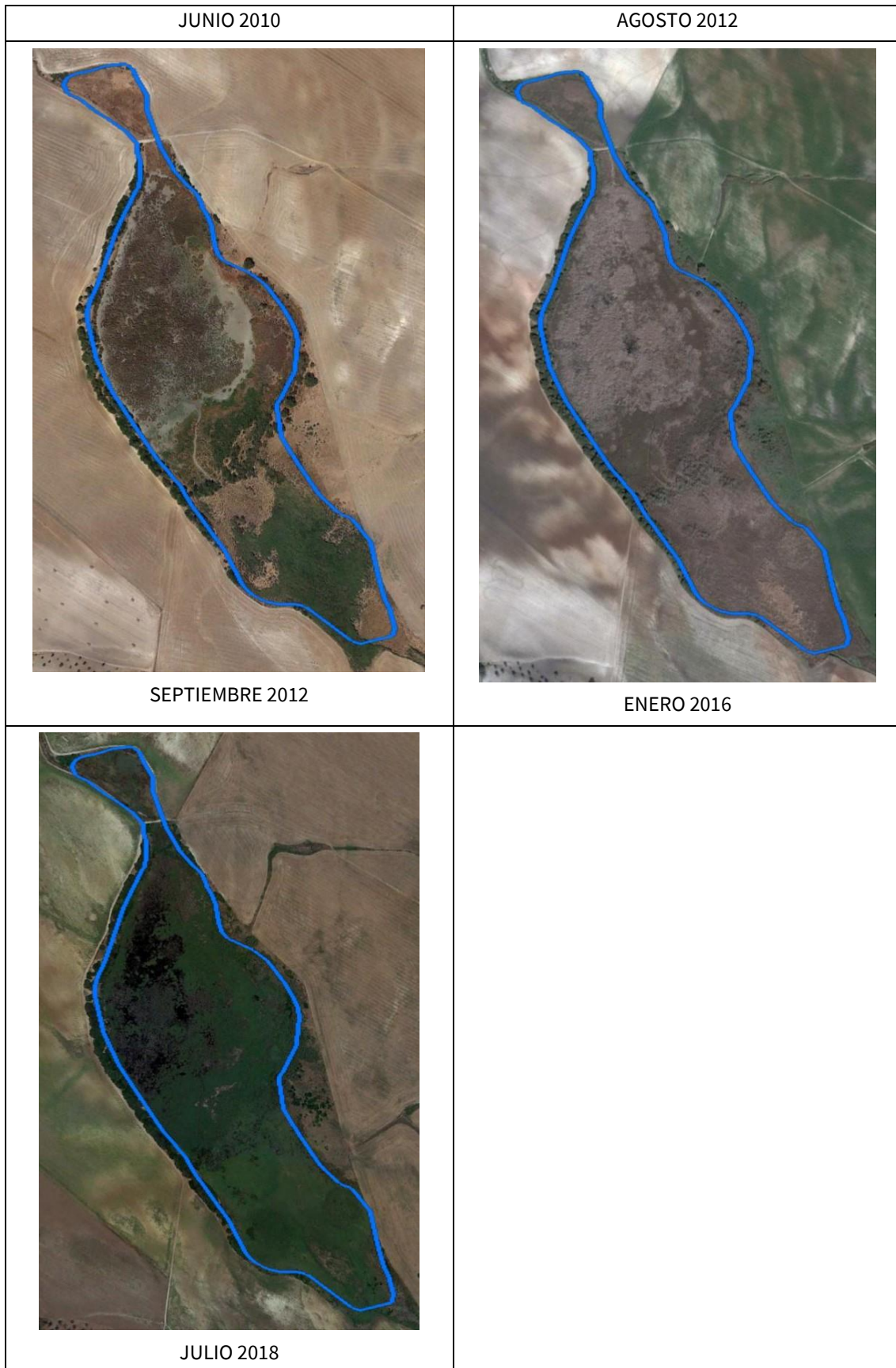




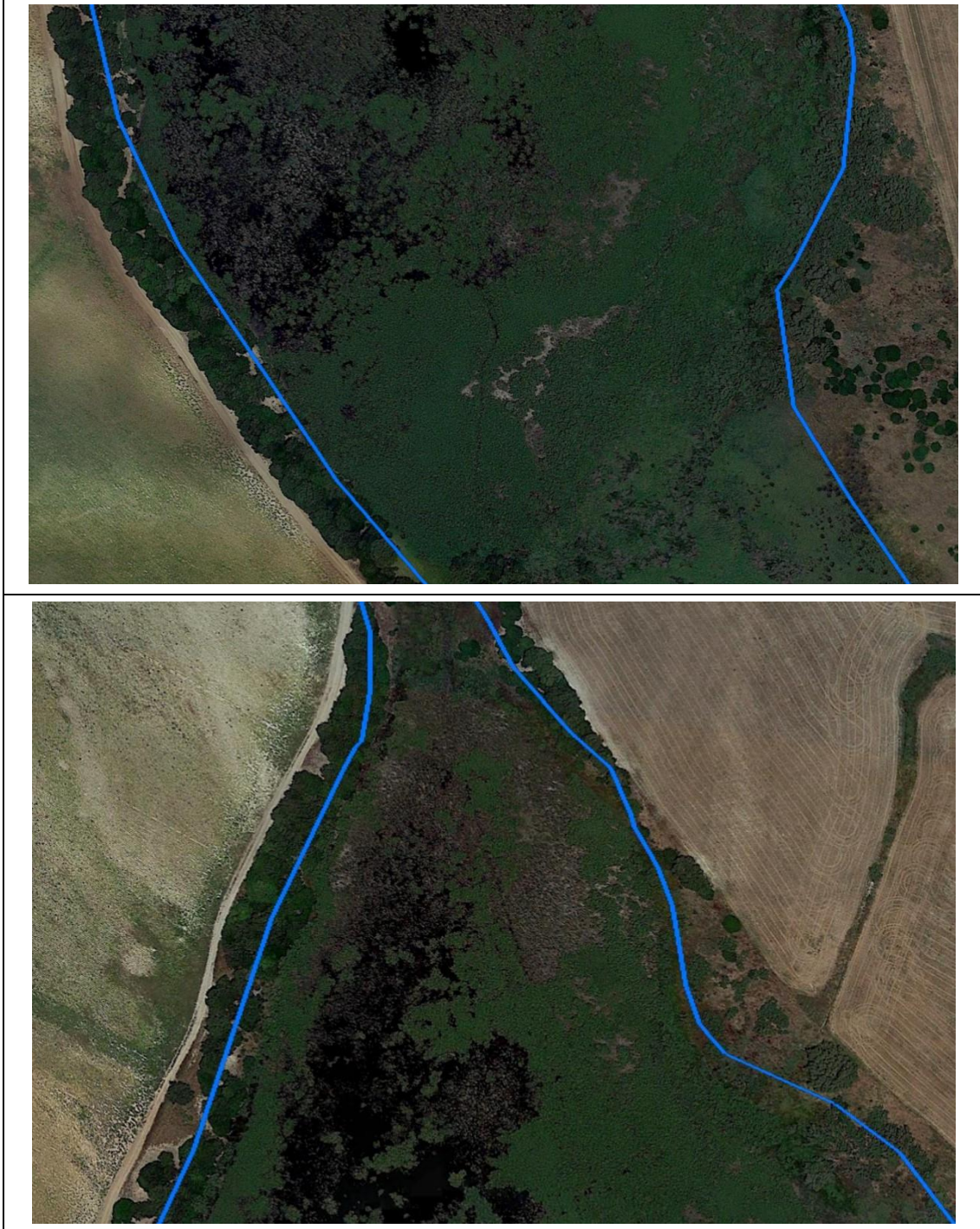
ENERO 2006

MAYO 2006





Zoom (vegetación perimetral)





## 6. GLOSARIO DE ABREVIATURAS

DA	Demanda Ambiental Consuntiva
DHGB	Demarcación Hidrográfica del Guadalete y Barbate
ET <sub>0</sub>	Evapotranspiración del cultivo de referencia
ETc	Evapotranspiración del cultivo
ETP	Evapotranspiración potencial
ETR	Evapotranspiración real
EV	Evaporación
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
IEZH	Inventario Español de Zonas Húmedas
IHA	Inventario de Humedales de Andalucía
Kc	Coefficiente de cultivo
P	Precipitación
Pe	Precipitación efectiva
RIA	Red de Información Agroclimática de Andalucía
RPH	Reglamento de Planificación Hidrológica
RSU	Residuos Sólidos Urbanos
S	Superficie de la lámina de agua
SIOSE	Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
ZEC	Zona Especial de Conservación
ZEPA	Zona de Especial Protección para las Aves



## 7. REFERENCIAS

- FAO (2006): Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO Riego y Drenaje nº 56. Disponible en: <http://www.fao.org/3/x0490s/x0490s.pdf>
- Junta de Andalucía (1999): Ficha informativa Ramsar de las Lagunas de Cádiz: Laguna de Medina y Laguna Salada. Disponible en: [https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/RISrep/ES445\\_RIS990101.pdf](https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/RISrep/ES445_RIS990101.pdf)
- Junta de Andalucía (2001): Libro Rojo de los Vertebrados Amenazados de Andalucía. Disponible en: [https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal\\_web/web/servicios/centro\\_de\\_documento\\_y\\_biblioteca/fondo\\_editorial\\_digital/documentos\\_tecnicos/Libro\\_rojo\\_vertebrados/documento\\_completo.pdf](https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal_web/web/servicios/centro_de_documento_y_biblioteca/fondo_editorial_digital/documentos_tecnicos/Libro_rojo_vertebrados/documento_completo.pdf)
- Junta de Andalucía (2005): Caracterización de los Humedales de Andalucía. Disponible en: [https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/documents/20151/5395847/caracterizacion\\_humedales\\_andalucia+%281%29.pdf/ffb45e4b-45a2-dc9f-9343-c1fbb7a5b5ec?t=1619690554120](https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/documents/20151/5395847/caracterizacion_humedales_andalucia+%281%29.pdf/ffb45e4b-45a2-dc9f-9343-c1fbb7a5b5ec?t=1619690554120)
- Junta de Andalucía (2007): Ficha informativa Ramsar del Complejo Endorreico de Espera.
- Junta de Andalucía (2009): Ficha informativa Ramsar del Complejo Endorreico de Puerto Real. Disponible en: <https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/RISrep/ES1915RIS.pdf>
- Junta de Andalucía (2009): Ficha informativa Ramsar del Complejo Endorreico de Chiclana. Disponible en: <https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/RISrep/ES1914RIS.pdf>
- Junta de Andalucía (2017): Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de las Reservas Naturales de las Lagunas de Cádiz. Disponible en: [https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/landing-page/-/asset\\_publisher/4V1kD5gLiJkq/content/porn-de-las-reservas-naturales-de-las-lagunas-de-c-c3-a1diz/20151?categoryVal=](https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/landing-page/-/asset_publisher/4V1kD5gLiJkq/content/porn-de-las-reservas-naturales-de-las-lagunas-de-c-c3-a1diz/20151?categoryVal=)
- Junta de Andalucía (2020): Fichas de información general de los humedales incluidos en el Inventario de Humedales de Andalucía. Disponible en: [https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/landing-page-%C3%ADndice/-/asset\\_publisher/zX2ouZa4r1Rf/content/inventario-de-humedales-de-andaluc-c3-ada-ih-/20151?categoryVal=](https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/landing-page-%C3%ADndice/-/asset_publisher/zX2ouZa4r1Rf/content/inventario-de-humedales-de-andaluc-c3-ada-ih-/20151?categoryVal=)



**Junta de Andalucía**

Consejería de Agricultura,  
Pesca, Agua y Desarrollo Rural



**UNIÓN EUROPEA**

Fondo Europeo de Desarrollo Regional

