

# Plan Hidrológico

## Revisión de tercer ciclo (2022-2027)



Apéndice V.1:  
Determinación de los requerimientos de  
lagos y zonas húmedas

*(Documento tras información pública)*





## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS HÚMEDAS .....	2
2.1. LAGUNA DE LAS MADRES.....	5
2.2. LAGUNA DEL PORTIL .....	7
2.3. LAGUNA DE LA JARA .....	9
2.4. LAGUNA DE LA MUJER.....	11
2.5. LAGUNA PRIMERA DE PALOS.....	13
3. METODOLOGÍA.....	16
3.1. REQUERIMIENTOS HÍDRICOS DE LA ORLA DE VEGETACIÓN .....	17
3.2. REQUERIMIENTOS HÍDRICOS POR EVAPORACIÓN DE LA LÁMINA DE AGUA.....	22
4. RESULTADOS.....	27
5. DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA Y ORTOFOTOGRAFÍA .....	31
5.1. LAGUNA DE LAS MADRES.....	31
5.2. LAGUNA DEL PORTIL .....	37
5.3. LAGUNA DE LA JARA .....	41
5.4. LAGUNA DE LA MUJER.....	45
5.5. LAGUNA PRIMERA DE PALOS.....	52
6. GLOSARIO DE ABREVIATURAS .....	57
7. REFERENCIAS .....	58



## FIGURAS

Figura nº 1. Zonas húmedas con estimación de requerimientos hídricos.....	3
Figura nº 2. Laguna de Las Madres .....	5
Figura nº 3. Laguna de El Portil.....	8
Figura nº 4. Laguna de la Jara .....	10
Figura nº 5. Laguna de la Mujer .....	12
Figura nº 6. Laguna Primera de Palos .....	14
Figura nº 7. Evapotranspiración del cultivo y curva del Kc en función del desarrollo .....	19

## TABLAS

Tabla nº 1. Lagunas a analizar y características principales .....	4
Tabla nº 2. Superficie considerada en la estimación de requerimiento de necesidades hídricas.....	17
Tabla nº 3. Estimación simplificada de la Pe en la Laguna Primera de Palos.....	18
Tabla nº 4. Valores ET0 medios (25/10/2000 al 22/07/2020) en la estación de Moguer .....	19
Tabla nº 5. Valores del coeficiente único (promedio temporal) del cultivo, Kc.....	20
Tabla nº 6. Valores estimados de ETR del carrizo para los humedales analizados .....	20
Tabla nº 7. Valores de ETP (mm) según el modelo SIMPA, serie corta (1980/81-2017/18) .....	21
Tabla nº 8. Valores de ETR (mm) según el modelo SIMPA, serie corta (1980/81-2017/18) .....	21
Tabla nº 9. Valores de Pe (mm). Estimación simplificada con datos de ETP y Precipitación .....	21
Tabla nº 10. Tasa de evaporación (mm).....	24
Tabla nº 11. Valores de precipitación (mm) según el modelo SIMPA, serie corta (1980/81-2017/18) ....	24
Tabla nº 12. Estimación del déficit correspondiente a cada masa de agua .....	25
Tabla nº 13. Requerimientos hídricos de la orla de vegetación asociada a la laguna.....	28
Tabla nº 14. Requerimientos hídricos de la lámina de agua .....	29
Tabla nº 15. Estimación requerimiento ambiental del mantenimiento de la zona húmeda .....	30

## 1. INTRODUCCIÓN

Para las 5 zonas húmedas identificadas en la Demarcación Hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras (DHTOP) que presentan significancia suficiente como para que hayan sido designadas como masa de agua, se deben determinar los requerimientos hídricos necesarios (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 en 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 *“Proyecto de Decreto por el que se declaran determinadas Zonas Especiales de Conservación del litoral de Huelva y se aprueban el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del Paraje Natural Marismas del Odiel y de las Reservas Naturales de Isla de Enmedio y Marismas del Burro y el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de la Reserva Natural Laguna de El Portil y de los Parajes Naturales Enebrales de Punta Umbría, Estero de Domingo Rubio, Lagunas de Palos y las Madres, Marismas de Isla Cristina y Marismas del Río Piedras y Flecha del Rompido”*, donde se realiza una breve 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.

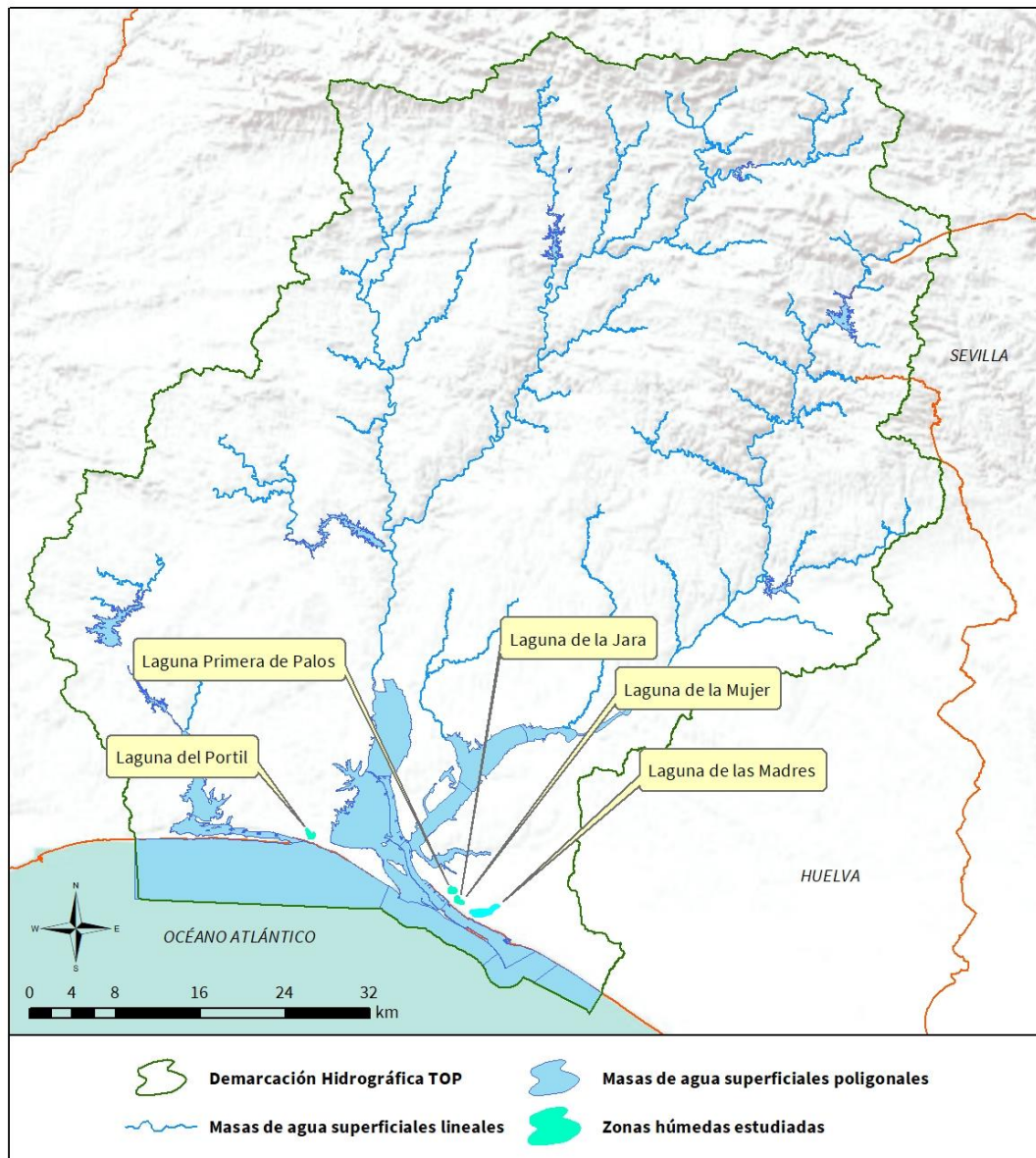


Figura nº 1. Zonas húmedas con estimación de requerimientos hídricos



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 1	Origen recurso 2
Laguna de las Madres	ES064MSPF000203720	66,16	128,66	128,66	Permanente	Mixto	Superficial drenaje cuenca vertiente	Subterránea ES064MSBT000305950 Condado
Laguna del Portil	ES064MSPF000203730	14,03	15,97	15,97	Permanente	Mixto	Superficial drenaje cuenca vertiente	Subterránea ES064MSBT000305940 Lepe-Cartaya
Laguna de la Jara	ES064MSPF004400350	6,05	6,62	6,62	Permanente	Hipogénico	Superficial drenaje cuenca vertiente	Subterránea ES064MSBT000305950 Condado
Laguna de la Mujer	ES064MSPF004400360	7,35	7,35	7,35	Permanente	Hipogénico	Superficial drenaje cuenca vertiente	Subterránea ES064MSBT000305950 Condado
Laguna Primera de Palos	ES064MSPF004400370	15,39	12,20	12,20	Permanente	Hipogénico	Superficial drenaje cuenca vertiente	Subterránea ES064MSBT000305950 Condado

Tabla nº 1. Lagunas a analizar y características principales

## 2.1. LAGUNA DE LAS MADRES

### Figuras de protección

- Paraje Natural Lagunas de Palos y Las Madres
- ZEC ES6150004 Lagunas de Palos y Las Madres
- ZEC ES6150012 Dehesa del Estero y Montes de Moguer
- Sitio Ramsar Lagunas de Palos y Las Madres



Figura nº 2. Laguna de Las Madres

### 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 600 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 noviembre, con una precipitación media de 76 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.

## Geología

Esta laguna forma, junto con las lagunas Primera de Palos, de la Jara y de la Mujer, el Paraje Natural de las lagunas de Palos y las Madres. Es la laguna litoral de mayor extensión y la más oriental de este Paraje Natural. Esta laguna tiene un origen tectónico, fluvial y eólico. Se trata de una fosa tectónica subsidente que fue sellada por la migración del cordón dunar, quedando bloqueado el drenaje de la red fluvial y con un depósito continuado de materia orgánica. La litología de la cubeta está constituida por arenas blancas de grano medio-fino (arenas eólicas) y arenas con gravas (arenas basales). Turba, fangos y limos arenosos bioturbados constituyen las formaciones superficiales de este humedal.

## Hidrología

Se trata de una laguna de carácter permanente, gracias a su régimen de alimentación mixto: las aguas superficiales que vierten a la laguna a través de arroyos estacionales; y los aportes subterráneos, dada la escasa profundidad a la que se sitúan los niveles freáticos.

## Flora

La Laguna de Las Madres la que presenta mayor complejidad florística entre las que componen el complejo lagunar de las Lagunas de Palos y Las Madres.

En el vaso de la laguna se observan comunidades de macrófitos acuáticos, destacando los nenúfares (*Nymphaea alba*), especie casi desaparecida en Andalucía, y las espigas de agua (*Potamogeton* spp.). Aparecen también helechos acuáticos (*Isoetes histrix*) y masegares de *Cladium mariscus*.

La vegetación en los bordes de la laguna se compone de carrizales (*Phragmites australis*) y eneales (*Typha domingensis*).

Unos pocos puntos conservan aún formaciones relícticas, cercanas evolutivamente a la turbera que dominaba el espacio antes de procederse a la extracción industrial de turba; aparecen principalmente en la cabecera de la laguna, donde se conserva una saucedada con *Salix atrocinerea*.

## Fauna

En el complejo lagunar de las Lagunas de Palos y Las Madres destaca la presencia de algunas especies de aves amenazadas nidificantes, como la malvasía cabeciblanca (*Oxyura leucocephala*), la garcilla cangrejera (*Ardeola ralloies*) y la focha moruna (*Fulica cristata*).

Además, el humedal constituye también un sitio importante para otras muchas especies, especialmente en el período de invernada y reproducción, resaltando especies como el pato colorado (*Netta rufina*), el porrón pardo (*Aythya nyroca*), el aguilucho lagunero occidental (*Circus aeruginosus*), el águila pescadora (*Pandion haliaetus*), la garza imperial (*Ardea purpurea*) y el martín pescador (*Alcedo atthis*).

Asimismo, son habituales de este complejo lagunar otras especies como el calamón común (*Porphyrio porphyrio*), el fumarel cariblanco (*Chlidonias hybridus*), la cigüeñuela (*Himantopus himantopus*) y la garceta común (*Egretta garzetta*).

Otros vertebrados de interés son la anguila (*Anguilla anguilla*) y la colmilleja (*Cobitis paludica*) entre los peces; algunas especies de anfibios como el tritón jaspeado (*Triturus marmoratus*), el sapillo pintojo (*Discoglossus pictus*), el sapo corredor (*Bufo calamita*) y la rana meridional (*Hyla meridionalis*); respecto a los reptiles destaca la presencia de galápago europeo (*Emys orbicularis*) y galápago leproso (*Mauremys leprosa*), así como el camaleón común (*Chamaeleo chamaeleon*), la víbora hocicuda (*Vipera latasti*) y culebra de collar (*Natrix natrix*); y entre los mamíferos, sobresale la presencia de la nutria común (*Lutra lutra*), la rata de agua (*Arvicola sapidus*) y el topo ibérico (*Talpa occidentalis*).

En cuanto a invertebrados, destaca la presencia de odonatos como *Libellula queadrumaculata*, *Orthetrum trinacria*, *Diplacodes lafebrei*, y *Brachythenis leucosticta*, con una corología muy restringida en Andalucía y más específicamente en la provincia de Huelva, según el catálogo de odonatos de la provincia de Huelva (Huertas y Sánchez, 2000). Por otro lado, en este tramo del litoral del Huelva está citada la presencia de las siguientes especies de lepidópteros raras y/o amenazadas: *Cuculla thapsiphaga*, *Cynthia virginiensis*, *Euchloe tagis*, *Orgyia trugotepgras*, *Plebejus arhus*, *Pyronia tithonus*, *Zerinthia rumina* y *Zuzeeria knysna*.

### Estado de conservación

En lo que respecta al Paraje Natural Lagunas de Palos y Las Madres, es la laguna de Las Madres la que presenta las mejores condiciones de conservación y la mayor complejidad florística, especialmente en su mitad oriental.

Al igual que en las lagunas litorales próximas, los factores de tensión que afectan a este espacio son los derivados de las actividades agrícolas que se desarrollan en su amplia cuenca vertiente, en la que predominan los cultivos en regadío. Más directamente, este sistema se encuentra afectado por extracciones de agua que se realizan por bombeo para uso agrícola.

## 2.2. LAGUNA DEL PORTIL

### Figuras de protección

- Reserva Natural Laguna de El Portil
- ZEC ES6150001 Laguna de El Portil



Figura nº 3. Laguna de El Portil

### **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 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 noviembre, con una precipitación media de 74 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.

### **Geología**

Se sitúa en las inmediaciones de la desembocadura del río Odiel, por su margen derecha. Esta laguna aparece sobre una depresión excavada por dos antiguos cauces cuyo estuario fue cegado por frentes dunares activos, presentando una singular forma de V asimétrica que refleja su génesis fluvial y tectónica. Se sitúa sobre materiales detríticos del techo de la formación de arenas basales pliocuaternarias que constituyen aquí, debido a la alternancia de horizontes de distinta permeabilidad, un acuífero de carácter multicapa que reposa sobre la formación de margas azules.

### **Hidrología**

La Laguna de El Portil está incluida en la Reserva Natural del mismo nombre, situada entre las cuencas de los ríos Piedras y Odiel.

Esta laguna se sitúa sobre un acuífero de carácter multicapa que reposa sobre margas azules. Se alimenta por aportes superficiales de una cuenca relativamente extensa y por las descargas

procedentes del acuífero detrítico de Lepe. Las salidas se producen principalmente por evaporación y en época de fuertes precipitaciones por escorrentía en su parte sureste a través de un rebosadero que en la actualidad tiene afectado su nivel de base por la presencia de una carretera. Aunque se puede considerar como un sistema de aguas permanentes, experimenta notables fluctuaciones de nivel, presentando bajos niveles de inundación en períodos de estiaje. Así, las aguas de la Laguna de El Portil son subsalinas, alcanzando concentraciones hiposalinas en los períodos de más bajo nivel de inundación.

### Flora

Se observa en ella una interesante sucesión de comunidades asociadas a los distintos medios presentes. En primera instancia, aparecen las comunidades acuáticas de macrófitos, de gran diversidad y cierta variabilidad de un año a otro, con *Chara* spp., *Potamogeton lucens*, y *Ranunculus peltatus*, entre otras, y donde también es posible encontrar la minúscula *Wolffia arriza*. A continuación, se encuentra una primera banda de vegetación helofítica formada por eneaes (*Typha domingensis*) que transitan hacia juncuales (*Juncus maritimus*, *J. acutus*) y castañuelares (*Scirpus maritimus*, *S. holoschoenus*), con presencia en algún caso de especies singulares como *Isoetes setaceum* y *Schoenoplectus erectus*. Finalmente, en la orla perilagunar se forman gramales y un pastizal anual sobre suelos húmedos.

### Fauna

El grupo de aves es el mejor representado, con 33 especies identificadas. De ellas, 4 especies están catalogadas como en peligro de extinción por el Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas: la garcilla cangrejera (*Ardeola ralloides*), el porrón pardo (*Aythya nyroca*), la focha moruna (*Fulica cristata*) y la malvasía cabeciblanca (*Oxyura leucocephala*).

También aparecen otros vertebrados, como reptiles, destacando el galápago europeo (*Emys orbicularis*) y el galápago leproso (*Mauremys leprosa*), y anfibios como sapillo pintojo ibérico (*Discoglossus galganoi*). Además, existe una pequeña colonia de colmilleja (*Cobitis paludica*).

### Estado de conservación

La Laguna de El Portil se enmarca en un paisaje forestal (pinar y matorral mediterráneo asociado), de manera que no sufre la agresión directa de los cultivos intensivos en regadío como ocurre, de forma generalizada, en las restantes lagunas litorales onubenses. Por otro lado, el cercado y vallado de este espacio natural protegido limita la posibilidad de que se produzcan impactos antrópicos directos sobre el ecosistema acuático. Sin embargo, su proximidad a infraestructuras viarias (que han alterado el cierre dunar) y, sobre todo, a las urbanizaciones de El Portil, así como las diversas actividades que se desarrollan en su amplia cuenca vertiente, representan factores de tensión que pueden afectar tanto a la cantidad de sus recursos hídricos como a la calidad de los mismos.

## 2.3. LAGUNA DE LA JARA

### Figuras de protección

- Paraje Natural Lagunas de Palos y Las Madres

- ZEC ES6150001 Lagunas de Palos y Las Madres
- Sitio Ramsar Lagunas de Palos y Las Madres



Figura nº 4. Laguna de la Jara

### **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 600 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 noviembre, con una precipitación media de 75 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.

### **Geología**

Esta laguna forma, junto con las lagunas Primera de Palos, de las Madres y de la Mujer, el Paraje Natural de las lagunas de Palos y las Madres. Se sitúa entre la Laguna Primera de Palos y la Laguna de las Madres, que quedan al oeste y este, respectivamente. Esta laguna tiene su origen en el cierre de antiguas vaguadas o cauces fluviales por el avance de un frente dunar costero que interrumpe

los flujos al mar de sus cuencas vertientes. Se sitúa sobre arenas pliocuaternarias y con una alimentación superficial y subterránea.

### **Hidrología**

Se trata de una laguna de carácter permanente, gracias a su régimen de alimentación mixto: las aguas superficiales que vierten a la laguna a través de arroyos estacionales; y los aportes subterráneos, dada la escasa profundidad a la que se sitúan los niveles freáticos.

### **Flora**

La Laguna de la Jara presenta una orla vegetal con un estrato arbóreo y arbustivo bien desarrollado (*Populus alba*, *Salix fragilis*), resultado, en gran parte, de actuaciones de repoblación.

La vegetación palustre se compone de tarajales de *Tamarix canariensis* y *Tamarix africana*, carrizales con aneas y juncos formados por *Typha domingensis*, *Scirpus lacustris*, *Iris pseudoacorus* y *Phragmites australis*. Otras comunidades que aparecen en el humedal son los juncales de *Juncus maritimus*, castañuelares de *Scirpus maritimus* y gramales de *Paspalum* sp.

### **Fauna**

La fauna presente en el complejo lagunar de las Lagunas de Palos y Las Madres, al que pertenece la Laguna de la Jara, se describe en el apartado correspondiente de la Laguna de Las Madres (2.1).

### **Estado de conservación**

La laguna se emplaza en un ámbito territorial fuertemente antropizado. Su proximidad a infraestructuras viarias y a núcleos industriales, así como la práctica de una agricultura intensiva de regadío en su entorno inmediato, han favorecido el deterioro ambiental de estos enclaves acuáticos. A ello hay que añadir las actividades de extracción de áridos realizadas en la franja costera, que han afectado a los frentes dunares de cierre de estas lagunas litorales. La eutrofización es muy destacada en esta laguna.

Además, cuenta con unos elevados niveles de plomo, a causa de la munición empleada desde antaño en el desarrollo de la actividad cinegética en la laguna.

## **2.4. LAGUNA DE LA MUJER**

### **Figuras de protección**

- Paraje Natural Lagunas de Palos y Las Madres
- ZEC ES6150004 Lagunas de Palos y Las Madres
- Sitio Ramsar Lagunas de Palos y Las Madres





Figura nº 5. Laguna de la Mujer

### **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 600 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 noviembre, con una precipitación media de 75 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.

### **Geología**

Esta laguna forma, junto con las lagunas Primera de Palos, de la Jara y de las Madres, el Paraje Natural de las lagunas de Palos y las Madres. Se sitúa entre la Laguna Primera de Palos y la Laguna de las Madres, que quedan al oeste y este, respectivamente. Esta laguna tiene su origen en el cierre de antiguas vaguadas o cauces fluviales por el avance de un frente dunar costero que interrumpe los flujos al mar de sus cuencas vertientes. Se sitúa sobre arenas pliocuaternarias y con una alimentación superficial y subterránea.

## Hidrología

Se trata de una laguna de carácter permanente, gracias a su régimen de alimentación mixto: las aguas superficiales que vierten a la laguna a través de arroyos estacionales; y los aportes subterráneos, dada la escasa profundidad a la que se sitúan los niveles freáticos.

## Flora

En el humedal pueden reconocerse formaciones de helófitos compuestos por *Typha domingensis*, *Scirpus lacustris*, *Iris pseudoacorus* o *Phragmites australis*. Otras comunidades que aparecen en la zona ocupando los canales entre cultivos que desembocan en la laguna son gramadales de *Paspalum* sp. y comunidades de *Imperata cylindrica*.

## Fauna

La fauna presente en el complejo lagunar de las Lagunas de Palos y Las Madres, al que pertenece la Laguna de la Mujer, se describe en el apartado correspondiente de la Laguna de Las Madres (2.1).

## Estado de conservación

La laguna se emplaza en un ámbito territorial fuertemente antropizado. Su proximidad a infraestructuras viarias y a núcleos industriales, así como la práctica de una agricultura intensiva de regadío en su entorno inmediato, han favorecido el deterioro ambiental de estos enclaves acuáticos. A ello hay que añadir las actividades de extracción de áridos realizadas en la franja costera, que han afectado a los frentes dunares de cierre de estas lagunas litorales. La eutrofización es muy destacada en esta laguna.

### 2.5. LAGUNA PRIMERA DE PALOS

#### Figuras de protección

- Paraje Natural Lagunas de Palos y Las Madres
- ZEC ES6150004 Lagunas de Palos y Las Madres
- Sitio Ramsar Lagunas de Palos y Las Madres



Figura nº 6. Laguna Primera de Palos

### **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 600 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 noviembre, con una precipitación media de 75 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.

### **Geología**

Esta laguna forma, junto con las lagunas de las Madres, de la Jara y de la Mujer, el Paraje Natural de las lagunas de Palos y las Madres. Es la laguna litoral de mayor profundidad y la más occidental de este Paraje Natural. Esta laguna tiene su origen en el cierre de antiguas vaguadas o cauces fluviales por el avance de un frente dunar costero que interrumpe los flujos al mar de sus cuencas vertientes. Se sitúa sobre arenas pliocuaternarias.

## Hidrología

Se trata de una laguna de carácter permanente, que mantiene un nivel significativo de agua durante el verano gracias a su régimen de alimentación mixto, al que contribuyen tanto las aguas superficiales como las subterráneas. Sus cuencas vertientes están formadas por arroyos temporales.

## Flora

La laguna se encuentra circundada prácticamente en su totalidad por gramales encharcados de *Paspalum paspalodes* y *Paspalum vaginatum*. Acompañando estos gramales se reconocen tarajales de *Tamarix canariensis* y *Tamarix africana*, carrizales (*Phragmites australis*) y eneales (*Typha domingensis*), y juncales de castañuela (*Scirpus maritimus*).

La vegetación perilagunar de grandes helófitos está muy desarrollada, aunque la anchura de estas bandas es muy variable a lo largo de la zona perimetral de la cubeta dependiendo de la pendiente más o menos acusada de las orillas.

La presencia de hidrófitos queda principalmente relegada a las zonas de orilla en las que se instalan densas formaciones de *Ceratophyllum demersum*, aunque también pueden encontrarse como rodales semi sumergidos en aguas interiores. Junto a esta especie, se han reconocido formaciones de *Polygonum amphibium*, mientras que las zonas litorales más someras y abrigadas suelen quedar cubiertas por lemnáceas en los períodos más cálidos.

## Fauna

La fauna presente en el complejo lagunar de las Lagunas de Palos y Las Madres, al que pertenece la Laguna Primera de Palos, se describe en el apartado correspondiente de la Laguna de Las Madres (2.1).

## Estado de conservación

La cuenca de este humedal se encuentra en la actualidad bastante modificada por la actividad humana, estando ocupada en su práctica totalidad por cultivos intensivos y zonas industriales.

### 3. METODOLOGÍA

Se detalla en este apartado la metodología propuesta para la estimación de los requerimientos hídricos de las 5 zonas húmedas designadas como masas de agua presentes en la DHTOP.

Para ello, se propone estimar los requerimientos hídricos de agua 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)
ES064MSPF000203720	Laguna de las Madres	66,16	128,66	128,66	54,29	74,37
ES064MSPF000203730	Laguna del Portil	14,03	15,97	15,97	14,54	2,58
ES064MSPF004400350	Laguna de la Jara	6,05	6,62	6,62	5,28	2,50
ES064MSPF004400360	Laguna de la Mujer	7,35	7,35	7,35	8,43	3,25
ES064MSPF004400370	Laguna Primera de Palos	15,39	12,20	12,20	9,98	17,42

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 DHTOP, 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)	49,66	36,85	29,61	31,12	43,82	61,52	78,05	51,66	19,14	4,13	3,71	22,32
P (mm)	44,26	31,34	23,72	26,75	38,31	53,17	70,80	79,60	32,64	1,56	4,06	20,14
<b>Precipitación efectiva (<math>P_e</math>) (mm)</b>	<b>44,26</b>	<b>31,34</b>	<b>23,72</b>	<b>26,75</b>	<b>38,31</b>	<b>53,17</b>	<b>70,80</b>	<b>79,60</b>	<b>32,64</b>	<b>1,56</b>	<b>4,06</b>	<b>20,14</b>

Tabla nº 3. Estimación simplificada de la  $P_e$  en la Laguna Primera de Palos

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 7 se esquematiza este procedimiento.

Para la estimación de la ET<sub>0</sub> 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<sub>0</sub>).

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<sub>c</sub>) para diferentes cultivos y formaciones vegetales, entre ellas el carrizo (Tabla nº 5).

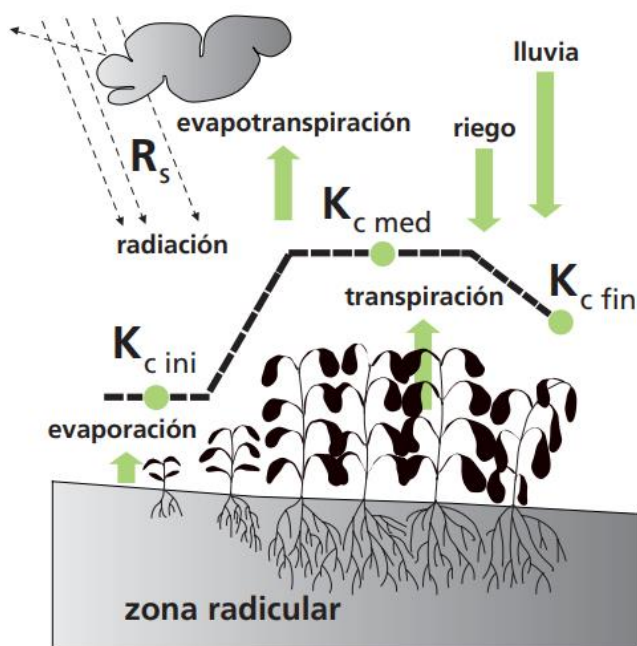


Figura nº 7. Evapotranspiración del cultivo y curva del K<sub>c</sub> en función del desarrollo

ET <sub>0</sub> (mm)	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	SUMA
Moguer	66,64	35,57	25,87	29,04	42,31	74,71	101,18	137,49	155,93	170,52	149,02	103,10	1.091,37

Tabla nº 4. Valores ET<sub>0</sub> medios (25/10/2000 al 22/07/2020) en la estación de Moguer



Cultivo	$K_{c_{ini}}$	$K_{c_{med}}$	$K_{c_{fin}}$	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,  $K_c$

Con estos valores de  $K_c$  se ha optado por dar al carrizo una  $K_c$  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	66,6 4	35,5 7	25,8 7	29,0 4	42,3 1	74,7 1	101,1 8	137,4 9	155,9 3	170,5 2	149,0 2	103,1 0	1.091,3 7

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  $ET_0$ , al menos hasta su secado si retrocede la lámina de agua y se reducen sus disponibilidades hídricas.

Para identificar la presencia o no de carrizo en las zonas húmedas analizadas se ha partido de la información disponible en las fichas del IHA y en el documento “*Proyecto de Decreto por el que se declaran determinadas Zonas Especiales de Conservación del litoral de Huelva y se aprueban el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del Paraje Natural Marismas del Odiel y de las Reservas Naturales de Isla de Enmedio y Marismas del Burro y el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de la Reserva Natural Laguna de El Portil y de los Parajes Naturales Enebrales de Punta Umbría, Estero de Domingo Rubio, Lagunas de Palos y las Madres, Marismas de Isla Cristina y Marismas del Río Piedras y Flecha del Rompido*”, donde se realiza una breve descripción de la vegetación de las lagunas.

En cuatro de los cinco humedales, según bibliografía, se indica la existencia de carrizal sin indicar superficies. Para estos cuatro humedales (Laguna de las Madres, de la Jara, de la Mujer y Primera de Palos) se ha estimado en un 10% de media de la superficie de vegetación ocupado por carrizo.

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  $P_e$ , 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
ES064MSPF000203720	Laguna de las Madres	60,02	37,26	26,16	28,43	40,99	61,87	85,80	116,06	143,33	153,83	134,09	96,10	<b>983,93</b>
ES064MSPF000203730	Laguna del Portil	56,75	35,71	24,31	27,97	40,24	59,21	83,31	112,50	137,76	152,45	132,18	93,22	<b>955,62</b>
ES064MSPF004400350	Laguna de la Jara	55,76	34,55	24,33	27,65	38,34	58,69	82,09	112,01	140,11	146,43	129,86	92,35	<b>942,17</b>
ES064MSPF004400360	Laguna de la Mujer	56,43	35,04	24,42	27,73	38,83	58,69	81,96	111,81	139,79	147,30	129,62	92,25	<b>943,87</b>
ES064MSPF004400370	Laguna Primera de Palos	56,18	34,78	24,15	27,48	38,67	58,56	82,06	111,93	139,95	146,45	129,67	92,06	<b>941,94</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
ES064MSPF000203720	Laguna de las Madres	47,26	35,31	28,66	32,02	43,74	59,79	76,64	70,07	35,73	7,92	3,88	22,14	<b>463,18</b>
ES064MSPF000203730	Laguna del Portil	47,52	35,08	27,77	30,50	43,28	59,04	73,63	71,35	37,39	6,78	4,13	15,77	<b>452,23</b>
ES064MSPF004400350	Laguna de la Jara	45,28	32,82	25,49	28,66	39,69	55,24	72,17	65,95	24,39	1,53	4,02	20,06	<b>415,29</b>
ES064MSPF004400360	Laguna de la Mujer	43,09	30,90	23,94	27,00	38,50	52,53	70,50	76,93	31,26	1,51	3,81	19,20	<b>419,18</b>
ES064MSPF004400370	Laguna Primera de Palos	49,66	36,85	29,61	31,12	43,82	61,52	78,05	51,66	19,14	4,13	3,71	22,32	<b>431,59</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
ES064MSPF000203720	Laguna de las Madres	42,38	31,82	24,85	27,55	39,73	54,58	72,69	68,46	15,12	1,59	4,00	22,49	<b>405,27</b>
ES064MSPF000203730	Laguna del Portil	43,65	31,20	24,31	27,44	39,00	54,76	72,26	75,64	23,04	1,19	2,67	15,88	<b>411,05</b>
ES064MSPF004400350	Laguna de la Jara	43,22	31,05	23,90	26,89	38,10	52,90	70,69	78,43	31,83	1,53	4,01	19,83	<b>422,37</b>
ES064MSPF004400360	Laguna de la Mujer	42,97	30,79	23,87	26,94	38,52	52,32	70,38	77,15	31,52	1,51	3,75	19,03	<b>418,74</b>
ES064MSPF004400370	Laguna Primera de Palos	44,26	31,34	23,72	26,75	38,31	53,17	70,80	79,60	32,64	1,56	4,06	20,14	<b>426,34</b>

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

### 3.2. REQUERIMIENTOS 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 5 zonas húmedas identificadas como masas de agua, todas ellas permanecen inundadas todo el año y son consideradas como permanentes.

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 5 masas de agua consideradas. Todos los meses, excepto el periodo de octubre a febrero, se presentarían deficitarios.

Código	Nombre	Temporalidad laguna	Embalse más cercano	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	ANUAL
ES064MSPF000203720	Laguna de las Madres	Permanente	Embalse de Piedras / Machos	61,60	77,20	44,50	51,40	60,60	103,80	80,70	97,70	187,20	210,60	215,80	138,80	<b>1.329,90</b>
ES064MSPF000203730	Laguna del Portil	Permanente	Embalse de Piedras / Machos	61,60	77,20	44,50	51,40	60,60	103,80	80,70	97,70	187,20	210,60	215,80	138,80	<b>1.329,90</b>
ES064MSPF004400350	Laguna de la Jara	Permanente	Embalse de Piedras / Machos	61,60	77,20	44,50	51,40	60,60	103,80	80,70	97,70	187,20	210,60	215,80	138,80	<b>1.329,90</b>
ES064MSPF004400360	Laguna de la Mujer	Permanente	Embalse de Piedras / Machos	61,60	77,20	44,50	51,40	60,60	103,80	80,70	97,70	187,20	210,60	215,80	138,80	<b>1.329,90</b>
ES064MSPF004400370	Laguna Primera de Palos	Permanente	Embalse de Piedras / Machos	61,60	77,20	44,50	51,40	60,60	103,80	80,70	97,70	187,20	210,60	215,80	138,80	<b>1.329,90</b>

Tabla nº 10. Tasa de evaporación (mm)

Código	Nombre	Temporalidad laguna	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	ANUAL
ES064MSPF000203720	Laguna de las Madres	Permanente	62,19	85,15	88,68	61,61	46,86	43,27	44,77	21,84	5,81	1,40	3,88	22,17	<b>487,64</b>
ES064MSPF000203730	Laguna del Portil	Permanente	68,98	90,57	99,02	66,43	48,39	46,47	46,75	27,91	5,41	1,24	2,68	16,05	<b>519,91</b>
ES064MSPF004400350	Laguna de la Jara	Permanente	62,11	83,20	87,50	60,43	47,04	43,37	45,64	22,11	5,77	1,53	4,02	20,58	<b>483,30</b>
ES064MSPF004400360	Laguna de la Mujer	Permanente	62,46	83,67	87,76	60,41	46,91	43,14	45,44	21,95	5,65	1,51	3,81	20,20	<b>482,91</b>
ES064MSPF004400370	Laguna Primera de Palos	Permanente	62,21	83,75	87,18	59,49	47,31	44,94	46,28	22,29	6,04	1,25	3,71	22,32	<b>486,78</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>
ES064MSPF000203720	Laguna de las Madres	Permanente	0,59	7,95	44,18	10,21	-13,74	-60,53	-35,93	-75,86	-181,39	-209,20	-211,92	-116,63	-842,26	<b>-905,20</b>
ES064MSPF000203730	Laguna del Portil	Permanente	7,38	13,37	54,52	15,03	-12,21	-57,33	-33,95	-69,79	-181,79	-209,36	-213,12	-122,75	-809,99	<b>-900,30</b>
ES064MSPF004400350	Laguna de la Jara	Permanente	0,51	6,00	43,00	9,03	-13,56	-60,43	-35,06	-75,59	-181,43	-209,07	-211,78	-118,22	-846,60	<b>-905,14</b>
ES064MSPF004400360	Laguna de la Mujer	Permanente	0,86	6,47	43,26	9,01	-13,69	-60,66	-35,26	-75,75	-181,55	-209,09	-211,99	-118,60	-846,99	<b>-906,59</b>
ES064MSPF004400370	Laguna Primera de Palos	Permanente	0,61	6,55	42,68	8,09	-13,29	-58,86	-34,42	-75,41	-181,16	-209,35	-212,09	-116,48	-843,12	<b>-901,05</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.



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) (m <sup>3</sup> /año)
ES064MSPF000203720	Laguna de las Madres	54,29	74,37	66,93	7,44	463,18	1.091,37	405,27	<b>89.787</b>
ES064MSPF000203730	Laguna del Portil	14,54	2,58	2,58	0,00	452,23	1.091,37	411,05	<b>1.062</b>
ES064MSPF004400350	Laguna de la Jara	5,28	2,50	2,25	0,25	415,29	1.091,37	422,37	<b>1.513</b>
ES064MSPF004400360	Laguna de la Mujer	8,43	3,25	2,93	0,33	419,18	1.091,37	418,74	<b>2.199</b>
ES064MSPF004400370	Laguna Primera de Palos	9,98	17,42	15,68	1,74	431,59	1.091,37	426,34	<b>12.407</b>
									<b>106.969</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) (m <sup>3</sup> /año)
ES064MSPF000203720	Laguna de las Madres	Permanente	Embalse de Piedras / Machos	1.329,90	1.329,90	487,64	905,20	<b>491.433</b>
ES064MSPF000203730	Laguna del Portil	Permanente	Embalse de Piedras / Machos	1.329,90	1.329,90	519,91	900,30	<b>130.903</b>
ES064MSPF004400350	Laguna de la Jara	Permanente	Embalse de Piedras / Machos	1.329,90	1.329,90	483,30	905,14	<b>47.791</b>
ES064MSPF004400360	Laguna de la Mujer	Permanente	Embalse de Piedras / Machos	1.329,90	1.329,90	482,91	906,59	<b>76.426</b>
ES064MSPF004400370	Laguna Primera de Palos	Permanente	Embalse de Piedras / Machos	1.329,90	1.329,90	486,78	901,05	<b>89.925</b>
								<b>836.478</b>

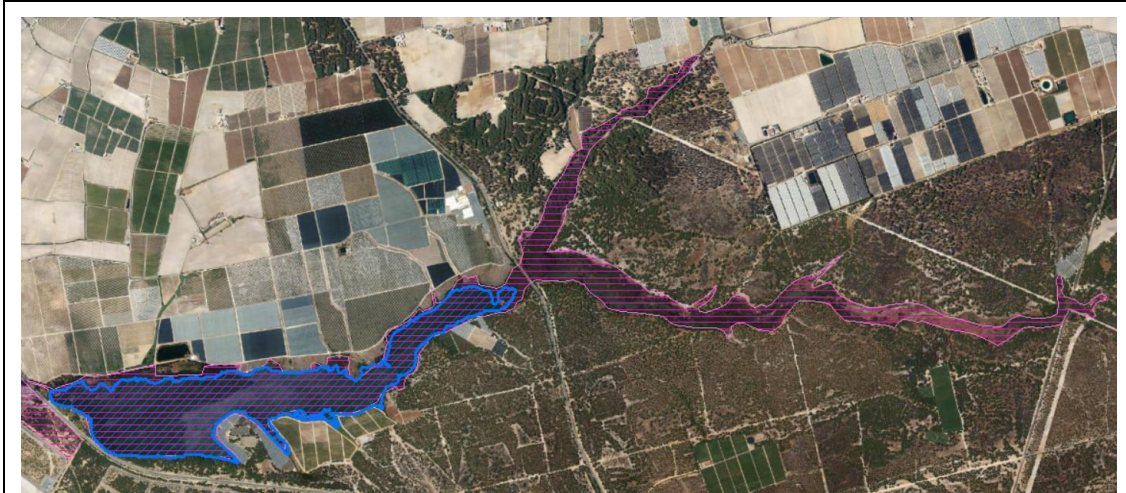
Tabla nº 14. Requerimientos hídricos de la lámina de agua



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) (m³/año)	(EV-Prec) (m³/año)	(ETR-Pe) +(EV-Prec) (m³/año)	Origen del recurso 1	Origen del recurso 2
ES064MSPF000203720	Laguna de las Madres	54,29	74,37	Permanente	<b>89.787</b>	<b>491.433</b>	<b>581.219</b>	Superficial drenaje cuenca vertiente	Subterránea ES064MSBT000305950 Condado
ES064MSPF000203730	Laguna del Portil	14,54	2,58	Permanente	<b>1.062</b>	<b>130.903</b>	<b>131.966</b>	Superficial drenaje cuenca vertiente	Subterránea ES064MSBT000305940 Lepe - Cartaya
ES064MSPF004400350	Laguna de la Jara	5,28	2,50	Permanente	<b>1.513</b>	<b>47.791</b>	<b>49.304</b>	Superficial drenaje cuenca vertiente	Subterránea ES064MSBT000305950 Condado
ES064MSPF004400360	Laguna de la Mujer	8,43	3,25	Permanente	<b>2.199</b>	<b>76.426</b>	<b>78.625</b>	Superficial drenaje cuenca vertiente	Subterránea ES064MSBT000305950 Condado
ES064MSPF004400370	Laguna Primera de Palos	9,98	17,42	Permanente	<b>12.407</b>	<b>89.925</b>	<b>102.333</b>	Superficial drenaje cuenca vertiente	Subterránea ES064MSBT000305950 Condado
					<b>106.969</b>	<b>836.478</b>	<b>943.447</b>		

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

## 5. DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA Y ORTOFOTOGRAFÍA

### 5.1. LAGUNA DE LAS MADRES



-  Masa de agua Lago
-  Inventario Español Zonas Húmedas (IEZH)

Masa de agua: 66,16 ha

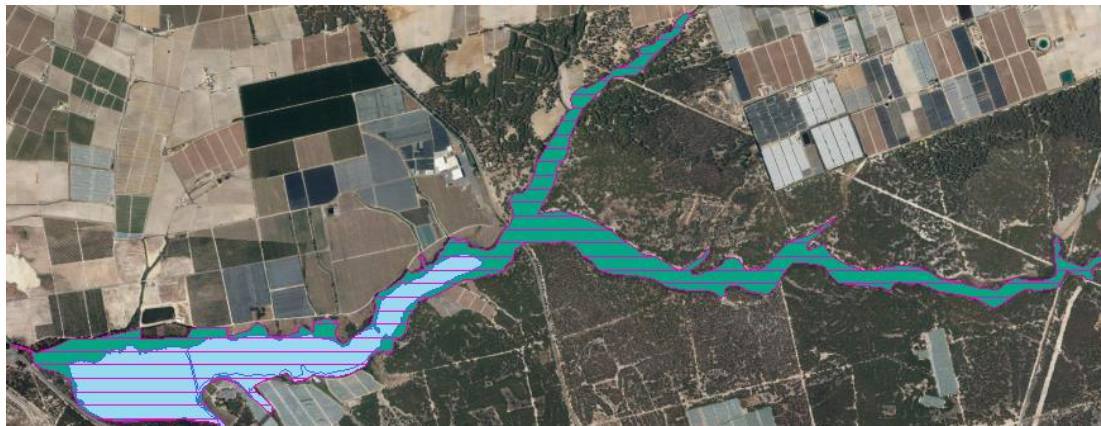
INZH: 128,66 ha



Inventario Humedales de Andalucía (IHA)

FICHA IHA615005: 128,66 ha




SIOSE 2014



Al haber discrepancias importantes entre la delimitación de la masa de agua y la delimitación del inventario de humedales, y viendo por ortofoto que ésta última delimitación del inventario se ajusta muy bien al humedal, se ha empleado este límite y con ayuda de SIOSE 2014 se ha separado lo que es lámina de agua de lo que es resto de vegetación asociada al humedal.

SIOSE 2014:

Agua y vegetación asociada a la laguna

-  Lago o laguna
-  Embalse
-  Combinación vegetación

Lago o Laguna / Embalse = 54,29 ha

Combinación de vegetación (pastizal, matorral, etc.)  
= 74,37 ha

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

- **Agua: 54,29 ha**
- **Vegetación: 74,37 ha**

IMÁGENES GOOGLE EARTH



OCTUBRE 2004



JULIO 2005



DICIEMBRE 2005



MAYO 2007

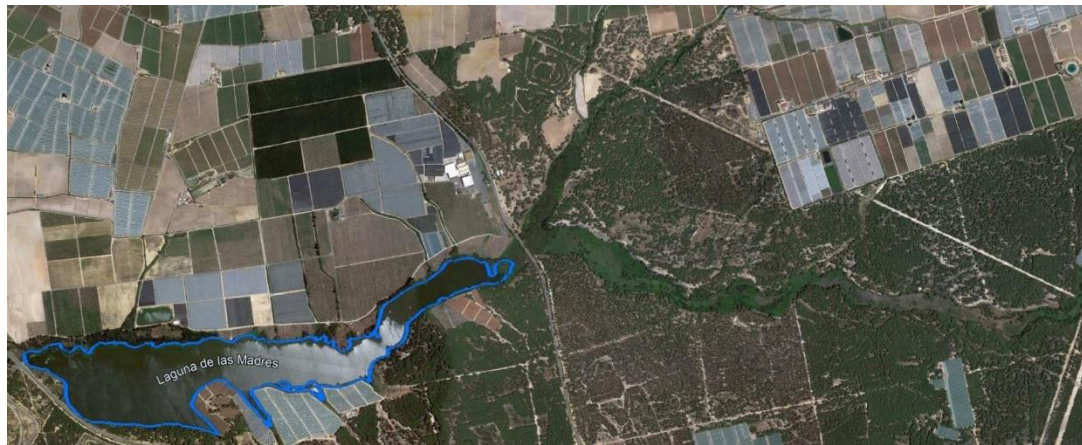


JULIO 2010



ABRIL 2013





JUNIO 2016



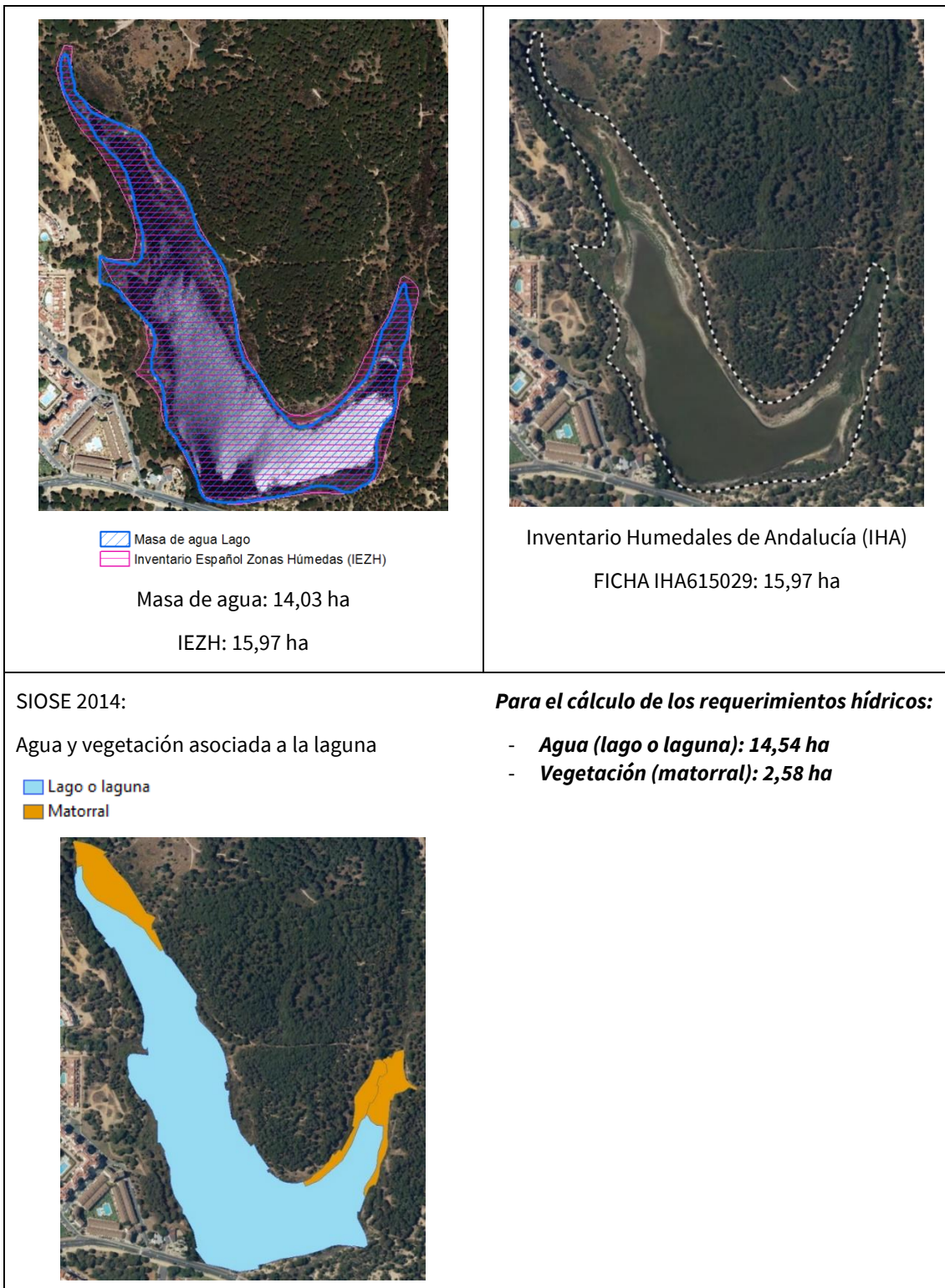
MAYO 2019



Zoom (vegetación perimetral)



## 5.2. LAGUNA DEL PORTIL



IMÁGENES GOOGLE EARTH



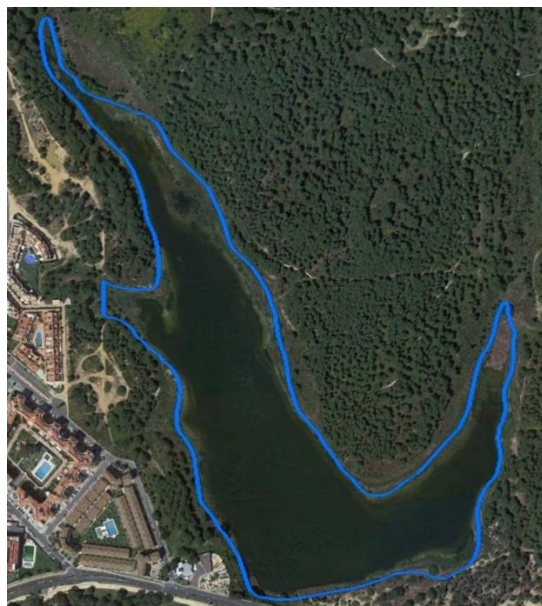
OCTUBRE 2004



OCTUBRE 2010



JUNIO 2011



ABRIL 2013



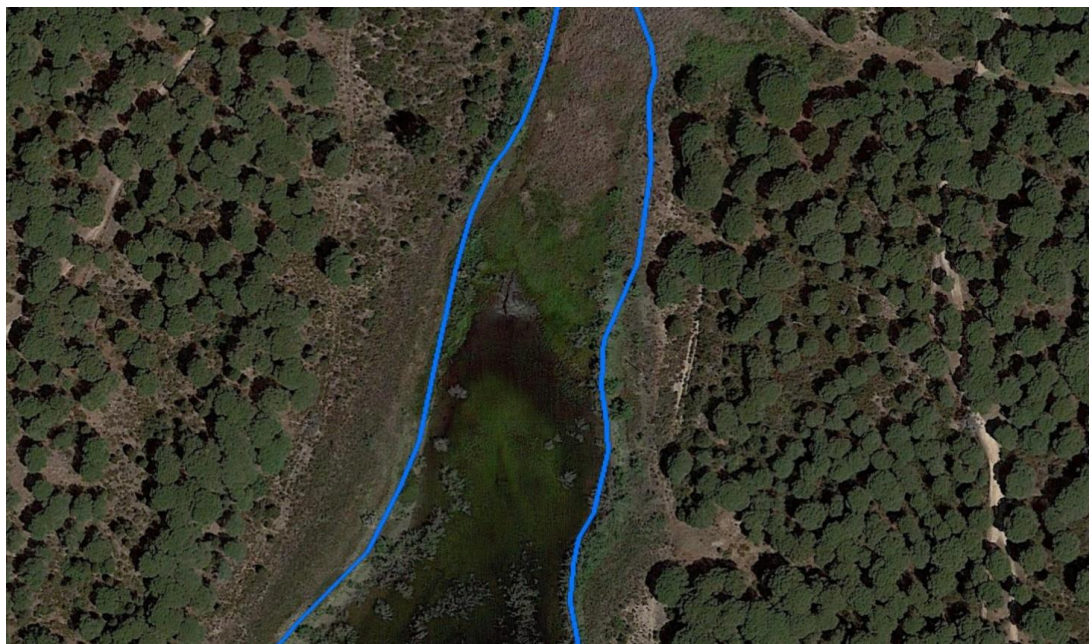
JUNIO 2016



MAYO 2019





Zoom (vegetación perimetral)



### 5.3. LAGUNA DE LA JARA



-  Masa de agua Lago
-  Inventario Español Zonas Húmedas (IEZH)

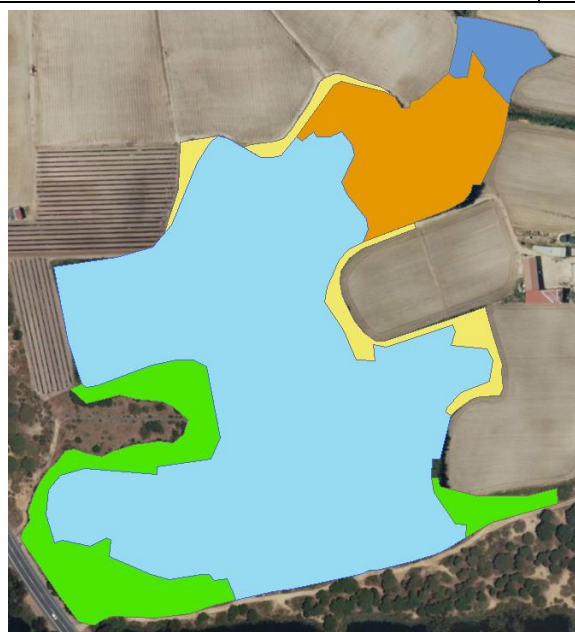
Masa de agua: 6,05 ha

IEZH: 6,62 ha








Inventario Humedales de Andalucía (IHA)

FICHA IHA615003: 6,62 ha



SIOSE 2014:

Agua y vegetación asociada a la laguna

-  Lago o laguna
-  Combinación de vegetación
-  Matorral
-  Cultivo herbáceo
-  Invernadero

Lago o laguna = 5,28 ha

Combinación de vegetación / matorral /  
 otros (\*) = 2,50 ha

(\*se han incluido pequeñas superficies que el SIOSE 2014 da como invernadero o cultivo herbáceo, pero que se ha visto con ortofoto que se tratan de pequeños desajustes)

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

- **Agua: 5,28 ha**
- **Vegetación: 2,50 ha**

IMÁGENES GOOGLE EARTH



JULIO 2005



DICIEMBRE 2005



MAYO 2007



AGOSTO 2007



JULIO 2010



SEPTIEMBRE 2011



ABRIL 2013



JUNIO 2016









Zoom (vegetación perimetral)



#### 5.4. LAGUNA DE LA MUJER



 Masa de agua Lago  
 Inventario Español Zonas Húmedas (IEZH)

Masa de agua: 7,35 ha

IEZH: 7,35 ha



Inventario Humedales de Andalucía (IHA)

FICHA IHA615004: 7,35 ha



SIOSE 2014:

Agua y vegetación asociada a la laguna

- Lago o laguna
- Lámina de agua artificial
- Zona húmeda y pantanosa
- Combinación de vegetación
- Bosque de frondosas

Lago o Laguna / Lámina de agua artificial = 8,43 ha

Zona húmeda y pantanosa = 1,41 ha

Otra vegetación = 1,84 ha

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

- **Agua: 8,43 ha**
- **Vegetación: 3,25 ha**

IMÁGENES GOOGLE EARTH



JULIO 2005



DICIEMBRE 2005



MAYO 2007



AGOSTO 2007



JULIO 2010



SEPTIEMBRE 2011



ABRIL 2013



JUNIO 2016

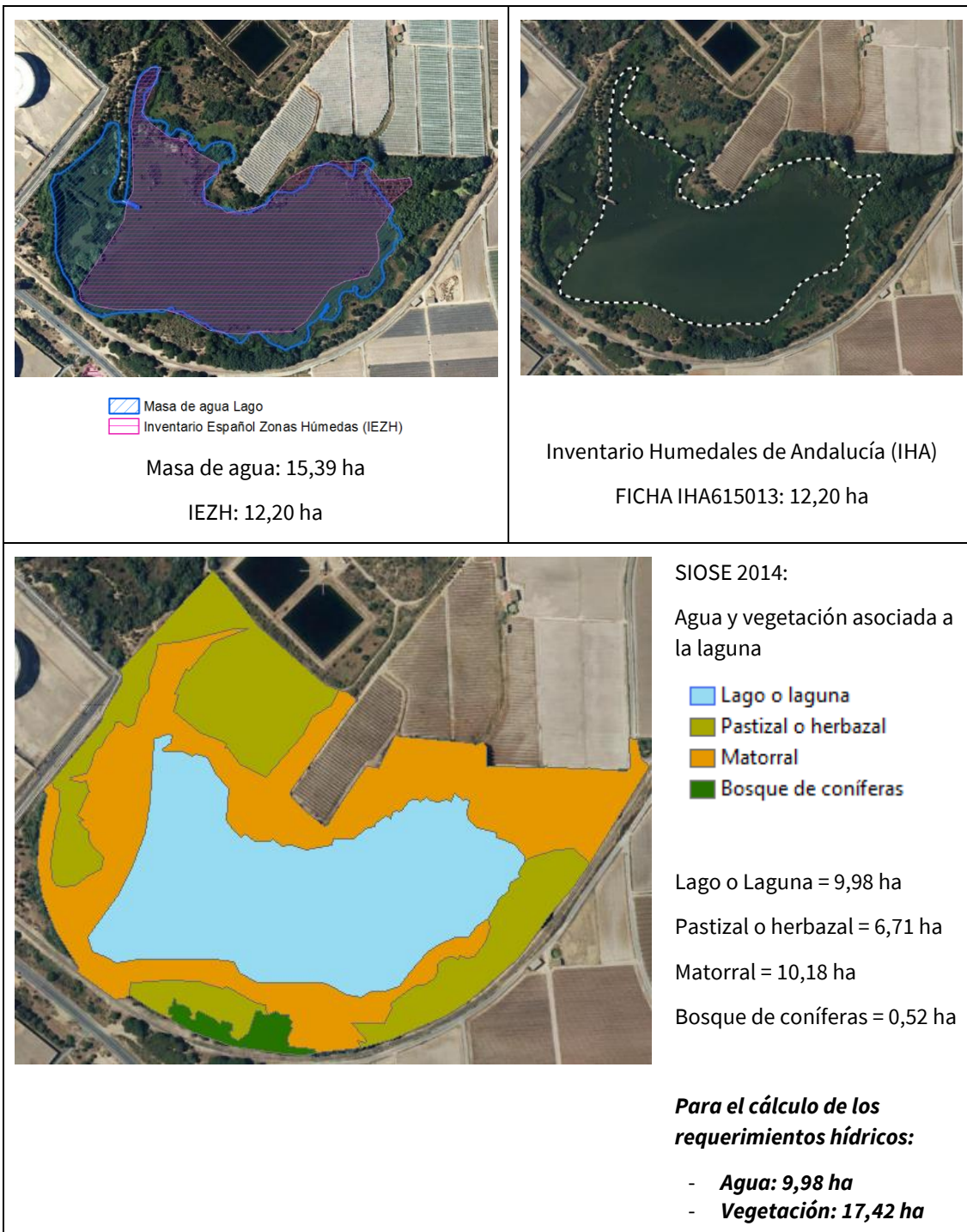


Zoom (vegetación perimetral)

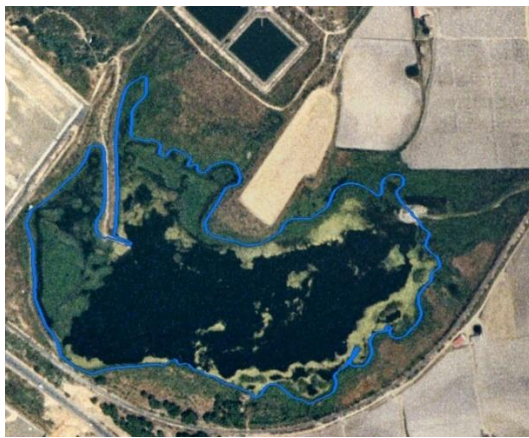




### 5.5. LAGUNA PRIMERA DE PALOS



IMÁGENES GOOGLE EARTH



OCTUBRE 2004



JULIO 2005



DICIEMBRE 2005



MAYO 2007



JULIO 2010



SEPTIEMBRE 2011



ABRIL 2013



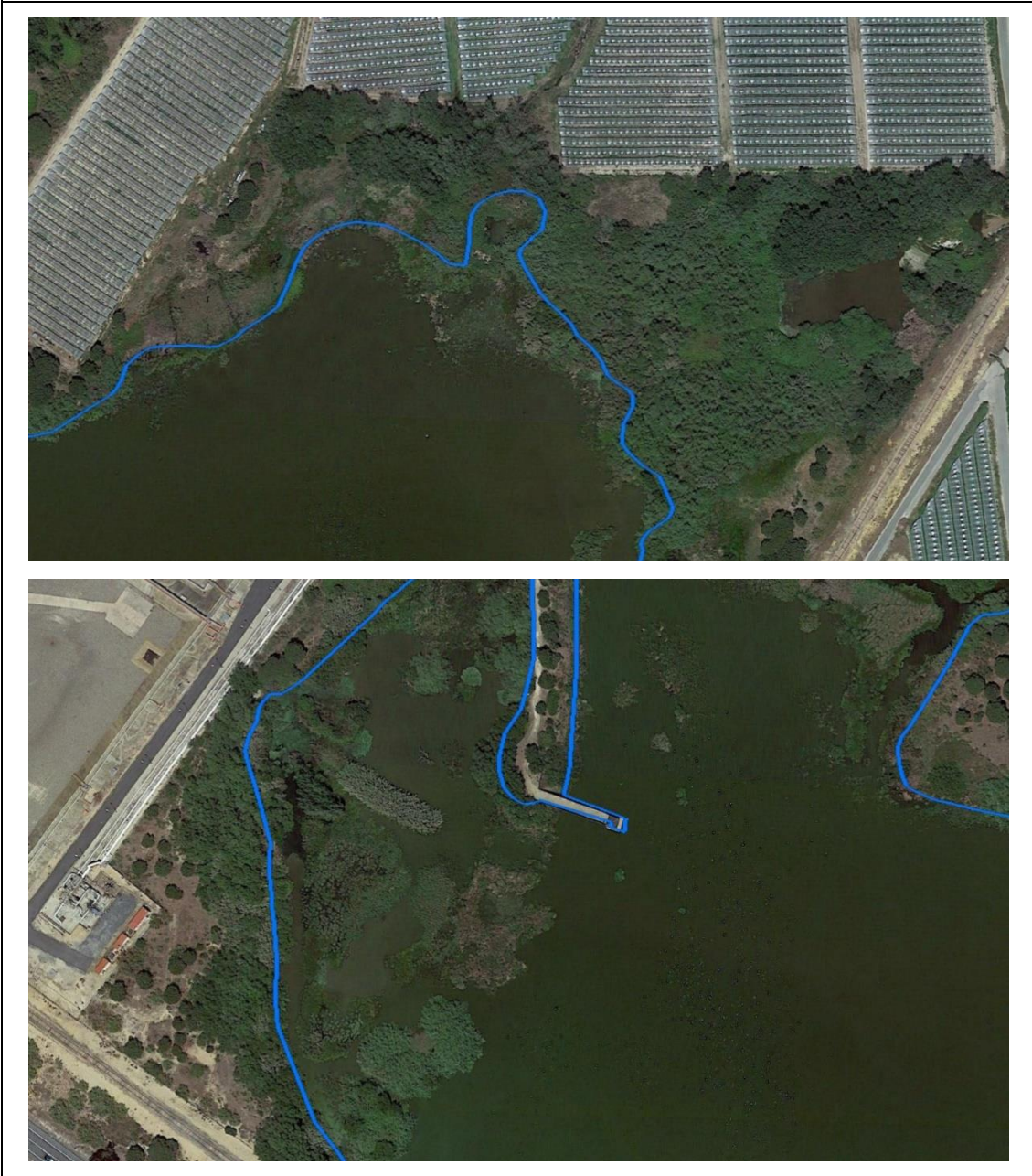
JULIO 2016



MAYO 2019



Zoom (vegetación perimetral)





## 6. GLOSARIO DE ABREVIATURAS

DA	Demanda Ambiental Consuntiva
DHTOP	Demarcación Hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras
ET <sub>0</sub>	Evapotranspiración del cultivo de referencia
ET <sub>c</sub>	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
K <sub>c</sub>	Coefficiente de cultivo
P	Precipitación
P <sub>e</sub>	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

- Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas. Anexo X del Decreto 23/2012, de 14 de febrero, por el que se regula la conservación y el uso sostenible de la flora y la fauna silvestres y sus hábitats (BOJA/2012/60/6)
- 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>
- Huertas, M. & Sánchez, J.L.:(2000): Los odonatos de la provincia de Huelva (Andalucía, España) (*Insecta: Odonata*). Boletín de la SOCECO, 12: 35-81.
- 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 Paraje Natural Lagunas de Palos y Las Madres. Disponible en:  
<https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/RISrep/ES1676RIS.pdf?language=es>
- Junta de Andalucía (2015): Proyecto de Decreto por el que se declaran determinadas Zonas Especiales de Conservación del litoral de Huelva y se aprueban el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del Paraje Natural Marismas del Odiel y de las Reservas Naturales de Isla de Enmedio y Marismas del Burro y el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de la Reserva Natural Laguna de El Portil y de los Parajes Naturales Enebrales de Punta Umbría, Estero de Domingo Rubio, Lagunas de Palos y las Madres, Marismas de Isla Cristina y Marismas del Río Piedras y Flecha del Rompido. Disponible en:  
<https://www.juntadeandalucia.es/servicios/normas-elaboracion/detalle/74038.html>
- 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-iha-/20151?categoryVal=](https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/landing-page-%C3%ADndice/-/asset_publisher/zX2ouZa4r1Rf/content/inventario-de-humedales-de-andaluc-c3-ada-iha-/20151?categoryVal=)



**Junta de Andalucía**

Consejería de Agricultura,  
Pesca, Agua y Desarrollo Rural



**UNIÓN EUROPEA**

Fondo Europeo de Desarrollo Regional

