

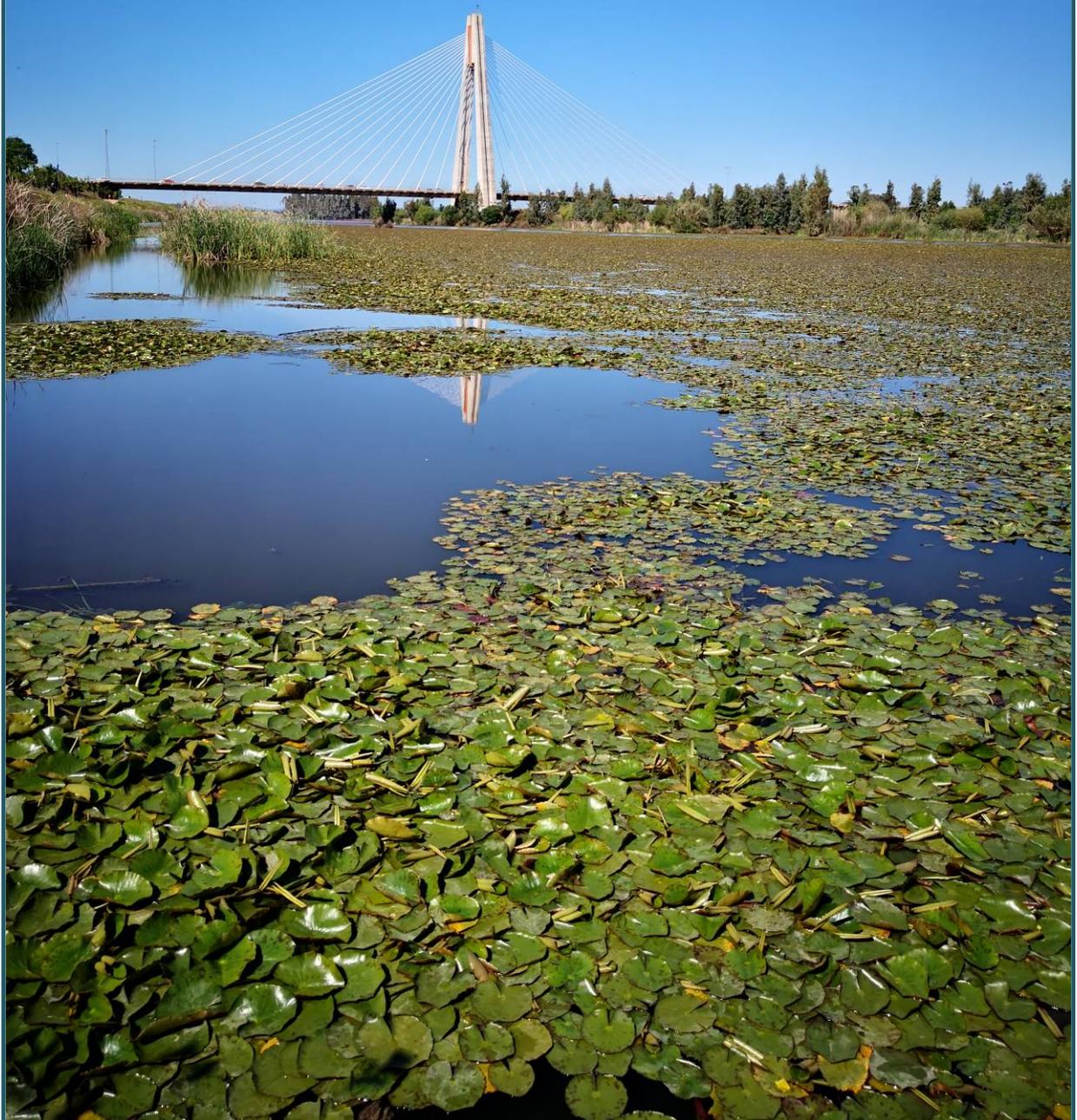


GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA

CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL GUADIANA O.A.

**“ESTUDIO DE VIABILIDAD DE MÉTODOS PARA EL CONTROL Y
ELIMINACIÓN DEL NENÚFAR MEJICANO (*Nymphaea mexicana* Zucc)
EN EL RÍO GUADIANA A SU PASO POR BADAJOZ”.**





Índice.

1. ANTECEDENTES.....	4
2. INTRODUCCIÓN.....	7
3. LEGISLACIÓN APLICABLE.....	9
4. OBJETIVOS.....	12
5. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE.....	13
6. ZONA DE ACTUACIÓN.....	34
7. ALTERNATIVAS DE ACTUACIÓN.....	67
7.1. ALTERNATIVA DE NO ACTUACIÓN.....	67
7.2. MÉTODOS FÍSICOS DE ELIMINACIÓN.....	70
7.2.1. Desbroce del sistema foliar.....	70
7.2.2. Parcelas de solarización.....	79
7.2.3. Arranque manual.....	86
7.2.4. Desecaciones periódicas de los Azudes.....	89
7.2.5. Dragado del río.....	92
7.2.6. Extracción mecanizada de la primera capa de lodos.....	135
7.2.7. Extracción selectiva de rizomas con embarcación.....	142
7.3. MÉTODOS QUÍMICOS DE ELIMINACIÓN Y DIFERENTES PROCEDIMIENTOS DE APLICACIÓN.....	145
7.3.1. Tratamientos con productos químicos.....	145
7.3.2. Tratamientos con herbicidas ecológicos.....	157
7.4. MÉTODOS BIOLÓGICOS DE ELIMINACIÓN.....	159
7.5. MEJORA DEL ESTADO ECOLÓGICO DEL RÍO.....	163
7.5.1. Eliminación de los Azudes.....	165
7.5.2. Implantación y/o fomento de la vegetación de ribera.....	166
7.6. OTRAS POSIBLES ALTERNATIVAS para el control y eliminación de esta especie invasora.....	168
7.7. CUADRO RESUMEN EFICACIA DE LAS ALTERNATIVAS.....	170
8. ANÁLISIS DE VIABILIDAD.....	171
8.1. ALTERNATIVA DE NO ACTUACIÓN.....	171



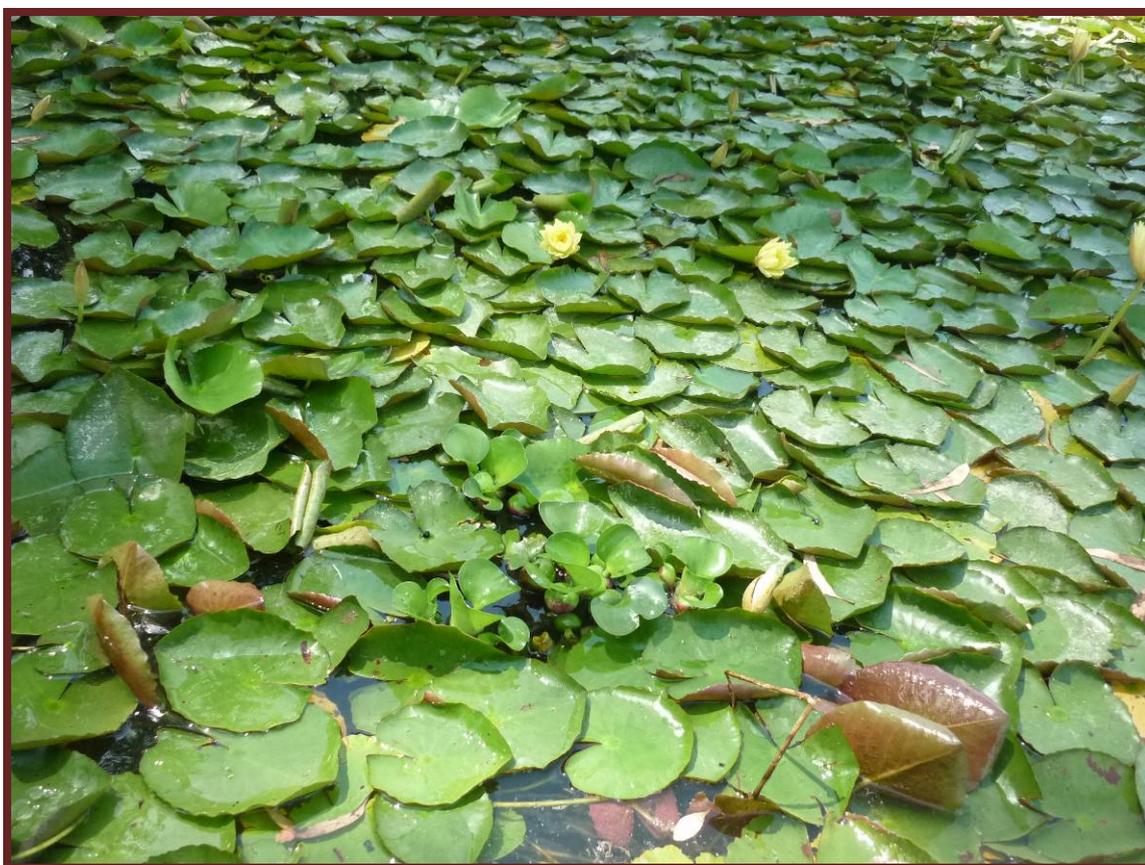
8.2.	MÉTODOS FÍSICOS DE ELIMINACIÓN.	175
8.2.1.	Desbroce del sistema foliar	175
8.2.2.	Desecaciones periódicas de los Azudes.....	178
8.2.3.	Dragado del río.....	183
8.2.4.	Extracción mecanizada de la primera capa de lodos.....	193
8.3.	MÉTODOS QUÍMICOS DE ELIMINACIÓN Y DIFERENTES PROCEDIMIENTOS DE APLICACIÓN.	198
8.3.1.	Tratamientos con productos químicos	198
8.4.	MEJORA DEL ESTADO ECOLÓGICO DEL RÍO.	205
8.4.1.	Eliminación de los azudes.....	205
8.5.	RESUMEN DE EFICACIA Y VIABILIDAD DE LAS ALTERNATIVAS.	208
9.	ANÁLISIS ECONÓMICO	209
10.	TOMA DE DECISIONES.....	224
11.	CONCLUSIONES.....	230
	AGRADECIMIENTOS	231



1. ANTECEDENTES.

El **nenúfar mejicano (*Nymphaea mexicana* Zucc)**, es una planta invasora de origen centro-americano (México) y Sur de los EEUU (Florida y Sur de Texas).

Durante los años 80, la invasión de nenúfar mejicano se produce de forma paulatina dentro de España, quedando restringida al cauce medio del arroyo Cabrera, afluente del río Guadiana. Sin embargo, en los últimos años se ha producido una expansión explosiva, pudiéndose observar poblaciones a lo largo del arroyo Cabrera, así como nuevos núcleos poblacionales dentro de la cuenca del Guadiana, principalmente a su paso por la ciudad de Badajoz y puntualmente en la desembocadura del río Caya.



*Imagen de Nenúfar mejicano en el río Guadiana (*Nymphaea mexicana* Zucc)*

Su introducción es señalada, casi con seguridad como accidental, provocada por su cultivo como ornamental, por la belleza de su follaje y las flores como ocurre con otras especies invasoras en ambientes acuáticos.

Se trata de una hierba rizamosa y acuática y, aunque en su hábitat de origen es una hierba perenne, con la climatología existente en invierno en la Cuenca Hidrográfica del Guadiana,



presenta tendencia a la marcescencia, es decir sus hojas pueden llegar a secarse sin desprenderse.

Los principales impactos que genera son la ocupación de nichos ecológicos de las especies autóctonas, posibilidad de hibridación, restringe el movimiento del agua, aumenta la tasa de evapotranspiración y dificulta ciertos usos del río (pesca, piragüismo, natación, etc.)

El comportamiento de la invasión de esta especie en la cuenca del Guadiana presenta un patrón oscilatorio siendo el tramo más afectado la zona urbana de la ciudad de Badajoz (objeto del presente estudio). Esto es debido a factores como la velocidad del agua, ya que en el tramo urbano es más lenta y la sedimentación del cauce mayor, formando terrazas fluviales, acentuadas por la existencia de dos azudes que limitan este tramo. Estudios recientes han demostrado que la población de nenúfar mejicano en el tramo urbano de Badajoz ha pasado a ocupar 2,5 ha en 2009 a 44,16 ha en la actualidad.

La **Ley 42/2007** de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, define una Especie Exótica Invasora (EEI) como *“aquella que se introduce o establece en un ecosistema o hábitat natural o seminatural y que es un agente de cambio y amenaza para la diversidad biológica nativa, ya sea por su comportamiento invasor, o por el riesgo de contaminación genética”*.

Esta misma ley creó, en su artículo 64, el **Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras**, en el que se han de incluir todas aquellas especies y subespecies exóticas invasoras que constituyan, de hecho, o puedan llegar a constituir una amenaza grave para las especies autóctonas, los hábitats o los ecosistemas, la agronomía, o para los recursos económicos asociados al uso del patrimonio natural.

Con la aprobación, del **Real Decreto 630/2013**, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras se definieron los taxones integrantes de dicho Catálogo. Los catálogos son instrumentos dinámicos, susceptibles de cambio y actualización al mejor conocimiento disponible. El Real Decreto 630/2013 establece en su artículo 5 los procedimientos para la inclusión o exclusión de taxones, cuya aprobación final requiere orden ministerial publicada en el Boletín Oficial del Estado.

Debido al carácter invasor del nenúfar mejicano, ha sido incluida en España esta especie en el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras (R.D. 630/2013), lo cual implica que se deben adoptar una serie de medidas de gestión, control y posible erradicación.

En el año 2016 la Confederación Hidrográfica del Guadiana redacta y aprueba el documento denominado “GOBERNANZA Y ESTRATEGIAS PARA LA LUCHA CONTRA LAS ESPECIES INVASORAS EN LA CUENCA DEL GUADIANA” en este documento y en sus sucesivas actualizaciones se establece la necesidad de conocer cuáles son aquellas especies



presentes o no presentes en la cuenca del Guadiana y que pueden ocasionar daños importantes en el ecosistema fluvial. Se establece la necesidad de proceder a su estudio y a definir posibles medidas destinadas a prevenir la entrada o dispersión en el Guadiana, así como, la necesidad de definir procedimientos y métodos de control o erradicación. El nenúfar mejicano está incluido dentro de las especies que son objeto de estudio de la Confederación H. del Guadiana y que requieren, por tanto, de una estrategia específica.

En el presente estudio nos centraremos en estudiar y valorar las posibles actuaciones de control y eliminación del nenúfar mejicano o lirio amarillo (*Nymphaea mexicana* Zucc) que se pudieran realizar en la zona urbana de Badajoz.



Zona de actuación



2. INTRODUCCIÓN.

Como se ha indicado en los antecedentes del presente estudio nos centraremos en estudiar y valorar las posibles actuaciones de control y eliminación del nenúfar mejicano o lirio amarillo (*Nymphaea mexicana* Zucc) que se pudieran realizar en la zona urbana de Badajoz.

Para ello, en este informe se van a analizar las diferentes alternativas existentes, buscándose aquellas que mejor se adapten a las necesidades y objetivos de estos trabajos. Para lo cual se va a seguir una metodología en la que se propondrán todas aquellas actuaciones conocidas, para poco a poco irse desarrollando, analizando y descartando aquellas que no se adapten a nuestro objetivo en función de diferentes factores, de tal forma que al final, obtengamos una serie de alternativas eficaces y viables con sus pros y sus contras.

Este informe se encuentra estructurado en una serie de capítulos, los cuales nos describen inicialmente tanto la biología de la planta como la zona de actuación a fin de que el lector de este informe pueda situarse y hacerse una composición de lugar y del tipo de planta a la que hay que hacer frente.

En el capítulo 7. Alternativas de actuación. Se describen todas aquellas actuaciones que se conocen o se han encontrado que se podrían aplicar para la erradicación del nenúfar, descartándose aquellas que no se han considerado eficaces.

En el capítulo 8. Análisis de la VIABILIDAD. Se han analizado aquellas actuaciones que se han considerado eficaces en el capítulo anterior, en base a si son Viables Técnicamente, Ambientalmente o Legal y Socialmente, descartándose aquellas que no fuesen viables por alguno de estos motivos.

En el capítulo 9. Análisis Económico. Se hace un análisis económico donde a grandes rasgos se establece el coste que pueden suponer estas actuaciones que se han considerado Eficaces y Viables.

Finalmente se establece un análisis comparativo con todas las actuaciones que han sido seleccionadas definitivamente, estableciéndose pros y contras de cada una de ellas, al objeto de poder facilitar la Toma de decisiones que se deban realizar para actuar contra esta especie por parte del órgano ejecutor.

Este informe, es un informe técnico, cuyo objetivo es servir como herramienta de trabajo para la toma de decisiones. En este informe se han analizado un gran número de alternativas dando como resultado la selección de una serie de ellas que consideramos son las óptimas



para nuestros objetivos, si bien, nuestro equipo técnico ya no entra a decidir cuál es la que finalmente se debe aplicar, quedando esta decisión en manos del responsable del órgano ejecutor.

Este documento no entra en profundidad en todas las actuaciones que se presentan, debiéndose una vez tomada la decisión de qué medida se quiere adoptar, realizarse un proyecto de ejecución de dicha actuación concreta, en la cual y ahí sí, se debe entrar en detalle, de cómo se va a realizar exactamente esa actividad, como ejecutar los trabajos, tipo o modelo concreto de maquinaria, época de actuación, presupuesto o la realización del estudio medio ambiental que se precise.

Indicar que de las más de 23 posibles actuaciones estudiadas, al margen de la NO ACTUACIÓN, solo 9 se han considerado "EFICAZ", de estas solo 6 "VIABLES" y después de realizado el análisis económico, **han resultado finalmente 4 ALTERNATIVAS.**

Para la realización de este trabajo, se ha consultado entre otros a los siguientes organismos y organizaciones, a las cuales agradecemos su colaboración:

- Junta de Extremadura
 - Servicio de Conservación de la Naturaleza y Áreas Protegidas
 - Servicio de Protección Ambiental
 - Servicio de Sanidad Vegetal
 - Centro de Acuicultura Vegas del Guadiana
- Universidad de Extremadura
- Confederación Hidrográfica del Guadiana
 - Servicios de la Dirección Técnica de la C.H.G.
- Comunitat Valenciana
 - Servei de Vida Silvestre
- Adenex
- Salvar el Guadiana
- Ecologistas Extremadura
- Asociación Cívica de Badajoz
- SEO Bird Life



3. LEGISLACIÓN APLICABLE.

- Directiva 92/43/CEE, del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y la flora silvestres.
- Reglamento (CE) nº 338/97 del Consejo, de 9 de diciembre de 1996, relativo a la protección de especies de la fauna y flora silvestres
- Ley 42/2007 de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Ley 8/1998, de 26 de junio, de conservación de la naturaleza y espacios naturales de Extremadura.
- Decreto 110/2015, de 19 de mayo, por el que se regula la Red Ecológica Europea Natura 2000 en Extremadura.
- Reglamento (UE) nº1143/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre la prevención y la gestión de la introducción y propagación de especies exóticas invasoras.
- Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de responsabilidad medioambiental, ha identificado, a través del Real Decreto 2090/2008, de 22 de diciembre, de desarrollo parcial de dicha Ley, como agente causante de daño biológico, entre otras, las especies exóticas invasoras.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes y la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.
- Ley 16/2015, de 23 de abril, de protección ambiental de la Comunidad Autónoma de Extremadura.



- Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del consejo de 23 de octubre de 2000 por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de agua. (Directiva marco sobre el agua).

- Directiva 2008/105/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, relativa a las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas, por la que se modifican y derogan ulteriormente las Directivas 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE y 86/280/CEE del Consejo, y por la que se modifica la Directiva 2000/60/CE.

- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.

- Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica.

- Real Decreto 60/2011, de 21 de enero, sobre las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas.

- Real Decreto 817/2015 de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.

- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

- Real Decreto 1310/1990, de 29 de octubre, por el que se regula la utilización de los lodos de depuración en el sector agrario.

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. Téngase en cuenta que la Ley 10/1998, de 21 de abril, de residuos, a la que hace referencia el presente Real Decreto, ha sido derogada con efectos de 30 de julio de 2011 por la disposición derogatoria única.1 de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

- Real Decreto 2163/1994, de 4 de noviembre, por el que se implanta el sistema armonizado comunitario de autorización para comercializar y utilizar productos fitosanitarios.



*“Estudio de viabilidad de métodos para el control y eliminación del nenúfar mejicano (*Nymphaea mexicana* Zucc) en el río Guadiana a su paso por Badajoz”.*

- Reglamento (CE) nº 1107/2009, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de octubre de 2009, relativo a la comercialización de productos fitosanitarios.
- Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitario.
- Real Decreto 971/2014, de 21 de noviembre, por el que se regula el procedimiento de evaluación de productos fitosanitarios.
- Real Decreto 2163/1994, de 4 de noviembre, por el que se implanta el sistema armonizado comunitario de autorización para comercializar y utilizar productos fitosanitarios.
- Ley 42/2002, de 20 de noviembre de Sanidad vegetal.



Vista de la margen izquierda del río Guadiana con nenúfar mejicano.



4. OBJETIVOS

Con este trabajo se pretende tener una visión global de los posibles métodos de eliminación de esta especie exótica invasora que afecta al ecosistema del río Guadiana, con el objetivo de optimizar la toma de decisiones.

Los objetivos principales que se persiguen con el desarrollo de este documento son los siguientes:

- Describir las diferentes actuaciones que se pueden utilizar para la erradicación de *Nymphaea mexicana* Zucc.
- Analizar las actuaciones descritas en base a su impacto ecológico.
- Valorar y analizar la viabilidad de las actuaciones en base a diferentes criterios: técnico, medio ambiental, económico, y legal.
- Justificar la viabilidad o no de los diferentes métodos seleccionados.
- Facilitar la toma de decisiones por parte de las diferentes administraciones y organismos competentes.
- Colaborar conforme a lo que establece la **GOBERNANZA Y ESTRATEGIAS PARA LA LUCHA CONTRA LAS ESPECIES INVASORAS EN LA CUENCA DEL GUADIANA** en la definición de una estrategia específica de control y erradicación para esta especie dentro de la cuenca del Guadiana.



5. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE.

Para poder combatir contra una especie exótica invasora e intentar erradicarla, es básico, conocer su biología y comportamiento, con el fin de poder actuar en aquellos puntos donde la planta pueda ser más sucesible a nuestras actuaciones.

Nombre científico: *Nymphaea mexicana* Zucc.

Nombre vulgar: Nenúfar mejicano, nenúfar amarillo o ninfa

Grupo taxonómico: Flora

Phylum: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Nymphaeales

Familia: Nymphaeaceae



Figura en el catálogo español de especies exóticas invasoras con la nomenclatura:

NYMMEX/EEI/FL06X

La especie tiene otros sinónimos:

- *Castalia flava* (Leitn.ex A.Gray) Greene
- *Nymphaea flava* Leitner ex A.Gray
- *Castalia mexicana* (Zuccarini) J. M. Coulter
- *Leuconymphaea flava* (Leitner ex A. Gray) Kuntze
- *Leuconymphaea mexicana* (Zuccarini) Kuntze



► Descripción

Es una planta acuática exótica de Europa que se compone de un grueso rizoma erecto, cilíndrico y no ramificado que normalmente tiene 1,4 cm de espesor y 1,9 cm de longitud, pero que puede llegar hasta 6 cm de espesor y 30 cm de longitud. Para protegerlo está cubierto de las hojas basales. Del rizoma nacen los estolones que pueden llegar hasta 20 cm de longitud y un diámetro de 0,5 cm. Estolones alargados, esponjosos, que desarrollan racimos de raíces curvas, carnosas e hibernadas que se parecen a pequeños plátanos en los nodos terminales. Estos soportan las hojas, los brotes y las flores. La planta tiene grandes hojas planas, no tanto como *Nymphaea odorata*, de color verde con un poco de marrón-púrpura que flotan en la superficie del agua. Las hojas pueden llegar a un diámetro de 25 cm. Hojas: pecíolo glabro. Lámina de la hoja puramente abaxialmente con manchas oscuras, adaxialmente verdes, a menudo con manchas marrones, ovadas a elípticas o casi orbiculadas, 7-18 (-27) x 7-14 (-18)



cm, márgenes enteros o sinuosos; la venación se irradia y se impresiona centralmente, sin un patrón similar a una lámina, venas principales 11-22; Superficies glabras. Las flores de esta planta tienen los pétalos de color amarillo y los sépalos en cambio tienen un color que va del verde al amarillo y además, como las hojas, flotan sobre el agua. Flores flotantes o esmeriladas, de 6 a 11 cm de diámetro. Se abren y cierran diurnamente, solo sépalos y pétalos más externos en espirales distintos de 4; sépalos uniformemente verdes amarillentos, a menudo teñidos de rojo, evidentemente veteados, líneas de inserción en el receptáculo a menudo ligeramente prominentes; pétalos 12-30, amarillo; estambres ca. 50-60, amarillo, apéndice conectivo, minuto o ausente; filamentos más anchos por debajo del medio, más largos que las anteras; Pistil 7-10 locular, apéndices en el margen del disco estigmático oblongo cónico, a 4,5 mm. Semillas globosas, ca. 5 x 5 mm, cubiertas uniformemente con papilas de pelo largo de 100-220 μm . $2n = 56$. Los pétalos encierran pequeños racimos de color amarillo que se asemejan a bananas pequeñas; por ello uno de sus nombres es Banana Waterlily. Andrea Cappai (invasiber.org. Responsable de la ficha) y Zuccarini, Abh. Math.-Phys. Cl. Königl. Bayer. Acad Wiss 1: 365. 1832. (Flora of North America; www.eFloras.org)

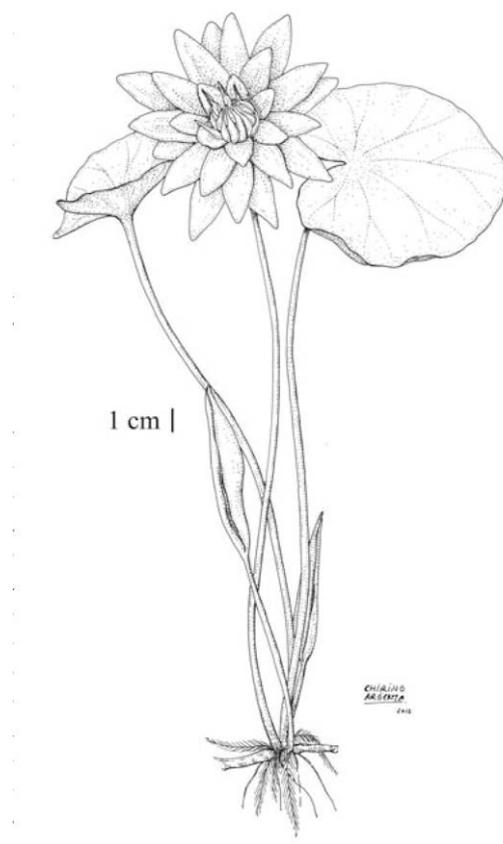


Figura. *Nymphaea mexicana*

(Flora acuática española - Ilustración Marta Chirino Argenta)



Características físicas

Hojas:

- De forma ovalada
- Hasta 23 centímetros de ancho
- Carnoso
- Verde brillante en la cara adaxial (parte superior)
- Púrpura o rojo intenso en la cara abaxial (parte inferior).



Flores:

- 6 – 10 centímetros de ancho
- Sépalos en forma de espada
- Suele tener unos 25 pétalos.
- Color amarillo brillante.
- Elíptica o en forma de espada



Fruta:

- Baya
- En forma de huevo
- 2 – 2,55 centímetros de largo

Semillas

- 0,4 – 0,5 centímetros de diámetro

Raíces:

- Superficie aparentemente verrugos

► Reproducción

- **Sexual**



La especie es protógina y está polinizada por insectos (Insecta). En su hábitat natural, las especies del género *Nymphaea* son polinizadas por coleópteros principalmente. La floración se extiende de marzo a septiembre. Las flores no están siempre abiertas, pero se abren desde mediodía hasta la tarde y después de ser fecundadas se cierran y se sumergen. La antesis es



diurna durante un ciclo de dos días consecutivos. Las flores del primer día abren de 11:00 am a 4:00 pm; Las flores del segundo día se abren algo antes (10:30 am). Las flores del primer día son funcionalmente femeninas y segregan fluido estigmático (3% -4% de sólidos disueltos totales) sobre el disco estigmático receptivo.

Las flores son visitadas por varios polinizadores de insectos potenciales, incluidas las abejas (Hymenoptera: Halictidae: Lasioglossum), beteles (Coleoptera) y moscas (Diptera), que aterrizan en los estigmas húmedos donde se lava el polen entrante (incluidos los granos conspécificos), permitiendo así que se produzca la polinización cruzada.

En las flores del segundo día, el líquido estigmático se seca, los estigmas pierden la receptividad y las anteras comienzan a desprenderse y liberar su polen. Al final del ciclo floral, las flores se cierran y se tiran debajo de la superficie del agua donde maduran los frutos.

Cuando están completamente maduras, las frutas se abren para liberar hasta 40 semillas flotantes, que flotan hasta la superficie por medio de un arilo esponjoso que atrapa el aire. Las semillas son de forma oval, de 4,1mm hasta 6,5 mm de longitud y de 2,7mm a 4,4 mm de anchura; son lúcidas sin tricomas y de color marrón claro y son contenidas en bayas verdes debajo del agua. Cuando maduran las semillas suben a la superficie del agua flotando 2-3 días hasta que pierden el arilo que lo cubre, con lo que no pueden flotar y se hunden otra vez para empezar un nuevo ciclo. La dispersión a una distancia mayor presumiblemente ocurre por el transporte exozoico de semillas en el plumaje o en los pies fangosos de las aves acuáticas (aves: Anatidae) y otras aves. La dispersión endozoica por peces y aves acuáticas ha sido indicada en algunas especies. (Donald H. Les, 2.018). Los requisitos (si los hay) para la germinación de semillas no han sido establecidos. (invasiber.org.) (Donald H. Les, 2.018).

- **Asexual**

La mayor tasa reproductiva de la planta se debe a la reproducción asexual a través de rizomas y estolones, de rápido crecimiento, y que en el desarrollo del ciclo biológico, el sistema radical y foliar están interrelacionados (Conard, 1905; Vilà, 2008). En otoño el estolón comienza el geotropismo y entierra la punta 20 cm o más en el fango, formando así nuevos brotes potenciales. Estos consisten en un eje de 2,5 cm de largo con una fila de 3 a 6 o 7 brotes que apuntan hacia arriba y hacia un lado, y un grupo de raíces carnosas, que cuelga como una "mano" de plátanos en el otro lado. Estos tubérculos pueden llegar a permanecer largo tiempo en reposo, en condiciones de sequía absoluta, y aún así rebrotar al retornar la humedad. En primavera, las raíces superiores brotan y envían un estolón desnudo en cuya cima brotan las hojas y las raíces de las bases de estas hojas. Pronto se habrá formado una planta independiente. (Conard, 1905). Estas estructuras pueden hibernar mientras están enterradas. (Donald H. Les, 2.018).



La capacidad de reproducción asexual es tal, que si el primer brote se rompe, pueden originarse brotes de segunda, y así sucesivamente. Es decir, los brotes germinarán tarde o temprano, siempre u cuando el suministro de alimento en las raíces carnosas no desaparezca. (M.C. Martínez, M. Gutiérrez; 2011)

► **Biología y hábitat:**

Nymphaea mexicana Zucc. Habita aguas estancadas en remansos, canales, zanjas, graveras, lagunas, lagos, marismas, estanques, estanques, praderas, ríos, cuencas, manantiales y arroyos lentos a elevaciones de 2000 m.

Las aguas varían de ligeramente ácidas a alcalinas (pH: 6.0–8.7), y los sustratos se han descrito como margas y lodos. (Donald H. Les, 2.018)

No resiste los lugares con poca insolación y con bajas temperaturas. (invasiber.org.)

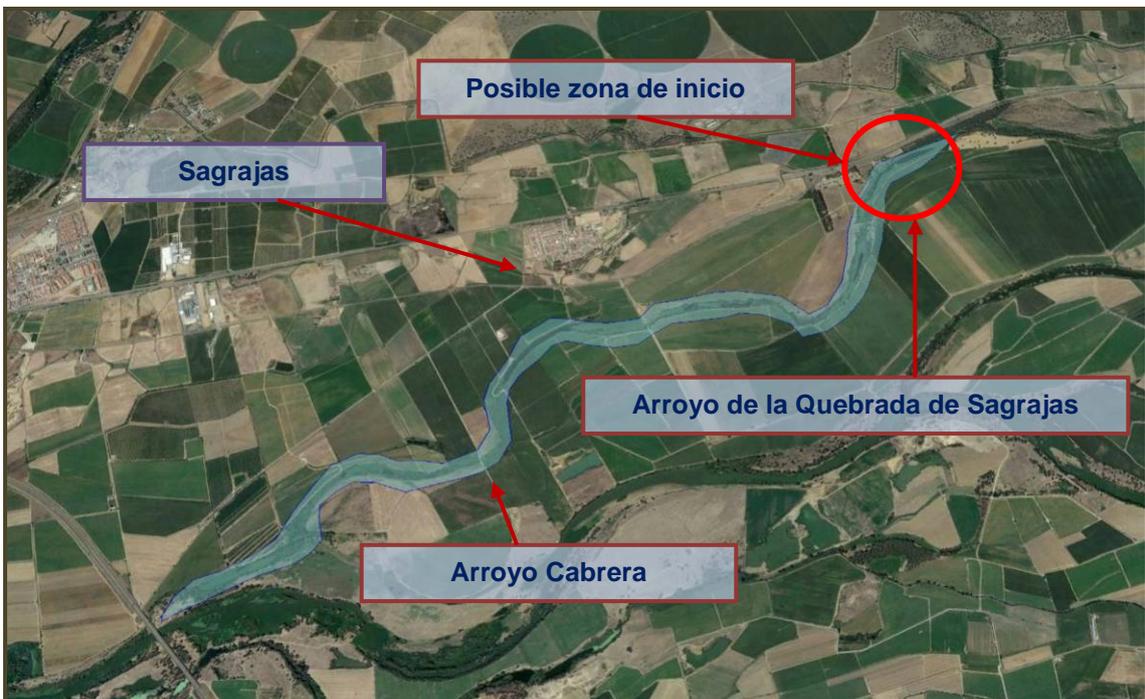
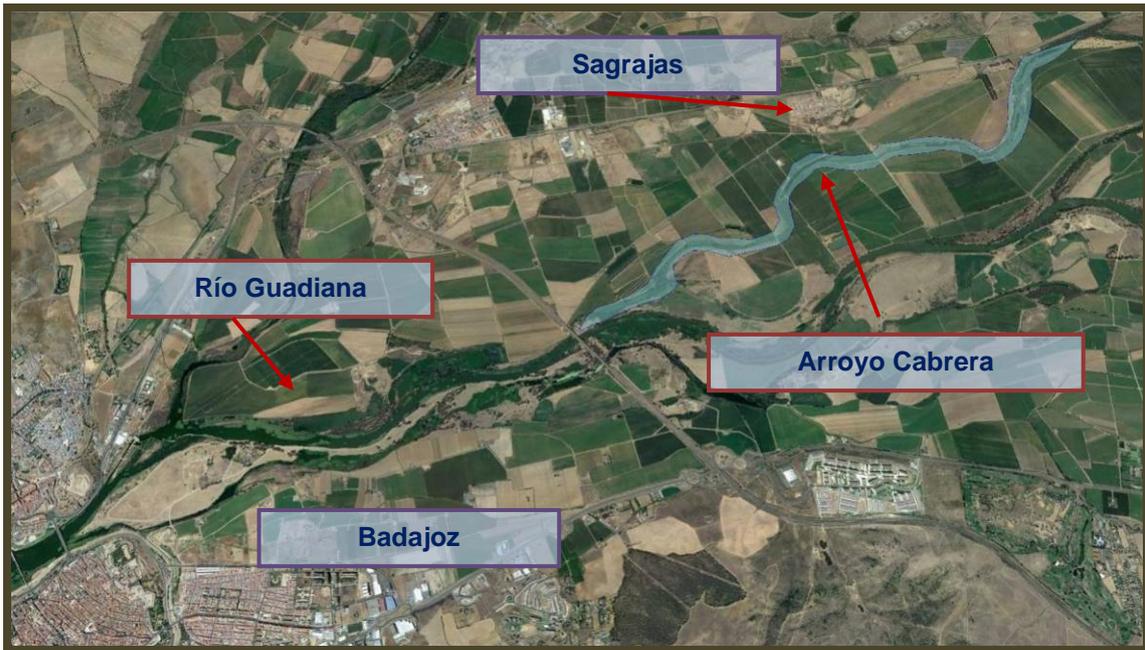
En referencia a la profundidad que esta planta puede alcanzar, en diferentes estudios se fijaba una profundidad de alrededor de los 2 metros (M.C. Martínez 2011), si bien, en los diferentes estudios y actuaciones realizadas en el Guadiana sobre el nenúfar mejicano se observó por técnicos de la C.H. Guadiana y del proyecto Life+ Invasep que esta planta podía llegar a colonizar zonas con 3 metros de profundidad, aspecto este muy importante para el presente estudio. Durante la realización del presente estudio se han podido comprobar al menos dos zonas donde el nenúfar mejicano alcanza los 3 y 3,10 metros de profundidad.

► **Distribución geográfica:**

Nativa del norte de México y sur de los USA (Alabama, Florida, Georgia, Luisiana, Mississippi, North Carolina, South Carolina y Texas). Ha sido introducida en Canadá (Columbia Británica), Nueva Zelanda, Australia, Sudáfrica y España.

► **Establecimiento en el río Guadiana.**

En Julio del 1985 esta especie se detectó en la provincia de Badajoz, en el río Guadiana, en el arroyo de la Quebrada de Sagrajas. Se observó que no se trataba de *Nymphaea alba*. Antes de esto no existían otras informaciones en Europa sobre esta planta. La invasión se fue realizando de forma paulatina, quedando restringida al cauce medio del arroyo Cabrera del que es afluente el arroyo de la Quebrada de Sagrajas. Siendo a su vez el Arroyo Cabrera afluente del río Guadiana.



Imágenes satelitales de la localización del río Cabrea y la localización de la posible zona de inicio de la infestación

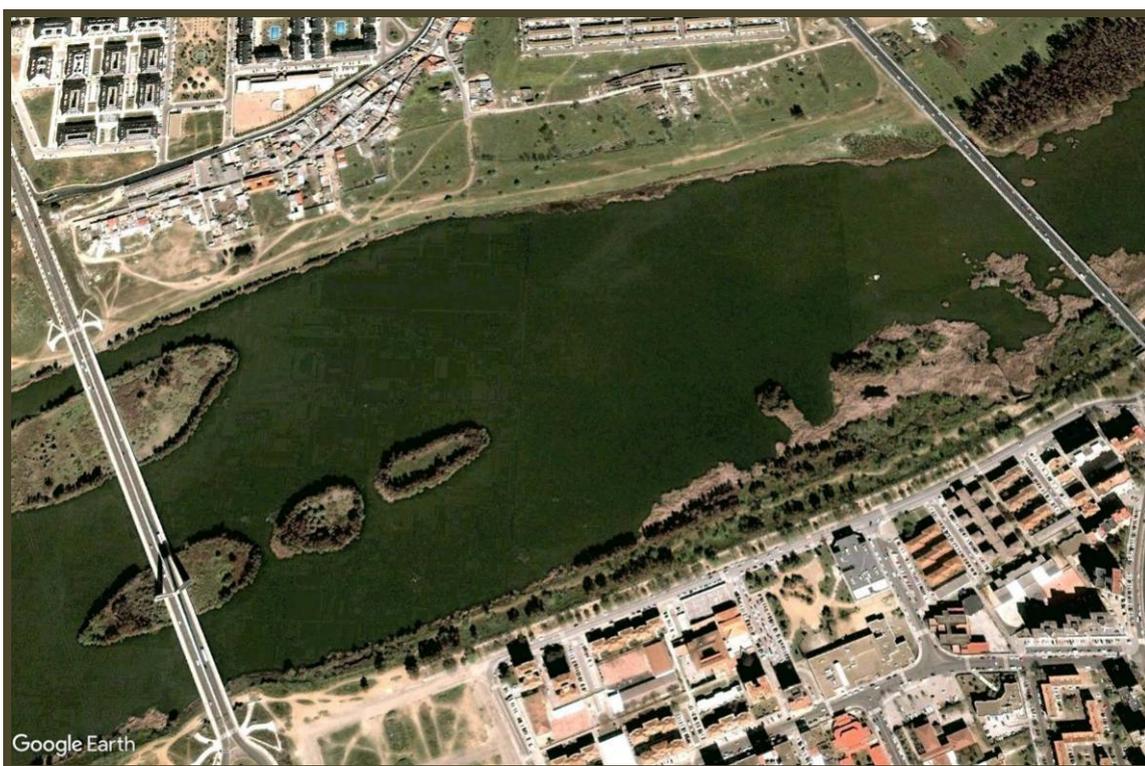
El río donde se encontró inicialmente tiene un fondo arenoso y el agua tiene poca velocidad. En muchos lugares llega a cubrir toda la superficie del agua. Ya en 1987 se puede observar como la especie se empezó a expandir, porque se reproduce también por propágulos, que son la base de la reproducción asexual o propagación vegetativa (Murillo 1992).



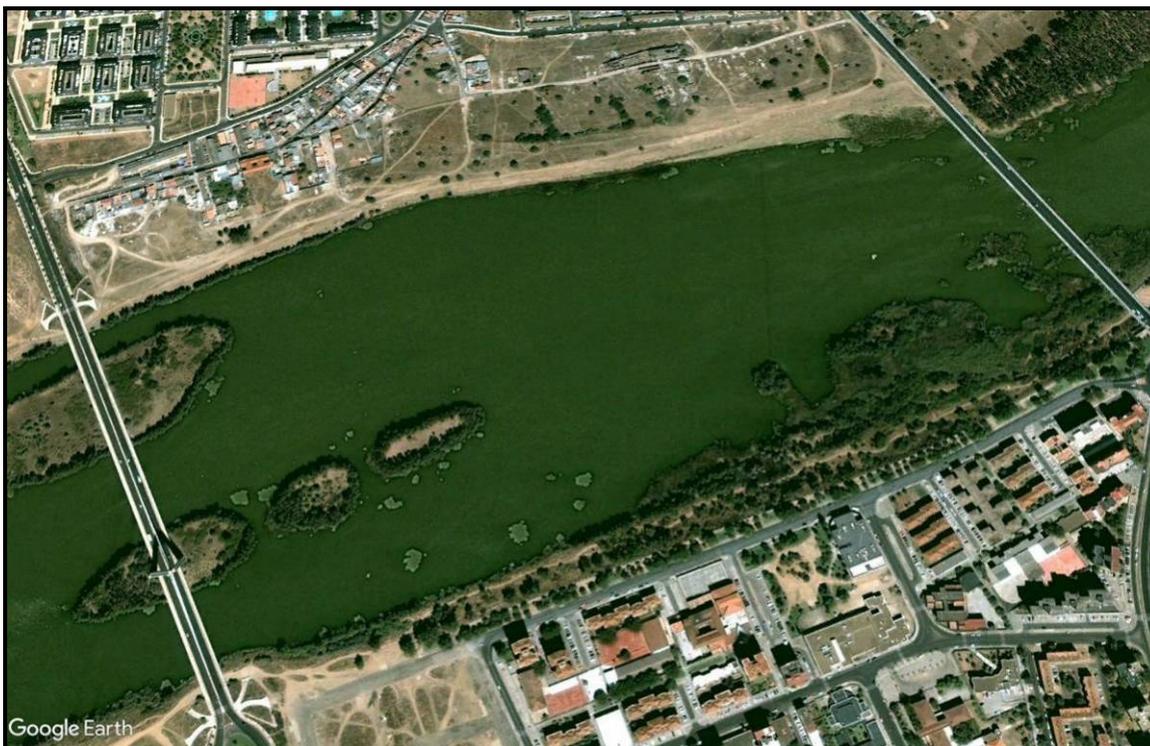
A partir de entonces se ha producido una expansión explosiva, pudiéndose observar poblaciones a lo largo del arroyo Cabrera, así como nuevos núcleos poblacionales dentro de la cuenca del Guadiana, principalmente a su paso por la ciudad de la Badajoz y extendiéndose en la actualidad a la desembocadura del río Caya (frontera con Portugal). Estimándose su población ya en 2.012 en España en unos 7,5 millones de individuos de *Nymphaea mexicana* (Martínez 2012).

Como se ha indicado en la introducción de este informe, el tramo más afectado por esta especie, se encuentra en la zona urbana de Badajoz, debido a las condiciones que se han creado en el río por la existencia del azud de La Granadilla y del Azud de la Pesquera, los cuales provocan una reducción de la velocidad del agua y una mayor sedimentación en el cauce, lo que a su vez facilita especialmente el arraigo de esta especie en este tramo del río.

A continuación se muestra mediante imágenes satelitales de google earth, a modo de ejemplo gráfico, la evolución del nenúfar mejicano en el tramo del río situado entre el puente Real y el Puente de la Universidad, una de las zonas con mayor ocupación de superficie por esta planta.



Vista satelital 29/03/2006.



Vista satelital 20/08/2007.



Vista satelital 12/06/2009.



Vista satelital 01/09/2013.



Vista satelital 10/06/2014.



Vista satelital 20/04/2015.



Vista satelital 28/07/2017.



► **Causas.**

Las variaciones en el grado de colonización depende de numerosos factores (M.C. Martínez, M.J. Guerra & M. Gutiérrez, 2012), en la zona urbana de Badajoz, donde se localizan el mayor número de grupos de individuos de toda la invasión y con mayor área de extensión, y que puede deberse a factores como la velocidad del cauce, ya que en este área es más lenta y la sedimentación del cauce es mayor, formando terrazas fluviales, acentuadas por la existencia de dos azudes que limitan este tramo, así como por las fuertes crecidas producidas en los últimos años; o bien, tramos dentro del tramo río Guadiana, donde el área invadida es menor, concretamente en las zonas anteriores y posteriores a la zona urbana de Badajoz, donde existe menor grado de invasión, ya que los grupos de individuos aparecen dispersos, y el tamaño de los mismos es menor, correspondiendo con áreas donde la velocidad del agua es mayor y las zonas de sedimentación del río son menores o de extensión menor, por lo tanto la estabilidad de los grupos es menor. En el tramo final del río Guadiana, esta situación es más acentuada por efecto del azud de Badajoz, que hacen de muro de contención o barrera seminatural para la expansión de propágulos que pudieran asentarse aguas abajo. Se trata por tanto de las poblaciones de expansión más recientes en la invasión.

La estabilidad y homogeneidad de los grandes grupos poblacionales es característico de un río canalizado o que se haya visto sometido a algún proceso de estabilización, como ocurre en el río Guadiana. Además, son especies dependientes de las concentraciones de nutrientes en el cauce, por lo que su abundancia en los últimos años podría deberse a unas condiciones altas de contaminación orgánica debido a los vertidos procedentes de los cultivos agrícolas situados en las Vegas del Guadiana (Pardo & al., 2010; Obs. pers.). Por último, existe una alta fragilidad en los ecosistemas acuáticos y de ribera, que son uno de los más sensibles frente a la acción humana (Moya & al., 2005; Martín, 2010).

Estos datos concuerdan con datos de otras especies invasoras a nivel mundial (Bullar & al., 2009), presentes en el territorio europeo (Veguer & al., 2011), o invasoras presentes en el río Guadiana, como *Eichhornia crassipes* (Mar.) Solms (Ruiz & al., 2008), aunque las características poblacionales y reproductoras del nenúfar mejicano difieren dependiendo de las características del taxón y el cauce ocupado. En el caso del nenúfar mejicano es necesario tener en cuenta que la mayor tasa reproductiva de la planta se debe a la reproducción asexual a través de rizomas, de rápido crecimiento y que, en el desarrollo del ciclo biológico, el sistema radical y foliar están interrelacionados (Conard, 1905; Vilà & al., 2008). Esta alta capacidad de reproducción es muy habitual dentro de las especies invasoras, que desarrollan mayores tasas de reproducción asexual en los nuevos ambientes colonizados, a veces en detrimento de la reproducción sexual (Vilà & al., 2008).



► **Impactos:**

Entre los impactos causados por las especies exóticas como *Nymphaea mexicana* Zucc., (M.C. Martínez, M.J. Guerra & M. Gutiérrez, 2.102) podemos citar: Aumento de la tasa de evapotranspiración y reducción del paso de luz en el agua (debido a sus anchas hojas), lo que puede provocar alteraciones importantes en los ecosistemas acuáticos, como impedir el desarrollo de otro tipo de vegetación acuática bajo ellas y reducir la cantidad de oxígeno y nutrientes disueltos en el agua; todo esto puede derivar a su vez en problemas de eutrofización, introducción o aparición de patógenos, cambio de las propiedades del suelo, alteración física y química del cauce, patrones hidrológicos nuevos o pérdida de biodiversidad (Vitousek, & al, 1996; Sanz-Elorza & al., 2004; Ruiz & al., 2008; Bejarano & al., 2010). La ocupación de nichos ecológicos puede provocar la reducción de la biodiversidad originaria del ecosistema, pudiendo desplazar otras especies de nenúfares autóctonos como *Nuphar luteum* (L.) Sm o *Nymphaea alba* L. y a otras plantas, y la posibilidad de hibridación con las especies existentes del mismo género. Además de tener grandes consecuencias ecológicas como las anteriormente citadas, pueden llegar a producir pérdidas económicas, principalmente en los sectores agropecuarios (Guix & al., 2001; Del Monte & al., 2004; Heywood & Brunel, 2009).

Se debe señalar, sin embargo, que en el caso del tramo urbano de la ciudad de Badajoz la presencia de nenúfar mejicano puede suponer también un aumento de la biodiversidad al ocupar superficies no ocupadas por las especies autóctonas y al permitir el desarrollo de determinadas especies de fauna de interés, especialmente en el caso de determinadas aves. Este impacto que podría calificarse de positivo solo afectaría al tramo "artificial" del río Guadiana que atraviesa la ciudad de Badajoz, no compensando el efecto dañino que se produce sobre el resto del río

La alta densidad poblacional sumada a la alta competencia intrapoblacional suponen un riesgo añadido y aumentan el poder colonizador de estas especies, lo que supone un grado de competencia mayor por los recursos naturales y por lo tanto un riesgo para la flora autóctona, ya que compite con ella por los recursos naturales (Bejarano & al., 2010). En el caso del nenúfar mejicano convive en nuestras latitudes en cauces dominados por *Typha* sp., las cuales sirven de barrera natural contra la invasión del nenúfar mejicano, y otras especies flotantes como *Potamogeton* sp., *Lemna* sp., *Nymphaea alba* L. y *Nuphar lutea* L. (Rivas Goday, 1964). En el caso de *Nymphaea alba* L. se ha hecho visible el desplazamiento de esta especie en el arroyo Cabrera, donde se pueden encontrar poblaciones aisladas o a veces conviviendo con *Nymphaea mexicana* Zucc., lo que está provocando el desplazamiento de *Nymphaea alba* L. en estos puntos, así como la total desaparición de poblaciones que anteriormente fueron observadas. Este mismo efecto se ha podido observar también en los últimos años en la desembocadura del río Gévora.



Por otro lado, la Directiva Marco del Agua (DMA, 2000), indica que los macrófitos son un bioindicador del estado ecológico de los ríos, ya que su presencia es característica de ciertos hábitats. De modo que modificaciones en las características morfológicas del lecho, en la variación del régimen de caudal, o en las propiedades físico-químicas de las aguas, provocan cambios en su abundancia, composición y distribución (Pardo & al., 2010).

Además, los usos del suelo en áreas próximas a las cuencas, son utilizados mayoritariamente para cultivos de regadío, que originan fuertes transformaciones en los ecosistemas naturales, provocan una gran desestabilización de los ecosistemas, pérdida de biodiversidad (Sanz-Elorza & al., 2004) y por tanto, se produce una liberación de recursos (nutrientes, espacio, etc.) disponibles para aquellas especies con gran capacidad de establecimiento como son las especies invasoras (Vilà & al., 2008). De hecho, la existencia de cultivos de regadío podría justificar la elevada proliferación del nenúfar mejicano en las Vegas del Guadiana, así como la existencia de otras especies invasoras como *Azolla* ssp., o *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms o camalote, ya que demandan grandes cantidades de nutrientes y por tanto, se concentran en hábitats donde estos recursos son abundantes (Ruiz & al., 2008; Vilà & al., 2008; Albano, 2012). Estos cultivos provocan mayor probabilidad de fenómenos de eutrofización de los ecosistemas por aumentos en los niveles de nitrógeno y fósforo, que resultan del uso excesivo de fertilizantes, acentuados por la existencia de grandes núcleos urbanos, con vertidos de aguas residuales, a veces de depuración insuficiente y contaminación general de las aguas continentales (Capdevilla & al., 2006; Vilà & al., 2008).

Actualmente se ha observado en el tramo urbano de Badajoz que la presencia de la especie está favoreciendo la dispersión del camalote o jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*), especie incluida tanto en el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras como en la Lista de la Unión (Reglamento 1143/2014), ya que las hojas de nenúfar mejicano están haciendo un “efecto cuna” sobre las semillas de camalote proporcionando un lugar idóneo donde germinar, lo que propicia el avance de las poblaciones de esta última de un modo alarmante y eleva los costes de control del propio camalote (CHG, 2.017).

Dentro de los impactos que produce esta especie también se deben tener en cuenta los impactos tanto económicos como sociales que genera, como por ejemplo al dificultar o impedir ciertos usos del río, como son la pesca, el piragüismo u otras actividades náuticas que se quieran plantear en el entorno de la ciudad de Badajoz.



Piragüista en el río Guadiana junto a las instalaciones que posee el Club de Piragüismo de Badajoz. Obsérvese en la zona inferior de la imagen la presencia de nenúfar mexicano. (Fotografía diario Hoy 11/10/2016)

Existen también una serie de impactos positivos, que estas plantas tienen y que se podrían valorar, como que por ejemplo que los calamones y otros tipos de aves consumen esta planta, las semillas y las raíces, al igual que la nutria y otros roedores. Las hojas flotantes sirven como apoyo a diferentes aves características de los humedales y las porciones sumergidas de todas las plantas acuáticas proporcionan hábitats para muchos micro y macro invertebrados. Estos invertebrados, a su vez, son utilizados como alimento por peces y otras especies silvestres (por ejemplo, anfibios, reptiles, patos, etc.). Después de que las plantas acuáticas mueren, su descomposición por bacterias y hongos proporciona alimentos (llamados "detritus") para muchos invertebrados acuáticos. Sin embargo, debemos tener en cuenta que es una planta invasora, que siempre va a tender a colonizar el espacio que ocupa, por lo que estos impactos positivos que pudiera tener, se van a ver superados por el daño y los impactos negativos que produce en los lugares donde se asienta.

► **Mecanismo de introducción:**

Se ha introducido en nuevos hábitats por sus usos ornamentales. Puede ser difundida por barcos y utensilios de pesca. El cultivo se realiza mediante el trasplante de los rizomas de invierno en aguas poco profundas.



► **Prohibiciones:**

Esta especie está incluida en el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras (Real Decreto 630/2013), lo que "conlleva la prohibición genérica de posesión, transporte, tráfico y comercio de ejemplares vivos, de sus restos o propágulos que pudieran sobrevivir o reproducirse, incluyendo el comercio exterior" en toda España, excepto previa autorización administrativa.

▣ **OTRAS ESPECIES:**

En este apartado, vamos a realizar una breve descripción de tres especies de plantas, que tienen especial relación con el nenúfar mejicano y a las cuales nos vamos a referir en diferentes partes del presente informe.

Entre estas especies vamos a describir a dos especies de nenúfares, el nenúfar blanco (*Nymphaea alba* L) y el nenúfar amarillo (*Nuphar luteum* (L.) Sm., los cuales son autóctonos del río Guadiana y actualmente están siendo expulsados de su hábitat por el nenúfar mejicano. Y al camalote (*Eichhornia crassipes*) especie exótica invasora que también está invadiendo el río Guadiana y que actualmente está aprovechándose de la existencia del nenúfar para reproducirse por semilla mediante el denominado efecto cuna.

▣ ***Nuphar luteum* (L.) Sm**

(Del latín luteus= amarillo; por el color de sus flores; nombre vulgar: nenúfar amarillo, cobertera amarilla, escudete amarillo, ninfea amarilla, maravillas de río, cubiletes). (Descripción

Familia Nymphaeaceae. Género Nuphar Sm. Pétalos más cortos que los sépalos.

● **Descripción**

Hierbas acuáticas vivaces, con rizoma grueso enterrado en el sedimento, del que salen raíces y hojas. Hojas sumergidas sentadas o brevemente pecioladas, ondulado-rizadas; las flotantes con peciolo dilatado y membranoso hacia la base; lámina de 15-50 cm, oval o elíptica, con una escotadura muy marcada en la base, triangular y más o menos ancha. Flores 3-4,5 cm de diámetro, solitarias, amarillas, olorosas. Sépalos 4-6, de 2-2,3 cm, enteros, verdosos en su cara externa, amarillentos en la interna. Pétalos 10-12, obovados, amarillos, brillantes, más pequeños que los sépalos. Estambres numerosos. Ovario con disco estigmático de 15-20 radios, igualando o sobrepasando los sépalos, cóncavo. Fruto ovoideo-cónico. Semillas de unos 15 mm, elipsoides.

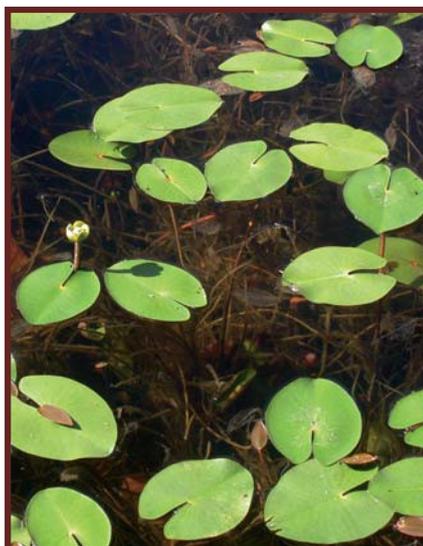


- **Hábitat**

Lagunas, pozas y charcas de aguas dulces, permanentes y bordes de ríos de corriente lenta. Preferentemente en ambientes escasamente alterados y poco contaminados, con elevada proporción de bicarbonatos. Hasta 4-5 m de profundidad.

- **Distribución**

Europa y W de Asia. Dispersa por la Península Ibérica en una buena parte de las provincias. En el pasado su presencia era bastante más abundante en nuestros ríos y lagunas. En algunos enclaves se ha extinguido debido a la desecación o a la contaminación del agua o está en clara regresión, por lo que ha sido incluida en algunos catálogos regionales de plantas amenazadas. (Sánchez Sánchez, 1986)



Imágenes *Nuphar luteum* (L.) Sm (*Flora acuática española*)

- ***Nymphaea alba* L.**

(Del latín *albas* = blanco; por el color de sus flores; nombre vulgar: nenúfar blanco, yerba de escudete, higos de río, coberteras, cuencos).

Familia Nymphaeaceae. Género *Nymphaea* L. Pétalos externos de igual longitud o más largos que los sépalos.

- **Descripción**

Hierbas acuáticas, vivaces, con rizoma grueso enterrado en el sedimento, del que salen raíces y hojas. Hojas inferiores sumergidas, membranáceas; las superiores, flotantes o raramente emergidas, pecioladas, recias, pero con cierta flexibilidad (coriáceas), con nervios ramificados.



Rizoma grueso, negro. Hojas dispuestas en haces (fasciculadas) sobre el tallo; lámina 10-50 cm, ovada o casi circular, con una escotadura muy profunda en la base, triangular y más o menos ancha. **Flores blancas** de 5-12 cm de diámetro, flotantes, débilmente olorosas. Sépalos más largos que anchos, verde-oliváceos en el dorso, blancos por su cara interna, un poco coriáceos. Pétalos iguales o mayores que los sépalos, más largos que anchos, ovales, blancos o amarillos, obtusos, transformándose gradualmente en estambres por aparición de sacos polínicos en el ápice de la lámina. Estambres con filamentos aplanados, más estrechos hacia el interior de la flor. Ovario con 8-24 estigmas. Fruto ovoide-subgloboso que madura bajo el agua. Semillas lisas y brillantes.



Imagen Nymphaea alba L.

- **Hábitat**

Lagunas, humedales y ríos con aguas permanentes, dulces, estancadas o de corriente lenta. Preferentemente en ambientes escasamente alterados y poco contaminados, con elevada proporción de bicarbonatos. Hasta 4-5 m de profundidad.



- **Distribución**

Europa, N de África y Asia. Se localiza dispersa por la mayor parte de la Península Ibérica y Baleares, aunque su presencia haya disminuido bastante en los últimos tiempos debido a las desecaciones y la contaminación del agua, por lo que ha sido incluida en algunos catálogos regionales de plantas amenazadas.

(Sánchez Sánchez, 1986)

En los estudios realizados por el grupo de investigación Hábitat – Junta de Extremadura (Martínez.M.C. & Gutiérrez M., 2011) se confirmaron poblaciones de *Nymphaea alba* L. en poblaciones aisladas o a veces conviviendo con *Nymphaea mexicana*, que pudieran llegar a confundirse por la proximidad morfológica entre ellos, dentro del arroyo Cabrera. Así mismo, la C.H. del Guadiana tiene localizadas diferentes manchas de nenúfar blanco en la desembocadura del río Gévora.

- ▶ **Clave para distinguir los diferentes nenúfares.**

Como se ha indicado, las especies autóctonas de nenúfar son: *Nuphar luteum* (L.) Sm. y *Nymphaea alba* L.

La distinción de *Nuphar luteum* (L.) Sm., especie con la que además, el nenúfar mejicano comparte hábitat, es más fácil, ya que la especie autóctona tiene flores amarillas, con pétalos más cortos que los sépalos, y los sépalos son redondeados (obovados) en el ápice. Además las hojas tienen nervadura palmeada, con ramificaciones.

La distinción de *Nymphaea alba* L. es algo más compleja, al tratarse del mismo género.

El género *Nymphaea*, con respecto al anterior, *Nuphar*, puede diferenciarse porque *Nymphaea* tiene flores blancas y el tamaño de los pétalos exteriores igualando o superando a los sépalos.

Para segregar las dos especies del género *Nymphaea*, tenemos que fijarnos en el envés de las hojas flotantes, ya que el carácter más sencillo para distinguir *Nymphaea alba* L., y *Nymphaea mexicana* Zucc., es que la especie invasora tiene el envés púrpureo, mientras que la especie autóctona tiene envés verdoso.



Clave dicotómica

1. Flores blancas, pétalos sin fosa nectarífera, pétalos exteriores igualando o superando a los sépalos, ovario semiínfero..... *Nymphaea* (2)
 - Flores amarillas, pétalos con fosa nectanífera en el dorso, pétalos más cortos que sépalos. Sépalos 4-6, obovados o redondeados, ovario súpero..... *Nuphar luteum*

2. Flores blancas. Pétalos exteriores iguales o mayores a los sépalos. Sépalos verde-oliváceos en el dorso, blancos en cara interna..... *Nymphaea alba* L.
 - Flores con pétalos amarillentos. exteriores iguales o mayores a los sépalos
Sépalos amarillo- verdosos, a menudo teñidos de rojo, evidentemente veteados
..... *Nymphaea mexicana* Zucc.

► ***Nuphar luteum* (L.) Sm**



► ***Nymphaea alba* L**





► ***Nymphaea mexicana* Zucc.**



✚ ***Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms**

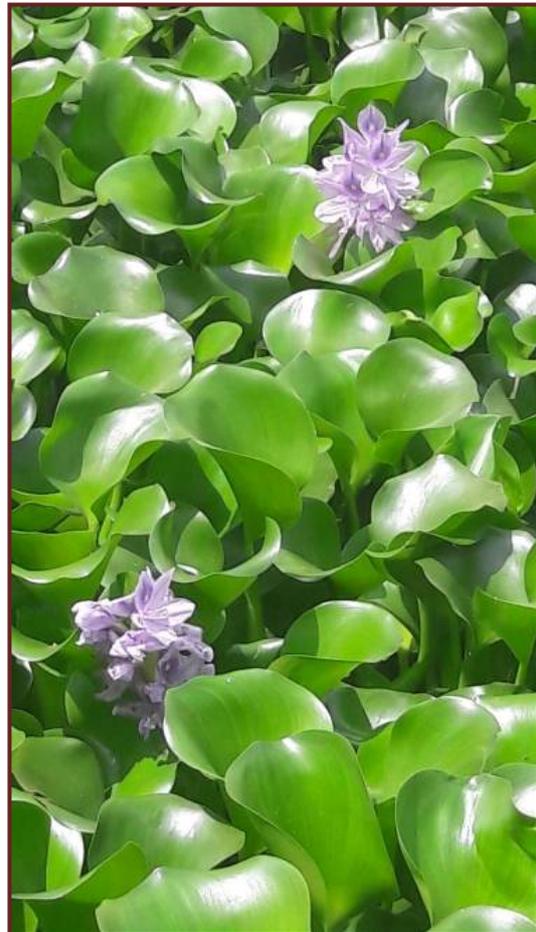
(Del latín crassipes = que tiene los pies gruesos; porque las hojas tienen el pecíolo inflado; nombre vulgar: jacinto de agua, camalote, lechuga de agua, lirio de agua).

Familia Pontederiaceae. Género *Eichhornia* Kunth. Flores dispuestas en inflorescencias, con 6 estambres; hojas con pecíolo inflado.

• **Descripción**

Planta herbácea perenneflotante, que se presenta alguna vez enraizada en el barro formando rosetas densas unidas a través de estolones con pequeñas rosetas flotantes. Raíces desarrolladas en la base de las rosetas, en masas densas de 20-60 cm de largo; blancas si se desarrollan bajo las flotantes y moradas si se generaron en el barro, en cuyo caso pueden permanecer en el mismo durante la época desfavorable transformadas en órganos de renovación o rizomas.

Tallos transformados en estolones que crecen horizontalmente hasta 50 cm, antes de establecer plantas hijas. A veces se desarrollan poblaciones grandísimas de tallos interconectados que han crecido rápidamente, aunque los estolones primarios hayan muerto. Hojas de morfología variable, más o menos alargadas, agrupadas en disposición espiral, formando rosetas con pecíolos de 2-5 cm de





ancho y de hasta 30 cm de longitud, esponjosos, hinchados sobre todo hacia la base en forma de globo formando una vejiga llena de aire que permite a las hojas mantenerse sobre la superficie del agua. Láminas foliares redondeadas, ovoideas o arriñonadas, verde brillante, de unos 15 cm de ancho. Estípulas presentes, de hasta 6 cm de largo.

La inflorescencia es una espiga de hasta 50 cm de longitud, subtendida por 2 brácteas y con 8-15 flores sin pedúnculo (rara vez menos, 4 como mínimo o más, hasta 30-35 flores). Cada flor posee un periantio en tubo de 1,5 cm de largo, que se expande en 6 lóbulos rosados o purpúreos de hasta 4 cm de longitud.

Habita en lagunas y ríos de ambientes tropicales y subtropicales, especialmente los enriquecidos nitrógeno y fósforo. La temperatura óptima de crecimiento es de 25-30 °C. El crecimiento cesa cuando la temperatura del agua está por encima de 40 °C o por debajo de 10 °C, pudiendo tolerar cortos periodos de congelación.

Eichhornia crassipes está considerada especie invasora en más de 50 países. Por su rápido crecimiento vegetativo y fácil dispersión es capaz de obstruir los cauces de los ríos y los canales que invade.

La proliferación de estas plantas acuáticas invasoras está ligada a la contaminación y a las elevadas concentraciones de nutrientes. La mejora de la calidad de nuestras aguas superficiales es el primer objetivo a plantear para controlarlas.



Imagen del río Guadiana invadido por camalote (*Eichhornia crassipes*)



6. ZONA DE ACTUACIÓN.

La zona de actuación que se plantea en el presente estudio corresponde al tramo del río Guadiana a su paso por la ciudad de Badajoz, más concretamente, a la zona del río Guadiana situada entre el puente de la Autovía A-5 y el conocido como Azud de la Granadilla (Badajoz). Ver anexo cartográfico.

La evolución de la planta desde su descubrimiento en la ciudad de Badajoz, se ha ido incrementando, ya que inicialmente, sólo se encontraban manchas localizadas en las orillas en el tramo del pico de las Crespitas hasta el Puente Viejo. Durante el periodo invernal del año 2010 se observó que la planta debido a las bajas temperaturas remitía en su invasión e incluso se helaba, hasta el punto de quedar inactiva casi desaparecida, quedando el rizoma enterrado en el lecho del cauce, pero también siendo arrastrado con las crecidas ocasionadas por las lluvias. Posteriormente y en años sucesivos, la planta se ha propagado por todo el tramo urbano hasta el azud de la Granadilla (Badajoz), debido a que la planta se ha vuelto a activarse con las altas temperaturas primaverales y estivales, las cuales favorecen su propagación. (CHG 2012).

El río Guadiana, y especialmente en esta zona de estudio, es un río muy antropizado, el cual se encuentra muy modificado en referencia a lo que debería ser su estado natural.

Es un río donde la vegetación de ribera arbórea en muchas zonas es inexistente habiendo desaparecido por completo o en otros casos siendo sustituido por vegetación no autóctona, quedando en las orillas solamente vegetación herbácea o arbustiva, lo que provoca una mayor solarización del río y por tanto un aumento de la temperatura del agua.

Posee altos contenidos en nutrientes especialmente el Nitrógeno y Fosforo, proveniente de todas las zonas de cultivo por las que atraviesa y que en algunos sitios llegan hasta la misma orilla del río.

En los lodos analizados en el presente año 2.019 de diferentes zonas donde se asienta el nenúfar mejicano encontramos zonas donde se han alcanzado en parámetros como el Fósforo total (P) valores de 962.5 ppm u 857.5 ppm, para el Potasio (K) valores máximos de 3719.5 ppm o 3065.9 ppm y para el Nitrógeno (N) valores máximos del 0,45% o el 0,42%.

Se incluye en el anexo 3, los análisis de muestras realizados.

Su cauce se encuentra compartimentado por diferentes presas o azudes, lo que hace que el régimen sea léntico quedando incluso, en algunos puntos, el agua estancada durante largos periodos de tiempo, favoreciendo la instalación de especies acuáticas que se fijan sobre los sedimentos del lecho como el nenúfar mejicano.



► **Caracterización ecológica.**

• Climatología

Las características climáticas se corresponden con un clima marcadamente estacional, de tipo **Mediterráneo subtropical**, siendo los valores medios de sus variables climáticas los que figuran en la siguiente tabla:

Variable climática	Valor medio
Temperatura media anual.....	14 a 18° C
Temperatura media mes más frío.....	8 a 10° C
Temperatura media mes más cálido.....	24 a 28° C
Duración media del periodo de heladas...	3 a 5 meses
ETP media anual.....	900 a 1.000 mm
Precipitación media anual.....	400 a 700 mm
Déficit medio anual.....	500 a 700 mm
Duración media del periodo seco.....	4 a 7 meses
Precipitación de invierno.....	38 %
Precipitación de primavera.....	26 %
Precipitación de otoño.....	29 %
Precipitación de verano.....	7 %

Tabla. Variables y valores climáticos de la zona de estudio

Por lo que respecta al régimen de humedad, los índices de humedad mensual y anual, la lluvia de lavado, la distribución estacional de la pluviometría, etc., lo definen como **Mediterráneo seco**.

Por último, según la clasificación de Allúe Andrade la zona de actuación se encuentra incluida en dos regiones fitoclimáticas: **Mediterráneo subárido, cálido, de estíos muy secos IV (III)** y **Mediterráneo genuino, cálido, menos seco, de inviernos cálidos IV₄**.

Los resultados coinciden con los típicos del suroeste peninsular, de clima mediterráneo, caracterizados por precipitaciones anuales medias y periodos de sequia estivales, con T^a max. abs. media superando los 40 °C, y T^a media del agua generalmente superior a los 10°C

• Fisiografía

La zona de actuación se corresponde con la Vega Baja del Guadiana, que se caracteriza por presentar un relieve muy llano, tanto en lo correspondiente a la llanura de inundación como al propio cauce; es decir, la pendiente no es superior al 2 % a lo largo de toda la zona de actuación. Además, discurre por terrenos pizarrosos y cuarcíticos del Paleozoico.



Geomorfológicamente se caracteriza por ser una zona en la que tanto por donde discurre el río, la llanura de inundación y las zonas contiguas a ésta, muestran un relieve prácticamente llano; por lo tanto, la forma fluvial predominante es la conocida como **fondo de valle** o **llanura de inundación**.

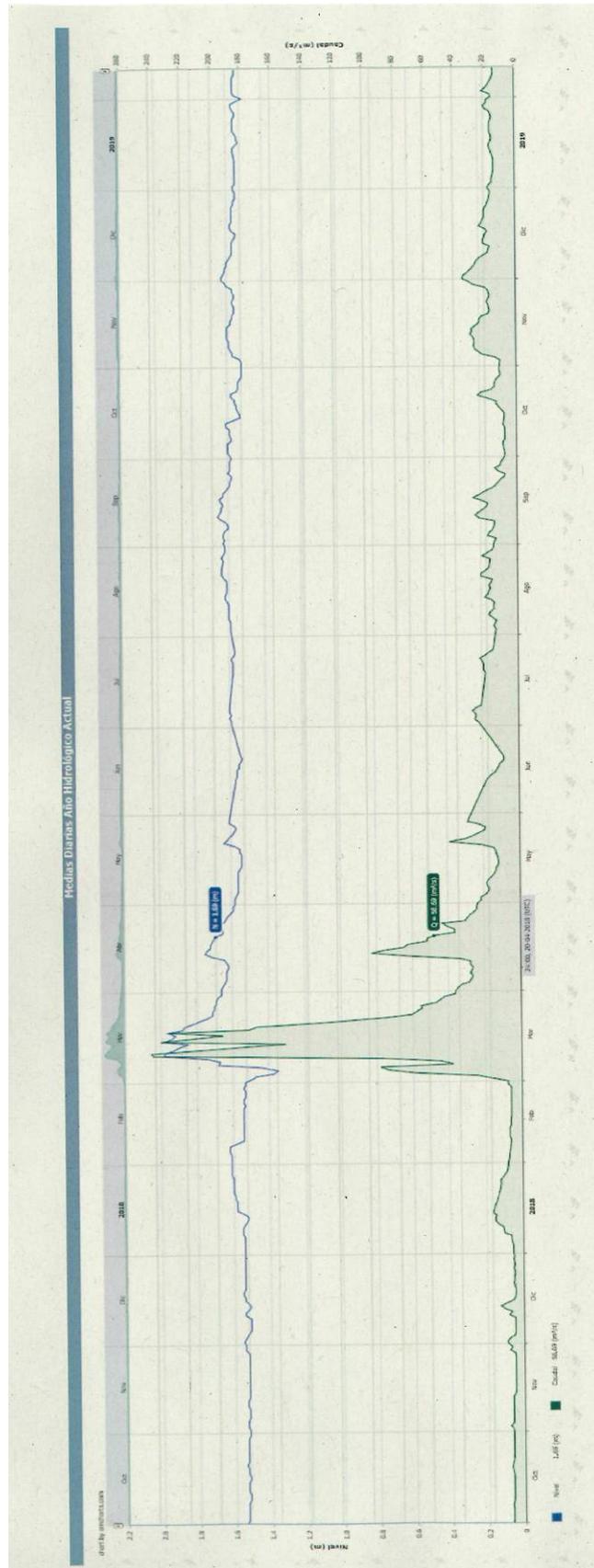
- Hidrografía

El área objeto del presente estudio se encuentra situada en la Vega Baja del Guadiana, e incluye al río Guadiana desde el puente de la autovía Madrid-Lisboa a su paso por el término municipal de Badajoz, hasta el Azud de la Granadilla en el Guadiana.

En el entorno de la zona de actuación, existen otros cursos fluviales de cierta entidad, destacando a los ríos Gévora y Rivilla-Calamón.

Es importante destacar, la importancia de este apartado en la expansión de esta especie, ya que su expansión puede estar asociada a las fuertes crecidas que se han producido en determinados años dentro del cauce del río Guadiana (1996, 2002, 2003, 2008, 2009, 2010) (Fuente INE) (Martínez.M.C. & Gutiérrez M., 2011).

Así mismo, debemos reseñar el comportamiento hidrológico del río Guadiana en el cual tenemos caudales de aproximadamente 10 m³/sg en invierno duplicándose en la época de verano (20 m³/sg en verano) y pudiéndose producir grandes picos de caudal en los meses de primavera



Medidas diarias del caudal que circula por el tramo del río Guadiana a su paso por la ciudad de Badajoz. Oct. 2017 – Enero 2.019. (ver Anexo Caudales Azud de La Granadilla).



- Geología y litología

Geológicamente, se trata de una llanura paleozoica con recubrimientos posteriores correspondientes al Terciario y al Cuaternario, y con numerosos afloramientos de rocas eruptivas de tipos muy variados, aunque predominen en número y extensión los granitos.

Concretamente la zona de actuación, se encuentra representada por sedimentos recientes que provienen en su mayoría del Cuaternario, en concreto de los depósitos aluviales de los ríos Gévora y Guadiana, se trata de aluviones con intercalación de arenillas o arcillas.

Por último, y dentro del Cuaternario del aluvial, destacar una pequeña zona a lo largo del valle del arroyo del Rivillas.

- Edafología

Dado que las actuaciones se circunscriben a los márgenes y cauces del río Guadiana, los suelos serán en su mayoría aluviales. Comprenden sedimentos fluviales muy recientes, con perfil (A)/C, poco desarrollados.

Por un lado, están los suelos situados en el valle del río Guadiana, que presentan generalmente debajo del sedimento uniforme arenoso-limoso, una terraza de cantos de cuarcita que, al no estar cementadas, no impide la libre percolación de las aguas, no hay impregnación de CaCO_3 y la erosión por agua es nula debido a la topografía totalmente llana de estos suelos. Es frecuente que los suelos aluviales tengan capas freáticas profundas que sufren oscilaciones marcadas, según las estaciones; es decir, las oscilaciones de la capa freática y su constante renovación mantienen el agua con un alto contenido en oxígeno disuelto, evitando que se produzcan fenómenos de reducción. En relación con la clasificación de los suelos descritos, éstos pertenecen al Grupo de los Fluvisoles según FAO, y al Orden **Entisols** de la “Soil Taxonomy” USDA.

El otro tipo presente en la zona de actuación es el que a continuación se describe: presentan un horizonte eluvial (Ae) en superficie, debajo de un horizonte argílico Btg de gran espesor que reposa sobre sedimentos de cuarcita tipo raña, que al secarse se endurece fuertemente pero no se agrieta. El horizonte argílico Bt, presenta gran desarrollo, con textura generalmente arcillosa. Puede aparecer al argílico con gran pedregosidad de cuarcitas, pero con ausencia de roca. Son por tanto suelos con un perfil A/Bt/C, presentando un alto grado de desarrollo. Según la clasificación FAO, pertenecen al Grupo Luvisoles y en la Soil Taxonomy USDA, se les incluye en el Orden **Alfisols**.



- Vegetación
- Vegetación actual

La zona de actuación se halla bajo la influencia de las geoserias riparias.

Se ha dividido la zona de actuación en 3 tramos:

Zona 1. Puente de la Autovía A-5 – Puente de la Autonomía

Zona 2. Puente de la Autonomía – Puente Real

Zona 3. Puente Real -Azud de la Granadilla (Badajoz)

La principal característica del **primer tramo**, es el alto grado de antropización al que todavía se encuentra sometido; ya que en la zona conocida como la Isla del Pico donde existen parcelas de propiedad privada.

Las extensas repoblaciones de eucalipto que existían (70-80%), han quedado reducidas a un 20%, por los trabajos realizados por la Confederación Hidrográfica del Guadiana concentrándose principalmente las existentes en la margen derecha del Guadiana y en la zona del puente de la autovía. Tras haberlas reducido, se hacen palpables las mejoras en los reductos de las agrupaciones riparias existentes formadas principalmente por: fresno (*Fraxinus angustifolia*), olmo (*Ulmus minor*), sauce colorado (*Salix purpurea*), sauce (*Salix fragilis*), bardaguera blanca (*Salix salviifolia*), mimbrera (*Salix atrocinerea*), taray negro (*Tamarix africana*), adelfa (*Nerium oleander*), zarzamora (*Rubus ulmifolius*), carrizo (*Phragmites australis*) y enea (*Thypha sp.*).

En la zona intermedia entre el agua y la orilla podemos encontrar *Iris pseudacorus* L., *Scyripoides ssp.*, *Juncus ssp.*, *Sparganium ssp.*, *Arundo donax* L., *Equisetum ssp.* *Rubus ulmifolius* L., *Neridium oleander* L. o *Rosa canina* L.

En el lecho aparecen agrupaciones de carrizo (*Phragmites australis*), enea (*Thypha sp.*), y las grandes masas de nenúfar mejicano (*Nymphaea mexicana*) y camalote o Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*), especies estas dos últimas incluidas en el **Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el catálogo español de especies exóticas invasoras**, pudiéndose encontrar también en esta primera línea ribereña taxones como *Iris pseudocorum* L. o *Lythrum salicaria* L.

Además, en las graveras abandonadas es frecuente ver tarayales más o menos bien conformados.

La desembocadura del río Gévora (tramo nº 1) se ha visto modificada por las obras llevadas a cabo en el azud de La Pesquera. La vegetación ribereña existente está formada



principalmente por fresnedas y saucedas autóctonas, aunque en menor proporción aparecen algunas especies alóctonas como algún pie de eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*), melia (*Melia azedarach*), álamo negro (*Populus nigra*), acacia de tres espinas (*Gleditsia triacanthos*) y sauce llorón (*Salix babylonica*).

El tramo nº 2 y 3 discurre íntegramente por la ciudad de Badajoz. La vegetación de ribera autóctona es escasa, se sitúa principalmente en el tramo comprendido entre el puente Real y el azud de La Granadilla (tramo 3). En el resto del tramo (puente de la Autonomía – puente Real), la que existe es fruto de plantaciones anteriores. Las especies que pueden observarse en estos dos tramos son fundamentalmente: aliso (*Alnus glutinosa*), fresno (*Fraxinus angustifolia*), sauce (*Salix sp.*), sauce llorón (*Salix babylonica*), taray (*Tamarix africana*), olmo (*Ulmus minor*), adelfa (*Nerium oleander*), rosal silvestre (*Rosa canina*), diferentes especies de chopos (*Populus sp.*) y melia (*Melia azedarach*), entre otras.

Macrófitas de rivera como la espadaña (*Typha domingensis*), junco de agua (*Scirpoides lacustris*) o el carrizo (*Phragmites australis*), y otras herbáceas como *Carex elata*, grama común (*Cynodon dactylon*), *Eragrostis pilosa* o *Paspalum dilatatum*.

En ambos tramos destaca la presencia del nenúfar mejicano, apareciendo generalmente solo o ligeramente acompañado del camalote (por los trabajos de limpieza que sobre esta especie realiza la C.H.G.) en el tramo dos y acompañado o podemos decir invadido en el tramo tres por el camalote, pese a los esfuerzos de la C.H.G. de eliminarlo de dicha zona del río.

Actualmente en la zona objeto de estudio el único nenúfar existente es el nenúfar mejicano objeto del presente estudio no habiendo presencia de ningún otra especie de nenúfar en este tramo del río.

➤ Vegetación potencial

La vegetación potencial del territorio no ligada a suelos con humedad edáfica, es decir, la **vegetación potencial no riparia o climática**, corresponde a distintos tipos de bosque cuya presencia está fuertemente ligada tanto a los factores climáticos de la cuenca como al sustrato.

La vegetación potencial climatofila de la zona de actuación se corresponde con la serie **24ca: Luso extremeño silicícola de la encina**, faciación termofila marianico-mochiquense con *Pistacea lentiscus*. Dicha serie de vegetación, corresponde en su etapa madura a un bosque esclerófilo en el que con cierta frecuencia existe el piruétano (*Pyrus*



bourgaeana), así como en ciertas navas y umbrías alcornoces (*Quercus suber*) o quejigos (*Quercus faginea*). El uso más generalizado de estos territorios, donde predominan los suelos silicios pobres, es el ganadero; por ello, los bosques primitivos han sido tradicionalmente adehesados a base de eliminar un buen número de árboles y prácticamente todos los arbustos del sotobosque.

Paralelamente, un incremento y manejo adecuado del ganado, sobre todo del lanar, ha ido favoreciendo el desarrollo de ciertas especies vivaces anuales, que con el tiempo conforman en los suelos sin hidromorfía temporal, un tipo de pastizales con aspecto de céspedes tupidos de gran valor ganadero, que se denominan majadales (*Poetalia bulbosae*).

La **vegetación potencial edáfica y riparia**, está constituida por las comunidades vegetales desarrolladas sobre suelos higromorfos cuya humedad no proviene directamente del agua de lluvia sino del hecho de hallarse cerca de los cursos de agua o bien en depresiones y vaguadas.

En la Clase *Querco-fagetea* se reúnen los bosques y espinales mesolíticos o hidrofíticos, en su mayoría caducifolios y de óptimo eurosiberiano, que se presentan en la región Mediterránea en áreas de ombroclima suficientemente lluvioso o en las riberas de ríos y arroyos sobre suelos higromorfos. A esta clase, pertenecen gran parte de los bosques riparias presentes en la zona de actuación:

1. **Saucedas (*Salicetum salviifoliae*)**: son formaciones de talla mediana dominada por arbustos o pequeños árboles que ocupan áreas cercanas al cauce de los cursos medios y bajos de los ríos. El dominio florístico es de *Salix salviifolia*, acompañado por otras especies del género *Salix* entre los que destacan *Salix atrocinerea*, *Salix x secalliana* y *Salix purpurea* (en aguas con mayor de carbonatos), así como de algunos fanerófitos; *Fraxinus angustifolia* y *Ulmus minor*, que salpican la sauceda y conforman un estrato arbóreo superior que en numerosas ocasiones rompen la estructura de forma redondeada y continua que constituye la línea de sauces. En un estrato inferior acompañan a los sauces un conjunto de rosáceas espinosas tales como las zarzas (*Rubus ulmifolius*) y espinos (*Crataegus monogyna*) a modo de orla de la sauceda. No suelen formar galerías de gran extensión, sino que presentan pequeños fragmentos de pequeña a mediana longitud siendo muy escasas las bandas continuas de sauces de gran longitud o extensión. Ocupan la primera banda de vegetación riparia, en la zona



en la que la acción de las crecidas del cauce y la inmersión prolongada toman mayor importancia. Los sauces ocupan estas zonas debido a su enorme capacidad de rebrote y adaptación para enraizar en estos ambientes. Siempre ocupan aguas oligotrofas, y por lo general, se desarrollan sobre suelos arenosos de cauces de agua sujetos a un moderado descenso del caudal durante el estío. Estas saucedas salvifolias entran en contacto con las alisedas termomediterráneas o fresnedas luso-extremadurensis hacia los márgenes de la ribera y con los tapujares en una banda interior hacia el cauce.

2. **Fresneda mesomediterránea** (*Ficario ranunculoides-Fraxinetum angustifoliae*): constituyen bosques de galería dominados por *Fraxinus angustifolia*, con la presencia esporádica de otros fanerófitos de carácter ripario como los olmos (*Ulmus minor*), sauces (*Salix salviifolia* y *Salix atrocinerea*) y álamos (*Populus alba*). Bajo este dosel arbóreo vegetan especies arbustivas tales como *Rosa canina*, *Rubus ulmifolius* y *Flueggea tinctoria*. Sus etapas seriales están formadas por zarzales, que constituyen como orla arbustiva una maraña impenetrable. Constituyen una formación de carácter silicícola, con buen desarrollo sobre sustratos arenosos y pobres en carbonatos, que ocupan cauces localizados en los tramos medios de los ríos sobre terrazas cuaternarias. Estas fresnedas termófilas ocupan suelos con hidromorfia temporal y marcada desecación estival en los horizontes superiores.

3. **Alamedas de álamo blanco** (*Salici atrocinerea-Populetum albae*): constituyen generalmente formaciones lineales asociadas a los cauces, si bien pueden prosperar en suelos húmedas de vega alejados de estos. Las alamedas de álamo blanco entrarían en contacto con las comunidades de bardaguera blanca (*Salix salviifolia*) hacia el cauce del río y con la comunidad climática de encinar luso-extremadurensis con peralillos hacia el exterior de la alameda. Como etapas seriales se citan los zarzales y espinares de las siguientes especies *Rubus ulmifolius*, *Rosa canina*, *Rosa coymbifera* o *Crataegus monogyna*. Estas alamedas se reconocen como típicas del ámbito luso-extremadurensis, y aparecen generalmente en mezcla con sauces y fresnos sobre suelos relativamente pobres en bases, frescos y húmedos. Se asientan en el piso mesomediterráneo seco o subhúmedo, por lo que soportan bien los climas cálidos y no suelen ascender por encima de los 1.000 metros de altitud.

4. **Tamujares** (*Pyro bourgaeana-Securinegetum tictoriae*): se encuentran dominadas fisionómicamente por el tamujo (*Flueggea tinctoria*), apareciendo la adelfa (*Nerium oleander*) en las estaciones más favorables para esta (aguas bastante eutróficas). Al



tamujo le acompañan diferentes especies espinosas como el majuelo (*Crataegus monogyna*) y diferentes zarzamoras (*Rubus spp.*), así como fanerófitos inermes típicos de las comunidades permanentes del territorio extremeño, tales como *Fraxinus angustifolia* y *Salix salviifolia*. Constituyen una formación representativa y muy características de la provincia luso-extremadureña. Se asientan en arroyos y ríos con fuerte estiaje y cauces por lo general pedregosos. En los ríos de mayor caudal ocupan las llanuras de inundación, extendiéndose la banda de vegetación hasta contactar con las formaciones climáticas (en este caso, encinar con peralillos). Existen numerosos casos de tamujares que han sufrido incendios y son sustituidos por comunidades de *Rubus spp.* que llegan a ser dominantes por su carácter pionero y colonizador.

5. **Adelfares** (*Rubus ulmifolii-Nerietum oleandri*): constituyen comunidades riparias dominadas por la adelfa, a la que acompañan otros nanerófitos y arbustos elevados inermes como *Tamarix africana*, y espinosos como *Flueggea tinctoria*, *Rubus ulmifolius* o *Rosa canina*. Estas formaciones conforman una larga banda de vegetación siempre verde en íntima relación con el cauce. En el estrato arbóreo aparecen acompañando a la adelfa algunos fresnos (*Fraxinus angustifolia*) y sauces (*Salix salviifolia*). En no pocas ocasiones la adelfa aparece acompañada del tamujo dando lugar a una formación mixta de ambas especies. Los adelfares se sitúan en la zona de transición entre las aguas permanentes y los terrenos que se inundan. Por un lado, conviven con plantas que precisan humedad permanente, y en el polo opuesto las especies que acompañan pueden ser de dos tipos: bien las plantas de las zonas de secano si la ribera se encuentra encajonada y tiene mucha pendiente; o bien, las plantas que buscan humedad en profundidad y ocasionalmente son cubiertas por el agua (solo en grandes riadas). Viven en lugares expuestos, de suelos pobres y sueltos, y con cierta humedad que se conserva en verano; además, no suelen aparecer en lugares de fuertes heladas, comienzan a desaparecer cuando se pastorea y soportan mal la contaminación de las aguas. Junto con las adelfas aparece una cohorte de especies vegetales que forman comunidad con la misma. Entre las especies más notorias destacan: *Chamaerops humilis*, *Flueggea tinctoria* y *Rubus ulmifolius*.

6. **Atarfes** (*Tamaricion africanae*): estas formaciones dominadas por *Tamarix africana* suelen ser de porte arbustivo, aunque pueden llegar a ser arbóreas de manera excepcional. Su estructura puede ser densa o laxa, pudiendo conformar extensas bandas de vegetación más o menos abiertas. Son características las especies de arbustos de porte elevado, como el propio atarfe o la zarzamora (*Rubus ulmifolius*). Soportan niveles freáticos permanentes, variables o incluso secos. Esta formación



vegetal reemplaza a las galerías dominadas por sauces y a otras ripisilvas como alamedas blancas en zonas de clima mesomediterráneo con amplios periodos de aridez.

La **vegetación potencial no riparia o climática**, corresponde a distintos tipos de bosque cuya presencia está fuertemente ligada tanto a los factores climáticos de la cuenca como al sustrato. En la zona de actuación, este tipo de vegetación estaría representada por la serie: **encinar con piruétano** (*Pyro bourgaeana-Quercetum rotundifoliae quercetosum rotundifoliae*).

- **Estructura y fisionomía:** bosque perennifolio y esclerófilo donde la especie arbórea directriz es la encina (*Quercus rotundifolia*), habitualmente salpicado de árboles caducifolios (piruétanos o *Pyrus bourgaeana*). A menudo estos encinares han sido adehesados cuando se encontraban en zonas de relieve suave y poco accidentado, aunque estas formaciones no pueden considerarse ya como bosques propiamente dichos es frecuente referirse a ellos como "encinares adehesados".
- **Dinámica:** desde el punto de vista dinámico representan la etapa madura o clímax en la faciación típica de la serie del encinar silicícola mesomediterránea luso-extremadurese. En situaciones normales el encinar es sustituido por el coscojal (*Hyacinthoides hispanicae-Quercetum coccifera*) cuando es degradado, por ejemplo tras una tala selectiva de encinas. En cambio, la primera etapa de sustitución de la roturación y posterior pastoreo es un retamal (*Retamo sphaerocarphae-Cytisetum bourgaei*). También se puede pasar directamente desde la fase de encinar a un aulagar-jaral (*Genista hirsutae-Cistetum ladaniferi cistetosum ladaniferi*), de gran potencial colonizador y que presenta un estadio más avanzado en la dinámica degradativa, cuando se produce una alteración drástica con pérdida de suelo, como sucede con las roturaciones e incendios reiterados en zonas de pendiente.
- **Especies características:** encina (*Quercus rotundifoliae*), piruétano (*Pyrus bourgaeana*), torvisco (*Daphne gnidium*), coscoja (*Quercus coccifera*), labiérnago (*Phyllirea angustifolia*), lentisco (*Pistacea lentiscus*), retama loca (*Osyris alba*), enebro de la miera (*Juniperus oxycedrus subsp. oxycedrus*), aladierno (*Rhamnus alaternus*), rusco (*Ruscus aculeatus*), etc.



- **Especies acompañantes:** jaguarzo morisco (*Cistus salviifolius*), jara pringosa (*Cistus ladanifer* subsp. *ladanifer*), cantueso (*Lavandula stoechas* subsp. *luisier*), retama negra (*Cytisus scoparius*), etc.

- Fauna

El interés de analizar las comunidades faunísticas en cualquier estudio del medio natural radica, por un lado en la conveniencia de preservarlas como recurso, y por otro lado, en ser un excelente indicador de las condiciones ambientales de un determinado territorio. En efecto, dependiendo del grupo taxonómico, la fauna puede mostrar, bien una respuesta globalizadora a toda una serie de factores ambientales, o bien, a un determinado factor, siendo por tanto un excelente indicador para interpretar estas condiciones.

Con respecto a la **ictiofauna**, cabe destacar la presencia de las siguientes especies: Sábalo (*Alosa alosa*), Barbo comizo (*Luciobarbus comiza*), Barbo cabecicorto (*Luciobarbus microcephalus*), Pardilla (*Iberochondrostoma lemmingii*), Boga del Guadiana (*Pseudochondrostoma willkommii*), Calandino (*Iberocypris alburnoides*), Carpa (*Cyprinus carpio*), Carpín (*Carassius auratus*), Alburno (*Alburnus alburnus*), Pez gato negro (*Ameiurus melas*), Lucio (*Esox lucius*), Pez sol (*Lepomis gibbosus*), Perca americana (*Micropterus salmoides*) y Gambusia (*Gambusia holbrooki*), entre otros.

En lo relativo a la **herpetofauna**, las especies presentes en la zona de actuación son las que a continuación se enumeran: Gallipato (*Pleurodeles waltl*), Sapo común (*Bufo bufo*), Sapo corredor (*Epidalea calamita*), Rana común (*Pelophylax perezii*), Galápago leproso (*Mauremys leprosa*), Salamancha común (*Tarentola mauritanica*), Lagarto ocelado (*Timon lepidus*), Lagartija ibérica (*Podarcis hispanica*), Culebra de escalera (*Hemorrhois hippocrepis*), Culebra bastarda (*Malpolon monspessulanus*) y Culebra viperina (*Natrix maura*).

Dentro de la **avifauna** mencionar: Morito común (*Plegadis falcinellus*), Zampullín Común (*Tachybaptus ruficollis*), Cormorán Grande (*Phalacrocorax carbo*), Avetorillo Común (*Ixobrychus minutus*), Martinete Común (*Nycticorax nycticorax*), Garcilla Bueyera (*Bubulcus ibis*), Garceta Común (*Egretta garzetta*), Garza Real (*Ardea cinerea*), Garcilla cangrejera (*Ardeola ralloides*) Focha común (*Fulica atra*), Polla de agua (*Gallinula chloropus*), Garza imperial (*Ardea purpurea*), Cigüeña Blanca (*Ciconia ciconia*), Ánade Real (*Anas platyrhynchos*), Cernícalo Vulgar (*Falco tinnunculus*), Gallineta Común (*Gallinula chloropus*), Calamón Común (*Porphyrio porphyrio*), Somormujo lavanco (*Podiceps cristatus*), Andarríos chico (*Actitis hypoleucos*), Gaviota Reidora (*Chroicocephalus ridibundus*), Gaviota Sombría (*Larus fuscus*), Paloma Torcaz (*Columba palumbus*), Tórtola Turca (*Streptopelia decaocto*), Tórtola Europea (*Streptopelia turtur*), Vencejo Real (*Apus melba*), Vencejo Común (*Apus apus*), Martín



Pescador (*Alcedo atthis*), Abejaruco Europeo (*Merops apiaster*), Abubilla (*Upupa epops*), Totovía (*Lullula arborea*), Golondrina Común (*Hirundo rustica*), Golondrina Dáurica (*Cecropis daurica*), Avión Común (*Delichon urbicum*), Lavandera cascadeña (*Motacilla cinerea*), Petirrojo (*Erithacus rubecula*), Ruiseñor Común (*Lusciana megarhynchos*), Tarabilla Común (*Saxicola rubicola*), Mirlo Común (*Turdus merula*), Ruiseñor Bastardo (*Cettia cetti*), Buitrón (*Cisticola juncidis*), Carricero Común (*Acrocephalus scirpaceus*), Carricero Tordal (*Acrocephalus arundinaceus*), Zarcero Común (*Hippolais polyglotta*), Curruca Cabecinegra (*Sylvia melanocephala*), Curruca Capirotada (*Sylvia atricapilla*), Herrerillo Común (*Cyanistes caeruleus*), Carbonero Común (*Parus major*), Oropéndola (*Oriolus oriolus*), Alcaudón Real (*Lanius meridionalis*), Alcaudón Común (*Lanius senator*), Rabilargo (*Cyanopica cookii*), Urraca (*Pica pica*), Estornino Negro (*Sturnus unicolor*), Gorrión Común (*Passer domesticus*), Gorrión Moruno (*Passer hispaniolensis*), Pinzón Vulgar (*Fringilla coelebs*), Verdecillo (*Serinus serinus*), Verderón Común (*Chloris chloris*) y Jilguero (*Carduelis carduelis*), entre otros.

Por último, en lo relativo a la **mastozofauna** indicar la presencia de las siguientes especies: Erizo común (*Erinaceus europaeus*), Murciélago enano (*Pipistrellus pipistrellus*), Murciélago rabudo (*Tadarida teniotis*), Zorro (*Vulpes vulpes*), Comadreja (*Mustela nivalis*), Nutria (*Lutra lutra*), Meloncillo (*Herpestes ichneumon*), Gineta (*Genetta genetta*), Jabalí (*Sus scrofa*), Ratón de campo (*Apodemus sylvaticus*) y Rata parda (*Rattus norvegicus*).

- Datos físicos y calidad de las aguas.

Los resultados de la caracterización ecológica de las poblaciones de *N. mexicana* dentro de la cuenca media del Río Guadiana (EEI Notas científicas. M. Martínez 2012) corresponden a cauces de aguas lenticas, y baja altitud media (aproximada a los 170 msm), en áreas de poca profundidad (20cm a 2m), sobre suelos arenosos de origen cuaternario, con alta concentración de nutrientes, y usos del suelo mayoritariamente urbano o agrícola (IGN 2002).

Datos Calidad del agua

- Tª media del agua (°C) → 11–25,6
- Nivel de N-P-K (mg/l) → 6,64-0,16-5,76
- pH del agua → 8,17

Entre los resultados obtenidos en las características físicas, destacan los datos de la calidad de las aguas del área invadida, influenciada por la agricultura intensiva, donde los elementos más variables son el complejo N-P-K. El estudio de los niveles de nitrógeno,



muestran una elevada disminución en el periodo estival, coincidiendo con la reproducción sexual del nenúfar invasor, y un aumento en los meses otoñales, coincidiendo con el desarrollo radicular y reproducción asexual del nenúfar. El fenómeno contrario sucede con el potasio, que comienza a liberarse en el periodo estival, durante la máxima floración de *N. mexicana*, mientras que los niveles de fósforo se mantienen constantes durante todo el año.

► Zonas de actuación.

Analizando con mayor detalle, la zona de actuación, la podríamos dividir 3 partes:

Zona 1. Puente de la Autovía A-5 – Puente de la Autonomía

Zona 1.1. Puente de la Autovía A-5 – Azud de la Pesquera

Zona 1.2. Azud de la Pesquera – Puente de Autonomía

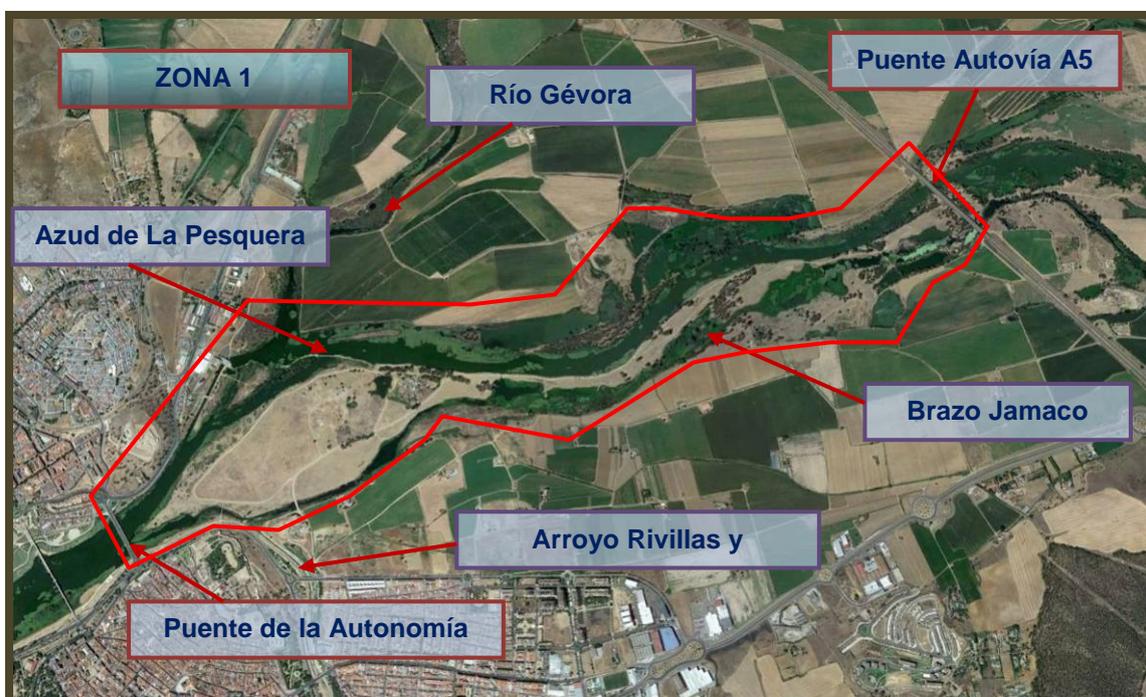
Zona 1.3. Brazo Jamaco

Zona 2. Puente de la Autonomía – Puente Real

Zona 3. Puente Real -Azud de Badajoz

Ver localización de los tramos objeto de estudio en el Anexo Cartográfico.

Zona 1. Puente de la Autovía A-5 – Puente de la Autonomía



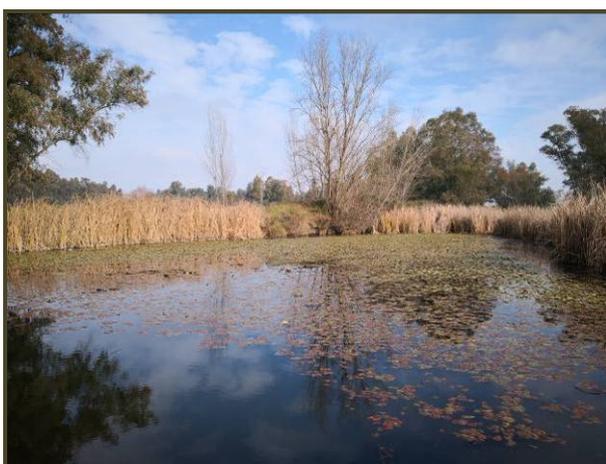


En este tramo del río Guadiana, el cauce del río se encuentra partido en dos, el cauce principal del río y un cauce secundario denominado Brazo Jamaco, el cual circula al sur de este cauce principal. Así mismo, en este tramo, estos dos cauces del río se encuentran muy fragmentados, creándose en algunos puntos remansos y grandes charcas, debido principalmente a la existencia de graveras en esta zona.



Diferentes imágenes del puente de la Autovía A5 a su paso sobre el río Guadiana

El cauce principal del río Guadiana y el Brazo Jamaco, se unen para formar un único cauce justo antes de su entrada en la zona urbana de Badajoz a la altura del puente de la Autonomía, denominándose la zona de tierra situada entre los dos cauces el Pico. Hay que indicar que a lo largo del recorrido del brazo Jamaco existen varios puntos de unión con el cauce principal del Guadiana, aunque todos ellos encauzados.



Brazo Jamaco con nenúfar mejicano

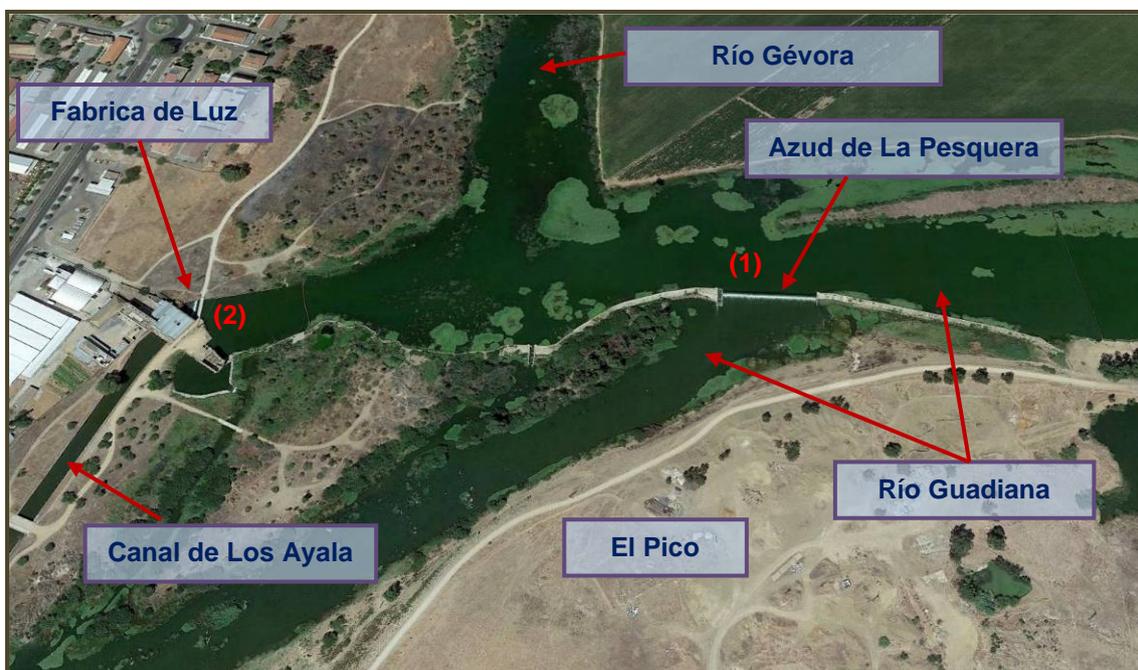


Antes de que se produzca la unión del Brazo Jamaco con el cauce principal, río Guadiana recibe por su derecha las aguas del río Gévora, y el brazo Jamaco recibe el aporte del río Rivilla-Calamón por su izquierda.

A la altura de la desembocadura del río Gévora en el río Guadiana, existe un Azud denominado Azud de La Pesquera que hace de barrera al cauce del río, reteniendo sus aguas y creando un embalse aguas arriba.



Imágenes del Azud de la Pesquera. Corresponden en el plano inferior a (1)



Detalle del Azud del Pesquera en la desembocadura del río Gévora



Como se puede observar en la imagen satelital el Azud de la Pesquera cierra el cauce del Guadiana, quedando dos zonas de paso por encima de él, una en el propio Azud (1) y otra en la fábrica de luz por el canal de los Ayala. Pero en ningún punto del Azud se poseen puertas que permita ser desaguado.



Imágenes de la fábrica de la Luz. Corresponden en el plano superior a (2)

En el brazo Jamaco, también existe otro azud, denominado de cola del Jamaco, pero este de pequeñas dimensiones, situado antes de la unión con el Rivilla-Calamón.

Hay que indicar, que gran parte de la zona del Pico fue un antiguo vertedero y actualmente se encuentra desarbolada, salvo en zonas puntuales junto a las márgenes del río donde se ha reforestado.

El área situada en la desembocadura del río Gévora donde se halla ubicado el Azud del Gévora se encuentra incluida dentro del ZEC "Río Gévora Bajo", el resto del área que se encuentra entre esta zona y el puente de la autovía no se encuentra dentro de ningún espacio protegido



Puente de la Autonomía



Zona 2. Puente de la Autonomía – Puente Real

La zona 2 de estudio se encuentra situada en pleno centro de la ciudad de Badajoz localizándose entre el Puente de la Autonomía y el Puente Real.



Existen en este tramo 4 puentes:

- ▶ *Puente de la Autonomía* (1.990): Construcción de 320 m. de longitud por 20,50 metros de ancho, con doble carril para paso de vehículos.
- ▶ *Puente de Palmas* (Puente Viejo): Es el puente más antiguo de Badajoz (1460), construido en mampostería y piedra recubierta con un falso despiece. Cuenta con veintiocho arcos, y a sufrido numerosas reconstrucciones para restaurar los efectos producidos por las distintas crecidas del río. Puente peatonal.
- ▶ *Puente de la Universidad* (1.960): Amplia y moderna estructura de cemento, de 587 metros de longitud con un total de 21 arcos. Posee doble carril para el paso de vehículos.
- ▶ *Puente Real* (1994): 452 metros de longitud y 23 de anchura, con 4 carriles para vehículos.

En este tramo el río Guadiana (1.875 metros de longitud) atraviesa la ciudad de Badajoz formando una única corriente de agua, alcanzando anchuras de hasta 430 metros. Sus márgenes han sufrido en estos últimos años una gran transformación, creándose en su margen derecha un gran parque que llega hasta el mismo río. También su margen izquierda ha sido



renovada, creándose zonas ajardinadas y de paseo, aprovechando que por esta margen se ha llevado un colector de aguas residuales hasta la depuradora de Badajoz.



Imagen donde se puede observar el nuevo parque de Badajoz, con la vegetación que está empezando a surgir, y una isla con abundante vegetación.

En el margen izquierdo y en las islas que hay en el río, siguen existiendo zonas con vegetación arbórea y de ribera, si bien en la margen derecha se eliminó toda la vegetación que había en la realización del parque, estando compuesta hoy en día por plantas herbáceas y carrizales que han ocupado ese espacio de ribera junto al agua.

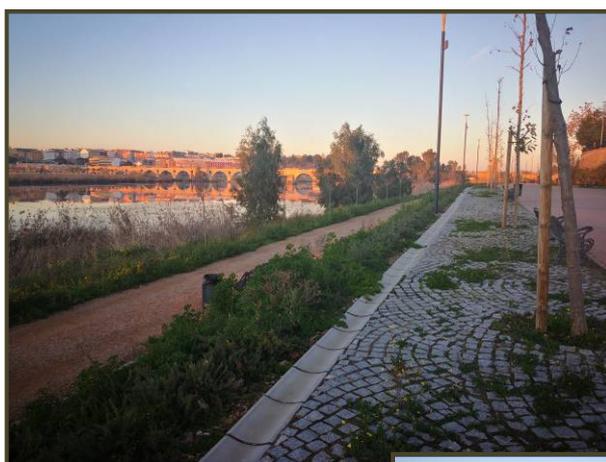


Puente de Palmas visto desde el parque existente en la margen derecha del río Guadiana.



Puente de la Universidad. En esta imagen se puede observar una mancha de nenúfar mejicano en la orilla, sobre la que se asienta una mancha más densa y oscura de camalote, y diferente vegetación en las orillas (margen izquierdo del río Guadiana).

Es muy importante, a la hora de planificar los diferentes trabajos que se propongan para esta zona del río, tener en consideración que ambas márgenes se encuentran ajardinadas y urbanizadas sirviendo como zona de recreo y de paso para gran parte de la población de Badajoz.



Imágenes del paseo y diferentes caminos existentes en la margen izquierda



Así mismo, existen 4 estaciones de bombeo que toman el agua del propio río para regar estos jardines.



Estaciones de bombeo 2 y 4 para el riego de los jardines.

En este tramo del río también se han creado diversos embarcaderos con fines recreativos.



Imagen de uno de los embarcaderos situado en la margen derecha invadido por nenúfar mejicano

Esta zona 2 se encuentra totalmente incluida en la Zepa "Azud de Badajoz".



Zona 3. Puente Real – Azud de La Granadilla

Tramo de aproximadamente 2.600 m de longitud, con una anchura máxima de 460 metros, situado entre el Puente Real y el Azud de La Granadilla.



Este tramo abarca desde el puente Real hasta el Azud de La Granadilla, encontrándose en su cauce siete pequeñas islas la mayor de 0,8 has. de superficie.

Son importantes estas islas, así como todas las existentes en el río, y especialmente, dado su tamaño, las situadas junto al Puente Real, por dos motivos, uno la importancia de la vegetación que poseen, la cual da cobijo a gran cantidad de aves, y otra, porque también estas islas son fijadoras del nenúfar mejicano, ya que la cota de la lámina de agua respecto al fondo del río disminuye al acercarnos a los islotes, y por tanto, permite al nenúfar tener la suficiente longitud para asentarse.

Existen en ambos márgenes del río una carretera de servicio, pero en este caso, no están urbanizadas ni ajardinadas, siendo la vegetación existente en sus orillas principalmente herbácea, salvo en la zona central del tramo en su margen izquierda donde existe vegetación arbórea bastante densa.



Imagen del Puente Real

En esta zona en su margen izquierda cercano al azud se encuentra el club de piragüismo de Badajoz, el cual realiza sus actividades en las aguas del Guadiana.



Imágenes de las instalaciones del club de piragüismo

Finalmente, nos encontramos con el Azud de Badajoz, cuya construcción se extiende de orilla a orilla lo que provoca el embalsamiento del río Guadiana en este punto. Esta construcción, la cual se describe con mayor detalle en apartados posteriores, solamente dispone para su desagüe de dos pequeñas compuertas que desaguan el agua embalsada, a través de dos sifones, y en su interior se encuentra el colector que une la margen izquierda de la ciudad de Badajoz con la depuradora de la ciudad.



Imagen satelital del Azud de La Granadilla



Compuertas de desagüe azud de La Granadilla.



Salida de vertido del desagüe del azud de La Granadilla junto a la escala de peces.

Otro dato importante de este tramo 3 objeto de estudio, es que en su margen derecha a una distancia de aproximadamente 1.200 m. del Azud de La Granadilla, se encuentra la toma de agua para abastecer a la Comunidad de Regantes Rincón de Caya, pertenecientes al Sector R, y que da servicio a unas 1.000 Has. de regadío.

Antiguamente, este sector de riego se abastecía a través del canal de Montijo, si bien, cuando se realizó la construcción del puente de la Autovía A-5, esta conexión se cortó. Por lo que actualmente físicamente esta zona de riego no se puede conectar con el Canal de Montijo, quedando como su única forma de abastecimiento, la captación directa del río Guadiana.



Ubicación de la toma de agua de la Comunidad de Regantes Rincón de Caía



Estación de bombeo Sector R

Hay que destacar, que esta zona 3 se encuentra totalmente incluida en la Zepa "Azud de Badajoz".



► Breve análisis de la zona de estudio

Si analizamos nuestra zona de actuación, encontramos una serie de factores que se dan en la zona de estudio, los cuales potencian la presencia del nenúfar mejicano y sería sobre los cuales se debería actuar (si es factible) o al menos tenerlos en consideración, para ejecutar las medidas que se planteen.

- *Velocidad del agua.* Como ya hemos indicado la existencia de los azudes de la Gradilla (Badajoz) y del azud situado en la desembocadura del río Gévora denominado Azud de la Pesquera, convierten al río Guadiana a su paso por Badajoz en un río léntico, casi de aguas embalsadas durante la mayor parte del tiempo y solo en los momentos de crecidas y de grandes caudales sus corrientes son suficientes para movilizar los fondos del lecho.
- *Acumulación de lodos.* Según los estudios realizados por la UME y la C.H.G. (2.018) existen una gran cantidad de lodos en la zona de estudio, lo cual favorece al nenúfar en dos ámbitos, por un lado, le proporciona un buen sustrato donde anclarse, alimentarse y reproducirse, y por otro lado, la existencia de una gran capa de lodos, provoca a su vez, que la lámina de agua disminuya en profundidad, lo que favorece la invasión de la planta al poder esta colonizar zonas del río que anteriormente no podía porque eran aguas muy profundas para su supervivencia (más de 3 m. de profundidad).
- *Nutrientes en el río.* La aportación de gran cantidad de nutrientes al río, ya sea de forma difusa mediante la agricultura, ya sea de forma directa por ejemplo por vertidos de las diferentes poblaciones, incluso una vez depurada el agua, da lugar a que especies como el nenúfar dispongan de una gran cantidad de alimento que potencia su crecimiento y expansión.
- *Falta de arbolado.* Existe de forma generalizada falta de arbolado que de sombra a las orillas, y por tanto, pudiera crear condiciones adversas para el nenúfar. Si bien, y dada la anchura que alcanza el Guadiana en nuestra zona de estudio, puede que no sea un aspecto muy relevante, aunque sí podría tener importancia en algunas zonas con menor anchura, como por ejemplo el brazo Jamaco.
- *Nenúfares autóctonos.* Las condiciones actuales del río Guadiana en el tramo puramente urbano del río ha provocado que actualmente no existan en esta zona individuos de los dos tipos nenúfares autóctonos que existían *Nymphaea alba* y *Nuphar luteum* por lo que actualmente las actuaciones que se realizasen no tendrían influencia



en estas especies. No ocurre así en la desembocadura del Gévora donde hasta hace muy poco si estaban presentes los nenúfares autóctonos.

- *Climatología.* Altas temperaturas con escasos días de heladas, unidas a la alta temperatura del agua y al gran número de horas de luz favorecen el crecimiento y la dispersión de esta planta. El nenúfar mejicano No resiste los lugares con poca insolación y con bajas temperaturas. (invasiber.org.)
- *Espacios protegidos y especies protegidas.* Es importante tener en cuenta que la zona de actuación se encuentra situada dentro de la Red Natura 2000 en una zona ZEPA y una pequeña zona en ZEC, por los condicionantes que pudiesen existir, por ejemplo, época de ejecución de los trabajos, y por la tramitación de los estudios de impacto ambiental, los cuales requieren un proceso de validación mayor en el tiempo.
- *Bivalvos dulceacuícolas,* existe en la zona de actuación presencia de estos, entre los que se podría encontrar la especie *Unio tumidiformis* (anexo II de la Directiva Hábitat).

Espacios Protegidos. Red Natura 2.000.

En este apartado, se ha analizado la zona de estudio y se han dado, unas breves nociones de posibles causas por las que el nenúfar se siente tan cómodo en esta zona del Guadiana, pero también se debe tener en cuenta, que estas condiciones que se han generado por la existencia del Azud de Badajoz, al igual que están ocurriendo en el Azud de La Pesquera, han provocado que esta zona se convierta en el hogar de algunas especies endémicas de la Península, entre las que destacan las colonias de aves, lo que le ha valido ha este tramo del río el ser incluido dentro de la Red Natura 2.000 y ser declarada Zona de Especial Protección para las Aves denominándose ZEPA "Azud de Badajoz". Situada aguas abajo del azud de la Granadilla haciendo límite con la ZEPA se encuentra la Zona de Especial Protección denominada ZEC Río Guadiana Internacional, donde inicialmente no se tiene previsto actuar, pero que también se ha visto afectado por la presencia del nenúfar procedente del tramo urbano. Hay que indicar que la zona de estudio se centra en el río Guadiana, no planteándose la actuación en el interior del río Gévora, si bien el actual azud La Pesquera se encuentra incluido dentro de la Zona de Especial Conservación (ZEC) denominada ZEC Río Gévora Bajo.

Se adjunta en el Anexo cartográfico, planos de los espacios Protegidos existentes en la zona de estudio.



► **ZEPA "Azud de Badajoz"**

Zepa "Azud de Badajoz". Código ES0000393, tipo A, Región Biogeográfica: Mediterránea, Clasificación ZEPA (año/mes): 2004/12, Superficie: 400, 59 ha.

Tramo del río Guadiana comprendido entre las desembocaduras de los ríos Gévora (aguas arriba) y Caya (aguas abajo), justo hasta el límite fronterizo con Portugal, siendo gran parte de este espacio el tramo urbano del río a su paso por la ciudad de Badajoz.

Las características ecológicas del curso fluvial de este espacio están condicionadas por la presencia de un azud o presa que mantiene el nivel del río constante y sin fluctuaciones en uno de los tramos. Así desde la desembocadura del río Gévora, hasta el azud, permanece embalsado (5,78 km de longitud), coincidiendo con el tramo urbano que atraviesa la ciudad de Badajoz. Desde el azud hasta la desembocadura del río Caya (6,7 km de longitud), el Guadiana recupera su aspecto natural, presentando en sus riberas importantes orlas de vegetación de ribera. Las orillas e islas de este espacio, principalmente aguas abajo del azud, acogen una abundante ornitofauna acuática, destacando su importante población de ardeidas.

Durante el periodo reproductor se localiza en este espacio una población reproductora superior a las 2.500 parejas de garcillas bueyeras y garcetas comunes, acompañadas en menor medida por otras especies, como martinete, garza real, garza imperial, garcilla cangrejera, avetorillo y calamones, ubicando sus nidos y colonias en la vegetación de las orillas y las distintas islas existentes en este tramo de río, principalmente aguas abajo del azud. Algunos años se unen a esta comunidad de aves reproductoras los moritos y las espátulas. Fuera del periodo reproductor también son reseñables los dormideros invernales de garceta común, garcilla bueyera y cormorán grande, así como la presencia, en distintos periodos del año, de las cada vez más abundantes garcetas grandes. Acompañando a estas, existe una interesante comunidad de passeriformes asociados a medios palustres y a bosques de ribera, tales como oropendola, carricero común o carricero tordal durante el periodo reproductor o pechiazul durante el periodo invernal. (*Plan de Gestión*).

Las actuaciones que se realicen en esta Zepa deberán cumplir con lo establecido en su Plan de Gestión.

► ***Plan de Gestión de la ZEPA "Azud de Badajoz"***.

Este plan de gestión establece diferentes zonas de prioridad dentro de la zona de actuación:



Zona de Interés Prioritario (ZIP). "Soto del Azud de La Granadilla".

Pequeña sección del río Guadiana y sus sotos fluviales aguas abajo del azud de Badajoz, frente a la estación depuradora Rincón de Caya. Se trata de sotos bien desarrollados en los que se ubica habitualmente una importante colonia mixta de ardeidas, con presencia puntual de otras especies reproductoras. Contiene los siguientes elementos claves: "hábitats ribereños", "*Unio tumidiformis*", "comunidad ictícola", y "comunidad de aves acuáticas".

Zona de Alto Interés (ZAI). Se diferencian dos zonas en el espacio, por localizarse en dos zonas separadas físicamente, pero ambas comparten las medidas de conservación que se aplicarán sobre ellas.

- **ZAI 1. "Orillas, islas y sotos del azud de Badajoz".** Esta ZAI se encuentra en la zona del río represada por el azud. Incluye el cauce y sotos fluviales bien desarrollados del río Guadiana, masas de vegetación palustre y la totalidad de las islas situadas aguas arriba del Azud de La Granadilla.

Zona de Interés (ZI) Es el resto del espacio no zonificado como ZIP, ZAI y ZUG: la zona del río Guadiana represado por el azud de Badajoz y otras pequeñas áreas de cultivos agrícolas.

Zona de Uso General (ZUG). En esta zona se encuentran los puentes urbanos de Badajoz sobre el río Guadiana y la zona del embarcadero en la ciudad de Badajoz y el puente fronterizo sobre el río Guadiana de la carretera EX 105.

Establece en su apartado 8 como objetivos específicos de conservación subapartado 8.2. Especies Natura 2000 entre otros:

- Controlar la presencia de Especies Exóticas Invasoras en el espacio, priorizando los esfuerzos especialmente en el jacinto de agua o camalote (*Eichhornia crassipes*), nenúfar mejicano (*Nymphaea mexicana*), mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) (1), mapache (*Procyon lotor*), visón americano (*Neovison vison*) y galápago de florida (*Trachemis scripta*).

(1) Se debe aclarar que, aunque figure dentro del Plan de Gestión, actualmente no existe esta especie en el río Guadiana.

En su apartado 9 establece una serie de medidas de conservación, en función de su zonificación. Estableciéndose para todo el ámbito territorial del Plan de Gestión, entre otros:



a.2. (R) (Zona ZAI 1). Es incompatible el acceso y el acercamiento a las islas y orillas del río a menos de 25 metros desde embarcación para evitar molestias a los dormideros y colonias reproductoras en el período comprendido entre el 15 de marzo y el 15 de julio. Si el acercamiento a las islas y orillas está vinculado a la investigación y/o gestión podrá realizarse con el correspondiente Informe de Afección favorable.

e.- (R) Las actuaciones para la eliminación de nenúfar mejicano o de cualquier otra especie alóctona requerirá Informe de Afección, en el que se deberá valorar específicamente la posible afección a los elementos clave y otros elementos de interés de este espacio. Estas actuaciones se realizarán preferentemente fuera del período de reproducción (del 15 de marzo al 15 de julio). La acumulación del material extraído se acumulará para su secado, siempre que sea posible, fuera de los límites del ámbito de aplicación de este Plan.

f. (R) Con carácter general serán incompatibles las nuevas extracciones de áridos en toda la ZEPA y en toda la ZEC, con objeto de evitar la degradación del hábitat ribereño y las filtraciones del agua desde el río hacia los huecos creados por las extracciones.

h. (R) Conforme a la normativa sectorial vigente, cuando se apliquen productos fitosanitarios se respetara una banda de seguridad mínima respecto a las masas y cursos de agua de 5 metros. Así mismo, en caso de la aplicación de productos fertilizantes, se respetará una banda de seguridad mínima de 10 metros.

l. (A) Seguimiento de las especies exóticas presentes en el espacio y valoración de la necesidad de acometer trabajos de control o erradicación, especialmente en el caso de nenúfar mejicano (*Nymphaea mexicana*), galápago de Florida (*Trachemis scripta*) y almeja asiática (*Corbicula fluminea*). Incluye vigilancia y detección temprana de posibles nuevas apariciones de exóticas invasoras, especialmente en el caso de camalote (*Eichhornia crassipes*), con objeto de desarrollar actuaciones de erradicación temprana

► **ZEC "Río Gévora Bajo"**

ZEC "Río Gévora Bajo". Código ES4310059, tipo B, Región Biogeográfica: Mediterránea, Propuesta LIC (año/mes): 2000/12, Confirmación LIC (año/mes): 2006/09, Designación ZEC /año/mes) --, Superficie: 374,68 ha.



Comprende el curso del río Gévora desde el límite entre España y Portugal a la altura de Valdebotoa, hasta su desembocadura en las cercanías de la ciudad de Badajoz, recogiendo las aguas procedentes del río Zapatón. Este Espacio está especialmente representado por su importante fauna piscícola y bosque de ribera. Las principales formaciones de hábitats están compuestas principalmente por fresnedas y saucedas con chopos, alternando con tamujos, adelfas e incluso algunos alisos dispersos. Se trata de uno de los cauces de la provincia de Badajoz con más calidad de aguas y esto unido a que apenas existen barreras transversales y la propia calidad de la arboleda autóctona hacen que el espacio destaque por la fauna piscícola.

La diversidad en cuanto a la cobertura del bosque de ribera se refleja también en la variedad de especies asociadas a la misma, tanto aves como mamíferos e invertebrados. En la parte alta del espacio existen zonas aledañas con restos de antiguas extracciones de áridos donde se han asentado colonias de especies protegidas tales como *Merops apiaster* o *Riparia riparia*.

Las actuaciones que se realicen en la zona 1 incluidas dentro del ZEC "Río Gévora Bajo" deberán cumplir con lo establecido en su Plan de Gestión.

► **Plan de Gestión del ZEC "Río Gévora Bajo".**

La zona donde se ubican los trabajos está considerada dentro del Plan de Gestión como Zona de Interés (ZI).

En su apartado 9 establece una serie de medidas de conservación, en función de su zonificación. Estableciéndose para todo el ámbito territorial del Plan de Gestión, entre otros:

a (R) Las extracciones de áridos y la construcción de grandes balsas se ubicarán siempre fuera de la zona de policía, siendo en todo caso, incompatibles en las zonas ZIP y ZAI.

c. (R) Conforme a la normativa sectorial vigente, cuando se apliquen productos fitosanitarios se respetará una banda de seguridad mínima respecto a las masas y cursos de agua de 5 metros. Así mismo, en caso de la aplicación de productos fertilizantes, se respetará una banda de seguridad mínima de 10 metros.

Valores naturales que pueden verse afectados.

Avifauna:

- Garcilla cangregera (*Ardea ralloides*), catalogada "en pelgro de extinción".
- Calamón (*Porphyrio potphyrio*), catalogado "sensible a la alteración de su hábitat".
- Avetorillo (*Ixobrychus minutus*), catalogado "sensible a la alteración de su hábitat".



"Estudio de viabilidad de métodos para el control y eliminación del nenúfar mejicano (*Nymphaea mexicana* Zucc) en el río Guadiana a su paso por Badajoz".

- Martinete (*Nycticorax nycticorax*), catalogado 'sensible a la alteración de su hábitat'.
- Vencejo común (*Apus apus*) catalogado "de interés especial".
- Garcilla bueyera (*Bubulcus ibis*), catalogada "de interés especial".
- Gaza real (*Ardea cinerea*), catalogada "de interés especial".
- Garza Imperial (*Ardea purpurea*), catalogada 'sensible a la alteración de su hábitat."
- Morito (*Plegadis falcinellus*), catalogado "Vulnerable".
- Garceta común (*Egretta garzetta*), catalogada "de interés especial"
- Somormujo lavanco (*Podiceps cristatus*), catalogado de interés especial"
- Chorlito chico (*Charadrius dubius*), catalogado de interés especial"

Otras aves pertenecientes a la Comunidad de aves acuáticas: garceta grande, pechiazul, espátula.

☞ Comunidad ictícola: Alosa, *Luciobarbus comizo*, *Pseudochondrostoma willkommii* y *Cobitis palúdica*.

☞ *Unio tumidiformis* y comunidad de bivalvos dulceacuícolas.

☞ Hábitats presentes:

- Bosque de galería de *Salix alba* y *Populus alba* (cod. UE 92A0)
- Galerías y matorrales ribereños *termomediterraneos* (*Nerio-Tamaricetea* y *Securinegion tinctorose* (cod. UE 92D0)

Se debe indicar que para la realización de cualquier actuación en un Espacio perteneciente a la Red Natura 2000, se debe realizar previamente un Estudio de Afección a la Red Natura 2000 y ser aprobado por el Órgano Ambiental.



7. ALTERNATIVAS DE ACTUACIÓN.

En este capítulo vamos a recoger y a describir todas las actuaciones posibles que se puedan utilizar para la erradicación de nenúfar mejicano, así como todas aquellas actuaciones que se hayan recogido en las diferentes conversaciones y reuniones que nuestro personal a mantenido con diferentes sectores, valorándose si estas actuaciones podrían ser eficaces o no en la erradicación de esta especie.

7.1. ALTERNATIVA DE NO ACTUACIÓN.

a) Descripción de los procedimientos.

- **Procedimiento.**

Una de las alternativas que siempre se presenta ante cualquier situación, es la de no actuar, ya que en ocasiones se considera que el no realizar ninguna acción frente al suceso que está ocurriendo puede resultar la mejor opción.

Entre los años 2.009 y el año 2.018 se ha pasado de tener una superficie invadida por nenúfar mejicano de 2, 5 has a 44,16 ha en el tramo urbano de Badajoz.

El nenúfar mejicano, según diferentes estudios, habita preferentemente en aguas estancadas o aguas de comportamiento lentic, con sustratos de margas y/o lodos, no resistiendo los lugares con poca insolación. Estas condiciones son las que se dan en el tramo urbano de Badajoz y que explican su rápida expansión.

En referencia a la profundidad, se ha observado por las mediciones tomadas por la C.H.G. a través de la UME en el río Guadiana durante la realización de la batimetría de este tramo de río, que existen al menos dos puntos pertenecientes al Tramo 3 en los cuales la profundidad en la que se asienta el nenúfar es de 3 – 3,1 metros. Es por ello, que se considera que, si no se actúa, la superficie finalmente ocupada por esta planta invasora quedará restringida a la superficie del río en donde no se superen los 3 metros de profundidad, y que se cumplan las condiciones descritas anteriormente necesarias para que habite el nenúfar mejicano (fundamentalmente la presencia de lodos en el lecho del cauce).

b) Análisis de potenciales impactos y riesgos ambientales.

La propia acción de no actuar, no va a provocar ningún impacto nuevo, como es lógico. Sin embargo, si no se actúa, se van a mantener una serie de afecciones ambientales y sociales que se producen en la actualidad. No todas estas afecciones tienen carácter negativo ya que el nenúfar mejicano, aun siendo una especie de carácter invasor, supone también un aumento de



la diversidad en un tramo muy antropizado, muy homogéneo y con escasa presencia de vegetación acuática.

Se debe tener en cuenta que el tramo del río Guadiana objeto de estudio tiene un marcado carácter artificial y que su estado actual ha sido fruto de la construcción del azud de La Granadilla y del azud de La Pesquera, los cuales han dado lugar al estancamiento del río, por ello, los principales problemas en caso de no actuar y desde el punto medioambiental, son que este lugar sirva como **foco de expansión hacia otros tramos del Guadiana más naturales y que pueda favorecer a otras especies como ocurre con el camalote** (efecto cuna de sus semillas). El problema puede ser todavía más grave si tenemos en cuenta la proximidad del embalse de Alqueva en Portugal.

Con independencia de los impactos y daños ambientales que se pueden producir en otros tramos del Guadiana por la expansión de esta especie, y que son más que suficientes para justificar la necesidad de su erradicación, en el caso concreto del tramo urbano de Badajoz hay efectos que resultan positivos frente a la no presencia de nenúfar, como pueden ser, la regulación de temperaturas por la sombra que produce, el aumento local de la biodiversidad ya que el hábitat nuevo que se ha creado favorece a todo tipo de especies, tanto macroinvertebrados, ictiofauna o avifauna, al proporcionarles alimento, cobijo y zona de campeo. Se ha comprobado en estos últimos años el incremento del número de individuos de especies tan emblemáticas como el calamón o la garcilla cangrejera.

Los principales impactos negativos que presenta esta especie en esta zona del río son sobre todo de carácter social, destacando:

- La reducción del valor estético o paisajístico de algunas zonas debido a la homogeneización del paisaje.
- La dificultad e imposibilidad de realización de diferentes actividades como el piragüismo o la pesca.
- La alarma social por la invasión del río de este tipo de planta.
- Los sobrecostes en la lucha contra el camalote en este tramo urbano.

Favorece la expansión del camalote (*Eichhornia crassipes*). Otro aspecto muy importante a tener en cuenta si no se actúa sobre esta especie, es el denominado “efecto cuna” que se produce sobre el camalote. Como se ha venido observando por parte de la C.H.G., el nenúfar mejicano está actuando como vector que facilita la germinación de las semillas del camalote produciéndose el denominado “efecto cuna”. Es decir, la semilla del camalote necesita para germinar disponer de unas condiciones especiales, como por ejemplo, estar cubierta de agua pero a menos de cinco centímetros de la superficie, aspecto este que anteriormente solo se daba en las orillas del río. Actualmente, además de asentarse en las orillas, la semilla que llega



por flotación por el río, acaba asentada también sobre las hojas del nenúfar y allí, encuentra las condiciones ideales para germinar, y dando lugar a nuevas plantas de camalote.



Imagen de plántulas de camalote que han nacido encima de las hojas del nenúfar mejicano.

c) Análisis de eficacia.

En la presente alternativa no se establece la realización de ninguna actuación, por lo que la planta manteniéndose la situación actual, no se erradicaría, es más, podría seguir expandiéndose a otras zonas del río, hoy en día no ocupadas.

Se considera una actuación **NO EFICAZ**. Sin embargo y dado, que es una opción que se demanda por algunos colectivos, la vamos a analizar con mayor detenimiento en el siguiente capítulo.



7.2. MÉTODOS FÍSICOS DE ELIMINACIÓN.

7.2.1. Desbroce del sistema foliar

a) Descripción del procedimiento.

- Procedimiento.

Eliminación del sistema foliar mediante desbroce con podadora adaptada a la proa de una embarcación.

El desbroce se realiza navegando dentro del propio río. Para ello, se utiliza una embarcación dotada de un peine de cuchilla el cual va cortando la planta. De tal forma que la acción que se realiza es la misma que la de una segadora típica de jardinería, pero en este caso actuando sobre el agua. La profundidad máxima que alcanzan estas máquinas se encuentra entre 1 metro y 1,2 metros.

A la vez que se realiza el desbroce, se debe retirar el material cortado, el cual, aunque inicialmente queda flotando, posteriormente se empieza a descomponer y termina en el lecho del río, incrementando el aporte de materia orgánica al río.

En función del tipo de maquinaria que se utilice, variará el tipo de procedimiento de recogida del nenúfar cortado. Si se utiliza una cosechadora, esta al cortar las hojas las carga en su interior y posteriormente las descarga en la orilla. Si se utiliza otro tipo de embarcaciones para realizar el segado de las plantas, posteriormente y mediante embarcaciones se debe retirar el material cortado.

Como se describe en los medios a emplearse en función del tipo de maquinaria y del calado del río, podremos actuar en unas zonas con un tipo de máquina y en otras con otro. Es muy importante, conocer el río y sus calados, para la planificación de los trabajos. Por ejemplo, la cosechadora tiene un mayor rendimiento que el anfibio, sin embargo, solamente la vamos a poder emplear en el tramo 3 de trabajo (zona del azud de Granadilla), ya que por el calado de los otros tramos este tipo de maquinaria va a tener muy complicada su movilidad. Así mismo, debemos tener en cuenta, que los lechos de los ríos no son lisos, pudiendo existir rocas o restos de vegetación como troncos, u otros tipos de materiales, ya que hay que recordar que nos estamos moviendo por un tramo del río, que es una zona urbana, y por tanto, en ocasiones también pueden existir basuras, escombros o restos de antiguas obras.



- **Medios a emplearse.**

Para la realización de estos trabajos, existen diferentes tipos de máquinas y modelos en el mercado, pero en este informe destacamos las prestaciones que nos ofrecen dos tipos de máquina, las cuales se encuentra utilizando actualmente la Confederación Hidrográfica del Guadiana, y han demostrado ser especialmente válidas para este cometido.

- **Barca cosechadora BERKY modelo 6540.**

- ▶ *Las características de la cosechadora son:*

- Medidas: 9,5 m de longitud sin cinta transportadora y con cinta 17 m, 3 de anchura y un calado medio de 0,70 m. La capacidad de carga es de 2 Tn y el peso en vacío de la máquina es de 14.400 Kg.
- Motor Diésel Perkins 1104D-E44TA, 96 Kw/132 hp, 2200 Rpm. de cuatro cilindros, refrigeración líquida.
- Desconectado automático en caso de baja presión de aceite y alta temperatura del agua.
- Casco realizado en placas St44 de astilleros de calidad, tratadas con chorro de arena, placas inferiores de 6 mm, placas laterales de 4 m y placas de la cubierta de 4/6 mm, chapa metálica antideslizante ondulada.
- Construcción, estabilidad y equipamiento según las regulaciones de las normas alemanas y las especificaciones de fabricación de la "Germanisches Lloyd" (sociedad de clasificación).
- Doble revestimiento y una capa de superficie impermeable – Sistema Epoxy.
- Tracción totalmente hidráulica, control de velocidad continuo: Adelante 0-8 Km.
Atrás 0-4 Km.
- Repliegue hidráulico ascendente mediante dos tornillos sinfín giratorio.
- Control de accionamiento mediante dos palancas manuales hidráulicas equilibradas.
- Activación de los implementos ajustables por medio de válvulas proporcionalmente equilibradas, afianzadas en posición cero.
- Equipado con unidad frontal de corte de doble cuchilla, ancho de corte 2,80 m, profundidad de corte 1,80 m bajo el agua.
- Transportador de carga y descarga con barras de 15-10 mm de grosor, 4,30 m de longitud, 2,25 m de anchura, altura de descarga de 2,00 m.
- Parte delantera: Posición del conductor montada sobre la cinta transportadora.
- Relleno hidráulico: Bio aceite.
- Instrumentación, funcionamiento y monitorización de fácil manejo: batería – temperatura del agua – presión del aceite – horas de trabajo.
- Dimensiones del casco: Longitud 10 m, ancho 3 m, altura 1,25 m/0.9 m., capacidad de carga aproximada de 15 m³, calado 50 cm aprox., peso 14.400 kg.



Alcanza vacío una profundidad de 35 centímetros -muy poco para un vehículo de catorce metros de largo- y cuando va cargado se mete hasta los 65.

En el morro tiene dos líneas de dientes cortantes que funcionan tanto en sentido vertical como horizontal. Junto a las cuchillas incorpora una cinta giratoria que recoge lo que se corta y lo traslada desde el río al interior de la embarcación.



Cosechadora BERKY modelo 6540 propiedad de C.H.G. conocida comúnmente con el nombre de Manatí, en su embarcadero situado junto a la presa de Montijo.

Para sortear los obstáculos, en el fondo lleva dos sondas que detectan las rocas. Con estos chivatos, el conductor de la embarcación sabe hasta que profundidad puede meter la cuchilla. Los dientes de corte pueden sumergirse como hemos indicado hasta 1,80 metros de profundidad y el depósito de carga tiene una capacidad de trece metros cúbicos, similar a cualquier camión mediano, y puede cargar hasta seis toneladas y media. La descarga del material no requiere complicación porque la cinta interior se mueve en dos direcciones. Igual que ha entrado, sale, realizándose esta descarga en 30 segundos.



La máquina tiene una potencia de 147 caballos que mueven dos hélices exteriores con protección para los golpes y se mueve a ocho kilómetros por hora. Cuenta con una autonomía de 30 horas que le da un motor diesel y para cosechar por la noche la cabina tiene dos focos potentes.

La cabina donde va el conductor se sube y baja con brazos hidráulicos por si hay que trabajar en tramos urbanos y navegar bajo un puente.

Para el traslado de la cosechadora se debe utilizar una góndola.

➤ **Vehículo Anfibio (Amphibious Boat) marca BERKY modelo 6480.**

El anfibio puede desplazarse por tierra y por agua, gracias a las dos orugas sobre las que se apoya y a las dos hélices situadas en su parte trasera. Tiene la ventaja de **poder trabajar en zonas de río con muy poco calado** y de poder salir y entrar en el agua de forma totalmente autónoma. En la parte delantera lleva ubicada la herramienta de trabajo que dependerá del tipo de planta a eliminar (herramienta de corte, cazo o peine). Tiene un peso sin herramienta de 4.9 Tn, siendo sus dimensiones 5 metros de largo y 2,5 metros de ancho. Ha sido diseñado específicamente para su fácil transporte por carretera mediante la utilización de un camión-góndola y sin que sea necesaria la solicitud de un permiso de circulación para vehículos especiales, lo cual le confiere una gran ventaja a la hora de realizar traslados entre tramos de río suficientemente distanciados.

La profundidad de corte se encuentra entre 1 y 1,2 metros de profundidad (aunque en las especificaciones técnicas figura una profundidad de 1,5 m., con un ancho de corte de 2,25 metros.

▶ **Características técnicas:**

- Medidas son 2,5 m de longitud, 1,25 m de anchura. El peso en vacío de la máquina es de 4.900 Kg.
- Motor de 63 Kw/86 HP Diesel Kubota V3600-T-EB, de 4 cilindros, electrostart, antiruido refrigerado por agua.
- Casco hecho de placas de astilleros reforzados con imprimación y capa superior estanco.
- Versión completamente hidráulica, totalmente dirigible.



- La velocidad de conducción infinitamente variable mediante una bomba de caudal variable y motor hidráulico.
- El sistema de dirección es mediante tornillo sinfín, usado con dirección adicional en el agua.
- Unidad de gusano hidráulico regulable en profundidad y altura.
- La cabina del conductor ubicada delante de la embarcación con asiento acolchado y estructura para cubierta impermeable.
- Controles claramente dispuestos cerca al conductor.
- Operando sobre la tierra funciona con 2 pies-pedales.
- Funcionamiento de los estabilizadores por válvulas proporcionales hidráulicas equilibradas a través de 2 joysticks, izquierda y montado a la derecha en el asiento del conductor.
- Unidad de accionamiento de cadena, se extendido con pontones, 520 mm de ancho con placas de plástico.
- Equipado con un axial montado, montaje fijo de 2,5 m de longitud.
- Dimensiones: Largo de 4,00 m. – Ancho 1,25 m. / anchura total 2,59 m. – Altura 1,00 m.
- Dispone de 2 luces de trabajo delante de la embarcación.

► *Características del Equipamiento especial:*

- Barra de seguridad para el conductor en caso de vuelco.
- Pontones laterales de aluminio con dispositivo de cambio rápido, cuyas medidas son: longitud 2,50 m., ancho de 0,30 m. y altura de 0,40 m.
- Sistema de carga, por rango rotatorio hidráulico del brazo de 270° (sólo utilizable con pontones laterales colocados).
- Conducción a través de 2 cadenas libre hidráulicos, que pueden trabajar continuamente hacia delante y hacia atrás.
- Cobertura para cabina con bisagras hechas de lonas, con el frente abierto y detrás, la luneta térmica.
- La cabina del conductor de aluminio con cerradura coverfor.

► *Accesorios/Herramientas de trabajo:*

- Weed Rake: Ancho de trabajo de 2,50 m., con el apoyo Berky Siega Bucket Type 5900 fabricado en aluminio. Características:
 - Hender sistema empujador completo con empujador montada sobre muelles y cuchillo fijo de doble dedo.



- Unidad aprobado axial baño de aceite – también para la operación bajo el agua– libre de mantenimiento con acopladores rápidos y tubos realización para la operación en el brazo de la draga.
- Anchura de trabajo 2,50. – Altura bastidor 400 mm.
- Hidráulico de desplazamiento lateral en la unidad T-Corte por 2 cilindros transpondedor.
- Double-Knife T-Cutting Unit, características:
 - Accionamiento hidráulico horizontal y vertical, tubos y acoplamiento rápido, con brazo de soporte.
 - Ancho de corte 2,25 m., profundidad de corte 1,50 m.



Imagen Vehículo Anfibio (Amphibious Boat) marca BERKY modelo 6480. En esta imagen tiene acoplado una cuchilla de corte, pero dispone de diferentes accesorios intercambiables para realizar distintas operaciones.



Así mismo, y como se ha indicado, existen otros modelos de anfibios de diferentes marcas con diferentes prestaciones como puede ser el Truxor DM 5000 o el Truxor DM 4700 B, a los que se les pueden acoplar diferentes aperos de corte.



Unidad de corte Doro Cutter ESM 2100 (izq.) con una profundidad de trabajo de 0,5 metros y Doro Cutter ESM 2200 (drcha.) con una profundidad de trabajo de 0,8 metros, ambas con una anchura de corte de 2,1 m. aproximadamente (marca Truxor).

- Desbroce con maquinaria manual.

En este subapartado simplemente hacer un inciso para hacer alusión a una desbrozadora manual denominada *Groomer de vegetación acuática de mano* (AVG) existente en el mercado con un motor de dos tiempos de 24 c.c que puede utilizarse dentro del agua hasta 1 metro de profundidad y a la que se le puede acoplar un dispositivo tipo flotador denominado mini-pontón flotante que permite trabajar con ella de una forma sencilla incluso desde fuera del agua. Esta desbrozadora dispone de dos cuchillas que se mueven hacia adelante y hacia atrás para realizar la acción de corte, siendo muy importante este movimiento al cortarse bajo el agua, ya que si las cuchillas se moviesen de forma circular actuarían como una hélice en el agua y empujaría a las plantas lejos de las cuchillas y no hacia ellas



Desbrozadora manual DVG para uso dentro del agua y mini-pontón de transporte.

- **Época de corte.**

Este método se puede utilizar durante todo el año, si bien, la época prioritaria de corte sería en primavera o verano, ya que es en ese momento cuando la planta se encuentra más activa y está emitiendo un mayor número de hojas. Así mismo, al cortar las hojas cortaríamos también las flores con lo que reduciríamos el aporte de semillas futuras al río.

b) Análisis de potenciales impactos y riesgos ambientales.

Los impactos y riesgos ambientales que se pueden producir en este proceso son:

- Aportación de materia orgánica al río. Al cortarse la parte aérea de la planta, esta puede ir descomponiéndose en el río aportando gran cantidad de materia orgánica al río. No obstante esta cantidad de materia orgánica es la misma que en la actualidad se descompone cuando la hoja se vuelve marcescente al bajar las temperaturas. Aquí el problema no radicaría tanto en la cantidad de materia orgánica como en la época en la que se libera y la temperatura de las aguas.



- Eliminación de planta autóctona. Actualmente en la zona de actuación y debido a las condiciones de nutrientes que porta el río, solo existe alguna mancha de nenúfar blanco en la desembocadura del Gévora, pero ninguna especie de nenúfar autóctono en la zona correspondiente al tramo urbano.
- Los propios de la utilización de una máquina en el río:
 - Ruido. Lo que puede ocasionar molestias a la fauna.
 - Gases, al ser motores de combustión.
 - Vertido de líquidos por arreglos y mantenimiento de la maquinaria.



Vehículo anfibio (Amphibious Boat) marca Berky utilizado actualmente por C.H.G. para el desbroce del nenúfar mejicano en el río Guadiana.

c) Análisis de eficacia.

Se considera una actuación **EFICAZ** para el control del Nenúfar mejicano, aunque actualmente no se tenga constancia de su erradicación mediante el uso del presente método.



7.2.2. Parcelas de solarización

a) Descripción de los procedimientos.

- Procedimientos.

Este procedimiento se ha estudiado dentro de los trabajos realizados en el Life+INVASEP Lucha contra especies invasoras en las cuencas hidrográficas del Tajo y del Guadiana en la península ibérica LIFE10/NAT/ES/000582.

Con este procedimiento se busca que la planta no disponga de luz con la que realizar la fotosíntesis, además de ser una barrera física que impida que pueda rebrotar y llegar a la superficie del agua, con lo que al final, los rizomas acaben muriendo.



Imagen de los trabajos de solarización realizados.

A continuación se describe el procedimiento propuesto, en el proyecto Life+INVASEP:

En todos los casos se recomiendan actuaciones en lugares donde las plantas no se encuentren en periodo de maduración 4, siendo recomendable actuar cuando las plantas se encuentran en periodos 1 y 2 de maduración



Maduración

1. Plantas infantiles (con hojas de peciolo de menos de 15 cm no floríferas).
2. Plantas juveniles (con hojas largamente pecioladas pero si escapo floral).
3. Plantas maduras (con escapo floral pero sin frutos).
4. Plantas reproductivas (con flores y frutos).

La solarización se efectuará en todos los casos con lonas negras, que no filtren la luz, impermeables y de grosor suficiente para impedir la rotura por los rebotes de la planta.

La instalación de la lona se efectuará sobre la superficie de *Nymphaea mexicana* Zucc., previo corte de las hojas flotantes y retirada de restos en barcas o con sacas de malla, y previo a la expulsión de la fauna reinante en el lugar.

La instalación de la lona se realiza progresivamente de un extremo al contrario y se sujeta al fondo con rocas de peso variable que oscila entre los 5-15 kg.

En cada lona instalada se recomienda la señalización con boya.

Adicionalmente se propone la desecación de los cauces con *Nymphaea mexicana* Zucc. por un periodo no menor a los 2 meses, en el periodo estival, con el fin de provocar desecación de los estolones, y resto de materia seca de la especie y facilitar la retirada manual en el cauce, no recomendándose el empleo de maquinaria.

Esta actuación se puede realizar igualmente en invierno en los periodos de máximos fríos, ya que a consecuencia de las bajas temperaturas se necrosan los tejidos y estolones de la especie. Sin embargo, en esta época se producen subidas del nivel del río en condiciones de clima mediterráneo y es difícil mantener desecadas las zonas de invasión de *Nymphaea mexicana* Zucc.

Los ensayos que se realizaron fueron: 2 ensayos total 180 m² (plástico negro de 40 galgas, de 6 x 15 metros 90 m²), 2 ensayos total 60 m² malla de sombreo verde (3 x 10 m²) y 2 ensayos total 120 m², (plástico negro de 40 galgas, de 5 x 12 metros 60 m²)

Al final en 2015, encontraron que en las zonas de malla de sombreo, habían crecido en todos los puntos ensayados *Nymphaea mexicana*, mientras que en las zonas de los plásticos negros no se ha desarrollado en ninguno de los casos.

Una vez evaluado el no crecimiento procedieron al levantamiento parcial de los plásticos negros para identificar el estado de los sistemas radiculares de *Nymphaea mexicana* tras dos años de sombreo completo. Los resultados en todos los casos fue la inexistencia de rizomas en las zonas solarizadas.

Atendiendo a los resultados encontrados, después de dos años de seguimiento en las zonas de ensayo, y no habiendo crecido en ninguno de los casos *Nymphaea mexicana* sobre



los plásticos negros, consideraban necesario protocolizar el método de solarización con plásticos negros para la eliminación de *Nymphaea mexicana* en el río Guadiana a su paso por Badajoz.

Con los resultados encontrados consideraban que podían ser proyectados como una solución a la erradicación de una especie invasora, de la que no se disponía de métodos efectivos para su eliminación. (LIFE10/NAT/ES/000582).

En la información de la que hemos dispuesto, no aparece descrita la profundidad del agua donde se trabajó, ni la forma efectiva de colocación de los plásticos.

Consideramos que el protocolo a seguir, sería el siguiente:

1º Corte del nenúfar con el anfibio y retirada por los operarios de la planta cortada.

2º En función de la profundidad del agua:

Si se dispone de la posibilidad de vaciar los dos azudes, esta sería la mejor opción para poder colocar los plásticos. Como todos nos podemos imaginar, el poder trabajar sin agua en la colocación de los plásticos haría que esta operación fuera mucho más sencilla, rápida, segura y nos permitiría dejar los plásticos perfectamente colocados y anclados. Dado que esta posibilidad, vaciado total de los azudes como veremos más adelante, a día de hoy no es factible a no ser que se realicen obras en ellos, se establecen dos tipos de actuaciones en función de la profundidad del agua.

2.1. Menos de 0,5 metros de profundidad.

Colocación de la malla de plástico entre 3- 4 operarios. El plástico en rollo, va siendo desenrollado por dos operarios mientras otros dos operarios van anclando los plásticos, por los extremos y laterales del plástico.

Si la zona a cubrir es mayor de la anchura del plástico (6 metros), los plásticos que se coloquen deben solaparse a fin de evitar que quede ningún espacio sin cubrir. En este caso, se colocaría una tira de plástico y se fijaría uno de los lados al fondo, posteriormente se colocaría la segunda tira de plástico solapándose sobre la zona sin fijar al fondo de la primera tira de plástico y se colocarían piedras encima, de tal forma que así se sujetasen las dos tiras de plástico a la vez, y así sucesivamente, hasta que se colocara la última tira de plástico y se fijara la última línea de plástico.



2.2 Superior a 0,5 metros de profundidad.

El objetivo en este caso es el mismo que en el caso anterior, la diferencia es la profundidad a la que vamos a trabajar y por tanto, los medios a emplear. Para esta actuación, deberemos utilizar embarcaciones desde donde trabajar y equipos de buceo que nos permitan trabajar en el fondo. Debemos indicar, que a mayor profundidad, aumentan las dificultades y el trabajo se ralentiza, además de por las propias dificultades existentes de moverse en el agua, la visibilidad se reduce.

3º Georreferenciación de la zona donde se han instalado las mallas y colocación de boyas de señalización.

Al objeto de tener controlada la zona de actuación y donde se encuentran instalados los plásticos, tanto para un control de los mismos durante el proceso de solarización como para su posterior retirada, se marcará mediante GPS el perímetro las diferentes zonas donde se hayan colocado plásticos, realizándose un plano cartográfico con las zonas de actuación, donde aparecerá para cada zona el número de plásticos colocados, su tamaño y la forma en la que están dispuestos. Si se considera necesario, posteriormente se señalarán estas zonas mediante la colocación de boyas.

4º Seguimiento de las actuaciones realizadas y mantenimiento.

Se deberá realizar un seguimiento periódico de las zonas donde se ha actuado al objeto de comprobar que no aparece de nuevo nenúfar. En aquel caso, en el que apareciese, se deberá comprobar el estado de los plásticos y proceder a arreglarlos si estuviesen rotos.

También es necesario, comprobar con equipos de a pie o de buceo en función de la profundidad del agua, el correcto mantenimiento de los plásticos en todas las zonas, es decir, que estos no se hayan desplazado, hayan sido arrastrados por la corriente, que se encuentren rotos o que se estén disgregando. Aunque esto en función de la profundidad a la que se encuentre puede resultar muy complicado por la falta de visibilidad que pudiera existir en el fondo del río.

5º Retira de los plásticos del río.

Finalmente, y transcurrido los dos años que precisa este método (LIFE + INVASEP) se debe extraer todo el material utilizado para la erradicación del nenúfar: plásticos, mallas biodegradables si se han llegado a utilizar y todavía se mantienen en el río, clavijas, piedras y sacos de arena.



- **Medios a emplearse.**

El material que aconseja para estos trabajos del estudio del Life+INVASEP es la utilización de malla de plástico negra 100% impermeable de 40 galgas. En base a otros estudios, como el de la almeja asiática, se aconseja antes de colocar el plástico colocar primeramente y sobre el fondo del río, esteras de material biodegradable (fibra de coco o yute) que servirán para corregir irregularidades del sustrato y ayudar a una mejor fijación del plástico. Sobre las esteras biodegradables se situará el plástico. Por último, sería recomendable colocar sobre estas mantas otras esteras biodegradables que servirían para dar protección a las mantas impermeables frente a la corriente y a la posible abrasión sufrida por los materiales en suspensión. Las esteras, tanto las biodegradables como el plástico, se instalarán desenrollándolas, buscándose la mejor adaptación al terreno y se fijarán al sustrato.

El problema de la utilización de las esteras biodegradables, es el aporte de materia orgánica que estamos añadiendo al río y el encarecimiento del coste de los trabajos.

Para anclar las esteras al suelo se suelen utilizar clavijas en formato de U invertida, que se considera mantendrían bien anclado el plástico al suelo. Si pudiese darse el caso, de que solamente este tipo de sujeción y especialmente debido al sustrato (no permite un buen anclaje de las clavijas) no sea suficiente y se observe que la malla pueda ser arrastrada o que entre agua por debajo de la misma, lo cual podría romper el plástico usado, entonces, colocaremos alrededor de la membrana piedras (10-25 kg) (método Life+INVASEP) o sacos con arena (método almeja asiática, Lago George, 2.012) que impidan que la membrana se levante y que pueda pasar agua por debajo de ella y la rompa.

Las ventajas de la colocación de los sacos de arena frente al uso de las clavijas son varias:

- Por su peso sería muy difícil que el agua los arrastrase.
- Por su composición (reellenos de arena), estos se adaptan al terreno aunque sea un terreno irregular, anclando mejor la malla al suelo y evitando el paso de agua por debajo de la misma.
- Este método de fijación se podría utilizar aunque estuviésemos sobre un terreno duro, que impidiera clavar o dificultaría el clavar las clavijas al terreno, o sobre terreno muy blando, en el cual las clavijas se pudiesen soltar.
- La colocación de los sacos no daña las esteras, frente a la colocación de clavijas que siempre han de agujerear las esteras y que podrían provocar que estas se rompieran por dicho punto de anclaje.
- La posterior extracción de las clavijas es más complicada que la de otro tipo de material.



Para estos trabajos, como se ha indicado, si se pudiera desecar el río y trabajar sin agua, solamente se precisaría de operarios a pie dotados de sus correspondientes Epis y apoyados por vehículos dotados de remolque, tanto para colocar el material como para su mantenimiento o su posteriormente retirada.

Si este trabajo se hace con agua a una profundidad superior a 0,5 metros, se necesitarán buzos especializados que lo realicen, con personal de apoyo situado en barcas.

- **Época de tratamiento.**

Según el estudio realizado en el LIFE el periodo más idóneo para la solarización es el estival, que en el Mediterráneo se corresponde con los meses de Junio a Septiembre.

Si bien ese es el mejor periodo, consideramos que este proceso, conociendo con anterioridad la superficie ocupada exactamente por el nenúfar, dado que se prevé un proceso largo (más de 2 años debe estar puestos los plásticos) se debe realizar en aquella época del año en la que tengamos mejores condiciones de trabajo, es decir, cuando la lámina de agua se encuentre a menor cota, lo cual puede producirse en verano u en otra época del año, si se abren los aliviaderos del azud de la Granadilla y se reduce la profundidad del río.

b) Análisis de potenciales impactos y riesgos ambientales.

Esta actuación, la solarización de diferentes zonas, consiste en cubrir el suelo de plástico, con lo que conseguimos que no llegue luz al suelo y el rizoma del nenúfar situado en el lecho del río muera. Pero además, la colocación de plástico, va a evitar que haya aporte de oxígeno al fondo del río y va a constituir una barrera física para cualquier tipo de ser vivo que quiera salir a la superficie.

Por lo tanto, en aquellas zonas en las que se le coloque el plástico, todo ser vivo que quede por debajo de él morirá, por lo que no solo erradicaremos el nenúfar, si no otro tipo de vegetación que pudiera existir junto a él, u otro tipo de especies como los bivalvos dulceacuícolas.

Otro potencial riesgo, son los plásticos que se utilicen para el solarizado, ya que si la actuación no se realiza correctamente, o se producen situaciones inevitables, como avenidas, podría darse el caso que el plástico se soltase, se rompiera o acabase disgregado por el río, lo que provocaría que pudiesen verse afectados tanto la calidad del agua, como la fauna acuícola y la que depende de esta.



Plásticos de solarización retirados por la CHG, tras su arrastre por crecidas.

c) Análisis de eficacia.

Esta solución para la actuación que se desea realizar se considera que **NO es EFICAZ**, ya que entendemos que no se podría llevar a la práctica. Se debe tener en cuenta una serie de factores los cuales nos van a condicionar la ejecución de los trabajos, entre otros, la superficie total del fondo del río a cubrir de plástico (en nuestro caso más de 40 hectáreas), la orografía y estado de ese fondo del río (sinuosidad del terreno, existencia de rocas, basuras), la profundidad del río en las diferentes zonas donde se deba actuar, la visibilidad del fondo del río, y principalmente y sobre todo, la corriente del río, especialmente si se produce alguna avenida, ya que cuando estas se producen su fuerza nos va a arrastrar cualquier material que tengamos en el fondo independientemente el tipo de anclaje que hayamos dispuesto, así mismo, se debe tener en cuenta la dificultad que entraña la retirada de los plásticos una vez cumplida su función.

Este método se considera que puede ser eficaz en zonas de pequeña superficie y sin corrientes de agua como charcas o estanques, pero no en un cauce como el del Guadiana.

Hay que tener en cuenta así mismo que este método no elimina los lodos por lo que es previsible que con el tiempo la superficie tratada por solarización acabase siendo otra vez colonizada por el nenúfar mejicano.



7.2.3. Arranque manual

a) Descripción de los procedimientos.

- Procedimientos.

Antes de la descripción del presente procedimiento, debemos indicar, que el nenúfar mejicano, está formado por una serie de rizomas y estolones interconectados de los que parten las hojas. Este entramado de rizomas y estolones, se encuentran enterrados en el lecho del río y entrelazados entre sí, formando una red compacta en el fondo del río.

A través de estos rizomas y estolones es como la planta se reproduce asexualmente, por lo que cuando se arranque la planta, se deben arrancar o extraer los rizomas y estolones, porque si solo se arranca la parte aérea, la planta como en el caso de la siega, volvería a salir.

El arranque manual, es un procedimiento, referido generalmente, a zonas ajardinadas, recomendado solamente para pequeños estanques de poca profundidad y donde puntualmente ha podido aparecer el nenúfar mejicano.

La mejor forma de realizarlo es vaciando de agua el lugar donde hay nenúfar, procediendo posteriormente manualmente a su arranque, aunque generalmente deberemos utilizar herramientas manuales como azadas o rastrillos que nos ayuden a esta labor, porque como se indicado, esta planta además de tener una gran densidad tiene un gran complejo radicular el cual deberemos romper en muchos casos, como paso previo a su extracción.

En algunas páginas web de jardinería, se recomienda antes de su arranque, la utilización de un pequeño apero tipo arado para romper las raíces de las plantas y arrancarlas posteriormente con mayor facilidad.



Imagen de arado manual para romper el entramado formado por el nenúfar de forma manual.



Es imprescindible, que en la realización de estos trabajos se extraigan los rizomas, si solo se extrae parte aérea no tendría sentido esta actuación, ya que la planta rebrotaría. Es necesario, que retirada una zona de planta, esta zona se revise para asegurarse que no quedan rizomas en el agua.

Si el arranque se hace con agua, su realización es poco eficaz, ya que solamente se podría trabajar en aguas muy poco profundas para que pudiera ser efectivo, no pudiendo realizarse desde embarcaciones, ya que no sería eficaz y podría ser peligroso para los operarios. Hay que tener en cuenta, que como se ha ido indicando debemos arrancar la planta con sus raíces y estolones, si tiramos de la planta aunque recojamos parte de este sistema radicular, la planta se va a romper quedando rizomas y estolones enterrados, los cuales, en la mayoría de los casos no van a poder ser localizados por los operarios por la turbidez del agua.

- **Medios a emplearse.**

Herramientas manuales como azadas o rastrillos para el arranque de los rizomas y estolones. Horcas, palas y rastrillos para la carga del material recogido. Vehículo todoterreno con remolque para el transporte y extracción de la planta arrancada.

Si el arranque se hace con algo de agua, los operarios deben estar provistos de vadeadores y chalecos salvavidas. También se pueden utilizar pequeñas embarcaciones para la carga y transporte del nenúfar hasta la orilla.

- **Época de los trabajos.**

Cualquier época del año, teniendo como limitante la época de nidificación y cría de las aves que habitan esta zona.

b) Análisis de potenciales impactos y riesgos ambientales.

Se considera que los impactos y riesgos ambientales que se pudieran producir serían mínimos (básicamente ruidos) ya que es una actuación muy selectiva, donde los operarios solo actúan sobre la especie invasora.



Si como se propone, la realización de esta actuación se realiza previo desecado el río, se producirán los impactos y riesgos ambientales que figuran en el apartado 3.2.5. *Desecaciones periódicas.*

c) Análisis de eficacia.

Se considera una actuación que **NO es EFICAZ**, tanto si se debe trabajar sin agua como con agua, donde ya la dificultad se multiplica, y donde no sería operativo trabajar.

Dada la superficie ocupada y el volumen existente de nenúfar, no es operativa su extracción de forma manual, además de no ser eficaz, ya que se deben eliminar todos los rizomas de la planta, y con las herramientas manuales con las que se trabajaría no sería factible, esa extracción total. Además y al no retirarse los lodos, es previsible que con el tiempo vuelvan a colonizarse por nenúfar las zonas tratadas con este método.

Citamos textualmente un párrafo del informe Life+INVASEP Protocolo de erradicación de *Nymphaea mexicana* Zucc. Anexo C6.4 donde se analizaba una prueba hecha con este método, erradicación de la especie por eliminación de las plantas:

"Durante el mes de Junio de 2013, se procedió en la zona del Pico en el Guadiana a su paso por Badajoz a la extracción de rizomas y raíces de Nymphaea mexicana en las zonas donde la profundidad del río permitía esta acción. La actuación duró 6 horas de jornada laboral y en ella se llegó a eliminar unos 200 m2 de superficie de la planta en río. La actuación no permitió en ningún caso conocer con exactitud la completa limpieza de la planta de la zona de actuación. Como consecuencia de estas enormes limitaciones y que pasados dos meses se observaron rebrotes de algunos rizomas que pasaron desapercibidos, confirmamos la inutilidad de esta acción para erradicar o eliminar Nymphaea mexicana".

Se considera que esta actuación solo puede ser adecuada para usarse en algunas pequeñas zonas muy puntuales y una vez desecadas, con poco espesor de lodos y que no fuera accesible a la maquinaria.



7.2.4. Deseccaciones periódicas de los Azudes.

a) Descripción de los procedimientos.

- **Procedimiento.**

Consiste en la retirada del agua, al objeto de que la planta muera por desecación al no disponer de la misma para su supervivencia.

El desecado del río, no sería necesario realizarse en su totalidad, pudiéndose dejar una lámina de agua en las zonas más profundas donde no se encuentra el nenúfar. Esta desecación parcial, deberá afectar a la totalidad de la zona ocupada por el nenúfar.

Este procedimiento unido a la retirada manual se recomienda en los estudios realizados en el Life+INVASEP Lucha contra especies invasoras en las cuencas hidrográficas del Tajo y del Guadiana en la península ibérica LIFE10/NAT/ES/000582, indicándose:

Puntualmente se recomendará la desecación como actuación potencial y fiable en zonas de cauces temporales o que pueden desecarse sin problemas para el ecosistema.

Adicionalmente (al uso de la solarización) se propone la desecación de los cauces con *Nymphaea mexicana* Zucc. por un periodo no menor a los 2 meses, en el periodo estival, con el fin de provocar desecación de los estolones, y resto de materia seca de la especie y facilitar la retirada manual en el cauce, no recomendándose el empleo de maquinaria.

Esta actuación se puede realizar igualmente en invierno en los periodos de máximos fríos, ya que a consecuencia de las bajas temperaturas se necrosan los tejidos y estolones de la especie. Sin embargo, en esta época se producen subidas del nivel del río en condiciones de clima mediterráneo y es difícil mantener desecadas las zonas de invasión de *Nymphaea mexicana* Zucc

- **Medios a emplearse.**

Como se ha detallado en la descripción de las zonas de actuación, el río Guadiana, a su paso por la Ciudad de Badajoz, queda represado en dos azudes, el azud de la Granadilla, situado aguas abajo de la ciudad de Badajoz y el Azud del río Gévora, situado en la desembocadura del río Gévora, aguas arriba de la ciudad de Badajoz.

Los medios a emplearse sería el control de estos azudes mediante su vaciado, aspecto a día de hoy irrealizable al no disponer estos azudes de los mecanismos necesarios para realizar un vaciado eficaz del mismo.



Actualmente en referencia al azud de la Granadilla, debido al tipo y tamaño de las compuertas de que dispone solo es factible un vaciado parcial del azud. Y respecto al azud del río Gévora señalar que no se puede vaciar al no disponer de ninguna compuerta para poder hacerlo. Con el fin de poder desaguar los azudes, se ha elaborado por la CHG una propuesta de actuación la cual se adjunta en los anexos del presente estudio y que tiene por título "Alternativas para el vaciado de los azudes de La Pesquera y La Granadilla en Badajoz"

- **Época de los trabajos.**

Se considera que si solo se realiza el presente método, **la época de aplicación debería abarcar al menos un año** (una campaña), preferentemente iniciándose a finales de primavera, una vez la planta este en su apogeo pero antes de la floración a fin de conseguir el mayor desgaste posible de la misma, finalizándose al año siguiente pasada la primavera y comprobando en el posterior llenado del río, que no se produce ningún rebrote, en caso contrario se debería repetir el procedimiento.

Dado que mantener desecado el río todo un año, aunque no sea en su totalidad, se puede considerar también inviable por motivos ecológicos (entre otros la cría de la avifauna de la ZEPA) y sociales (impacto visual, olores...), se podría desecar, como se recomienda en el Life+Invasep, solo durante 2-3 meses. Aunque esta solución, solo se podría aplicar en otoño-invierno (meses de octubre-febrero) por las restricciones existentes, cría de la avifauna (marzo-julio) y campaña de riego (mayo-septiembre), lo que le **restaría mucha efectividad** ya que los tubérculos del nenúfar mejicano pueden hibernar mientras están enterrados (Donald H. Les, 2.018), además si la desecación se produce en invierno, las posibles subidas del nivel del río o las lluvias que se produzcan en este periodo de tiempo, podrían provocar que el suelo volviese a coger humedad y la planta se pudiese rehidratar. Se debe tener en cuenta, que los brotes germinarán tarde o temprano, siempre y cuando el suministro de alimento en las raíces carnosas no desaparezca. (M.C. Martínez, M. Gutiérrez; 2011).

b) Análisis de potenciales impactos y riesgos ambientales.

Los impactos medioambientales que se pueden producir en la utilización de este método, variarán en función de la duración del mismo, pudiendo afectar a la comunidad de bivalvos, a las puestas de las especies piscícolas existentes en esta zona del río y a las aves que nidifican en la diferente vegetación, especialmente las zonas de nidificación de las islas, las cuales quedarían expuestas a los depredadores.



Otros problemas que podría acompañar la desecación de esta zona del río es la aparición de basuras y la producción de olores.

Sin embargo, debemos tener en cuenta que el Guadiana es un río que se caracteriza por una gran irregularidad interanual, con una estacionalidad muy acusada. La escasa pluviosidad de su cuenca y las elevadas temperaturas estivales que tienen lugar en la misma provocan grandes oscilaciones en su caudal, produciéndose fuertes estiajes en agosto, lo que ha hecho que a lo largo de su historia, las especies endémicas del río como el jarabudo estén adaptadas a sobrevivir en estas condiciones ecológicas.

Debemos indicar, que actualmente en la ciudad de Mérida se realiza la desecación parcial del Guadiana en los meses de otoño-invierno, y no se conoce que se haya provocado ningún impacto reseñable.



Trabajos de limpieza de camalote en un tramo desecado del río Guadiana a su paso por la ciudad de Mérida.

c) Análisis de eficacia.

Se considera una actuación **EFICAZ** si existiesen compuertas en los azudes que nos permitiesen vaciar la lámina de agua y estos permaneciesen vacíos al menos un ciclo de la planta.



7.2.5. Dragado del río.

Definición.

El verbo dragar hace referencia a la utilización de una draga para lograr la limpieza y el ahondamiento de un río, un lago, un canal u otro cuerpo de agua. La draga, por su parte, es la máquina que permite desarrollar esta tarea al extraer rocas, arena y otros materiales y sedimentos.

Lo que se hace al dragar es excavar un material que se encuentra sumergido, extrayéndolo y llevándolo hacia la superficie. Esta acción tiene como consecuencia un aumento de la profundidad del cuerpo de agua y un descenso de su nivel.

Una obra de dragado se define como el conjunto de operaciones necesarias para la extracción, el transporte y el vertido de materiales situados bajo el agua, ya sea en el medio marino, fluvial o lacustre.

Estas tres etapas son fundamentales en toda obra de dragado y deben analizarse con detenimiento para optimizar la operación. El primer paso consiste en extraer el material del fondo, y para ello se requiere una maquinaria específica, las dragas, existiendo numerosos equipos de dragado, los cuales se diferencian principalmente en la forma de realizar la excavación. A continuación, se debe efectuar el transporte del material desde el punto de extracción hasta la zona de vertido. El tipo de transporte dependerá también de la draga utilizada, pudiéndose efectuar con la misma embarcación, con gánguiles o pontones de carga, o mediante tuberías. Finalmente, se debe seleccionar el lugar de vertido y el método para realizarlo, siendo lo más usual el vertido mediante descarga por el fondo o por bombeo a través de tubería.

Proceso de dragado

Al elegir la tecnología o combinación de tecnologías más apropiadas para el dragado (mecánicas o hidráulicas), en el proyecto se deben considerar los siguientes factores específicos para cada sitio:

- restricciones ambientales asociadas con el carácter físico-químico del sedimento;
- susceptibilidad de las especies acuáticas indígenas ante las actividades relacionadas con el dragado;
- costo y disponibilidad del equipo;
- ubicación y limitaciones del sitio de eliminación;



- condiciones físicas que afectan a los sitios de dragado, transporte y eliminación; e interferencia con otros usuarios en los mismos.

Tipos de dragas

Existen diferentes tipos de dragas de acuerdo a las características del terreno a dragar. Algunas de estas máquinas se instalan en tierra firme, mientras que otras funcionan desde embarcaciones.

Entre las dragas mecánicas, aparecen las dragas excavadoras, las dragas de pala de carga frontal, las dragas de tolva continua y las dragas de cuchara. En el grupo de las dragas de succión, por su parte, podemos encontrar las dragas de succión en marcha, las dragas de succión estacionarias y las dragas cortadoras. (J. Pérez, 2.017)

✚ Dragas mecánicas.

Las dragas mecánicas utilizan equipos o medios exclusivamente mecánicos para la excavación y extracción del material. En general, el uso de estas dragas está recomendado para trabajos en zonas confinadas y pueden operar fácilmente con materiales sueltos y pesados, aunque también son adecuadas para todo tipo de suelos. El material excavado suele tener un bajo contenido en agua, puesto que no es precisa la dilución del material. El rendimiento suele ser inferior al de las dragas hidráulicas dado que el tipo de trabajo es discontinuo, y el acabado es menos uniforme.

- Draga de cuchara. Constan de una grúa giratoria que acciona una cuchara bivalva encargada de efectuar la excavación. La grúa puede trabajar desde tierra, desde una pontona, o puede estar montada sobre una embarcación. Se utilizan principalmente para trabajos localizados o de pequeño volumen, donde no se puede operar con otro tipo de dragas debido a sus dimensiones, o no es rentable su movilización. Son adecuadas para servicios de mantenimiento de puertos, en muelles o en zonas periféricas de espigones, extrayendo materiales de una forma precisa. Trabajando en el agua, usa un sistema de fijación de *spuds* que son unos pilares que se hincan en el fondo o con anclas. El





terreno preferible es el suelo granular, suelto o algo cohesivo debido a la baja disolución que provocan, además la cuchara es intercambiable, lo que facilita la extracción de otros materiales. Sus inconvenientes son una baja producción en comparación con otras dragas y la irregularidad del fondo, lo que implica la necesidad de un sobredragado, es decir, dragar por debajo de la cota contratada. Todo esto implica que el coste por metro cúbico excavado es más elevado.

- Dragalina. Se incluyen entre los equipos de excavación terrestre, limitándose en lo que se refiere a la limpieza de canales y creación de nuevos cauces. El material extraído se puede verter en tierra para su posterior transporte, o bien dejarlo en el mismo cauce, fuera del canal de navegación, esperando que las corrientes lo arrastren, operando en este caso como equipo de remoción de fondos.



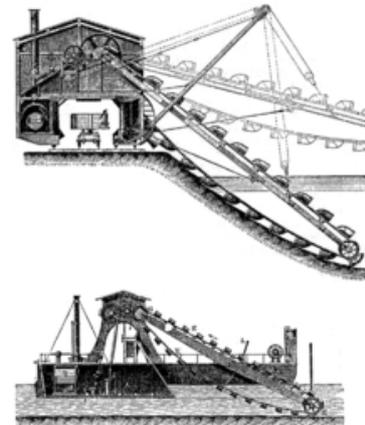
Consta de una grúa con una pluma de gran longitud y dos tambores de cable, uno de elevación y otro de arrastre, montados sobre una embarcación, tipo pontona (Barco con su parte anterior de forma redonda, usado para cruzar ríos, construir puentes y limpiar el fondo de un río o un puerto con ayuda de máquinas).

En caso de dragados en cauces estrechos, la dragalina trabaja desde tierra.

Su operación consiste en hacer descender la cuchara abierta hasta el fondo y con suficiente inercia para que pueda penetrar en el terreno. A continuación, se acciona el cierre de la cuchara y las valvas cortan el terreno.

Se iza la cuchara a la vez que va girando la grúa, hasta situarla sobre la cántara del gánguil, donde se abre de nuevo para descargar el material. Variando el giro de la grúa y la inclinación de su pluma se pueden realizar nuevas excavaciones hasta acabar con el material extraíble desde esta posición.

- La draga de rosario o draga de tolva continua está formada por una cadena de cangilones montada sobre un robusto castillete. La escala de cangilones atraviesa el pontón y se hunde en el fondo para excavar el material. Después lo eleva y lo vuelca sobre el mismo pontón. Las ventajas de estas dragas son que dragan de forma continua, que la dilución que crean al excavar no es muy importante y que se puede controlar con precisión la profundidad a la que se excava. Sin embargo, son muy costosas, ocupan demasiado espacio, ya que al posicionarse necesitan mucho espacio para extender los





anclajes y no son apropiadas para el trabajo en aguas someras o cuando el espesor a trabajar es pequeño. Todo esto ha hecho que estas dragas estén cayendo en desuso.

- La **draga de pala o retroexcavadora** (*backhoe/dipper dredge*, en inglés) es una draga mecánica montada sobre un pedestal situado en un extremo de una pontona. Se trata normalmente de una retroexcavadora usada en el ámbito terrestre. Los cazos suelen tener una capacidad entre 1 y 20 m³. La pontona debe fondearse mediante tres pilones, uno en popa y los otros en los laterales de la parte delantera de la pontona, que aportan la reacción necesaria al esfuerzo de excavación. Se usa esta draga en todo tipo de suelos, incluso rocas de hasta 10 MPa de resistencia a compresión simple. La profundidad máxima de dragado está en torno a los 24 m. Puede trabajar con alturas máxima de ola de 1,5 m y una velocidad máxima de corriente de 2 nudos. Se puede emplear en espacios reducidos. Sin embargo, necesita barcazas o vertido directo. Además, debido a su operación discontinua, presenta menor producción que otras dragas. El campo de aplicación de estas dragas es muy similar a las de rosario, aunque las retro serían más adecuadas para el dragado de rocas y menos resistencia al oleaje. CLEMENTE, J.J.; GONZÁLEZ, F.; YEPES, V.; ALCALÁ, J.; MARTÍ, J.V. (2006).

Las dragas de pala son adecuadas en trabajos localizados, porque su sistema de fondeo mediante pilones le permite desplazarse fácil y rápidamente. Una de sus principales aplicaciones es en dragados de canales y zanjas, aunque también se suelen emplear para la extracción de restos de estructuras, escolleras y demoliciones. Una de las principales ventajas de estas dragas es su capacidad de trabajar en espacios confinados.



Imágenes del dragado del río Ebro mediante draga excavadora montada en una pontona.

- **Retroexcavadora sobre tierra.** Los trabajos de dragado se realizan mediante una retroexcavadora asentada en tierra, bien desde la orilla de la zona a dragar, desde un



dique construido a tal efecto o desde el lecho del río en el caso en que este se encuentre vacío.

- **Draga anfibia.** Actualmente existen excavadoras adaptadas a los trabajos de dragados en los ríos, pudiéndose distinguir principalmente dos tipos.
 - *Excavadoras con flotadores.*



Imágenes de excavadoras con flotadores

Estas máquinas pueden realizar el dragado flotando sobre el agua. Una draga anfibia está mejor adaptada para realizar operaciones en aguas poco profundas que las dragas tradicionales montadas en barcaza.

La draga anfibia puede caminar o trabajar en agua, porque la oruga del chasis flota en pontones sellados. Se mueve usando un tanque de flotabilidad de forma de bote de doble cuerpo. Un reductor conduce la cadena de orugas, permitiendo un movimiento libre y suave. Su estructura superior es una excavadora modificada que permite una rotación total de 360 ° y un funcionamiento hidráulico.

Si el suelo es suave y el agua tiene una profundidad de menos de 1,8 m, entonces una excavadora anfibia es a menudo la máquina más efectiva. Las excavadoras anfibias se pueden equipar con pontones laterales adicionales para trabajar en aguas más profundas, lo que les permite aumentar la estabilidad de la máquina.

- *Maquinas anfibias de dragado.*

Actualmente existen en el mercado una serie de máquinas anfibias que permiten la realización de dragados desde la tierra hasta una profundidad de 6.5 metros (watermaster). Este tipo de máquinas son muy versátiles y permiten realizar el dragado del río utilizando diferentes herramientas: cazo para el dragado como retroexcavadora, cazo bivalvo o mediante bomba de succión de sedimentos.



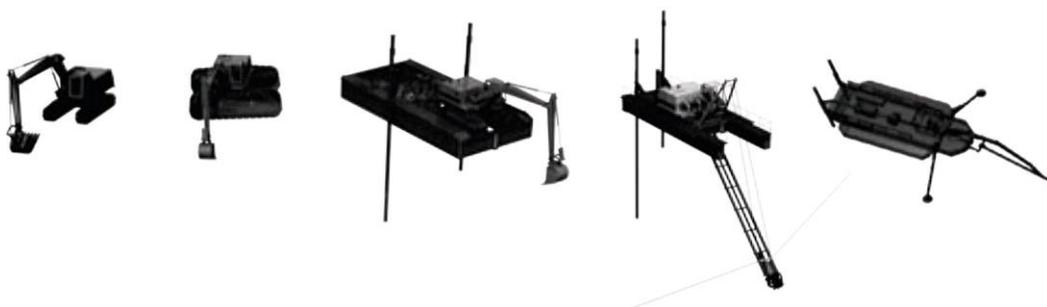
Imagen. Máquina motopropulsión anfibia Watermaster trabajando.



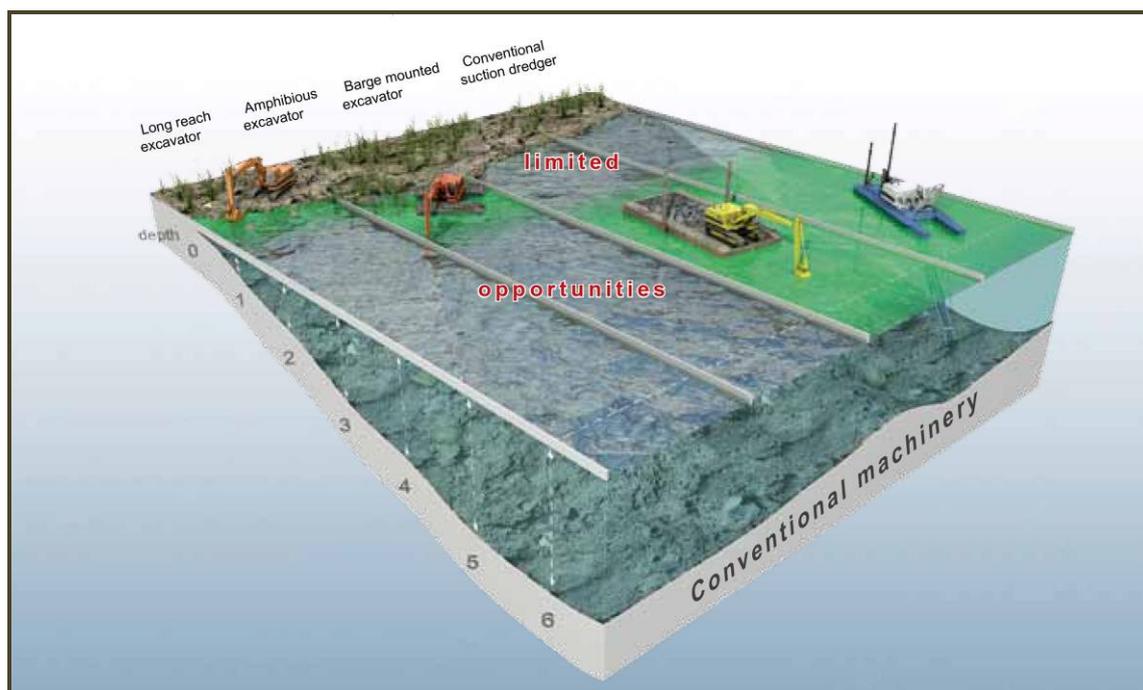


Maquina anfibia multi-system Doro Digger (Truxor)

Respecto a la profundidad de trabajo de los diferentes tipos de máquinas que se podrían emplear en el dragado del río, se muestra un esquema de trabajo elaborado por la empresa Aquamed Ltd:



Maquinaria	Profundidad típica de operación
Excavadora de brazo largo	0 – 0,6 m
Excavadora flotante	0 – 1 m
Excavadora montada en barcaza	1,6 - 7 m
Draga convencional de succión	1,6 – 7 m
Draga anfibia multifunción	0 – 6 m



En verde la zona trabajo óptima.

En esta imagen no figura la draga anfibia watermaster la cual podría trabajar desde tierra hasta los 6 metros. La máquina anfibia multi-system Doro Digger (Truxor) puede alcanzar una profundidad máxima de 3 m.

✚ Dragas de succión o hidráulicas

A partir del s. XIX comenzaron a utilizarse las bombas de succión en las operaciones de dragado. Con la aparición de esta nueva tecnología, los equipos se clasificaron en mecánicos e hidráulicos. La característica fundamental del dragado hidráulico es el empleo de la bomba de succión, y todas las variantes de estos equipos derivan en la forma de transportar el producto, el empleo de equipos complementarios para la disgregación del terreno, y la forma de facilitar la absorción de los productos por la corriente producida por las bombas.

Las dragas de succión están principalmente diseñadas para dragar terrenos blandos, no demasiado compactos ni cohesivos, como fangos, arcillas blandas, arenas y ciertas gravas. En casos extremos, se puede instalar un montaje de dientes en el cabezal aspirador y un sistema de chorro para poder dragar materiales más resistentes.

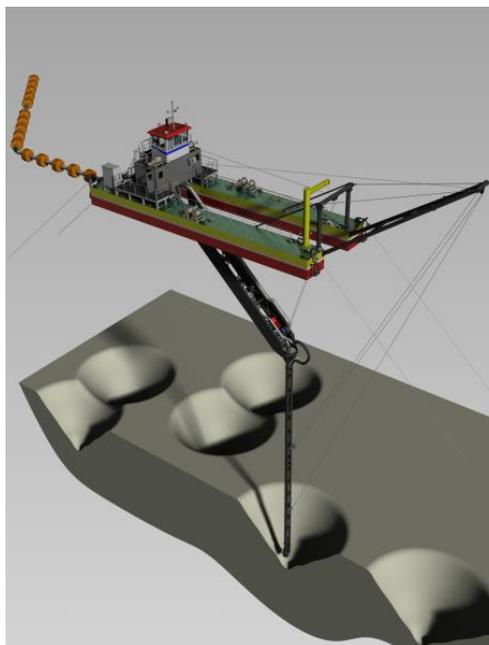
- La **draga de succión estacionaria** consiste en una embarcación que porta una tubería conectada a una bomba que absorbe el material del fondo. Existen a su vez dos tipos:



- La impulsora simple, que consiste en una embarcación que carga la bomba y que lleva la tubería, que puede llegar hasta otro barco de transporte de material o algún sitio de destino del material como una playa.
- La autoportadora contiene la bomba y transporta además el material dragado hasta el destino. Es apropiada para dragar materiales granulares y el acabado del fondo es irregular.

La draga estacionaria de succión (*plain suction dredger*, en inglés) es una draga hidráulica dotada de un mecanismo de succión sumergible, similares a las de succión en marcha. Sin embargo, a diferencia de las dragas de succión en marcha, las estacionarias operan ancladas. La succión crea una depresión en el lecho en forma de cono invertido, vertiéndose el material extraído sobre barcazas o bien impulsándose mediante bombeo. Son máquinas muy útiles cuando la zona de trabajo se encuentra muy lejos de la zona de vertido, pero su inconveniente es que la carga del material sobre gánguiles sólo se puede efectuar en aguas tranquilas.

Este tipo de dragas se emplea normalmente en la extracción de material granular para la posterior restauración de terrenos, alcanzándose grandes rendimientos cuando la capa de sedimentos presenta un buen espesor, de al menos 3 m. El límite habitual de profundidad máxima de dragado es de unos 50 m. La máquina puede operar incluso con alturas máximas de ola de 3 m y una velocidad máxima de corriente de 3 nudos. (<http://www.hollandmt.com/>)



El modo de operación es el siguiente:

- Estacionamiento en la zona de trabajo
- Posicionamiento de la barcaza junto a la draga o conexión a las tuberías de impulsión en el caso de bombeo
- Descenso de los equipos de succión hasta la capa de material granular
- Puesta en marcha de la succión y de los cabezales inyectoros de agua que fluidifican y arrastran el terreno
- Carga de los gánguiles a través de conductos elevados con difusores o bombeo



- La **draga cortadora** o cutter suction dredger es igual que una draga succionadora estacionaria con la diferencia de que lleva una cuchilla cortadora en la entrada de la tubería para disgregar el material. Se fija mediante spuds. Son capaces de cortar materiales con más de 500 kp/cm² de resistencia a compresión simple. Actualmente son muy usadas por tener muchas ventajas: extraer cualquier material, ser capaces de trabajar en aguas someras, dejar un fondo uniforme y tener una alta producción. Sin embargo, tienen algunos inconvenientes como son su sensibilidad a las condiciones marinas, la limitada distancia de dragado y su alto coste.
- La **draga de succión** en marcha va succionando mientras se mueve a tres nudos por la zona de dragado. El tubo a diferencia de las otras dragas de succión mira a popa. Puede transportar entre 750 y 10.000 metros cúbicos y se hace con bombas sumergidas para disminuir la longitud de la tubería de aspiración. Los materiales que succionan se limitan a arenas; si contienen algo de limo, el rendimiento baja mucho. Generalmente produce peores rendimientos que las estacionarias porque éstas generan un escalón que facilita la disgregación del material.
- La **draga dustpan o recogedora de fangos** está formada por un sistema de inyectores o lanzas de aguas que descomponen el material, el cual es recogido por una bomba de succión o se deja en suspensión para que el movimiento del río transporte el material lejos de allí.

El número de bombas necesarias para succionar el material suele ser de 1 ó 2 unidades por embarcación. Antiguamente se localizaban en la bodega del buque, aunque en la actualidad se incorporan cada vez más en el tubo de succión, es decir sumergidas, puesto que con ello se permite dragar a mayores profundidades sin disminuir la capacidad de succión, se obtiene un mayor peso específico de la mezcla y por último, se consigue una mayor uniformidad en el proceso de succión.

La eficiencia de succión de la bomba de dragado depende de la velocidad de la mezcla, la profundidad del dragado, la profundidad de ubicación de la bomba, el diámetro de la tubería y el tipo de terreno a dragar. En la práctica, la draga será utilizada en una gran variedad de condiciones, por lo que el punto óptimo de posición de la bomba variará según el caso. Sin embargo, lo habitual es ubicar la bomba más profunda de lo necesario u óptimo para disminuir el riesgo de cavitación de la misma y su consiguiente parada. El resultado final es una mayor uniformización del proceso de dragado.



- *Maquinas anfibas de dragado mediante succión.*

Como anteriormente se ha indicado, existen una serie de máquinas anfibas que nos permiten actualmente realizar labores de dragado. Entre las herramientas que este tipo de maquinaria dispone, se le puede colocar una bomba de corte, mediante la cual la máquina va cortando el fondo y bombeándolo al exterior mediante una canalización, a una distancia máxima de 1,5 km (para la máquina anfibia Watermaster)



Maquinas anfibas de dragado por succión.

Vertido y gestión del material dragado

Las operaciones de dragado producen grandes cantidades de material que hay que gestionar. Los costes de la fase de vertido constituyen una parte importante del coste total del dragado, por lo que la elección de la alternativa será decisiva para determinar la viabilidad del proyecto. La selección del tipo y de la zona de vertido se deberá realizar teniendo en cuenta criterios medioambientales y económicos.

La creciente preocupación por el medio ambiente está fomentando la reutilización de todo tipo de productos, incluyendo los procedentes de dragado, de manera que los permisos para el vertido de material procedente de dragado sólo se conceden si se justifica que no existe posibilidad de aprovecharlos. Por esta razón, se deben buscar usos que permitan rentabilizar el material dragado limpio o ligeramente contaminado, optimizando así económica y ambientalmente el conjunto de la actuación. Numerosos estudios han demostrado que la mayor parte del material dragado puede ser aprovechado en obras de ingeniería civil, en agricultura, pesca, o para mejoras medioambientales.

- Usos en obras públicas:
 - Creación de tierra firme y mejora de terrenos



- Rellenos, sustituciones y recubrimientos
- Rellenos de graveras
- Construcción de bermas sumergidas
- Construcción de diques y presas de tierra
- Empleo como materiales de construcción

- *Usos en agricultura y pesca:*
 - Creación y mejora de tierra vegetal
 - Acuicultura
 - Mejora de recursos pesqueros

- *Usos en medio ambiente:*
 - Regeneración y creación de zonas húmedas
 - Creación de islas de nidificación

En caso de no ser posible el aprovechamiento del material, se recurre a su depósito, debiéndose estudiar la alternativa más adecuada en cada situación. (L. Ortega Valencia)

✚ Métodos de vertido

El material dragado puede ser descargado en agua o en tierra, la selección de tipo y método para depositarlo depende, entre otras consideraciones de: las características físico-químicas de material dragado, la cantidad de material a descargar, las restricciones ambientales y la disponibilidad de áreas cercanas para ser usadas como zonas de descarga.

La descarga del material se puede efectuar por apertura del fondo, por bombeo o mediante retroexcavadora. Se debe tener en cuenta, que el depósito del material se haría en vertederos en tierra, ya que el dragado que se realizaría sería para intentar erradicar el Nenufar mejicano del río, por lo que se hace necesario la extracción del material fuera del cauce del río, con el fin de que no queden restos de planta en el mismo, que posteriormente puedan volver a reproducirse.

Apertura de fondo. El material se transporta en una barcaza y se vierte en el río o en un vaciadero, abriendo la cántara a través de una compuerta o de una charnela. Este método solamente se podría utilizar, si se dispone del fondo suficiente cerca de la orilla para que la embarcación abra sus compuertas, descargue el material y posteriormente una retroexcavadora recoja ese material y lo carga en camiones.



El tiempo de descarga por vertido de fondo de la draga es una operación rápida y que suele tener una duración de pocos minutos. El vertido por fondo no puede realizarse en condiciones someras si la apertura de la cántara es por compuerta, puesto que se requiere un calado adicional de seguridad.

Por bombeo. Cuando se quiere verter el material directamente en la orilla o en lugar de acopio cercano al dragado, se expulsa el material almacenado en suspensión a través de una bomba, y se impulsa hacia tierra a través de una tubería.

Mediante retroexcavadora. Se recoge mediante una retroexcavadora el material dragado cargándose a camiones que lo transportan al lugar definitivo de depósito.

Uso de grúa. Si el material es transportado en contenedores estos son recogidos por una grúa y cargados directamente a un camión. Así mismo, estos contenedores pueden tener apertura de fondo, de tal forma que la grúa una vez sacados a tierra, abriendo el fondo de los contenedores descarga el material.

✦ Caracterización del material dragado

La selección inicial para evaluar las opciones de eliminación, consiste en un análisis físico-químico del carácter geotécnico y de la presencia de contaminantes en el sedimento. Según el carácter físico-químico del material dragado, su eliminación puede ser confinada, no confinada o tratada antes de su eliminación en el agua abierta, o sobre la tierra. La eliminación debe estar de acuerdo con los reglamentos aplicables.

En el ámbito comunitario, los productos de dragado han sido incluidos en la Lista Europea de Residuos (aprobada por la Decisión de la Comisión 2000/532/CE, de 3 de mayo y modificada por las Decisiones de la Comisión, 2001/118/CE, de 16 de enero, y 2001/119/CE, de 22 de enero, y por la Decisión del Consejo 2001/573/CE, de 23 de julio). La Lista Europea de Residuos fue incluida como anejo 2 de la ORDEN MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.

Con posterioridad, la Directiva 2008/98/CE (Directiva marco de residuos), transpuesta al ordenamiento jurídico español por la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, establece que serán de aplicación a todo tipo de residuos si bien tanto en el artículo 2.3 de la Directiva como en el artículo 2.3 de la Ley 22/2011 se establece que: "sin perjuicio de las obligaciones impuestas en virtud de la normativa específica aplicable, se excluirán de su ámbito de aplicación los sedimentos reubicados en el interior de las aguas superficiales a efectos de gestión de las aguas y de las vías navegables, de prevención de las



inundaciones o de mitigación de los efectos de las inundaciones y de las sequías, o de creación de nuevas superficies de terreno, si se demuestra que dichos sedimentos son no peligrosos". Cabe entender, pues, al igual que lo hace el Convenio OSPAR en sus Directrices revisadas en 2014, que la gestión de los materiales de dragado en las aguas superficiales quedaría exenta de la aplicación de la normativa de residuos únicamente en el caso de demostrarse que se trata de sedimentos no peligrosos.

Si estos sedimentos son utilizados como se establece en el artículo 2.3 no se considerarán residuos, pero hay que indicar la dificultad de utilizar estos residuos para dichos usos al estar mezclados con la planta del nenúfar extraída.

En aquel caso, y especialmente debido al volumen de material a extraer, en los que estos sedimentos se deban sacar a zonas fuera del río donde se está actuando, entonces y según indicaciones del Servicio de Protección Ambiental de la Junta de Extremadura, estos sedimentos se podrían considerar en base a la ley 22/2011, de 28 de julio, como Residuos, definiéndose como residuo en base al artículo 3 de dicha Ley; Residuo: cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o tenga la intención o la obligación de desechar. Y dentro de residuo se podría clasificar en la de la lista Europea de Residuos (LER) dentro del capítulo 17 *Residuos de la construcción y demolición (incluida la tierra excavada de zonas contaminadas, subcapítulo 17 05 Tierra (incluida la excavada de zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje*, con el Código LER 17 05 06 *Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 05 (Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas)*. Código LER según Orden MAM/304/2002, de 3 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos y suelos contaminados.

En el caso de considerarse como residuo no peligroso al material dragado, este podría ser valorizado perdiendo la condición de residuo, si se reparte en suelos agrícolas con el fin de mejorar dichos suelos. Conforme a lo establecido en el anexo II de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos de suelos contaminados, la operación de valorización de dichos residuos se denomina: R 10 tratamiento de los suelos que produzcan un beneficio a la agricultura o mejora ecológica de los mismos.

Hay que indicar que el manejo y transporte de estos residuos debe realizarlo una empresa autorizada para la gestión de este tipo de residuos.

✘ *Concepto de residuo no peligroso y peligroso.*

A efectos de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, se establece la peligrosidad de los residuos en su artículo 6.



En referencia a los sedimentos que se van a extraer en los trabajos previstos, estos se plantean ser valorizados según la operación anteriormente descrita R 10 denominada tratamiento de los suelos que produzcan un beneficio a la agricultura o mejora ecológica de los mismos. Para la clasificación de estos lodos como residuos peligrosos o no y que se puedan utilizar para su aplicación en el campo, por la similitud del tipo de material y la operación de valorización a realizar se podrá seguir según lo indicado por la Junta de Extremadura lo especificado en el Real Decreto 1310/1990, de 29 de octubre, por el que se regula la utilización de los lodos de depuración en el sector agrario, en el cual se establece entre otros puntos, en su Anexo IB el valor límite de concentración de metales pesados en los lodos destinados a utilización agraria.

Debiéndose indicar, que estos lodos que se quieren extraer se consideran no peligrosos, ya que el presente año 2.019 se ha realizado por parte de la Confederación Hidrográfica del Guadiana un análisis de 10 muestras de lodos situadas en las zonas donde se asienta el nenúfar mejicano dando una concentración muy baja de metales pesados, encontrándose estos valores muy por debajo de los valores límites para los lodos destinados a su utilización agraria. Ver anexo 3 Análisis de lodos.

Real Decreto 1310/1990, de 29 de octubre. Anexo I B. Valor límite de concentración de metales pesados en los lodos destinados a su utilización agraria:

PARÁMETROS	VALORES LÍMITE (mg/kg de materia seca)*	
	Suelos con Ph menor de 7	Suelos con Ph mayor de 7
Cadmio	20	40
Cobre	1.000	1.750
Níquel	300	400
Plomo	750	1.200
Zinc	2.500	4.000
Mercurio	16	25
Cromo	1.000	1.500

*VALOR LÍMITE de concentración de metales pesados en los lodos destinados a su utilización agraria (mg/Kg de materia seca) 1 mg/Kg = 1 ppm



■ Elección del lugar y del tipo de vertido

En función de la cantidad de material que se estime necesario extraer, este se verterá en las orillas del río pasándose la grada posteriormente, o será llevado mediante camiones a terrenos agrícolas de secano donde será extendido y gradeado.

■ Aplicación de medidas correctoras en la gestión de los lodos extraídos de los dragados.

Como se ha indicado, los lodos y sedimentos que se obtengan al realizarse el dragado y en función de su utilización pueden considerarse residuos o no. En aquel caso en el que el material dragado se considere residuo, la principal medida a aplicarse es su valorización.

La autorización se concede por la Comunidad Autónoma (CCAA) y se inscribe en el registro de producción y gestión de residuos.

Si el procedimiento de Valoración utilizado es el denominado R 10 tratamiento de los suelos que produzcan un beneficio a la agricultura o mejora ecológica de los mismos, se deberán cumplir una serie de condicionantes o medidas tales como:

- Las personas físicas o jurídicas registradas dispondrán de un archivo físico o telemático donde se recoja por orden cronológico la cantidad, naturaleza, origen, destino y método de tratamiento de los residuos gestionados. La documentación referida a cada año natural deberá mantenerse durante, al menos, tres años, conforme a lo indicado en el artículo 40 de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. cuando proceda se inscribirá también, el medio de transporte y la frecuencia de recogida.
- Deberán disponer de contratos o acuerdos, firmados por los titulares de las fincas en las que se vayan a aplicar los lodos, previos a su aplicación.
- Conforme a lo establecido en el Real Decreto 1310/1990, de 29 de octubre, por el que se regula la utilización de los lodos de depuradora en el sector agrícola, así como en la Orden AAA/1072/2013, de 7 de junio, sobre utilización de lodos de depuración en el sector agrario, la empresa deberá cumplir lo siguiente:
 - Los suelos sobre los que podrán aplicarse los lodos deberán presentar una concentración de metales pesados inferior a la indicada en el Anexo IA del citado real decreto.
 - Los lodos tratados a utilizar en los suelos no excederán, en cuanto al contenido en metales pesados, de los valores límites expresados en el Anexo IB del citado real decreto.



- Las cantidades máximas de lodos que podrán aportarse al suelo por hectárea y año serán las que, de acuerdo con el contenido en metales pesados de los suelos y lodos a aplicar, no rebasen los valores límite de incorporación de los metales pesados establecidos en el Anexo IC del citado real decreto.
- Las técnicas analíticas y de muestreo a utilizar, previamente a la aplicación de los lodos, así como las determinaciones a realizar sobre lodos y suelos serán, al menos, las establecidas en los Anexos IIA, IIB y IIC del citado real decreto.
- Los lodos deberán ir acompañados de un documento de identificación durante su transporte desde el lugar de extracción hasta las explotaciones agrarias en las que serán aplicados. Este documento contendrá la información referida en el anexo II de la citada Orden; será emitido y firmado por el órgano generador de los residuos y firmado por los gestores que realizan la aplicación agrícola.
- Los gestores que realicen la aplicación de los lodos de depuración tratados deberán:
 - ▶ Cumplimentar la información contenida en el anexo III de la Orden, para cada una de las aplicaciones de lodos que efectúen y entregar una copia de dicho anexo al usuario, que la deberá conservar durante, al menos, tres años, de conformidad con lo establecido en el artículo 5 del Real Decreto 1310/1990.
 - ▶ Remitir anualmente al órgano competente de la Comunidad Autónoma donde lleve a cabo la actividad de aplicación de los lodos de depuración tratados (concretamente el Servicio de Protección Ambiental en el caso de la CA de Extremadura) la información contenida en el Anexo IV de las aplicaciones efectuadas en el año en esa CA, para cada partida de lodos, junto con un Plan de Gestión de lodos previo a la próxima anualidad, que incluya copias de las últimas analíticas realizadas tanto al lodo como al suelo donde se ha aplicado éste. Esta remisión se efectuará antes del 1 de marzo del año siguiente.
- En todo caso, se establecen las siguientes prohibiciones:
 - ▶ Aplicar los lodos tratados en praderas, pastizales y demás aprovechamientos a utilizar en pastoreo directo por el ganado, con una antelación menor a tres semanas respecto a la fecha de comienzo del citado aprovechamiento directo.
 - ▶ Aplicar lodos tratados en cultivos hortícolas y frutícolas durante su ciclo vegetativo, con la excepción de los cultivos de árboles frutales o en un plazo menor de diez meses antes de la recolección y durante la recolección misma, cuando se trate de cultivos hortícolas o frutícolas cuyos órganos o partes



vegetativas a comercializar y consumir en fresco estén normalmente en contacto directo con el suelo.

- En cuanto a la aplicación de los lodos en suelos agrícolas, se tendrán en consideración, entre otras, las siguientes condiciones:
 - Siempre se aplicarán lodos en zonas suficientemente alejadas de viviendas, núcleos de población y a más de 50 metros de cursos de aguas superficiales, pozos u otros sistemas de abastecimiento.
 - Se aplicarán mediante su distribución homogénea en parcelas suficientemente amplias, y se determinarán las dosis de aplicación en función de la fertilización requerida por el tipo de cultivo y los valores límites de incorporación de metales pesados al suelo.
 - Se procurará la rotación de parcelas en las que se aplique el lodo.
 - Se evitará su aplicación en el terreno en caso de lluvias copiosas o en suelos con exceso de humedad. En esos casos, se permitirá su almacenamiento temporal en parcela agrícola durante un periodo de tiempo máximo de dos meses y únicamente por la cantidad a aplicar en la misma y en las colindantes, con un límite máximo de 25 toneladas por hectárea y 250 toneladas por montón acopiado.
 - Para el almacenamiento en otros lugares diferentes a la parcela agrícola en la que se vaya a realizar la utilización, se deberá disponer de una instalación dedicada expresamente a tal fin, sometida a autorización ambiental.
 - Dado el tamaño del gránulo que tienen los lodos, con el fin de evitar que se tapen los poros de los suelos perjudicándose su estructura, se pasará la grada una vez extendido los lodos a fin de evitar que colapsen dichos poros.
- En el caso de que se realice la aplicación de lodos sobre zonas designadas como vulnerables a la contaminación por nitratos procedentes de fuentes agrarias, según indica el Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero, sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias, se atenderá a lo dispuesto en la Orden de 9 de marzo de 2009 por la que se aprueba el Programa de Actuación aplicable en las zonas vulnerables a contaminación por nitratos procedentes de fuentes agrarias en Extremadura..
- El incumplimiento de la autorización podrá constituir infracción administrativa conforme a las tipificadas en la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- La ampliación de la actividad o el cese de la misma debe ser notificado a la Dirección General de Medio Ambiente.



Debemos indicar que entre el lodo se van a transportar los restos del nenúfar mejicano, por lo que y en base al Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo español de especies exóticas invasoras, en donde se encuentra incluida esta especie, se indica en su artículo 7, que para aquellas especies incluidas en el catálogo se encuentra prohibido el transporte de ejemplares vivos o muertos, así como de sus restos o propágulos. Por lo que se deberá previamente al traslado de los restos, solicitar autorización administrativa de la administración competente en medio ambiente de la Administración del Estado o de las comunidades autónomas. Si bien, se entiende que este proceso ya estaría contemplado dentro del Plan de erradicación que la C.H.G. aprobara para esta especie.

Así mismo, se establece la realización de protocolos de actuación para estas operaciones: artículo 10. Medidas de lucha contra las especies exóticas invasoras del catálogo. Apartado 3. *Las autoridades competentes exigirán a los promotores de obras en cauces... Del mismo modo, si se ejecutan trabajos en cauces afectados por especies del catálogo, se deberán aplicar protocolos preventivos de dispersión de las especies a cauces no afectados.*

Efectos y potenciales impactos ambientales generados por el dragado y la descarga del material dragado

El dragado y la descarga del material dragado puede ser definido como un proceso artificialmente inducido de erosión, transporte y deposición de los sedimentos. Este proceso tiene el potencial para producir directa o indirectamente impactos negativos y los positivos en el ambiente de las áreas dragadas y las zonas de descargas del material dragado así como en áreas cercanas.

✚ **El agua**

Los sistemas acuáticos pueden ser afectados por las siguientes operaciones de dragado (Landeta, Cruz J.):

- *Turbiedad* asociada con la suspensión y asentamiento del sedimento. La turbidez es el cambio físico más importante generado sobre la calidad del agua (Goodwin y Micaelis, 1984), provocando la reducción de la penetración de la luz necesaria para los procesos de fotosíntesis y cambios en el calor de radiación. Los sólidos en suspensión producen efectos letales y subletales para los peces. Estos generan dificultades en la respiración, disminución de las tasas de alimentación y crecimiento, disminución de la tolerancia a las enfermedades o los tóxicos y aumento del estrés fisiológico. (Waters 1995; Newcombe and Jensen 1996). Los efectos para la ictiofauna no solo dependen de la concentración de estos sino del tiempo de exposición.



- *Cambios químicos sobre la calidad de las agua.* Los cambios de las características químicas del agua generados por el dragado y la descarga del material son difíciles de estimar, monitorear y controlar debido a la naturaleza de los procesos y parámetros involucrados. Algunos de los parámetros que reflejan los cambios químicos sobre la calidad del agua, producto del dragado y la descarga son: la demanda de oxígeno (disminución a corto plazo del nivel de oxígeno disuelto), el aumento de nutrientes, presencia de trazas de metales pesados y pesticidas en la columna de agua y la modificación de los niveles de salinidad.
- *Distribución y suspensión de posibles sedimentos contaminados.* El agua es el mayor vehículo de transporte de contaminantes y el medio en el cual esos contaminantes pueden desarrollar reacciones químicas y físicas. Los procesos de dragado y descarga no incorporan nuevos contaminantes al medio acuático simplemente tienen el potencial para poner en suspensión y distribuir los sedimentos contaminados por las fuentes de polución que pudieran existir.
- *Potenciales impactos sobre peces, flora y otros organismos vivos.* Los sistemas acuáticos son muy diversos, dinámicos y cambiantes en espacio y tiempo por ello los cambios físicos y químicos generados durante y después del dragado y la descarga del material dragado pueden afectar la distribución de las diferentes especies presentes, en función del grado de tolerancia de cada especie o de cada miembro de una especie. Durante el dragado y descarga se pueden producir cambios en los nutrientes y en la renovación del agua en el área de dragado y descarga, destrucción del hábitat por efecto de la remoción de los suelos, cobertura y/o remoción de los organismos vivos por efecto de los trabajos, altos niveles de turbidez (mayor cantidad de sedimentos en suspensión), cambios de temperatura. Igualmente, la suspensión de los sedimentos del fondo durante y después del dragado y la descarga produce un enriquecimiento en los nutrientes presentes en la columna de agua, lo cual puede generar la presencia de mayor cantidad de especies y por ende una demanda mayor de oxígeno. Los macroinvertebrados pasan la mayor parte de su vida sujetos al sustrato del lecho del río, por lo que cualquier alteración del mismo puede producir la desaparición de especies o sustitución por otras adaptadas a las nuevas condiciones.
- *Eliminación de fitobentos.* El dragado del cauce supone la eliminación de la vegetación asociada al lecho del río, microalgas y macroalgas, macrófitos, en definitiva productores primarios lo que limitará la presencia de algunos grupos de invertebrados como los fitófagos.

De acuerdo a Jonh B. Herbich, 1992, los posibles impactos negativos generados durante y después del dragado y descarga del material dragado sobre los peces y otros organismos vivos son:

- Migración de peces
- Cambios en la demanda de oxígeno



- Recolonización de las áreas afectadas por especies oportunistas que se adaptan a las nuevas condiciones
 - Interferencia con los procesos respiratorios de los peces
 - Interferencia con los procesos migratorios de los peces, por efecto de la turbidez generada durante y después de dragado y la descarga de material
 - Destrucción de hábitat acuáticos
 - Cobertura de la vegetación
 - Ingestión y acumulación de contaminantes como pesticidas y metales pesados por parte de la biota.
- *Potenciales cambios físicos del fondo acuático.* Los ecosistemas acuáticos como sistemas integrales y dinámicos generan respuestas físicas a las alteraciones producidas por los procesos de dragado y descarga del material dragado. Las alteraciones en la topografía de los fondos acuáticos dragados, entre otros cambios, pueden modificar los patrones de flujo de las zonas afectadas. Esta situación genera cambios en los perfiles transversales y longitudinales de los canales o sea físicamente los canales muestran por ejemplo dunas, contradunas y barras. La distribución de sedimentos que resulta de los cambios de patrones de circulación no siempre es predecible, por lo cual se pueden generar efectos indeseados.

Sin embargo, debemos indicar, que el tramo objeto de estudio, no corresponde a un cauce natural por el que circula el río, sino que corresponde a una zona embalsada no natural, situada entre dos azudes, los cuales son una barrera, tanto para el discurrir natural del río como para los lodos que el río arrastra. Es por ello, por lo que se debe tener en cuenta, que los lodos que se pretenden dragar, son solo los lodos que se han acumulado con el paso de los años por el efecto barrera de los azudes, no el cauce natural del fondo.

Los potenciales cambios en la geomorfología de los canales naturales por efecto del dragado y descarga del material son:

- Cambios en la sección transversal de los canales
- Cambios en las pendientes longitudinales de los canales.
- Relleno de cauces menores
- Cambios en la batimetría del área dragada.
- Cambios en los patrones de circulación del agua.



La eliminación de los materiales dragados puede ocasionar impactos similares a los que se asocian con la operación propiamente dicha de dragado, aunque potencialmente más severos.

✚ La tierra

La zona de ribera u orillas del río, podría ser afectada por las alteraciones hidrológicas. Estos impactos incluyen mayor erosión tanto en el fondo del río como en las orillas del río, con posibles problemas de derrumbes, modificación de las orillas, o pérdida de vegetación. Se debe tener en cuenta, que las actuaciones que se proponen realizarse, se ejecutan en un río, que pese a estar muy antropizado, no es un canal, y que además se encuentra protegido por su singularidad estando declarado como ZEPA y ZEC.

Zona de vertido y almacenaje. No solamente el cauce del río va a verse afectado por una serie de impactos, se debe tener en cuenta que los lodos que sean dragados necesitan ser depositados fuera del río, con lo que se van a producir una serie de impactos tanto en las zonas donde se almacenen los lodos como en aquellas zonas que se habiliten para el transporte del material dragado.

✚ Otros efectos

Pero sobre todo hay que señalar que los dragados pueden provocar efectos secundarios muy negativos: erosión remontante (erosión hacia aguas arriba del tramo dragado), incisión (hundimiento del cauce), irregularización de los fondos, descenso de la capa freática (y por tanto desecación de pozos de riego), **descalzamiento de puentes y escolleras**, colapsos si hay simas bajo la capa aluvial, etcétera.

Hay que indicar, que el nenúfar se encuentra situado en general cercano a las orillas, en muchos de estos casos, orillas que han sido remodeladas con fines lúdicos a las que se les ha aportado escolleras, así mismo también se encuentra situado junto a la base de algunos puentes como el puente de Puerta Palma, por lo que si se realizan dragados en estas zonas se deberá realizar un estudio detallado de la operación a realizarse, al objeto de evitarse cualquier derrumbe de las orillas o daños en los puentes. Aunque se debe reseñar, que **el objetivo de estos dragados se centra solo en la retirada de los lodos sedimentados y no en profundizar el lecho natural del cauce.**

✚ Extracción de lodos.

Como se ha indicado, aunque utilicemos la palabra dragado, SOLO SE VAN A EXTRAER LODOS en las diferentes operaciones en las que se utilizaría el dragado o la extracción mecanizada del Nenúfar mejicano, lo que implica que no se va a extraer ningún tipo de árido ni



grava en estas operaciones, dejándose el lecho en sus condiciones iniciales. No se puede olvidar, que la acumulación de lodos que se está produciendo en la zona del cauce objeto de estudio, no se debe a procesos naturales, sino a la presencia de los dos azudes.

La extracción de lodos podría creerse que pudiera afectar negativamente a las especies piscícolas autóctonas existentes en esta zona del río objeto de estudio, si bien, al contrario, ya que nuestras especies autóctonas no usan este tipo de sustrato, desovando en aguas corrientes, en el lecho del río en zonas de grava y en menor medida en zonas de arena pero no en lodos. Así mismo, en esta zona del río no hay especies de pequeños ciprinidos autóctonos debido a la gran cantidad de especies exóticas existentes y de cormoranes. Actualmente la ictiofauna que habita en esta zona corresponde casi en su totalidad a especies exóticas entre las que podemos encontrar grandes carpas, carpines, alburnos, percasoles o blases, pudiéndose observar como única especie autóctona el barbo, y puntualmente puede aparecer algún individuo aguas arriba del azud de La Pesquera de fraile y colmilleja, pero ambas especies necesitan zonas donde el agua tenga velocidad, con fondos de gravas y arenas limpias poco profundas. Respecto al barbo, es una especie que freza en zonas rápidas con gravas, no en este tipo de sustratos, y aunque pudiera darse esporádicamente, que algún huevo llegase a estos lodos, dado que esta especie cuando desova sus huevos van a la deriva, estos huevos se perderían, ya que estos huevos para nacer, necesitan oxígeno y si cayeran en el lodo este cubriría su superficie y no les dejaría respirar. Sin embargo, y a fin de evitar cualquier afección a sus puestas con limitarse los trabajos en la época reproductora sería suficiente. Un huevo de barbo tarda 4 días en nacer y están sincronizados, siendo su época reproductora de finales de abril hasta mediados de mayo.

En referencia a los macroinvertebrados, la diversidad existente en los lodos va a ser muy pobre, reduciéndose a especies de oligoquetos (lombrices), quironómidos (larvas de dípteros) y en menor medida hirudenes (sanguijuelas), aunque estos pueden aparecer en gran cantidad, pudiendo llegar a provocar problemas incluso de salud para el hombre, por ejemplo por la proliferación de mosquitos. A los invertebrados les gusta estar en diferentes nichos ecológicos, y los limos homogenizan estos hábitats, disminuyendo su diversidad.

Respecto a las náyades, no se puede olvidar que son organismos filtradores, por lo que les gustan los fondos poco profundos con arenas, y como organismos filtradores que son, los limos no les vienen bien.

En relación al oxígeno, el lodo actúa como un consumidor de oxígeno dentro del río. Los lodos se forman por la acumulación de materia orgánica que es descompuesta por bacterias que consumen oxígeno, por lo que la existencia de importantes cantidades de lodo nos podría dar problemas de eutrofización.

Finalmente, indicar que la extracción de lodos, ayudaría a la retirada de millones de semillas de camalote (*Eichhornia crassipes*), las cuales se van depositando en estos lodos



quedando allí almacenadas, hasta que por cualquier motivo sean arrastradas a zonas donde puedan germinar. Hay que recordar que las semillas de camalote pueden germinar en pocos días o permanecer en dormición durante 15-28 años (Sculthorpe, 1967; Richards, 1983; Sullivan & Wood, 2012).

Procedimiento Ambiental de la realización de los dragados.

► Legislación nacional.

La Ley 21/2013, de 9 de diciembre, "Ley de Evaluación de Impacto", modificada por la Ley 21/2018, de 5 de diciembre, establece en su Artículo 5 las siguientes definiciones a efectos de esta ley:

a) "**Evaluación ambiental**": proceso a través del cual se analizan los efectos significativos que tienen o pueden tener los planes, programas y proyectos, antes de su adopción, aprobación o autorización sobre el medio ambiente, incluyendo en dicho análisis los efectos de aquellos sobre los siguientes factores: la población, la salud humana, la flora, la fauna, la biodiversidad, la geodiversidad, la tierra, el suelo, el subsuelo, el aire, el agua, el clima, el cambio climático, el paisaje, los bienes materiales, incluido el patrimonio cultural, y la interacción entre todos los factores mencionados.

La evaluación ambiental incluye tanto la evaluación ambiental estratégica, que procede respecto de los planes o programas, como la evaluación de impacto ambiental, que procede respecto de los proyectos. En ambos casos la evaluación ambiental podrá ser ordinaria o simplificada y tendrá carácter instrumental respecto del procedimiento administrativo de aprobación o de adopción de planes y programas, así como respecto del de autorización de proyectos o, en su caso, respecto de la actividad administrativa de control de los proyectos sometidos a declaración responsable o comunicación previa.

b) "**Impacto o efecto significativo**": alteración de carácter permanente o de larga duración de uno o varios factores mencionados en la letra a).

En el caso de espacios Red Natura 2000: efectos apreciables que pueden empeorar los parámetros que definen el estado de conservación de los hábitats o especies objeto de conservación en el lugar o, en su caso, las posibilidades de su restablecimiento.

En referencia a la actuación que se plantea realizar, y partiendo que esta actuación no se considera una Industria extractiva (según los Técnicos del Servicio de Protección Ambiental de la Junta de Extremadura consultados), esta actuación de dragado se incluiría en:



- ▶ Anexo I. **Proyectos sometidos a evaluación ambiental ordinaria** regulada en el título II, capítulo II, sección 1ª.
- En el Grupo 9. Otros proyectos. Apartado a)
 - a) Los siguientes proyectos cuando se desarrollen en Espacios Naturales Protegidos, Red Natura 2000 y Áreas protegidas por instrumentos internacionales, según la regulación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad:
 - 4.º Dragados fluviales cuando el volumen extraído sea superior a 20.000 metros cúbicos anuales, y dragados marinos cuando el volumen extraído sea superior a 20.000 metros cúbicos anuales.

A efectos de la tramitación ambiental de las actuaciones que se analizan en el presente proyecto, se considera a la Confederación Hidrográfica del Guadiana como Órgano Sustantivo y al Ministerio de Transición Ecológica como el Órgano Ambiental, sin embargo y como se establece en el artículo 3. de la Ley 21/2013, Cuando corresponda a la Administración General del Estado formular la declaración ambiental estratégica o la declaración de impacto ambiental, o bien emitir el informe ambiental estratégico o el informe de impacto ambiental regulados en esta ley, se consultará preceptivamente al órgano que ostente las competencias en materia de medio ambiente de la comunidad autónoma afectada por el plan, programa o proyecto.

El considerarse como un proyecto sometido a evaluación ambiental ordinario supone entre otros aspectos, además de un aumento en la documentación a presentar, un aumento en el tiempo de tramitación de los proyectos, ya que se deben realizar **consultas** del mismo a todas aquellas **administraciones públicas** que puedan verse afectadas, así como exponerse a **información pública** y realizarse consulta del proyecto a todas las personas interesadas.

▶ **Legislación Autonómica.**

En base a la Ley 16/2015, de 23 de abril, de protección ambiental de la Comunidad Autónoma de Extremadura, se incluiría en:

- ▶ . Anexo V. *Proyectos sometidos a evaluación ambiental simplificada.*
- En el Grupo 3. Perforaciones, dragados y otras instalaciones mineras e industriales. Apartado c)
 - c) Dragados fluviales (no incluidos en el anexo IV) cuando el volumen del producto extraído sea superior a 100.000 metros cúbicos anuales.
- ▶ En base a dicha legislación, los proyectos sometidos a evaluación simplificada, cuando así lo decida el Órgano Ambiental podrían pasar a someterse a *Evaluación ambiental Ordinaria.*



El procedimiento de evaluación ambiental simplificada, requiere realizarse consultas a otras administraciones, pero no es necesario realizar consulta Pública.

► **Red Natura 2000.**

Como ya se señaló con anterioridad en este informe, para la realización de cualquier actuación en un Espacio perteneciente a la Red Natura 2000, se debe realizar previamente un *Estudio de Afección a la Red Natura 2000* y ser aprobado por el Órgano Ambiental.

Datos batimétricos.

Para la realización de este tipo de actuaciones, se hace necesario conocer el medio en el que se debe trabajar. Es por ello, que la Unidad Militar de Emergencias y la Confederación Hidrográfica del Guadiana han realizado la batimetría de los Tramos: Tramo 1-2, Tramo 2 y Tramo 3.

A continuación, se muestran de forma resumida los datos más reseñables. Se adjunta en el apartado de cartografía, planos de detalle con los puntos de muestreo tomados en dicha batimetría.

▣ **TRAMO 1-2**

► **Datos Generales.**

- Profundidad: Máxima 4 m, superándose en diferentes zonas los 3 metros de profundidad.
- Profundidad al LECHO: Máxima 4,14 m. existiendo diferentes zonas con más de 3 metros de profundidad hasta el lecho.
- Espesor lodos: Máximo 1,16 m.

► **Zonas con nenúfar.**

- Profundidad: Profundidad máxima a la que hay nenúfar 2,6 m. ($2,6 + 0,4 = 3$ m. lecho), en varios puntos se alcanzan los 1,8 metros de profundidad.
- Espesor lodos: Zonas de nenúfar con espesores máximos de 0,57 (pto.1.021), 0,45 (pto.1022) o 0,4 m.
- Media de espesor de lodos T1-2: Entre 0,15 m y 0,27 m.



▣ TRAMO 2

▶ Datos Generales.

- Profundidad: Máxima 3,6 m, superándose en algunas zonas puntuales los 3 metros de profundidad y en varias los 2,5 metros.
- Profundidad al LECHO: Máxima 3,6 m. (en este punto no aparecían lodos) existiendo diferentes zonas con entre 3 y 3,5 metros de profundidad hasta el lecho.
- Espesor lodos: Máximo 1,5 m.

▶ Zonas con nenúfar.

- Profundidad: Profundidad máxima a la que hay nenúfar 2,3 m. En varios puntos supera o se encuentra a 2 m.
- Espesor lodos: Zonas de nenúfar con espesores de 1,5 (pto. 1680 y 1705) resto de puntos por debajo del metro de espesor.
- Media de espesor de lodos T2: Entre 0,21 m y 0,52 m.

▣ TRAMO 3

▶ Datos Generales.

- Profundidad: Máxima 4,8 m, superándose en diferentes zonas los 4 metros de profundidad y en gran parte los 3 m.
- Profundidad al LECHO: Máxima 7,2 m. existiendo diferentes zonas con más de 6 y de 5 metros de profundidad hasta el lecho.
- Espesor lodos: Máximo 3,7 m. existiendo diferentes zonas con más 2,5 metros y 3 metros de espesor de lodos.

▶ Zonas con nenúfar.

- Profundidad: Profundidad máxima a la que hay nenúfar 3,1 m. ($3,1 + 0 = 3,1$ m. lecho), en dos puntos se alcanzan los 3 metros de profundidad (314 y 842), gran variedad de puntos que superan los 2 metros llegando a los 2,7 metros en 4 puntos de muestreo.
- Espesor lodos: Zonas de nenúfar con espesores que superan los 2 metros en 3 puntos (298 – 2,75 m; 334 – 2,6 m y 339 – 2,25 m), en diferentes puntos más de 1 metro de lodos.
- Media de espesor de lodos T3: Entre 0,44 m y 0,64 m.



Equipo de la UME preparándose para la toma de datos batimétricos

7.2.5.1 Dragado y/o excavación total previo vaciado del azud

Se debe indicar en este apartado, que el objeto de las presentes actuaciones, es la erradicación del Nenúfar mejicano.

El nenúfar actualmente coloniza en la zona urbana del río Guadiana a su paso por Badajoz 44,16 ha (Tramo 1.1. 2,18 ha; Tramo 2. 15,85 ha y tramo 3. 26,13 ha), así como 10,09 ha del subtramo 1.1. y 1,78 ha del subtramo 1.3.

Como ya se indicó, el nenúfar se encuentra fijado al fondo del río (no como en el caso del camalote que flota y se desplaza libremente por agua), considerándose según la bibliografía existente, así como mediante las indicaciones de técnicos de CHG y del proyecto Invasep, que el nenúfar se puede asentar en lugares con hasta 3 metros de profundidad.

a) Descripción de los procedimientos.

- **Procedimientos.**

Este método consiste en el dragado de la totalidad de los sedimentos que se encuentran en el fondo del río en la zona de estudio.

En sentido estricto no sería un dragado pues se deja en seco, sería una retirada de lodos en seco.



Con esta actuación se pueden conseguir dos objetivos, extraer el nenúfar existente junto con los lodos y dificultar un posible asentamiento posterior del nenúfar al haberse retirado el sustrato donde este pueda arraigar.

Para realizar estos trabajos se hace necesario que las máquinas puedan acceder a las zonas ocupadas por el nenúfar mejicano, por lo que se hace imprescindible el vaciado parcial de los dos azudes.

Actualmente como se ha indicado en el apartado 3.2.4. Deseccaciones periódicas de los azudes, solo es factible vaciar parcialmente el azud de La Granadilla no disponiendo de ningún sistema de vaciado del azud de La Pesquera, por lo que *habría que habría que dotar de compuertas a ambos azudes para poder permitir su vaciado*, ver propuestas actuaciones en el apartado "Alternativas para el vaciado de los azudes de La Pesquera y La Granadilla en Badajoz"

Posteriormente, y una vez vaciados los azudes, o el azud donde se vaya a trabajar, se emplearían los métodos usuales para el movimiento de tierras, es decir, empleando, por ejemplo, una pala oruga con cuchara de 1,5 m³ (rendimiento de unos 90 m³/h) y camiones. Se debe considerar la distancia de transporte del material extraído, pues como norma general, una distancia superior a 2,5 km puede encarecer excesivamente el trabajo (R. Cono, 2008). Debe señalarse que este método se ve la mayoría de las veces restringido por el tipo de material donde se trabaje, ya que este material puede tardar mucho tiempo en adquirir la consistencia necesaria para permitir el paso de vehículos pesados.

Previamente a las labores de dragado o excavación, y una vez desecado el cauce del río, se deberá prospectar el cauce desecado con el objeto de recuperar las náyades autóctonas y resto de fauna que se hayan quedado fuera de la lámina de agua, y posterior suelta de las mismas en zonas donde no se vaya a actuar.

Depósito del material extraído en las zonas establecidas al efecto.

Esta actuación, se podría plantear de dos formas en función de la superficie donde se decida actuar:

7.2.5.1.1 Dragado y/o excavación de todos los lodos existentes en toda la superficie del río.

Se actuaría en toda la superficie del río objeto de estudio eliminándose la totalidad de los lodos y sedimentos existentes en esta zona.



Es previsible que esta solución presente un coste muy elevado y un importante impacto ambiental durante la fase de ejecución. Pero se considera como una de las alternativas más eficaces para la erradicación de esta especie en el tramo de estudio.

7.2.5.1.2 Dragado de lodos y sedimentos solo en superficies donde hay nenúfar mejicano.

En esta actuación pretende centrarse solo en las zonas concretas donde estuviese ubicado el nenúfar mejicano. Sería más barata que la anterior al concentrarse los trabajos solo en determinadas zonas, sin embargo, se ha de tener en cuenta que los lodos no retirados pueden movilizarse con el tiempo hacia las zonas limpias, con el riesgo de nueva proliferación de nenúfar.

- **Medios a emplearse.**

Los medios a emplearse son los clásicos utilizados en obra civil, retroexcavadoras y camiones tipo volquete de diferentes tonelajes en función de la consistencia del suelo y el material a dragar.

Para el acondicionamiento de las zonas de acopio se utilizará un tractor con gradas de disco.

Personal para la recogida y reincorporación de la fauna afectada por la desecación del río a hábitats adecuados para su supervivencia.

- **Época de ejecución.**

La época de idónea de ejecución serían los meses con menores precipitaciones, con el fin de evitar problemas con posibles crecidas del río, así como para poder trabajar sobre terrenos compactos y no embarrados a causa de las lluvias.

Sin embargo, existen dos importantes condicionantes:

1.- Dada la protección de la zona en la que se va a actuar, la época de ejecución va a estar condicionada por los condicionantes medioambientales que se establezcan por el órgano gestor del espacio protegido. (Marzo-Julio)



2.- Abastecimiento de agua para riego. La existencia de una toma abastecimiento de agua para regadío a la Comunidad de Regantes Rincón de Caya y en menor medidas, el riego de los jardines situados junto al río Guadiana, también van a condicionar la época de los trabajos.

a) Análisis de potenciales impactos y riesgos ambientales.

Se encuentran descritos en el apartado Efectos y potenciales impactos ambientales generados por el dragado y la descarga del material dragado.

Hay que indicar que ha dichos efectos, se deben añadir aquellos producidos por la propia maquinaria el ejecutarse la obra, como ruidos, compactación del lecho del río por rodadura de la maquinaria o posibles vertidos.

b) Análisis de eficacia.

En ambos casos se extrae la totalidad de la planta y los lodos donde se sustenta y vive el nenúfar mejicano. Se consideran ambos procesos descritos **EFICACES**, si se realiza un sistema de compuertas en los azudes que permita vaciarlos. Si no se realiza este sistema de compuertas no se podrían realizar estas actuaciones.

- Dragado y/o excavación de todos los lodos existentes en toda la superficie del río previo vaciado del azud.
- Dragado de lodos y sedimentos solo en superficies donde hay nenúfar mejicano previo vaciado del azud.

7.2.5.2 Dragados y/o excavaciones puntuales con bajada de la cota de agua sin modificar los azudes.

En este caso se bajaría la cota de agua hasta donde técnicamente fuese factible sin modificar las características actuales de los azudes, actuándose en aquellas zonas con nenúfar que hayan quedado libre de agua. En estas zonas se dragarían los sedimentos hasta llegar al fondo del cauce.

Respecto a la erradicación del nenúfar mejicano, se considera que la extracción total de los sedimentos del lecho del río donde se encuentra anclado el nenúfar, provocaría que con esos



sedimentos sean extraídas todas las raíces y plantas del nenúfar mejicano, lo cual es el objetivo buscado.

Sin embargo, en esta operativa se actuaría de una forma agresiva sobre el fondo del río, por lo que aumentarían los posibles procesos erosivos, tanto del fondo del cauce como de las orillas del río. Se crearía un lecho muy desigual del río al solo actuarse en zonas puntuales, creándose cárcavas y pozas, lo que además de influir en los procesos erosivos del río puede influir en las corrientes internas del agua.

El azud de La Pesquera no dispone de compuertas y el de la Granadilla como ya se ha indicado tiene un pequeño sistema de desagüe muy insuficiente que es incapaz de desalojar suficiente caudal como para que se puedan bajar drásticamente las cotas (como mucho un metro), de hecho, es habitual que el caudal de entrada por el Guadiana supere con creces el caudal máximo que estos desagües puedes realizar. Por ello, gran parte de la superficie en la que debemos actuar, va a seguir estando sumergida y no se va a poder acceder a ella, quedando solamente factible su realización en sitios puntuales de la zona 1 y de la zona 3 objeto de este estudio, por la imposibilidad de acceso de la maquinaria a las zonas de trabajo.

c) Análisis de eficacia.

Este método se considera **NO EFICAZ**, ya que no vamos a poder actuar en todas las zonas donde existe nenúfar mejicano, pudiendo actuar solo en pequeñas localizaciones cercanas a las orillas, y estando estas actuaciones muy condicionadas por la meteorología.

7.2.5.3 Dragados continuos con el Azud Llano.

En embalse llenos o parcialmente llenos, se pueden emplear dragas, bien sea por succión o por extracción mecánica.

Esta alternativa pretende evitar el tener que modificar los azudes y evita las afecciones que suponen el tener el río vacío durante la fase de dragado.



7.2.5.3.1 Dragado mecánico.

a) *Descripción de los procedimientos.*

- Procedimientos.

Dentro del dragado mecánico disponemos de diferentes opciones como se ha indicado al inicio de este capítulo, siendo las dos más apropiadas para este tipo de trabajos la draga pala o retroexcavadora sobre pontona, o las dragas anfibia tanto las denominadas excavadoras flotantes como las maquinas anfibia de dragado dotadas de cazo para el dragado como retroexcavadora.

La pontona o máquina anfibia una vez situada en el sitio de trabajo, se ancla al terreno mediante tres postes de sujeción. La máquina de cuchara, trabajando como una excavadora convencional, extraerá el material del fondo y lo cargará en los contenedores sobre su cántara, transportándose este material hasta la zona de extracción, una vez ahí, estará a la espera una grúa o una excavadora, en función del tipo de contenedor empleado, lo vacíe en los camiones para su traslado a vertedero.

Con el fin de facilitar los trabajos de descarga del material dragado, resulta necesario habilitar lugares acondicionados para la descarga del material extraído.

En este método, se extraería todo el material hasta llegar al lecho del río, sin embargo dada la complejidad de este tipo de actuaciones y el tiempo que se necesitaría emplear, consideramos que la zona de actuación debe ser las zonas con nenúfar mejicano, descartándose actuar en toda la superficie del río con este método.

El disponer de este tipo de maquinaria, también nos permitiría trabajar en aquellos puntos que se precisase, e incluso, realizar dragados en zonas para aumentar el calado del río y que puedan operar otro tipo de embarcaciones como la cosechadora de la C.H.G. conocida comúnmente como el manatí.

A diferencia de operaciones de dragados explicados con anterioridad, esta operación, lo que nos permitiría, es mantener de forma permanente las operaciones de dragado, con poca maquinaria, reduciendo progresivamente la presencia de nenúfar y manteniendo la limpieza durante años.



Imagen de draga anfibia vertiendo sobre un contenedor flotante el cual es transportado por una embarcación a tierra.

- **Medios a emplearse.**

Para la extracción del material se puede utilizar, la retroexcavadora sobre pontona, la excavadora anfibia o la maquina anfibia de dragado.

- ▶ **Retroexcavadora sobre pontona.** **No se aconseja** este método para esta actuación debido al bajo calado que tiene el río en algunas de las zonas de actuación (especialmente en los Tramos 1-2 y 2), lo que impediría dado su peso el traslado de la pontona con la retroexcavadora situada encima de ella.

En referencia a las maquinas anfibias, ambos tipos de maquinaria se podrían utilizar para el desarrollo de los trabajos y serían una buena solución para estos trabajos previstos.

- ▶ **Excavadora anfibia,** su principal ventaja, es su mayor movilidad ya que al poder desplazarse usando sus cadenas fuera del agua se comporta como una excavadora convencional. Existen en el mercado diferentes modelos y tamaños de cazo. Se considera su profundidad ideal de trabajo de menos de 1,8 metros, aunque como se ha indicado se podrían colocar pontones laterales adicionales para trabajar en mayores profundidades.



- ▶ **Maquinas anfibias de dragados con retroexcavadora** (Watermaster o modelos similares): Mayor adaptación a los trabajos en agua al comportarse como una embarcación, mayor estabilidad, mayor profundidad de trabajo pudiendo llegar a los 6 metros (watermaster), y disponibilidad de mayores funciones por si estas fuesen precisadas, entre las que se encuentra la utilización de *cazo bivalvo* que también se puede emplear para el dragado del río. Resulta más complejo su transporte y posterior desembarco en el río, pero consideramos que esta es la máquina que mejor se adapta a los trabajos a realizarse y a las condiciones del río, ya que tenemos zonas con profundidades hasta los lodos como se ha indicado de más de 4 metros y hasta el lecho que pueden superar los 6 metros.

Existen en el mercado otro tipo de maquinaria similar a la Watermaster, que podría utilizarse, si bien, consideramos que este modelo cubre las necesidades que precisa el presente trabajo, además de poder a portar otras utilidades en trabajos futuros si esta máquina fuese adquirida por la C.H.G.

Otros medios necesarios:

- Pontones o barcas de carga del material extraído.
- Contenedores estancos o contenedores tipo gánguil.
- Barca motorizada para el arrastre de los pontones de carga.
- Grúa o Retroexcavadora para la carga a vertedero
- Camiones para el transporte a vertedero.

➤ **Watermaster multipropósito anfibia.**

▶ *Las características de la Watermaster son:*

▶ **motor**

- Caterpillar C7.1, turboalimentado, motor diésel de 6 cilindros
- refrigerado por agua con radiador





- potencia del rotor a 2000 rpm; 168 kW (Classic IV) - 205 kW (Classic V)
- capacidad del depósito de combustible 1200 litros
- sistema eléctrico 24 V
- baterías 2 x 170 Ah
- bomba eléctrica de alimentación de combustible

► hidráulica

- bomba de pistón axial para dragado y propulsión; presión máxima de trabajo de servicio 345 bar
- bomba de pistón axial para retroexcavación y estabilizadores; presión máxima de trabajo 230 bar

► excavadora

- ángulo de ataque 180°
- fuerza de rotura en el cilindro del cazo 83 kN
- fuerza de excavación en el brazo 47 kN
- capacidad máxima de elevación con PL 24,5 kN
- conexiones rápidas para accesorios

► casco

- monocasco reforzado con 7 secciones estancas independientes
- recubrimiento anticorrosión exterior e interior
- estructuras de protección de apoyo en base
- cubierta y barandillas antideslizantes
- mástil y señales de posición para draga y navegación

► cabina

- certificación FOPS (contra caída de objetos) con excelente visibilidad
- asiento auxiliar para instructor/ayudante
- 10 reflectores panorámicos

► fondeo

- fondeo independiente y movimiento de trabajo sin embarcaciones de apoyo, winches ni cables.
- estabilizadores frontales/flotadores, alcance máx. 5,0 m
- estabilizadores traseros, alcance máx. 6,7 m



► **movilidad**

- sube y se baja sola del tráiler
- entra y sale del agua por sus propios medios
- auto propulsada
- anfibia en todos los modos de trabajo

► **calidad certificada**

- certificado de calidad ISO 9001
- certificado ambiental ISO 14001
- certificado de seguridad ISO 3449

► **dimensiones y pesos**

- longitud para transporte (sin brazo) 11,00 m
- ancho para transporte 3,30 m
- altura para transporte 3,15 m
- peso para transporte aprox. 19,50 TM

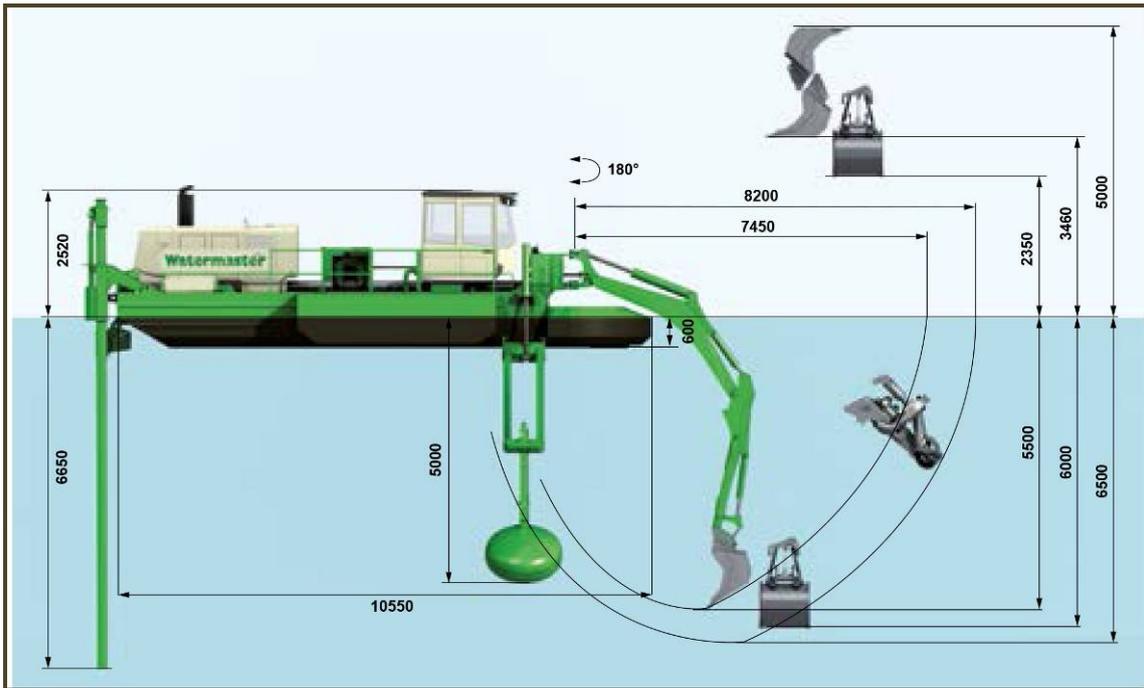
Draga anfibia con movilidad en tierra y en agua, área operativa desde tierra firme hasta 6 metros de profundidad, dotada de cazo para trabajos de excavación y de cazo bivalvo ambos de 600 litros de capacidad.



Cazo retroexcavadora

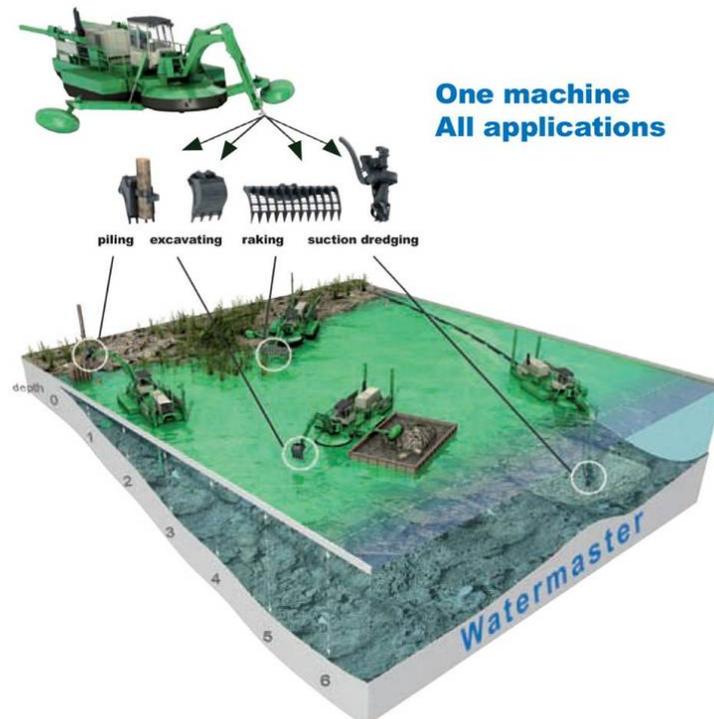


Cazo bivalvo



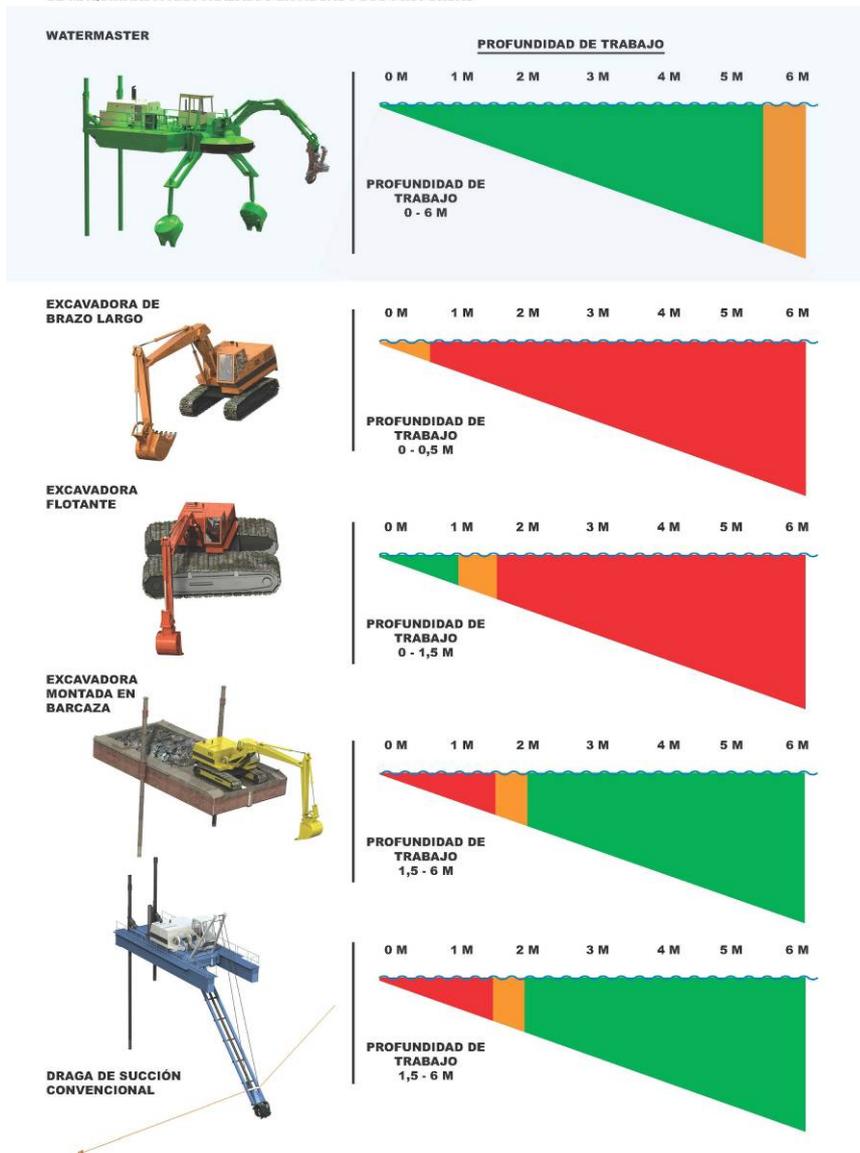
Esquema draga anfibia watermaster

La maquina anfibia watermaster además de las funciones de dragado dispone de otras funciones que podrían ser útiles para la Confederación Hidrográfica del Guadiana si adquirieran esta máquina en propiedad, como por ejemplo disponer de un rastrillo para la extracción del camalote. Con lo que se podría emplear en diferentes aplicaciones en función de las necesidades existentes.





COMPARACIÓN DE MAQUINARIA PARA TRABAJOS EN AGUAS POCO PROFUNDAS



Como se ha indicado, existen en el mercado otros modelos semejantes a la watermaster y también diferentes modelos anfibios multifunción más pequeños, como los fabricados por la empresa Truxor. Estos anfibios más pequeños en referencia al dragado, podrían utilizarse en zonas más complicadas del río o con mayor dificultad de acceso, pero solo pueden operar en zonas con un máximo de profundidad de menos de 3 metros, ya que su límite máximo de excavación en profundidad está entre los 2,6 m. y los 3m. Esta profundidad de trabajo, hace que no se pueda utilizar en gran parte del río especialmente en el tramo 3, aunque si se ciñe el trabajo donde únicamente se encuentre el nenúfar mejicano podría utilizarse en gran parte de su superficie, aunque eso sí, trabajando en muchos casos al límite de sus posibilidades.



- **Época de ejecución.**

La realización de estos trabajos de dragado con maquinaria anfibia podría realizarse durante todo el año, al ser esta una máquina que nos permite trabajar con cualquier tipo de caudal del río. La única limitación que existiría sería de tipo ambiental.

b) Análisis de potenciales impactos y riesgos ambientales.

Este método, consideramos que es uno de los menos invasivos de todos los expuestos:

- ▶ No requiere el vaciado de los azudes.
- ▶ Se actúa directamente en la zona del problema, por lo que está muy acotada la actuación, extrayéndose el material solamente de la zona afectada.
- ▶ Nos permite actuar desde el propio río, reduciéndose cualquier daño que se pueda producir en la vegetación autóctona de ribera.
- ▶ Es sencillo, volver a actuar sobre una zona en la que se ha actuado si se observa que vuelve a rebrotar el nenúfar.

Los riesgos ambientales y posibles impactos que se pueden producir, se centran principalmente en:

A la avifauna y a la ictiofauna, no se considera que se le vaya a realizar ningún daño, salvo crear molestias por el ruido en la realización de los trabajos o en el caso de la ictiofauna, el aumento puntual de turbidez del agua al extraer el material.

En referencia a la comunidad de bivalvos, el daño que se pudiera realizar sería mínimo, al ser acciones muy concretas, en las que se actuaría solamente en las manchas de nenúfar. Estas manchas de nenúfar, entre los efectos que provocan en el agua, es la aportación de gran cantidad de materia orgánica y el oscurecimiento de la misma, no dejando pasar la luz, creando unas condiciones de eutroficación poco adecuadas para los bivalvos, por lo que consideramos que en estas zonas existirán pocos ejemplares ya que estos habrán buscado otros lugares con mejores condiciones ecológicas donde asentarse. De todas formas, se establecerá un control del material una vez extraído para comprobar que no se recoge ningún individuo, y si se recogiera sea devuelto al agua.



La vegetación de ribera existente, se podría ver afectada de forma puntual, en los lugares de acopio y en las zonas de extracción en las que la vegetación existente se encuentre entremezclada con el nenúfar.

Los posibles impactos de trabajar con este tipo de maquinaria, corresponden principalmente al ruido que producen, los gases que despiden al ser motores de combustión, y la posibilidad de vertido de líquidos por arreglos y mantenimiento de la maquinaria.

La planta retirada y sacada a los puntos de acopio no presenta ningún riesgo ambiental, si se extiende en parcelas agrícolas de secano apartadas de cauces de agua o se deposita junto al río en zonas no inundables.

Los lodos como se ha indicado con anterioridad, aunque se consideren un residuo dejarán de serlo si tienen un proceso de valorización y/o tratamiento.

c) Análisis de eficacia.

El dragado continuo con el azud lleno de agua, se considera que es una actuación muy **EFICAZ** contra el nenúfar mejicano, especialmente si se mantiene continuado en el tiempo al objeto de erradicar cualquier nuevo brote que pueda surgir.

Entre las mejoras que aporta esta actuación, estarían:

- ▶ **Eficacia.** Arranca el nenúfar de raíz, extrayéndose fuera del agua. Especialmente importante por su forma de reproducción sexual. Eliminando el lodo donde se asienta, evitando que queden esquejes o rizomas enterrados.
- ▶ **Movilidad.** Permite acceder a las manchas de nenúfar y trasladarnos de una zona a otra, de forma rápida y sencilla.
- ▶ **Operatividad.** No requiere el vaciado de los azudes, pudiéndose ejecutar en las condiciones actuales en las que se encuentran los azudes. Puede trabajar en diferentes condiciones del río y con calados diferentes. Solamente se actúa en la zona afectada y extrayéndose el material indispensable.
- ▶ **Inmediatez.** La utilización de este método, permite actuar en aquel momento que se precise.
- ▶ **Ecológico.** Menores impactos que otros tipos de dragados. No presenta impactos (solo ligeras molestias) ni en la fauna ni en la vegetación, aunque puede presentar impactos erosivos.



- ▶ Viabilidad. Se puede ejecutar en las condiciones actuales del río.

Sin embargo, el dragar todos los sedimentos de estas zonas hasta el lecho del río, puede suponer una serie de inconvenientes, elevado volumen de material extraído, alto coste de la operación, mayor duración de los trabajos, que podrían reducirse si se reduce el nivel de sedimentos a dragar, como así ocurre en el método denominado *Extracción mecanizada del Nenúfar mejicano sin vaciado de los azudes*.

7.2.5.3.2 Dragado de succión

Se realiza desde una embarcación, pontona o máquina anfibia equipada con una pluma en cuyo extremo se monta una cabeza cortadora para disgregar el sedimento y facilitar su mezcla con el agua. A continuación, una bomba de succión impulsa la mezcla agua-sedimento hasta el exterior, donde se retira mediante barcazas de transporte o mediante tubería fuera del cauce del río, generalmente a una balsa, a las márgenes del cauce o en algunos casos a otras zonas del río, donde posteriormente el agua acaba volviendo al río.

El rendimiento suele estar en torno a 6 - 8m³ de agua por cada m³ de sedimento movilizado.

Sin embargo, y en nuestra situación, no podemos dejar que ese agua vuelva libremente al río, ya que puede contener restos de nenúfar con lo que podríamos estar provocando un efecto más perjudicial y servir como vector de expansión de esta especie.

Para poder utilizar este tipo de dragado, deberíamos disponer de una balsa de vertidos donde estuviera asegurada la eliminación del agua absorbida sin que esta pudiese arrastrar restos de planta al río.

Finalmente, y actualmente, no se conoce como se comportaría este tipo de maquinaria al tener que cortar y aspirar el gran volumen de planta que se generaría en esta actuación, pudiéndose producir constantemente el embozamiento de la maquinaria, lo que no la haría operativa.

Impacto negativo en nayades, debiéndose estudiar si existen medidas correctoras para su protección.



Draga de succión cortadora



Draga de succión con envío libre del material dragado



Draga de succión trabajando con bombeo encauzado del material dragado.



a) Análisis de eficacia.

Consideramos este sistema **NO EFICAZ**, debido a que se desconoce su comportamiento frente a la absorción del nenúfar mejicano, pudiéndose provocar el taponamiento del equipo de succión de la máquina, así mismo la necesidad de una zona de embalsado del agua utilizada hace inviable la operativa.

Por todo ello, **descartamos la utilización de este sistema** aunque consideramos que sería conveniente probarlo en alguna zona donde se pueda realizar el vertido del material con seguridad.



7.2.6. Extracción mecanizada de la primera capa de lodos.

7.2.6.1 Extracción mecanizada del Nenúfar mejicano con vaciado de los azudes.

a) Descripción de los procedimientos.

- **Procedimiento.**

El primer paso, sería el vaciado de los dos azudes, que como ya se ha indicado en el apartado 3.2.4. *Desecaciones periódicas de los azudes* actualmente es inviable, por lo que se necesitaría llevar a cabo una serie de obras en ambos azudes que permitiera su vaciado. Ver propuestas actuaciones en el apartado “*Alternativas para el vaciado de los azudes de La Pesquera y La Granadilla en Badajoz*”

La operativa es similar a la realizada en la descrita como *Dragado total previo vaciado del azud*. Sin embargo, en esta actuación solamente se extraería el nenúfar, llegándose a una profundidad máxima de extracción de lodos de entre 30 y 40 cms, ya que según diferentes estudios la profundidad máxima a la que se entierra esta planta es de 30 cms. Se trataría de actuar en todo el cauce del río en las diferentes zonas con existencia de nenúfar mediante la utilización de maquinaria de obras públicas.

- *Metodología:*

Apertura del Azud de La Granadilla y desembalse del mismo.

Prospección de las orillas y zonas desecadas previamente a las labores de extracción con el objeto de recuperar las náyades autóctonas que se hayan quedado fuera de la lámina de agua, y posterior suelta de las mismas en zonas donde no se vaya a actuar.

Saca del nenúfar mejicano con lodos, mediante el uso de maquinaria pesada, retroexcavador.

Depósito en zonas de acopio: el material extraído (plantas de nenúfar y lodos) se acopiará in situ, en aquellas zonas en que se factible, por ejemplo, en la margen derecha del río en la zona 3, debiéndose buscar zonas de acopio habilitadas para ello, en otras zonas que no dispongan de esa posibilidad, por ejemplo, como ocurre en la zona 2 de este estudio, donde los márgenes del río están ocupadas en su gran mayoría por zonas ajardinadas y con usos recreativos.

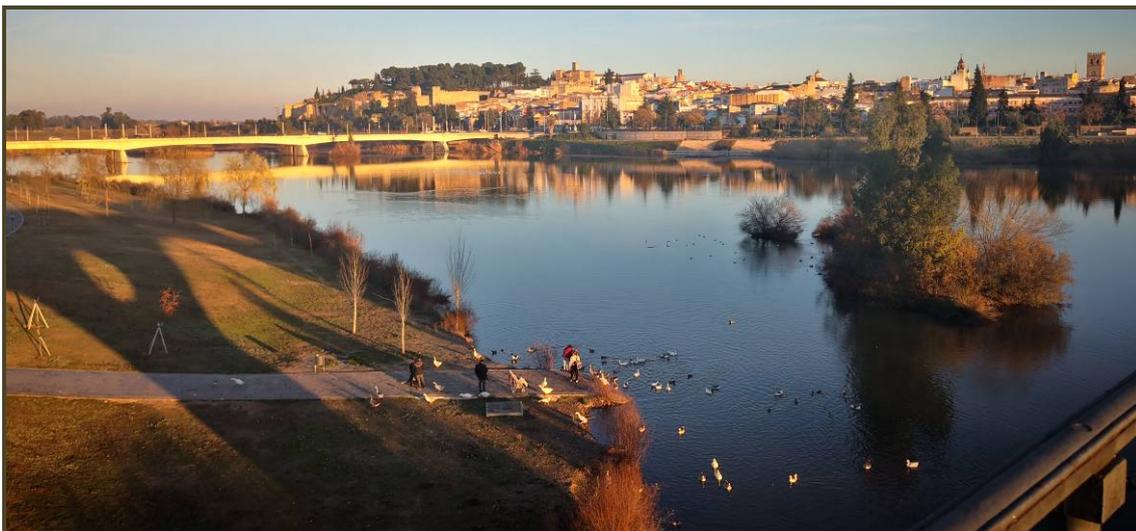


Imagen del Parque de Badajoz situado en la margen derecha del río Guadiana

Acondicionamiento de las zonas de acopio: extendido de lodos y plantas de nenúfar mejicano mediante el uso de un tractor con gradas.

Es muy importante, actuar en toda la mancha existente del nenúfar al objeto de eliminar la posibilidad de una nueva invasión por transferencia de plantas cercanas.

Se considera muy probable que quede algún resto de rizoma en la zona limpiada, por lo que es necesario tener planificada una segunda actuación que elimine toda aquella planta que haya podido quedar.



Extracción mecánica de nenúfar mejicano realizada por C.H.G. en 2.017



- **Medios a emplearse.**

Retroexcavadora de cadenas o de ruedas. La distancia del brazo dependerá de cómo se encuentre la zona de trabajo, estado del suelo, presencia de agua, siendo aconsejables retroexcavadoras con brazos de al menos 9 metros, ya que nos permite trabajar en un mayor número de situaciones y se facilita la carga de los camiones.

Camión para el transporte del material extraído.

Tractor con gradas de disco, para el acondicionamiento de las zonas de acopio.

Cuadrilla de operarios formada por 3 operarios a pie de obra durante las tareas de extracción de planta, para la recogida náyades y su traslado a hábitats propicias para ellas, y técnico supervisor de los trabajos.

- **Época de los trabajos.**

La realización de estos trabajos puede efectuarse en cualquier época del año, siendo la mejor época operativamente hablando para su realización desde finales de primavera a principios de otoño, que corresponde con la época donde menor cantidad de precipitación se produce.

Sin embargo, existen condicionantes que limitan la época de actuación, como los ecológicos los cuales limitan las actuaciones e impiden que se realicen durante la época de cría de las especies de aves inventariadas en estas áreas protegidas (15 de marzo a 15 de julio). Así mismo, la existencia de una concesión para el riego Comunidad de Regantes Rincón de Caya limitaría su uso aproximadamente entre los meses de mayo a octubre.

b) Análisis de potenciales impactos y riesgos ambientales.

Los potenciales impactos y riesgos ambientales, son los mismos que los indicados para el dragado total previo vaciado del azud, si bien en este caso, su intensidad va a ser mucho menor, ya que como se ha indicado, en esta actuación solo se actuará en la capa superficial de los sedimentos, por lo que el volumen de material extraído va a ser mucho menor.



La reducción del volumen de material extraído, provocaría la reducción de los riesgos de erosión del cauce del río y de las orillas, minimizaría el impacto que se pudiera producir por las irregularidades que se van a crear en el fondo del cauce y reduciría el tiempo de trabajo.

Aunque sin embargo, estas irregularidades creadas en el lecho del río, podrían resultar positivas, ya que debido a los aportes continuos de sedimentos que se producen en el río de forma natural o por los trabajos agrícolas, la ictiofauna, se ve afectada, de la colmatación de sedimentos en las pozas, y a la disminución de la complejidad del sustrato por acumulación de sedimentos finos (Richard y Host, 1993; Wood y Armitage 1997). Mediante estos trabajos el fondo del río podría tener un estado más natural, al tiempo que se elimina el nenúfar.

Así mismo, esta reducción en el tiempo de ejecución de la obra, reduciría los impactos que se pudieran producir por mantener el azud vacío y los efectos que pudiera provocar la maquinaria empleada.

c) Análisis de eficacia.

Se considera que sería la actuación más **EFICAZ** al actuarse en toda la superficie ocupada por el nenúfar mejicano, y extraerse todas las raíces y los lodos donde se encuentran.

7.2.6.2 Extracción mecanizada del Nenúfar mejicano con vaciado parcial de los azudes.

a) Descripción de los procedimientos.

En esta operativa No se modificarían los azudes, por lo cual el resultado sería un vaciado parcial del azud de La Granadilla, ya que como se ha explicado anteriormente, con el tipo de desagüe del que dispone este azud, no podría vaciarse totalmente.

La ejecución de la operativa sería similar a la descrita anteriormente *Extracción mecanizada del Nenúfar mejicano con vaciado de los azudes*, en la cual, mediante el empleo de una retroexcavadora, solamente se extraería el nenúfar con los lodos donde se asienta, llegándose a una profundidad máxima de extracción de lodos de entre 30 y 40 ms.

En este caso y dado que no se va a poder vaciar en su totalidad el azud, el descenso en la cota del agua sería de aproximadamente un metro y estaría sujeto a las crecidas que pudiese haber por las lluvias, por lo que solamente quedarían sin agua parte de las orillas, con lo que la actuación, se reduciría a actuar con la maquinaria desde las orillas, siendo imposible acceder al resto de nenúfar con este tipo de maquinaria.

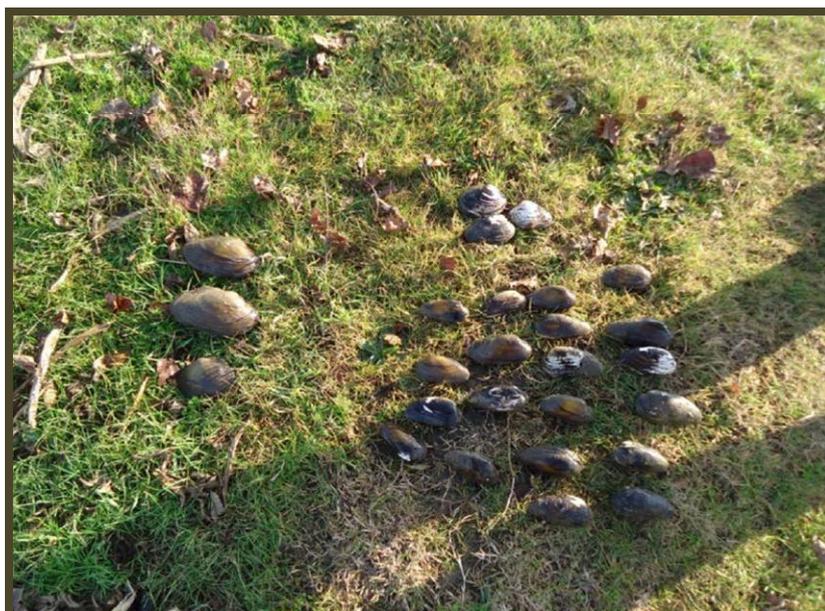


Aspecto de la margen izquierda tras el primer desembalse trabajos C.H.G. (23/01/2017)

b) Análisis de eficacia.

Se considera que la actuación sería **NO EFICAZ**, ya que como se ha explicado, con este método no se actúa sobre manchas de nenúfar del interior a las que no se puede acceder, así mismo, se debe tener en cuenta, la dificultad que se tendría para acceder al río en algunas zonas, especialmente toda la zona 2 objeto de estudio, donde las márgenes del río están acondicionadas como parque o paseo fluvial.

Queremos destacar que entre enero y febrero de 2017, la Confederación Hidrográfica del Guadiana hizo una prueba piloto ejecutando este método en el Azud de La Granadilla, no habiendo sido satisfactorios los resultados, y proponiendo en sus conclusiones el estudio de otros métodos.



Náyades recuperadas de la zona de extracción en los trabajos de C.H.G. de erradicación del Nenúfar mejicano (30/01/2017)



7.2.6.3 Extracción mecanizada del Nenúfar mejicano sin vaciado de los azudes.

El procedimiento de actuación, es similar al del dragado del río cuando el azud se encuentra lleno de agua. Ver apartado *Dragados continuos con el Azud lleno*, si bien la diferencia radica, que en este procedimiento el objetivo es extraer solamente el nenúfar existente, por lo que solamente se va excavar hasta aproximadamente los 30 - 40 primeros centímetros del fondo del río.

Para ello, se propone la utilización igual que para el dragado, de dragas anfibias, estas máquinas como se explica en el apartado dragado del río, por su amplia versatilidad nos van a permitir trabajar en todas las zonas del río.

Como ya se ha indicado, se trabaja con la pala de la máquina del mismo modo que se trabajaría con una retroexcavadora convencional, pero estacionada en el agua. El material extraído se carga en una barcaza o en un pontón, y se lleva o arrastra a la orilla por una embarcación a motor, donde los pontones son descargados por una grúa o una retroexcavadora y el material extraído transportado a vertedero mediante camiones.

En esta operativa se actuaría de una forma mucho menos agresiva sobre el fondo del río que si se realiza un dragado total hasta el fondo del mismo, por lo que se reducirían los tiempos y el volumen de trabajo, y por tanto se reducirían todos aquellos impactos provocados por la maquinaria y por los propios trabajos, como pudieran ser ruidos, turbidez del agua, etc.

Esta reducción del material a extraer provoca así mismo una reducción en los costes económicos de la operación, en comparación de la alternativa de retirar todos los lodos. Además, también se puede conseguir la eliminación del nenúfar en menos tiempo.

En referencia a su eficacia respecto a la erradicación del nenúfar mejicano, se considera que la extracción de los sedimentos a las profundidades establecidas en este método debería dar buenos resultados, siempre que se actúe sobre la totalidad de la superficie ocupada por el nenúfar y se logren eliminar todos los rizomas, dado su rápido crecimiento y su facilidad para expandirse de forma asexual.

Un inconveniente que podría plantear, es que al no extraerse todos los lodos sino solo la capa en la que se encuentran los bulbos, con el tiempo los lodos que se dejan puedan volver a ser colonizados por el nenúfar mejicano por lo que la actuación debe ser repetida de forma periódica.



Otro inconveniente, es que la recuperación de los bivalvos va a resultar más difícil al tenerse que realizar en el material ya extraído, aspecto este observado en los trabajos de extracción mecanizada del nenúfar mejicano en el tramo urbano del río Guadiana en Badajoz. Es más fácil que los operarios los recojan de la superficie del suelo una vez desecado el azud, en la cual los operarios los van viendo y recogiendo según van recorriendo el cauce del río, que tener que rebuscarlos en la masa de lodo y nenúfar que se va a ir extrayendo en este tipo de actuación.



Anfibio marca Truco extrayendo de forma mecanizada una mancha de nenúfar.

Debido a este poder expansivo y a su dificultad de erradicación, se hace complejo que se pueda erradicar en una sola actuación, por eso se considera necesario, tener prevista una posterior vigilancia de la zona, y actuar de forma rápida si se observa algún rebrote de la planta. Hay que indicar que este método (no se vacía el azud de agua) y dadas las características de la maquinaria a emplearse, nos permitiría actuar inmediatamente si se precisase en cualquier momento volver a repetir las operaciones.



a) **Análisis de eficacia.**

Al igual que se describió en el apartado *Dragados continuos con el azud lleno*, este tipo de actuación se considera **EFICAZ**, ya que permite actuar en toda la superficie ocupada por el nenúfar y extraerlo de raíz.

7.2.7. Extracción selectiva de rizomas con embarcación.

Este procedimiento sería semejante en cuanto a su actuación a los detallados en los apartados *Dragados continuos con el Azud Lleno* o *Extracción mecanizada del nenúfar mejicano sin vaciado de los azudes*. La operativa consistiría en extraer única y exclusivamente el nenúfar mejicano, sin extraer ningún lodo.

Para ello se utilizarían embarcaciones o maquinaria anfibia dotada de una retroexcavadora, la cual trabajaría como una retroexcavadora convencional, con la diferencia del tipo de cazo a utilizarse. En este caso, tendríamos dos opciones, o bien utilizar un rastrillo de tal forma que cuando la máquina introduzca este apero en el lecho del río, solo arranque el nenúfar dejando que el lodo del fondo del río se escape entre la rejilla quedando nuevamente en el río, o bien un cazo dotado con agujeros por el que se irían parte del agua y algo de los lodos.



Modelo de cazo usado por las máquinas anfibas de la marca Truxor

A fin de acabar de retirar todos los lodos, una vez extraída la planta del fondo del río y con el cazo ya en la superficie del río, el maquinista mueve el cazo el rastrillo sobre la superficie del agua intentando quitar el resto de lodos.

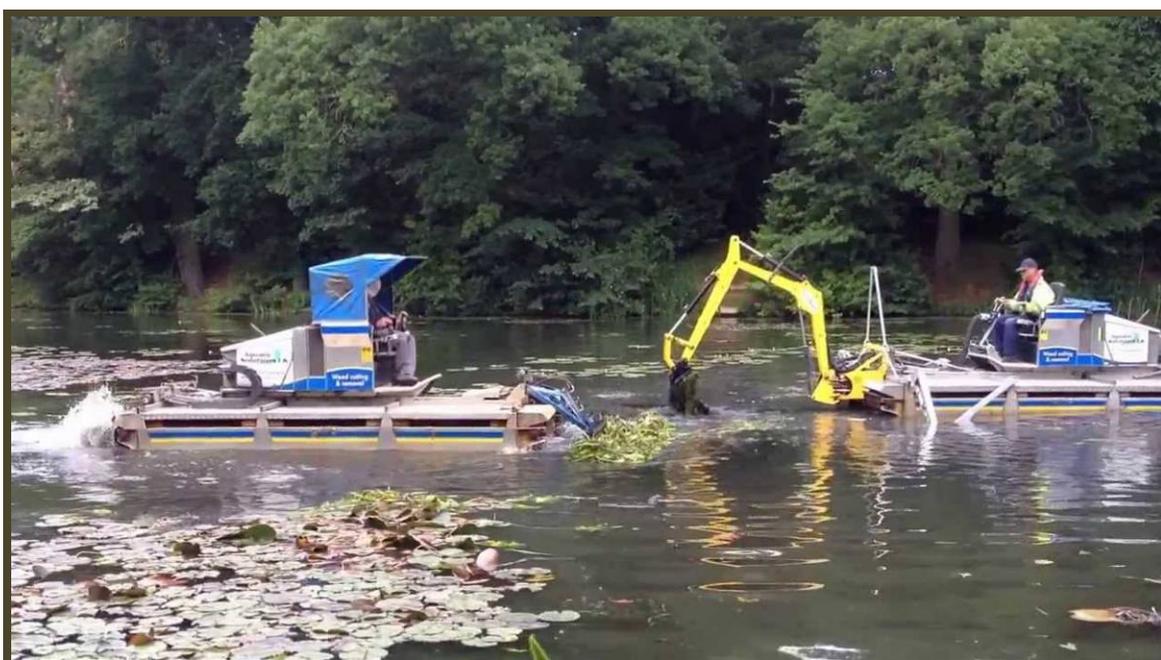


Finalmente, el maquinista deja flotando el nenúfar extraído para que se acabe de limpiar el lodo y otro anfíbio que dispone de una rejilla frontal o rastrillo de limpieza lo retira del agua y lo saca de la orilla, lejos del borde de las aguas.



Diferentes modelos de rejillas frontales para el transporte del nenúfar u otro tipo de plantas.

Con esta operativa, se busca sacar la planta dejando los lodos en el río. Si bien, hay que reseñar, que aunque no se saquen fuera del río los lodos, se va a producir una remoción de los mismos, y un desplazamiento de estos tanto por la propia actuación de extracción de la planta como por las diferentes operaciones de limpieza. Así mismo, estos procesos de limpieza van a provocar un aumento en la turbidez del agua mucho mayores que las otras operativas, tanto en intensidad como en superficie, ya que, al limpiar primero y arrastrar después, los lodos van a quedar en suspensión y van a ser arrastrados por el agua a otras zonas del río.



Trabajos de extracción de nenúfar con limpieza en superficie y posterior empuje de restos.



a) Análisis de eficacia.

Consideramos que esta actuación tal y como se plantea, **NO es EFICAZ**, ya que la retirada del nenúfar mejicano con un rastrillo provocaría que la planta se partiera y se disgregara por el agua, lo que podría resultar más perjudicial que beneficioso, ya que como se ha indicado, esta planta se reproduce principalmente de forma asexual.

Si en lugar del rastrillo, utilizamos el cazo de la imagen anterior, y lavamos la planta y luego la transportamos, se reduciría la posibilidad que la planta se partiese en el momento de la extracción, pero al tenerla que luego lavar en la superficie estaríamos soltando con el lodo trozos de planta al río, así mismo, todas estas operaciones que se tienen que realizar para quitar el lodo de la planta hacen que esta actuación **NO se considere EFICAZ**.

Hay que tener en cuenta, que empresas especialistas en la eliminación del nenúfar como Aquatic Solutions UK, realizan la extracción del nenúfar junto con los lodos en los que está enraizada la planta, operación que en este informe se define como *Extracción mecanizada del nenúfar mejicano sin vaciado de los azudes*.



Imágenes de la extracción, transporte y apilado de nenúfar utilizando un anfibio marca Truxor donde se puede observar la retirada de lodos junto con la planta, folleto informativo Water Lily Control empresa Aquatic Soutlions UK



7.3. MÉTODOS QUÍMICOS DE ELIMINACIÓN Y DIFERENTES PROCEDIMIENTOS DE APLICACIÓN.

7.3.1. Tratamientos con productos químicos

7.3.1.1. Tratamientos con productos químicos con el azud lleno de agua.

a) Descripción de los procedimientos.

- **Procedimientos.**

Realización de tratamientos fitosanitarios puntuales sobre las manchas de nenúfar mejicano presentes en el río.

El tratamiento fitosanitario se realizaría desde embarcaciones aplicándose el producto directamente sobre las hojas del nenúfar mejicano que se encuentran flotando sobre la superficie del río, ya que es la única parte de la planta que sobresale del agua, y puntualmente a pie desde las orillas, en aquellos casos que fuera factible el acceso de los operarios.

Esta aplicación se realizará mediante equipos de tratamiento, si bien en pequeños rodales y con el fin de restringir el tratamiento, se podría aplicar directamente en las hojas del nenúfar mediante un pincel.

- **Medios a emplearse.**

Los medios a emplear estarían conformados por un equipo de tratamiento compuesto por una embarcación, 1 patrón de embarcación y 2 operarios con carnet de aplicador/manipulador de productos fitosanitarios. La maquinaria a emplear puede ser variada, en función de los medios de los cuales se disponga, pudiéndose utilizar desde mochilas manuales pulverizadoras a maquinaria de tratamiento fitosanitario motorizada. Sin embargo, y para este segundo caso, debemos tener en cuenta que el trabajo se va a realizar en el agua y sobre embarcaciones.



- Época de tratamiento.

Primavera. Es mejor tratar la mayoría de la vegetación acuática al inicio de la temporada de crecimiento, cuando la planta está creciendo rápidamente.

- Productos fitosanitarios.

El nenúfar mejicano (*Nymphaea mexicana*) es una planta rizomatosa, que permanece anclada al lecho fluvial. Su reproducción puede ser por semillas o de forma vegetativa. La única parte visible de la planta son sus grandes hojas que flotan en la superficie del agua.

Por la tipología y estructura de la planta, el tipo de herbicida a emplear que se considera más idóneo es un herbicida foliar sistémico, aplicándolo sobre la hoja, que es la única parte de la planta que sobresale del agua. De esta forma, el producto es absorbido por la hoja y la savia lo traslada hasta la raíz de la misma para intentar que la totalidad de la planta muera.

Existen diferentes estudios que nos indican la existencia de productos fitosanitarios que son eficaces contra el Nenúfar mejicano. A continuación, se describe de forma resumida dichos productos:

► Según el Department of Wildlife & Fisheries Sciences Texas A&M AgriLife Extension Service, los ingredientes activos que han tenido éxito en el tratamiento de esta planta incluyen:

- 2,4-D (Clasificación: Excelente)
- Endothall (Clasificado: Bueno)
- Triclopir (Clasificación: Excelente)
- Glifosato (Clasificado: Bueno)
- Imazamox (Clasificado: Bueno)
- Fluridona (Clasificación: Excelente)
- Penoxsulam (Clasificado: Bueno)

Estas calificaciones se basan en los ensayos de herbicidas acuáticos del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE. UU.

Sin embargo, debemos tener en cuenta su posible utilización en España (si se encuentra registrado) y la catalogación de estas sustancias en referencia a su toxicidad.



1) 2,4-D

Los compuestos 2,4-D son herbicidas sistémicos. Los herbicidas sistémicos se absorben y se mueven dentro de la planta al sitio de acción. Los herbicidas sistémicos tienden a actuar más lentamente que los herbicidas de contacto.

En el registro del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación aparecen tres tipos de 2,4-D:

- 2,4-D
- 2,4-D ácido
- 2,4-DB

2,4 D que aparece en el registro de productos fitosanitarios de España es un formulado que incluye en su composición una mezcla de 2,4-D al 30% y Florasulam al 0,625%. La única marca comercial es Elegante, y está autorizado para su uso en cebada y trigo contra dicotiledóneas.

También existe un 2,4-D ácido formulado en mezclas con otras materias activas herbicidas como glifosato, bromoxinil, floroxypir, etc... algunos se formulan exclusivamente con 2,4-D como sustancia activa. Usos (dependiendo de las formulaciones concretas): caña de azúcar, cereales de invierno, césped, espárragos, maíz, sorgo, terrenos agrícolas (tratamientos en presiembra), almendro, avellano, castaño, naranjo, sandía

En cualquier caso, todos incluyen la frase SPe 3: "Para proteger los organismos acuáticos, respétese sin tratar una banda de seguridad de 5 m. hasta las masas de agua superficial"

Algunos formulados, además incluyen las indicaciones de peligro siguientes:

H410 "Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos duraderos."

H411 "Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos duraderos."

H412- "Nocivo para los organismos acuáticos, con efectos duraderos."

Marcas comerciales: Gentes, Kyleo, Fast fruit max, Buctril universal, Floranid doble acción,

2,4-DB, con uso en alfalfa, esparceta, tréboles y loto, se formula con 2,4-DB al 40% (sal sódica) Incluye la indicación de peligro H411 "Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos duraderos"

Marca comercial Embutone



2) Endotal (o Endothall)

Las sales dipotásicas del endothall vienen en forma líquida y granular. Puede mezclarse con compuestos de cobre para una mayor efectividad. Los herbicidas de contacto actúan rápidamente y matan todas las células vegetales con las que entran en contacto.

Las sales de alquil amina de endothall vienen en forma líquida y granular. Es un herbicida de contacto.

Es un herbicida empleado en plantas acuáticas. En España no está registrado ningún producto con esta sustancia activa y además está excluido de la lista comunitaria de sustancias activas por no haber sido defendido por ninguna casa comercial.

3) Triclorpir

La formulación líquida de triclorpir es un herbicida sistémico de hoja ancha selectiva. Los herbicidas sistémicos se absorben y se mueven dentro de la planta al sitio de acción. Los herbicidas sistémicos tienden a actuar más lentamente que los herbicidas de contacto. Un surfactante registrado acuáticamente mejorará la efectividad del triclorpir.

Aparecen en el registro español dos tipos de Triclorpir:

- Triclorpir
- Triclorpir ácido

Como única materia activa o como mezcla de diferentes sustancias activas como el 2,4-D, Clopiralida o Fluroxipir.

Usos: Albaricoquero, mandarino, manzano, naranjo, peral ... praderas, áreas no cultivadas y explotaciones forestales. También en bordes de carreteras, caminos, cortafuegos, etc...

Algunos formulados incluyen la frase de indicación de peligro:

H410 "Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos duraderos."

Todos incluyen la frase: Spe3: Para proteger a los organismos acuáticos, respétese sin tratar una banda de seguridad de 5 m hasta las masas de agua superficial.

Marcas comerciales: Maxim, Genoxone zx, Tordón star.



El triclorpir ácido se comercializa como única sustancia activa al 10% y en mezcla con penoxsulam. En el primer caso, y con el nombre comercial de Topper, se utiliza como regulador del crecimiento en limonero, mandarino y naranjo.

Incluye la frase SP1: "No contaminar el agua con el producto ni con su envase"

En el segundo caso, comercializado como Pindar, *está autorizado su uso en arroz como herbicida de postemergencia*. Incluye la indicación de peligro H410 "Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos duraderos."

También incluye las frases:

Spe2: "Para proteger las aguas subterráneas, no aplicar en suelos arenosos." Y la frase

Spe3: "Para proteger los organismos acuáticos respétese una banda de seguridad 5 m hasta las masas de agua superficial."

4) Glifosato

Las formulaciones líquidas de glifosato han sido efectivas en nenúfares. Es un amplio espectro, herbicida sistémico. Los herbicidas sistémicos se absorben y se mueven dentro de la planta al sitio de acción. Los herbicidas sistémicos tienden a actuar más lentamente que los herbicidas de contacto. Deberá agregarse un surfactante registrado acuáticamente (vea la etiqueta) a la solución de glifosato para obtener buenos resultados.

Se comercializa en formulaciones en las que es única materia activa en múltiples concentraciones, así como en formulaciones en las que se combina con otros herbicidas, como: 2,4-D, Diflufenican, diquat, flazasulfurón, Oxifluorfén...Dependiendo de su presentación, su uso está autorizado en todas las especies vegetales como herbicida para malas hierbas anuales, así como en márgenes de acequias y de cultivos, canales de riego, áreas no cultivadas, caminos, etc.

Según formulados, incluye la indicación de peligro H410 o H411

H410 "Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos duraderos."

H411 "Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos duraderos."

Algunos formulados solo las frases:

Sp1 "No contaminar el agua con el producto ni con su envase"

Spe3 "Para proteger los organismos acuáticos, respétese sin tratar una banda de seguridad de 5 m hasta las masas de agua superficial"



Múltiples marcas comerciales: Roundup (con diferentes tipificaciones), Super sting, Kyleo, Siroco, Chikara dúo, Verdys...

5) Imazamox

Imazamox es un herbicida sistémico de amplio espectro. Los herbicidas sistémicos se absorben y se mueven dentro de la planta al sitio de acción. Los herbicidas sistémicos tienden a actuar más lentamente que los herbicidas de contacto. Se necesita un surfactante registrado acuáticamente para la aplicación.

Se comercializa en España bien como única sustancia activa del formulado o bien en mezclas con Bentazona, Pendimetalina y metazacloro.

Como única sustancia activa, con los nombres comerciales de Pulsar 40 y Listego, está autorizado para girasol, alfalfa, adormidera, arroz,

Según la formulación incluye la indicación de peligro H410

H410- "Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos duraderos."

En el resto de los casos, solo la frase:

Spe3- "Para proteger los organismos acuáticos, respétese sin tratar una banda de seguridad de 5 m hasta las masas de agua superficiales."

En mezclas, hay diferentes marcas comerciales, como Corum, Cleranda, Mutual,

Usos autorizados: Alfalfa, judías, soja, colza, guisantes.

Todos incluyen la indicación de peligro H410

H410- "Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos duraderos."

Así como la frase:

Spe3- "Para proteger los organismos acuáticos, respétese sin tratar una banda de seguridad de 5 m hasta las masas de agua superficiales."

6) **Fluridone (o Fluridona)**

La fluridona es un herbicida sistémico de amplio espectro. Los herbicidas sistémicos se absorben y se mueven dentro de la planta al sitio de acción. Los herbicidas sistémicos tienden a actuar más lentamente que los herbicidas de contacto.

No se aprobó su uso en Europa.



7) Penoxsulam

Penoxsulam es un herbicida sistémico de amplio espectro. Los herbicidas sistémicos se absorben y se mueven dentro de la planta al sitio de acción. Los herbicidas sistémicos tienden a actuar más lentamente que los herbicidas de contacto. Puede rociarse directamente sobre plantas emergentes o aplicarse directamente en el agua. **Penoxsulam no debe aplicarse en áreas donde se diluirá rápidamente.** Este herbicida necesitará un surfactante registrado para aplicaciones de sedimentos de hojas y expuestos.

En España están registradas diferentes formulaciones de Penoxsulam, bien como única materia activa o bien en mezclas con Florasulam, Orizalina, Cihalofop-butil o Tricolpir.

Como única materia activa se comercializa con la marca Viper, con uso autorizado en arroz y adormidera, así como en diferentes cultivos leñosos.

Aparece con la indicación de peligro H410

H410 “- Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos duraderos”

En sus diferentes mezclas se comercializa con los nombres comerciales de Ruedo, Elan, Viper máx y Pindar.

Con usos en arroz, olivo, cítricos y vid.

En todos los casos con la indicación de peligro H410

H410 “- Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos duraderos”

► En base a diferentes estudios o pruebas piloto realizados por la Confederación Hidrográfica del Guadiana.

- Estudio realizado en 2.012, se comprueba que utilizando el herbicida Spasor Plus (glifosato), cuyo periodo de total absorción sistémica por la planta es de 36 horas posteriores a su aplicación, con una concentración del 1,88%, produce la muerte en una semana de la parte aérea de la planta. Se considera, que el herbicida al ser sistémico, también ha afectado a su sistema radicular, dejándolo seco, si bien, este último dato, no se pudo comprobar en el ensayo.
- Estudio realizado en 2.017 con la aprobación de la Dirección General de Medio Ambiente de la Junta de Extremadura.



Dentro de los herbicidas foliares sistémicos, se seleccionaron un glifosato cuya formulación es a base de Sal potásica (glifosato Roundup Ultimate, nº de registro 25.441) y un herbicida registrado como sulfosato cuya formulación es a base de Sal amónica (Touchdown Premium nº de registro 25.428).

Los valores límite en concentración de plaguicidas totales adoptados por la CHG para la masa de agua afectada por la presencia de nenúfar mejicano fueron de 1 µg/l y 5 µg/l, optándose para los ensayos por la opción más restrictiva (límite objetivo 1 µg/l).

Dentro de los herbicidas foliares sistémicos, se seleccionaron para esta prueba piloto 2 diferentes, Glifosato y Sulfosato, atendiendo a sus respectivas características. Se trata de 2 herbicidas pertenecientes a la familia de las Glicinas, cuyo principio activo es el Glifosato (N-fosfometil-glicina), y su modo de acción es a través de la inhibición competitiva de la enzima cloroplástica EPSPS, impidiendo la biosíntesis de fenilalanina, tirosina y triptófano, los cuales son precursores de importantes metabolitos secundarios como lignina, flavonoides, alcaloides, ácidos benzoicos y fitohormonas.

En este protocolo, se desestimaron, por su mayor toxicidad y/o menor capacidad de traslocación a través de la planta, otros herbicidas sistémicos compuestos por diferentes principios o materias activas tales como 2,4-D, MCPA, Glufosinato, Fluroxipir, Picloram, etc.

El glifosato y el sulfosato (herbicida formulado a partir de este principio activo) son dos herbicidas sistémicos de acción total no selectivos, lo que significa que tienen efectos sobre la mayor parte de las especies de plantas verdes. Se trata de herbicidas de absorción foliar, fundamentalmente de postemergencia y no residual, que se caracterizan por su buena traslocación, alta actividad, amplio campo de acción y capacidad de control de órganos de reproducción subterráneos. Se inactivan al tomar contacto con el suelo, siendo degradados posteriormente, no siendo absorbidos por las raíces.

Cuando el producto se pulveriza sobre las hojas o tallos verdes, es absorbido por la planta, y luego circula a través de sus tejidos. Una vez dentro de la planta, el glifosato inhibe la actividad de una enzima (enzima 5-enolpiruvilsikimato-3-fosfato sintasa –EPSPS-), que impide la fabricación de ciertos aminoácidos esenciales para el crecimiento y vida de esa planta. A pocos días de la aplicación, la planta se marchita y se vuelve amarilla. Luego, a medida que su tejido se deteriora, ésta se vuelve marrón. Al mismo tiempo, las raíces subterráneas de la planta comienzan a descomponerse. Finalmente, toda la planta muere, siendo incapaz de rebrotar y recuperarse.



Aplicación en prueba piloto de fitocida (Spansor Plus) sobre el rodal de nenúfar mejicano

Las formulaciones herbicidas a base del principio activo glifosato han reemplazado, en muchos casos, el uso extendido de otros herbicidas, reconocidamente más problemáticos desde el punto de vista toxicológico y con persistencia en el medio ambiente. El principio activo glifosato se provee en varias formulaciones para diferentes usos: Sal amónica, Sal potásica, Sal isopropilamina, Sal sódica, Sal trimetilsulfonio o Glifosato ácido. Dentro de las diferentes formulaciones existentes, se seleccionaron 2 de ellas como las más idóneas para utilizar en este tipo de tratamiento, un glifosato cuya formulación es a base de Sal potásica (glifosato Roundup Ultimate) y un herbicida registrado como sulfosato (formulado a partir del glifosato como principio activo) cuya formulación es a base de Sal amónica (Touchdown Premium).

En cuanto a la toxicología, ambos herbicidas están clasificados por el Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social como producto no tóxico en cuanto a la seguridad del aplicador, y como un producto de baja toxicidad para la fauna terrestre y la fauna acuática. (*)

Se aplicará el producto con mochila pulverizadora de 15 litros con 2,5% de dosificación de producto en el caso de Roundup Ultimate y de 3,5% de dosificación para Touchdown Premium.

✘ Dosis empleada Roundup Ultimate para aplicación con mochila (15 litros):

Puesto que se recomienda aplicar el producto lo más concentrado posible, se estima conveniente emplear un volumen de caldo de 200 l/ha (según tabla suministrada por el fabricante).



El nenúfar mejicano se considera una planta acuática perenne, por tanto dentro de la clasificación establecida por el fabricante se agrupa dentro de las perennes desarrolladas, por lo que a un volumen de caldo de 200 l/ha, la dosis de Roundup Ultimate a emplear en una mochila de 15 litros oscilará entre 335-485 cc.

Si se estima una dosificación de producto de 2,5%, en una mochila de 15 litros se emplearán 375 cc de "Roundup Ultimate", ajustándose la dosis a la recomendada por el fabricante.

✘ Dosis a emplear de Touchdown Premium

Según el fabricante, se recomienda aplicar el producto lo más concentrado posible para aumentar su eficacia, usando normalmente volúmenes de caldo de 200-400 l/ha para aplicación con mochila.

La dosis de aplicación recomendada según fabricante de "Touchdown Premium" según tipo de tratamiento:

Si se agrupa la planta dentro de las perennes según la clasificación establecida por el fabricante, para un volumen de caldo medio de 200 l/ha, la dosis a emplear en una mochila de 15 litros oscilaría entre 45-28 cc/litro, lo que supone un total de 675-420 cc de Touchdown Premium por mochila.

Si se estima una dosificación de producto de 3,5%, en una mochila de 15 litros se emplearán 525 cc de "Touchdown Premium", ajustándose la dosis a la recomendada por el fabricante.

(*) Ambos productos Roundup ultimate y Touchdown Premiun, figuran en el registro del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación **autorizados en tratamiento de márgenes de acequias y en canales de riego**, con la indicación de peligro H411 Tóxico para organismos acuáticos, con efectos duraderos, en la clase y categoría de peligro (medio ambiental) acuático crónico 2, y no aparece ninguna indicación en clase y categoría en peligro (Humana).

► Se ha de indicar que en la memoria del Centro de conservación de Especies dulceacuícolas de la Comunitat Valenciana, Balance de Actividades 2016, Servei de Vida Silvestre, Direcció General de Medi Natural i d'Avaluació Ambiental, Direcció General del Medio, se especifica "*En la Comunitat Valenciana fue detectada en la Albufera de Gaianes (Alicante) en el año 2010, procediéndose a su erradicación*". Esta erradicación se realizó utilizándose glifosato, hay que señalar que la mancha de nenúfar era muy pequeña.



b) Análisis de potenciales impactos y riesgos ambientales.

Desde que Rachel Carson publicara "La primavera silenciosa" en 1962, se ha estudiado y discutido mucho acerca del efecto de los productos fitosanitarios sobre el medio ambiente, y fundamentalmente sobre la biodiversidad. La solubilidad, toxicidad y persistencia de estos productos determinan su mayor o menor capacidad de dispersión en el medio. Asimismo, otras cualidades como su liposolubilidad determinan su capacidad para ascender en la cadena alimentaria por bioacumulación.

Es conocido a nivel global el efecto de los fitosanitarios sobre insectos silvestres como las abejas, abejorros, mariquitas o escarabajos. A su vez, la afección sobre estas especies afecta a los ecosistemas alterando las proporciones de las diversas especies, que pierden depredadores, presas o competidores.

Los restos de plaguicidas, una vez en las aguas generan contaminación pudiendo producir alteraciones en las comunidades bióticas que componen el medio acuático y provocando que el agua no sea apta para consumo humano, riego de cultivos, etc. según las concentraciones de estas sustancias que se alcancen. Es precisamente en el agua donde estos productos se vuelven más estables. Normalmente los plaguicidas son compuestos orgánicos que suelen resistir al proceso de biodegradación y en consecuencia se van acumulando progresivamente. Es entonces cuando se pueden producir fenómenos de bioacumulación si estos compuestos entran en la cadena trófica, ya que no se metabolizan y al ser solubles en grasas quedan almacenados en el tejido adiposo de los seres vivos. Además, pueden inducir cambios en las comunidades acuáticas, aumentando los taxones más resistentes. (Gómez D & Segura R. 2.007)

Un peligro con cualquier método de control químico es la posibilidad de un agotamiento del oxígeno después del tratamiento causado por la descomposición del material vegetal muerto. (Texas A&M, 2018).

c) Análisis de eficacia.

Se considera **EFICAZ** como se ha demostrado en diferentes estudios y pruebas realizadas.



7.2.6.1 Tratamientos con productos químicos con vaciado de los azudes.

Después de diferentes entrevistas y reuniones con distintos técnicos y colectivos, y dado que no existe ningún producto fitosanitario actualmente autorizado para ser utilizado en aguas corrientes, surgió la propuesta de la posibilidad de realizar tratamientos fitosanitarios en zonas previamente desecadas.

La operativa sería, vaciar el azud, o al menos aquellas zonas donde se fuese a tratar el nenúfar mejicano, y una vez sin agua, tratar la planta, manteniendo el azud o la zona vacía de agua, hasta pasado el plazo de seguridad de aplicación del producto.

Este tratamiento sería muy localizado, y se utilizaría personal con mochilas de tratamiento fitosanitario. Este personal gracias a la utilización de las mochilas aplicaría el producto casi al ras de la planta con lo que se evitarían procesos de deriva por viento.

Existen productos fitosanitarios autorizados para tratamientos en lugares como márgenes de acequias o canales de riego, o para cultivos como el arroz de arroz, por lo que entendemos que la situación una vez vaciado el azud sería similar.

Debemos indicar, que, al realizarse sin agua, no solamente se aplicaría en las hojas, sino también en todo el tallo de la planta, por lo que la efectividad mejoraría.

Los inconvenientes que presenta este método son principalmente:

- **Actualmente no se pueden realizar**, ya que no es factible vaciar los azudes, debiéndose ejecutar previamente aquellas obras que doten a los azudes de sistemas de desagüe óptimos.

- Las mejores épocas para realizar estos tratamientos serían primavera y verano, sin embargo por limitaciones ecológicas (nidificación de aves) y sociales (riegos) podría que no se pudiesen vaciar los azudes en dichas épocas debiéndose dejar los tratamientos para el otoño-invierno, lo que además de dificultar los tratamientos por existir riesgos de lluvias que los pudiesen condicionar, consideramos que estos tratamientos, en esa época de otoño-invierno podrían tener mucha menos efectividad o no ser eficaces. Hay que tener en cuenta, que debemos utilizar un producto fitosanitario sistémico y no de contacto, porque necesitamos que mueran los rizomas que permiten reproducirse a la planta y estos se encuentran enterrados en los lodos del fondo del río, por lo que con un herbicida de contacto no llegaríamos hasta ellos, lo que si haría un fitosanitario sistémico. Sin embargo, al utilizar el fitosanitario sistémico,



debemos asegurarnos que la planta se encuentre activa en la época de tratamiento, para que la sabia en su circular pueda hacer llegar hasta los rizomas de la planta el producto que le hemos aplicado. Es por ello, que si los tratamientos se realizan en otoño-invierno, la planta puede encontrarse en un estado de letargo que haga ineficaz o muy poco eficaz el tratamiento.

- Dificultad de los operarios para moverse entre la planta en la realización de los tratamientos, por el lodo del suelo.

- Necesidad de consenso público para la realización de estos tratamientos.

- Actualmente no se conoce la efectividad de este tipo de actuación y además al no poderse aplicar en la época de mayor actividad vegetal se supone que es poco efectivo.

a) Análisis de la eficacia.

Se considera una actuación **NO EFICAZ**. Aunque si fuese posible el vaciado de los azudes se podría plantear la realización de ensayos puntuales de alguna zona para comprobar su operatividad, su efectividad y su impacto en el medio. Aunque como ya se ha indicado, antes de la realización de cualquier tipo de tratamiento a utilizarse, es necesario informar y buscar un consenso público, tanto con las diferentes administraciones, como con las asociaciones y colectivos ecologistas y ciudadanos, así como con instituciones técnicas como puede ser la universidad.

7.3.2. Tratamientos con herbicidas ecológicos.

No existen tratamientos herbicidas ecológicos contra el Nenúfar mejicano.

La Universidad de Extremadura (UEX) realizó un estudio de eficacia (no se realizó estudio toxicológico) para la obtención de un herbicida ecológico basado en aceite de tomillo contra el camalote (*Eichhornia crassipes* (mart.) Solms, que finalmente desembocó en una patente del producto.

Número de Solicitud: P201130234.

Título: COMPOSICIÓN HERBICIDA BIODEGRADABLE

Solicitante: [UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA](#).

Nacionalidad solicitante: España.

Inventor/es: RUIZ TÉLLEZ, Trinidad, SÁNCHEZ GUZMÁN, Juan Manuel.

Fecha de Publicación: [19 de Septiembre de 2012](#).

Clasificación Internacional de Patentes:



- [A01N65/22](#) **SECCION A — NECESIDADES CORRIENTES DE LA VIDA.** › **A01 AGRICULTURA; SILVICULTURA; CRIA; CAZA; CAPTURA; PESCA.** › **A01N CONSERVACION DE CUERPOS HUMANOS O ANIMALES O DE VEGETALES O DE PARTES DE ELLOS** (conservación de alimentos o productos alimenticios A23); **BIOCIDAS**, p. ej. **EN TANTO QUE SEAN DESINFECTANTES, PESTICIDAS O HERBICIDAS** (preparaciones de uso médico, dental o para el aseo que eliminan o previenen el crecimiento o la proliferación de organismos no deseados A61K); **PRODUCTOS QUE ATRAEN O REPELEN A LOS ANIMALES; REGULADORES DEL CRECIMIENTO DE LOS VEGETALES** (mezclas de pesticidas con fertilizantes C05G). › **A01N 65/00** Biocidas, productos que repelen o atraen a los animales perjudiciales, o reguladores del crecimiento de los vegetales que contienen sustancias procedentes de algas, líquenes, musgos, hongos pluricelulares o vegetales, o sus extractos (que contienen compuestos de composición determinada A01N 27/00 - A01N 59/00). › **Lamiáceas o Labiatae** [Familia de la menta], p.ej. tomillo, romero, casquete, brunela, lavanda, perilla, poleo, menta o menta verde.
- [A01P13/02](#) **A01 [...]** › **A01P BIOCIDAS, SUSTANCIAS QUE REPELEN O QUE ATRAEN A ANIMALES NOCIVOS O PREPARACIONES O COMPUESTOS QUIMICOS CON ACTIVIDAD REGULADORA DEL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS.** › **A01P 13/00** Herbicidas; Alguicidas. › selectivos.

Preguntada la UEX por este producto y su posible utilización como tratamiento para el Nenúfar mejicano, se nos indicó que en relación a la eficacia (se hicieron estudios de eficacia del producto pero no estudios toxicológicos de afección por ejemplo a la ictiofauna) dio buenos resultados contra el camalote (debiéndose realizar varios tratamientos y utilizarse una gran cantidad de producto) pero que no se conoce como actuaría contra el nenúfar, si bien, y pese a los resultados obtenidos, este producto no se comercializa, ya que necesitaría un proceso muy largo y costoso para ser autorizado por la Unión Europea como herbicida, y además, y lo que es más importante para el presente estudio, este producto, es un herbicida generalista (no solo mata al camalote) que **NO se puede utilizar en aguas corrientes** y por tanto **NO se puede utilizar ni para el camalote ni para el nenúfar ni para ningún tipo de malas hierbas acuáticas**. Es un producto natural biodegradable, pero para uso en cultivos de secano.

a) Análisis de la eficacia.

Se considera una actuación **NO EFICAZ**, al no existir ningún tratamiento herbicida ecológico contra el Nenúfar mejicano.



7.4. MÉTODOS BIOLÓGICOS DE ELIMINACIÓN.

El control biológico fue originalmente definido como "la acción de parásitos, depredadores o patógenos que mantienen poblaciones de otros organismos a un nivel más bajo de lo que pudiera ocurrir en su ausencia" (DeBach, 1964). Como tal el control biológico se distingue de otras formas de control de plagas por actuar de una manera denso-dependiente, esto es; los enemigos naturales se incrementan en intensidad y destruyen una gran porción de la población cuando la densidad de esta población se incrementa y vice-versa (DeBach y Rosen, 1991).

Este fenómeno natural de regulación de plagas manejado por el hombre a través del realce de la intervención de agentes de control biológico, plantas y herbívoros provisto de bases ecológicas se dio a conocer en la década de los 70 del siglo pasado como Manejo Integrado de Plagas (MIP) (van des Boshch et al, 1982)

La Organización Internacional de Lucha Biológica (OILB) define el control biológico como "la utilización de organismos vivos, o de sus productos, para evitar o reducir las pérdidas o daños causados por los organismos nocivos". Desde este punto de vista se incluyen en este concepto no solo los parasitoides, depredadores y patógenos de insectos y ácaros, sino también el de fitófagos y patógenos de malezas así como feromonas, hormonas juveniles, técnicas autocidas y manipulaciones genéticas.

Pérez Consuegra, (2004).hace referencia a una definición más reciente de control biológico enunciada por Van Driesche y Bellows (1996) que expresa que "el control biológico es el uso de parasitoides, depredadores, patógenos, antagonistas y poblaciones competidoras para suprimir una población de plagas, haciendo esta menos abundante y por tanto menos dañina que en ausencia de éstos", considerando esta definición bastante amplia y que incluye todos los grupos de organismos con capacidad para mantener y regular densidades poblacionales de organismos plaga a un nivel bajo, por lo tanto todos pueden considerarse agentes de control biológico y estar incluidos en la categoría de enemigo natural.

De acuerdo con Huffaker (1985), la premisa del control biológico descansa en que bajo ciertas circunstancias muchas poblaciones son llevadas a bajas densidades por sus enemigos naturales. Este efecto se origina de la interacción de ambas poblaciones (plaga y enemigo natural), lo cual implica una supresión del tipo denso-dependiente que se traduce como el mantenimiento de ambas poblaciones en equilibrio. Bajo este concepto la población del enemigo natural depende a su vez de la población de la plaga, es decir, la interacción de poblaciones significa una regulación y no un control (Summy and French 1988; Rodríguez del Bosque, 1991)



Existen tres técnicas generales de Control biológico; importación o control biológico clásico, incremento y conservación. Cada una de estas técnicas se puede usar bien sea sola o en combinación en un programa de control biológico. En el control biológico clásico, los enemigos naturales son deliberadamente importados de una región a otra con el propósito de suprimir una plaga de origen exótico. En el control biológico aumentativo, la eficacia de aquellos enemigos naturales que se encuentran en el lugar es realzada por liberaciones de individuos criados en insectario. (Ehler, 1990)

En cualquier esfuerzo de control biológico, la conservación de enemigos naturales es un componente crítico. Esto implica identificar el (los) factor (es) que pueden limitar la efectividad de los enemigos naturales y modificarlos para incrementar la efectividad de las especies benéficas. En general la conservación involucra bien sea, reducir los factores que interfieren con los enemigos naturales o suministrar los recursos que necesitan los enemigos naturales en su medio ambiente, y estos requerimientos pueden ser acceso a hospederos alternativos, recursos alimentarios para los adultos, refugios o microclimas adecuados. (Control biológico de plagas, Caballos Vázquez, M.)

El concepto de control biológico implica una disminución gradual y duradera del nenúfar. Para esto es necesario la utilización de agentes que actúen de forma sinérgica. El objetivo es aumentar el nivel del estrés biótico para reducir la capacidad de crecimiento de la planta y de esta forma restringir una nueva generación.

El control biológico también tiene su riesgo. La introducción de agentes de control biológico frecuentemente se declara por ser ambientalmente segura y sin riesgos, sin embargo, existen evidencias que indican que esta aseveración no es del todo cierta. La mayoría de los fracasos de control biológico se han debido a errores por la carencia de planificación y pobre evaluación de los enemigos naturales antes de una introducción. En algunos casos los errores han sido tan funestos que se ha provocado la extinción de otras especies. Actualmente se reconoce que algún riesgo es inherente en los programas de control biológico como en cualquier otra estrategia de control. (Control biológico de plagas, Caballos Vázquez, M.)

Se están utilizando diversas especies de insectos y hongos específicos como controladores biológicos de diferentes plantas acuáticas, por ejemplo, dentro del camalote (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms se han identificado varios tipos de insectos que lo atacan: *Sameodes albiguttalis* (Warren), *Cornops aquaticum* (Bruner) y *Orthogalumna terebrantis* (Wallwork) y dentro del género *Neochita*, el *Neochetina bruchi* y el más conocido y utilizado *Neochetina eichhorniae* (Warner) denominado comúnmente gorgojo del camalote, y de hongos fitopatógenos entre los que se encuentran: *Acremonium zonatum* (Saw Gams), *Alternaria eichhorniae* (Nag Raj y Ponnappa), *Cercospora piaropi* (Tharp.), *C. rodmanii* (Conway), *Myrothecium roridum* (Tode ex Fr.), *Rizocthonia solani* (Kühn) y *Uredo eichhorniae* Gonz.-Frag.



(M. Martínez, 2003), si bien en la actualidad, no se tiene constancia de que se esté utilizando este tipo de control para el nenúfar mejicano.



Agente empleado para el control biológico del camalote, el gorgojo *Neochetina bruchi* (Foto M.C. Hernández)



Neochetina eichhorniae (Warner) denominado comúnmente gorgojo del camalote

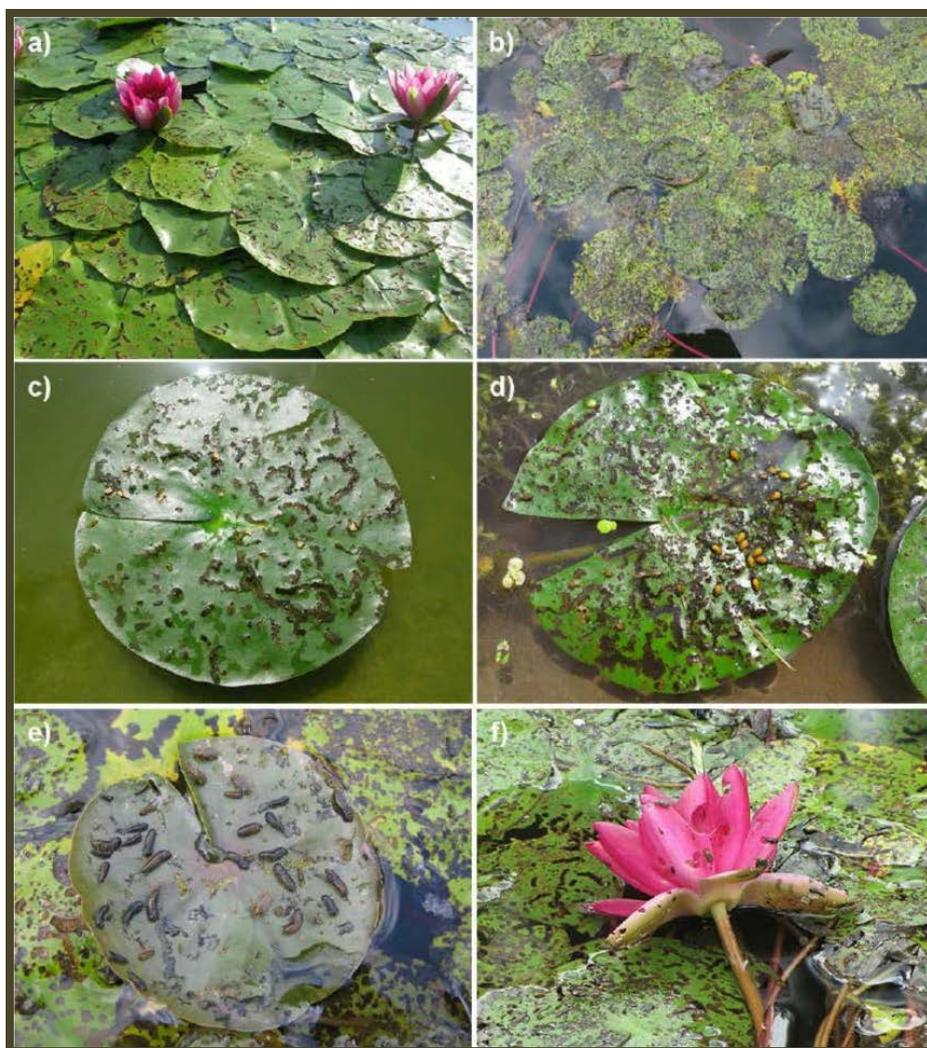
Actualmente **no hay conocido ningún método biológico eficaz para el control del nenúfar mejicano**, reflejándose este hecho en el catálogo Español de especies exóticas invasoras. Gobierno de España (sept. 2.013), se indica en sus propuestas que para esta especie "NO se conoce mecanismos de control biológico".



Aunque existen datos sobre un escarabajo, *Gallerucella nymphaeae* (familia *Chrysomelidae*), capaz de provocar serios problemas en el cultivo de variedades ornamentales de nenúfares *Nymphaea* (Suvak et al. 2012; Grohmann et al., 2014), no existen datos de su uso como control biológico, es más, actualmente se está intentando controlar esta gareluca por ser especialmente dañina y estar considerada en sí misma una plaga para estas clases de nenúfares (Suvak et al. 2012).



Gallerucella nymphaeae (Suvak et al. 2012)



Daños provocados por *Gallerucella nymphaeae* en *Nymphaeae hybrida* (Suvak et al. 2012) y la aparición de varias etapas de esta especie: a) primeras marcas de daño en *Nymphaea hybr.* 'Charles de Meurville', b) hojas muy dañadas de *N. hybr.* 'Perry's Beauty', c) hoja de nenúfar con 9 garras de huevo, d) una hoja (*N. alba*) con numerosas pupas frescas, e) larvas cultivadas y adultos que llegan a una hoja joven del área circundante gravemente dañada e inundada hojas, f) después de dañar gravemente las hojas, las larvas y los adultos también atacaron la flor de nenúfar (*N. hybr.* 'James Brydon').



También existen otros insectos de la familia Chrysomelidae, asociados a especies del género *Nymphaea* en hábitats naturales como *Trichobrotica nymphaea* y *Pyrrhalta nymphaea* (sin que se hayan constatado daños al nenúfar (Kaufmann, 1970).

Se considera que este método no es aplicable actualmente, pero si se lograra encontrar algún controlador biológico para esta especie, antes de aplicarlo como método biológico, se debe valorar y sopesar exhaustivamente los posibles riesgos que pudieran existir, ya que el riesgo de que se pueda producir algún daño no deseado, es muy alto, teniendo en cuenta la actividad agrícola tan importante en la que se encuentra enclavada la zona de actuación.

a) Análisis de la eficacia.

A priori este grupo de alternativas son descartables por **NO ser EFICACES**, además de poder presentar graves problemas ambientales de difícil control.

7.5. MEJORA DEL ESTADO ECOLÓGICO DEL RÍO.

Existen varios factores que posibilitan y facilitan la propagación del nenúfar mejicano, y que en general son comunes a todas las especies invasoras como se indica en el "Informe-memorandum sobre el problema de las especies invasoras y su relación con la calidad de las aguas en el río Guadiana sobre especies invasoras" (CHG 2017), aunque existen unas características específicas en el caso del nenúfar:

- Gran cantidad de nutrientes disueltos y arrastrados por el agua procedentes de una cuenca vertiente donde abunda la agricultura intensiva.
- La insolación directa de la superficie del agua debido a la insuficiencia de una vegetación de ribera capaz de sombrear y competir por la Luz.
- Las altas temperaturas del agua durante gran parte del año como consecuencia de unos caudales circulantes relativamente pequeños.
- La baja humedad atmosférica que favorece la transpiración de las plantas que están en contacto con el agua.
- La ausencia de competidores y depredadores naturales.
- El régimen hidrológico. Que afecta a la forma y época en la que circulan los caudales del cauce.



El estado actual de degradación del río Guadiana, consecuencia de los usos y aprovechamientos que en las últimas décadas se vienen realizando tanto en el propio cauce como en sus márgenes y llanuras de inundación, está potenciado el desarrollo de las diferentes Especies Exóticas Invasoras que están apareciendo en su cauce, entre la que se encuentra en nenúfar mejicano.

La agricultura del regadío, la regulación de los caudales, las ocupaciones de riberas, la extracción de áridos ha modificado totalmente el funcionamiento natural de un río que presenta actualmente unas condiciones idóneas para el establecimiento de esta especie.

Aunque son varios los factores que posibilitan la rápida propagación de determinadas especies invasoras, para el caso del nenúfar mejicano hay que destacar la importancia que tiene la presencia de un alto contenido de nutrientes en las aguas y lodos del Guadiana. Esta abundancia de nutrientes es la base del alimento de estas especies, de tal forma que una vez extendidas es muy difícil su erradicación o control total si no se actúa reduciendo a la larga la presencia de tantos nutrientes en el río.

Es sabido que el origen de la mayor parte de esta contaminación difusa se encuentra fundamentalmente en el aporte de nutrientes procedentes de las extensas zonas destinadas a la agricultura de regadío que ocupan las márgenes y cuencas vertientes del río Guadiana a su paso por Extremadura. Este aporte de nutrientes se une a una ausencia de vegetación natural suficiente con capacidad para filtrar e inmovilizar nutrientes (efecto tampón) lo que explica el porqué de las altas concentraciones que durante gran parte del año encontramos en las aguas del Guadiana y en los lodos de las zonas de sedimentación.

Además de la contaminación difusa de nutrientes derivados del uso de fertilizantes en los cultivos, la presencia de contaminantes procedentes de los vertidos de las EDAR, así como un aumento de la turbidez del agua producida por las explotaciones de áridos, contribuyen también a una disminución de la calidad del agua, que afecta directamente a los ecosistemas existentes, constituyen un factor de riesgo de asentamiento y reproducción de especies exóticas invasoras como el nenúfar mejicano y el camalote.

Es por ello, que se plantea en el presente estudio, el análisis de dos actuaciones que buscan modificar el estado actual del río, mejorando su estado ecológico, con el fin de que el ecosistema que se forme sea más natural y parecido al que debería tener el río Guadiana, lo que provocaría a su vez, unas condiciones más adversas para el mantenimiento del nenúfar mejicano y su desarrollo, pudiendo provocar la reducción de la superficie ocupada por esta especie e incluso su erradicación.



7.5.1. Eliminación de los Azudes.

Respecto al régimen hidrológico debemos hacer especial mención en el caso del nenúfar mejicano, ya que este régimen hidrológico nos influye en una serie de factores muy importantes para el asentamiento de esta especie: velocidad de la corriente de agua, profundidad, nivel constante y sin fluctuaciones de la lámina de agua, y presencia y deposición de lodos.

El río Guadiana en su tramo medio constituye en su conjunto un curso fluvial que se puede definir como fuertemente antropizado, lo que provoca se potencien los factores de riesgo anteriormente descritos, lo que sumados a las condiciones locales que se dan en la zona objeto de estudio, en la cual el río Guadiana atraviesa la ciudad de Badajoz, se obtienen unas condiciones ideales para el asentamiento del nenúfar mejicano y otras especies invasoras como el camalote y el helecho de agua.

El cauce del río Guadiana a su paso por la ciudad de Badajoz, se encuentra compartimentado por dos azudes, el Azud de La Granadilla al sur y Azud de la Pesquera al norte, los cuales suponen dos barreras transversales al paso del río provocando la creación de dos pequeños embalses o lagunas artificiales.

La creación de estos azudes ha hecho que se cambie por completo el comportamiento hidrológico del río Guadiana en este tramo del río. Se ha pasado de tener una masa de agua que fluía libremente y que variaba en función de la época del año, llegando a quedar en épocas estivales reducida a una pequeña corriente de agua y a un conjunto de charcones, a tener en la actualidad una masa de agua continua y que se mantiene en unos niveles más o menos constantes a lo largo del año.

Así mismo, la presencia de estos azudes, está provocando a su vez la acumulación de cada vez más lodos ricos en nutrientes en su fondo, los cuales van ocupando toda la superficie y facilitando el arraigo del nenúfar.

Debemos tener en cuenta, que el hábitat del nenúfar mejicano corresponde a aguas lenticas, con altas temperaturas, disponibilidad de agua constante, con profundidades máximas de entre 2 y 3 metros, y con presencia de lodos en los fondos para su fijación, por lo que la existencia de estos azudes, que hay que indicar no tienen sistemas de vaciado eficaces, se han convertido en un lugar perfecto para que se instale esta especie.



a) Análisis de la eficacia.

La eliminación de estos dos azudes, sería una de las medidas que se deberían tomar con el fin de reducir (ya que entendemos que habría que aplicar un mayor número de medidas para erradicar esta especie invasora) la presencia de nenúfar mejicano. Se considera una actuación **EFICAZ**, ya que, con la eliminación de estos azudes, se evitaría la concentración de lodos, se permitiría que el río fluyera con lo que se aumentaría la velocidad de la corriente de agua, la variabilidad del caudal del río provocaría la desecación de algunas zonas especialmente en épocas estivales, etc. lo que haría en definitiva que se crearan unas nuevas condiciones ecológicas las cuales serían adversas para el nenúfar mejicano.

7.5.2. Implantación y/o fomento de la vegetación de ribera.

Como se ha indicado, el nenúfar mejicano se ve favorecido por la alta concentración de nutrientes en el río, así como por otros factores como son la alta temperatura del agua o la insolación directa, por lo que, si se reducen o minimizan esos factores, podremos reducir la población de nenúfar mejicano o al menos evitar su expansión.

La Implantación y/o fomento de la vegetación natural de ribera, es una actuación que actúa e incide directamente sobre esos factores, ya que es un filtro verde y crea zonas de sombreado.

- Filtro verde. Actúa como filtro verde frente a la contaminación difusa además de servir como barrera natural para su expansión, *"en el caso de la vegetación ribereña se observa que, la vegetación natural alojada en los márgenes actúa de barrera natural contra la expansión del nenúfar mejicano"*. (EEI Notas científicas. M. Martínez, 2012).
- Zona de sombreado. La creación de zonas de sombreado mediante la implantación de bosquetes de vegetación arbórea en las márgenes del cauce, con el fin de prevenir la generación de grandes incrementos de temperatura del agua originados por la insolación y reducir también la insolación directa en las plantas, ya que el nenúfar mejicano *"No resiste los lugares con poca insolación y con bajas temperaturas"* (invasiber.org.). Aunque en este apartado se debe indicar la gran anchura que alcanza el Guadiana a su paso por Badajoz llegando en algunos puntos a superar los 400 metros de anchura.



Debemos indicar que debido a las continuas obras que se han realizado estos últimos años en las márgenes del río, esta vegetación ha sufrido mucho, reduciéndose drásticamente en algunas zonas.

a) Análisis de la eficacia.

Esta actuación **se considera NO EFECTIVA** para la erradicación inmediata del nenúfar mejicano en la zona de actuación, pero sería una actuación aconsejable como medida complementaria a cualquier otra alternativa que se decidiese.

A nivel general de toda la cuenca como indica la propia Confederación Hidrográfica del Guadiana, es necesario realizar actuaciones de restauración que permitan el establecimiento de una vegetación de ribera suficiente que pueda cumplir, entre otras funciones, con la capacidad de regular las condiciones ambientales del río y retener los excesos de nutrientes procedentes de sus márgenes, afluentes y desagües. Se debe buscar una ordenación de los usos que se realizan en la cuenca vertiente y en especial de los cultivos de regadío, mejorando los mismos mediante la optimización de riegos y fertilizaciones, favoreciendo aquellos que menos nutrientes aporten y ubicándolos en la proximidad de riberas, así como promover el uso de cultivos de invierno, microorganismos y otros sistemas que favorezcan la inmovilización del exceso de nutrientes. Se debe mejorar la capacidad de depuración del sistema de drenajes de las zonas regables mediante filtros verdes u otras técnicas, etc.

Este tipo de actuaciones, implican una política mucho más amplia que debe incluir la totalidad del río, como se recoge por la C.H.G. en un informe técnico denominado "*Informe-memorandum sobre el problema de las especies invasoras y su relación con la calidad de las aguas en el río Guadiana sobre especies invasoras*" (2.017) elaborado por la propia Confederación.

Una gran parte de estas actuaciones necesarias para recuperar la funcionalidad ambiental del ecosistema fluvial están recogidas en el "*Programa de medidas del Plan Hidrológico de la cuenca del Guadiana*", como son la coordinación entre administraciones y las de lucha contra la contaminación difusa, otras las podemos encontrar dentro de la "*Estrategia Nacional de Restauración de Ríos*" o incluso en las que actualmente propugna la propia Comisión Europea destinadas a la retención natural del agua ("*Natural Water Retention Measures*", NWRM)

Concretamente, la lucha contra especies invasoras está contemplada en el grupo de medidas de Gestión Hídrica del Programa de medidas del Plan Hidrológico de Cuenca, grupo



integrado por las actuaciones corrientes para el control y gestión del agua, desarrolladas de forma ordinaria por el Organismo de cuenca en diversas áreas para la conservación del Dominio Público Hidráulico (DPH), entre ellas la lucha contra especies invasoras, limpieza de riberas, protección de masas forestales y protección de incendios

Otras propuestas de actuación que se han propuesto, en referencia a *La Implantación y/o fomento de la vegetación natural de ribera* como la introducción de otras especies autóctonas de nenúfar al objeto que ocupen el nicho del nenúfar mejicano, se consideran a día de hoy, **NO EFICACES** e inviables. Solo sería factible la reintroducción de nenúfares autóctonos una vez se hubiese erradicado el nenúfar mejicano. Está demostrado, que si hay nenúfar mejicano este va a acabar por desplazar al nenúfar autóctono. Además, se podría producir una situación todavía peor y más compleja, y es que el nenúfar mejicano y el nenúfar autóctono reintroducido se hibridasen (aspecto este que parece es factible que se produzca), con lo que obtendríamos una especie híbrida, la cual también es considerada como Especie Exótica Invasora por la legislación actual (Real Decreto 630/2013, Disposición adicional segunda).

7.6. OTRAS POSIBLES ALTERNATIVAS para el control y eliminación de esta especie invasora.

Existen muchas otras posibles alternativas que se han llegado a tener en cuenta pero que inmediatamente se han descartado por ser ineficaces o inviables sin necesidad de tener que profundizar en ellas, razón por la que ni siquiera merece la pena tenerlas en cuenta en este documento técnico.

Se han hecho pruebas por parte de la C.H.G. de tratamientos con nitrógeno líquido que no han obtenido buenos resultados, ya que solamente quedaba afectada la parte aérea de la planta y se necesita gran cantidad de producto para realizarse.

También se ha propuesto la investigación experimental de tratamientos con productos inhibidores del crecimiento y/o floración de la planta e incluso técnicas de hibridación (otra técnica de lucha biológica). Pero no se ha considerado estudiarlas en este documento como alternativas reales.

Otras propuestas que se han recogido en las diferentes entrevistas y reuniones realizadas, es la utilización de lanzallamas o la electrocución de las plantas, actuaciones ambas muy peligrosas de aplicar, de las que no se tiene constancia de su utilización para la



erradicación de esta planta, y que consideramos que no serían eficaces en el medio en el que nos movemos (plantas acuáticas).

Se considera que sería necesario profundizar en el estudio y la evolución del nenúfar mejicano en el río Guadiana, ampliándose los estudios que se han realizado sobre esta especie y a todas las zonas donde está presente, no solo a la zona objeto de estudio de este documento. Cuanto mejor conozcamos esta planta, más alternativas para su erradicación se podrán plantear.

a) Análisis de la eficacia.

No se han encontrado otras alternativas eficaces contra el nenúfar mejicano.



Imagen Nenúfar mejicano en invierno cerca del Puente Real



7.7. CUADRO RESUMEN EFICACIA DE LAS ALTERNATIVAS.

ALTERNATIVAS		EFICAZ
1	NO ACTUACIÓN	NO
2	MÉTODOS FÍSICOS DE ELIMINACIÓN	-----
2.1	DESBROCE DEL SISTEMA FOLIAR	SI
2.2	PARCELAS DE SOLARIZACIÓN	NO
2.3	ARRANQUE MANUAL	NO
2.4	DESECACIONES PERIÓDICAS DE LOS AZUDES	SI
2.5	DRAGADO DEL RÍO	-----
2.5.1	Dragado total previo vaciado del azud.	-----
2.5.1.1	Dragado y/o excavación de todos los lodos existentes en toda la superficie del río	SI
2.5.1.2	Dragado de lodos y sedimentos solo en superficies donde hay nenúfar mejicano.	SI
2.5.2	Dragados puntuales con bajada de cota de agua sin modificar los azudes.	NO
2.5.3	Dragados continuos con el azud lleno.	-----
2.5.3.1	Dragado mecánico. (Actuándose únicamente en las zonas con nenúfar mejicano)	SI
2.5.3.2	Dragado por succión	NO
2.6	EXTRACCIÓN MECANIZADA DE LA PRIMERA CAPA DE LODOS.	-----
2.6.1	Extracción mecanizada del Nenúfar mejicano con vaciado total de los azudes.	SI
2.6.2	Extracción mecanizada del Nenúfar mejicano con vaciado parcial de los azudes.	NO
2.6.3	Extracción mecanizada del Nenúfar mejicano sin vaciado de los azudes.	SI
2.7	EXTRACCIÓN SELECTIVA DE RIZOMA CON EMBARCACIÓN	NO
3	MÉTODOS QUÍMICOS DE ELIMINACIÓN.	-----
3.1	TRATAMIENTOS CON PRODUCTOS QUÍMICOS	-----
3.1.1	Tratamientos con productos químicos con el azud lleno de agua.	SI
3.1.2	Tratamientos con productos químicos con vaciado de los azudes.	NO
3.2	TRATAMIENTOS CON HERBICIDAS ECOLÓGICOS.	NO
4	MÉTODOS BIOLÓGICOS DE ELIMINACIÓN.	NO
5	MEJORA DEL ESTADO ECOLÓGICO DEL RÍO	-----
5.1	ELIMINACIÓN DE LOS AZUDES.	SI

 Nombre de la actuación principal, que se subdivide en diferentes actuaciones. Se analizan las actuaciones en que está subdividida.



8. ANÁLISIS DE VIABILIDAD.

En este capítulo, de las 23 posibles actuaciones inicialmente estudiadas, vamos a continuar analizando solamente aquellas que en el apartado anterior se han considerado "Eficaces" así como la No actuación, quedando por tanto para el análisis de Viabilidad 9 actuaciones más la NO actuación. De estas 10 alternativas, se va a proceder en este capítulo, al análisis de su VIABILIDAD, en base a tres aspectos: Técnico, Ecológico y Legal-Social.

8.1. ALTERNATIVA DE NO ACTUACIÓN.

a) Análisis viabilidad.

- Técnica.

La No actuación, técnicamente como es obvio es viable.

- Ecológica

Como se ha detallado en el apartado Análisis de potenciales impactos y riesgos ambientales de esta actuación, la No actuación provocará el aumento de esta especie catalogada como invasora, produciendo los daños ya descritos (aunque también tenga una vertiente positiva ya descrita), además de potenciar la dispersión e invasión del Jacinto de agua o camalote (*Eichhornia crassipes*).

La NO actuación ecológicamente es INVIABLE.

- Legal-Social.

- Social

- Espacio urbano y de recreo.

La zona objeto de estudio discurre y atraviesa el casco urbano de la ciudad de Badajoz, siendo los márgenes del río muy visitados por los ciudadanos de esta ciudad, además de ser utilizada directamente por algunos colectivos para la realización de diversas actividades.



► Piragüismo.

La zona objeto de los trabajos corresponde a una zona del río Guadiana muy utilizada por los piragüistas para practicar este deporte, existiendo un centro de piragüismo junto al Azud de la Granadilla.

Para la práctica de este deporte, es necesario tener de una gran lámina de agua limpia de obstáculos que permita disponer a los deportistas de un lugar donde desarrollar todo su potencial. La existencia del nenúfar mejicano, ya es hoy en día un gran problema para este colectivo, ya que la ocupación de la lámina de agua por esta especie invasora hace muy difícil la realización de este deporte, obligando a los piragüistas a desviarse de sus trazados, frenando e incluso impidiendo el avance de las piraguas, y siendo así mismo, un factor de riesgo para estos deportistas, tanto si llegasen a caer al agua entre estas plantas o como si volcasen y al intentar salir la ribera no tuviesen ningún punto por donde salir al estar todo invadido de nenúfar.

Si hoy en día, ya es complicado la realización de este deporte en las condiciones en las que se encuentra esta zona del río, sino se actuara y el nenúfar siguiera avanzando a medida que lo hace el aumento de lodos, este acabaría por cerrar en algunos tramos del río el paso de estos deportistas impidiendo la práctica de su deporte.

► La pesca.

Badajoz cuenta con varios campeones internacionales en esta disciplina y tiene un gran número de aficionados que pescan a lo largo de esta zona del río. La aparición del nenúfar mejicano hace que la superficie del agua quede completamente cubierta, lo que o bien les dificulta la pesca al producirles entre otros problemas en enganche de sus anzuelos, o bien, dada la densidad existente, simplemente les impide directamente tirar las cañas al río. Ha día de hoy este ya es un gran problema para los pescadores, especialmente en verano, el cual se va a agravar si no se actúa contra esta especie, al ir ocupando cada vez más terreno.

La ausencia de espacio para la práctica de este tipo de pesca por la presencia del nenúfar puede suponer **el aumento de la presión de este deporte sobre otros tramos de ríos más naturales con la afección que esto supondría**. Es necesario mantener en condiciones el tramo urbano de Badajoz para permitir satisfacer una demanda de uso recreativo de pesca cuyo impacto negativo es importante en otros tramos del Guadiana.

► Navegabilidad.

Desde la creación del azud de la Granadilla y la existencia de esta zona de aguas en calma que ha provocado este azud, desde diferentes colectivos y desde el propio Ayuntamiento de Badajoz se han planteado diferentes acciones para intentar en un futuro, disponer de embarcaciones con uso recreativo en estas aguas. La existencia del nenúfar dificulta estas actividades, no solo por la dificultad que provoca el navegar por el agua como ocurre con las canoas, sino que también puede provocar que las hélices se embocen cada poco tiempo e impidan una correcta navegabilidad de las embarcaciones.



o Alarma social.

La aparición en el río Guadiana de diferentes especies invasoras y especialmente en este tramo, y concretamente en la referente al camalote y al nenúfar mejicano, ha provocado en la población una gran sensación de alarma, la cual se ha canalizado a través de diferentes asociaciones.

Esta alarma creada, se refleja en el gran aumento de noticias que se publican casi a diario a través de los diferentes medios de comunicación o mediante las diferentes redes sociales, en muy numerosas ocasiones se trata de informaciones falsas o claramente exageradas, pero esto no quiere decir que en una gran parte de la población persista una sensación de preocupación por lo que se considera una “enfermedad” del río.

Los ciudadanos observan, como día a día estas especies han ido colonizando el río, y consideran que deben eliminarse, y por tanto, no entenderían, que no se actuase sobre ellas y se las dejara acabar de colonizar el río. En caso de optarse por la alternativa de no actuar, se debería realizar una importante campaña de información de las razones por las cuales se toma tal decisión y se debería también desmontar muchas de las falsas informaciones o creencias que sobre la presencia de esta especie existen.

— Legal

En el presente caso que nos ocupa, que es la existencia del nenúfar mejicano en el río Guadiana y concretamente a su paso por la Ciudad de Badajoz, debemos tener en cuenta dos cuestiones básicas:

o Cumplimiento de la legalidad vigente.

El nenúfar mejicano está catalogado según la Ley 27/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad como Especie Exótica Invasora, estando incluida en el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras regulado por el Real Decreto 630/2013.

El presente Real Decreto 630/2013, en su Artículo 10 denominado Medidas de lucha contra las especies exóticas invasoras del catálogo, establece en su apartado 1:

1. Las administraciones competentes adoptarán, en su caso, las medidas de gestión, control y posible erradicación de las especies incluidas en el catálogo.



o Red Natura 2.000.

Las zonas objeto de estudio 2 y 3 y parte de la zona 1 se encuentran incluidas dentro de la Red Natura 2.000, concretamente con la clasificación de ZEPA (Zona de Especial Protección para las Aves) denominada ZEPA Azud de Badajoz (zona 2 y 3) y ZEC (Zona de Especial Conservación) denominada ZEC “Río Gévora Bajo” (al sur de la zona 1).

Ley 42/2007 Artículo 46. Medidas de conservación de la Red Natura 2000, establece:

1. Respecto de las ZEC y las ZEPA, la Administración General del Estado y las comunidades autónomas, en el ámbito de sus respectivas competencias, fijarán las medidas de conservación necesarias, que respondan a las exigencias ecológicas de los tipos de hábitats naturales y de las especies presentes en tales áreas, que implicarán:

a) Adecuados planes o instrumentos de gestión, específicos de los lugares o integrados en otros planes de desarrollo que incluyan, al menos, los objetivos de conservación del lugar y las medidas apropiadas para mantener los espacios en un estado de conservación favorable. Estos planes deberán tener en especial consideración las necesidades de aquellos municipios incluidos en su totalidad o en un gran porcentaje de su territorio en estos lugares, o con limitaciones singulares específicas ligadas a la gestión del lugar.

b) Apropriadas medidas reglamentarias, administrativas o contractuales.

2. Igualmente, las Administraciones competentes tomarán las medidas apropiadas, en especial en dichos planes o instrumentos de gestión, para evitar en los espacios de la Red Natura 2000 el deterioro de los hábitats naturales y de los hábitats de las especies, así como las alteraciones que repercutan en las especies que hayan motivado la designación de estas áreas, en la medida en que dichas alteraciones puedan tener un efecto apreciable en lo que respecta a los objetivos de la presente ley.

La NO ACTUACIÓN sobre esta especie tanto Legal como Socialmente es INVIABLE.

b) CONCLUSIÓN.

Ecológicamente, legal y socialmente **ES INVIABLE** la NO ACTUACIÓN sobre esta especie.



8.2. MÉTODOS FÍSICOS DE ELIMINACIÓN.

8.2.1. Desbroce del sistema foliar

a) Análisis viabilidad.

- Técnica.

Técnicamente es una solución **VIABLE**, sencilla y fácil de aplicar (actualmente ya se está llevando a cabo por la C.H.G.). El problema es el desconocimiento en algunos aspectos del comportamiento de esta planta.

Como se ha indicado en la descripción de la misma, esta planta está anclada al terreno, y se puede reproducir tanto de forma sexual mediante semilla, como de forma asexual a través de rizomas que genera la planta.

Cuando se corta la planta, eliminamos su parte aérea, pero sigue quedando en el sustrato del río su parte sumergida donde se encuentran los rizomas con las raíces de las plantas. Estos rizomas como ya se ha indicado, son por un lado, los encargados de generar las hojas de las plantas, y por otro lado, pueden producir nuevas plantas mediante espolones.

Mediante este método, eliminamos la parte aérea que le proporciona a la planta luz y oxígeno, con lo cual, la estamos debilitando, aunque no matando. Esta planta, aunque no es capaz de rebrotar a partir de los restos de las hojas ni de los peciolo cortados, si lo hace a través de los rizomas y estolones que están enterrados, los cuales vuelven a emitir nuevas hojas con el fin de sustituir las hojas que perdió por el corte realizado.

Este método nos va a permitir, a base de de continuas actuaciones mantener la lámina de agua limpia, facilitando el desarrollo de las diferentes actividades que se realizan en el río y mejorando la ecología del mismo, si bien, **a día de hoy no está demostrado que con este método se consiga la erradicación del nenúfar**. Actualmente no existe bibliografía a este respecto, pero si se ha podido constatar que la planta resiste al menos tres cortes, tardando en salir nuevas hojas entre corte y corte entre 8 y 10 días por gemación (datos C.H.G.), pudiéndose observar especialmente en este último corte una pérdida de vigorosidad en los nuevos brotes.

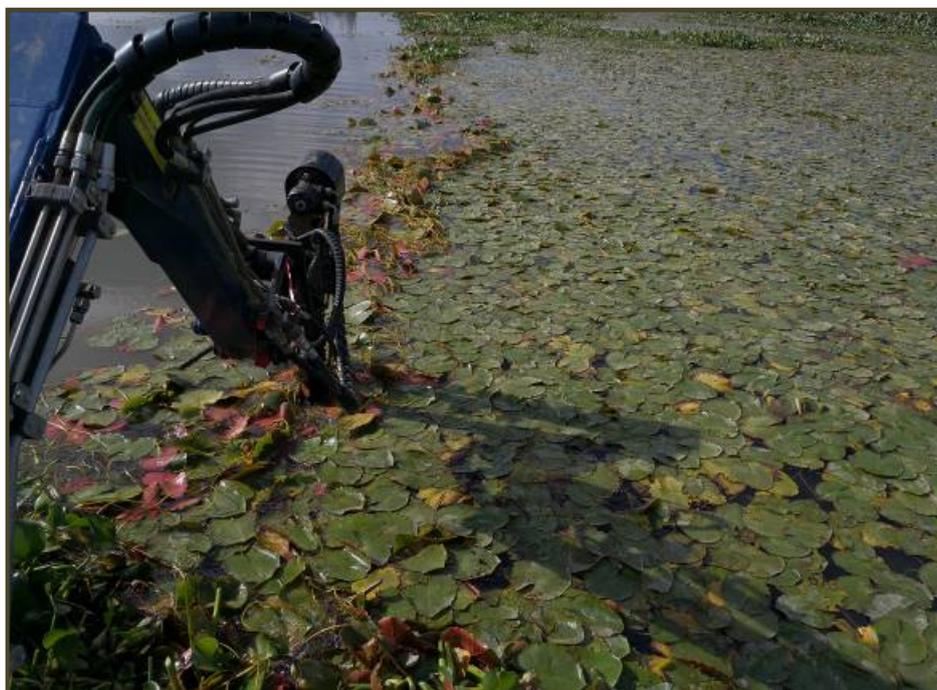
En algunos congresos sobre especies invasoras, se considero por parte de alguno de los ponentes que el corte continuo provocaría un debilitamiento de la planta y un consumo de



energía que podría acabar matándola. Se sugirió la posibilidad de que tal vez un desbroce reiterado diese resultado para controlar el nenúfar, en base a una información sobre control de cañaverales que se estaba ejecutando mediante este método. Esta posibilidad de debilitamiento por sucesivos cortes pierde hoy día fuerza al haberse comprobado que el control de cañaverales con este método no ha acabado dando el resultado esperado. La posibilidad se basaba en una analogía entre la caña y el nenúfar. Ambos tienen un órgano de reserva subterráneo del que parten los tallos con hojas. La eliminación frecuente de los brotes y hojas obligaría al nenúfar a producirlas reiteradamente a costa de las reservas del rizoma, hasta su eventual agotamiento. Pero esta teoría no funcionó en los cañaverales en donde se aplicó. En estos se observó una gradual y marcada reducción de la productividad, pero nunca se llegó al agotamiento definitivo.

Se considera, que este método, se debe plantear igual que si fuera un mantenimiento del césped de un jardín, realizando continuas operaciones de siega estableciendo unos ciclos de corta constantes a fin de que la planta no se extienda y la mantengamos controlada.

A futuro, se puede pensar, que el constante corte de la planta, podría llegar a debilitarla de tal forma que se agote y no pueda emitir más hojas, con lo que acabaría muriendo. Es necesario determinar previamente cuantos cortes consecutivos serían necesarios, pero seguramente son muy numerosos (más de 5 en una campaña).



Vehículo anfibio (*Amphibious Boat*) desbrozando nenúfar mejicano en el río Guadiana.



- Ecológica

La época de trabajo, podría estar limitada por condiciones medioambientales, concretamente por la época de nidificación de las distintas aves que se encuentran en la Zepa, con el fin de evitarles molestias y especialmente, evitar la posibilidad de dañar alguna puesta. Si bien, consideramos que al encontrarse la zona objeto de los trabajos en una zona urbana, las molestias por ruido que pueda producir la máquina trabajando, no debe ser ningún inconveniente, ya que por esta zona están circulando constantemente vehículos y personas.

En relación al posible daño que se pudiera realizar en alguna puesta, esto se considera bastante improbable ya que sobre el nenúfar no se ha observado la nidificación de ningún tipo de ave, utilizando para ello, vegetación de ribera mucho más consistente. Sin embargo, al objeto de tener una mayor seguridad, se podría evitar cualquier riesgo, en primer lugar no acercándose a las orillas para evitar dañar cualquier puesta situada en la vegetación de ribera existente hasta que no se haya acabado la época de cría de estas aves, y segundo, realizando una inspección previa a las zonas de trabajo donde exista nenúfar y señalar aquellas zonas donde puedan existir puestas, con el fin de dejar un margen de seguridad que evite cualquier daño o molestia.

Ecológicamente y aplicándose las medidas correctoras establecidas, se considera una actuación **VIABLE**.

- Legal-Social.

La realización de desbroce mediante embarcaciones, es compatible con todo tipo de usos que se realicen en el río, como la pesca o el piragüismo, siendo un método bien visto tanto a nivel social, como por grupos ecologistas. Simplemente, si se considerase necesario, se delimitaría la zona de trabajo dentro del río a fin de evitar algún tipo de colisión con otro tipo de embarcaciones.

No existe ningún impedimento legal para la ejecución de este método de eliminación, salvo el de solicitar el permiso pertinente al órgano medio ambiental (Junta de Extremadura) que gestiona la ZEPA y el ZEC, y aplicar aquellas medidas que esta establezca.

Legal y socialmente, se considera una actuación **VIABLE**.



b) CONCLUSIÓN.

Según el catálogo Español de especies exóticas invasoras. Gobierno de España (sept. 2.013), indica en sus propuestas que esta especie "Puede ser cortada pero su control mecánico es difícil ya que se puede regenerar desde los rizomas o por semilla".

Consideramos que es un método que se debe emplear en el río, como mantenimiento del mismo, ya que tanto técnicamente, ecológicamente o social y legalmente es un método **VIABLE**. Este método nos va a permitir, a base de de continuas actuaciones mantener la lámina de agua limpia, facilitando el desarrollo de las diferentes actividades que se realizan en el río y mejorando la ecología del mismo, si bien, ha día de hoy no está demostrado que con este método se consiga la erradicación de la planta.

8.2.2. Desecaciones periódicas de los Azudes.

a) Análisis viabilidad.

- Técnica.

Actualmente técnicamente no se puede realizar, al no poderse vaciar el azud La Pesquera, y solo parcialmente el azud de la Granadilla, debido a las características constructivas de ambos azudes. Pero **técnicamente sería VIABLE**, pudiéndose realizar estas operaciones de vaciado periódico y temporal **si previamente se construyen sistemas de compuertas que permitan la regulación de los niveles de llenado**. Presentándose una propuesta de actuación en el apartado "*Alternativas para el vaciado de los azudes de La Pesquera y La Granadilla en Badajoz*"

Se debe tener en cuenta que el vaciado del Azud de la Granadilla debe ser controlado, ya que es necesario conocer la curva de gasto, al objeto de saber qué cantidad de agua está llegando a Portugal, Si bien, este aspecto no supone ningún problema en la práctica.

El vaciado del azud en invierno, tiene el inconveniente, que las lluvias de esas fechas pueden provocar un aumento de caudal, lo que daría lugar a un aumento en el tiempo de vaciado del azud y podría provocar además dificultades en el control del aforo del río, lo que a su vez provocaría un cierre de las compuertas de evacuación del agua.



En los trabajos realizados por la confederación hidrográfica del Guadiana en 2.017, realizados entre el 17 enero y el 10 de marzo de 2.017, solo se pudo conseguir (con el sistema actual de desagüe) descender la lámina de agua un metro, es decir en las zonas más someras se quedaron al descubierto unos 3 metros de orilla, habiéndose tenido que realizar dos desembalses (17 de marzo y 3 de marzo) ya que el primero por causas de la lluvia tuvo que ser frustrado.

Además, las lluvias que acaecieron durante el periodo de ejecución mermaron la capacidad de desagüe del azud, lo que impidió mantener baja la lámina de agua, de hecho, a consecuencia de las lluvias fue mayor la cantidad de agua que entraba en el tramo urbano del río Guadiana que la capacidad de desagüe de las compuertas del azud de La Granadilla.

Se hace necesario para poder realizar esta actuación en la totalidad de la zona afectada por la invasión del nenúfar, actuar primeramente como se ha indicado en los dos azudes, ver "*Alternativas para el vaciado de los azudes de La Pesquera y La Granadilla en Badajoz*"

Con independencia de todo lo anterior, el desecado durante varios meses debería mantenerse en el futuro de forma periódica ya que, al no retirar los lodos, es previsible futuras colonizaciones de nueva planta procedente de los tramos superiores.



Desecación parcial del río Guadiana a su paso por la Ciudad de Mérida



- **Ecológica**

Si el vaciado del río fuera temporal y no afectara a la época de nidificación de las aves, cumpliéndose los condicionantes establecidos por la Dirección General de Medio Ambiente órgano perteneciente a la Junta de Extremadura, podría realizarse.

Se debe indicar que anualmente se produce un vaciado parcial del río en el tramo urbano del río Guadiana a su paso por la ciudad de Mérida en los meses de otoño-invierno al objeto de combatir la invasión de camalote, y no se tiene conocimiento a fecha de hoy, de ninguna incidencia ni problema medio ambiental detectado.

Es importante reseñar, que tanto para este método como para aquellos en los que se vea afectado el fondo del río, se deberán aplicar medidas de protección para la conservación de la comunidad de bivalvos existente.

En referencia al vaciado del presente tramo del río, la Junta de Extremadura (Expie. CN2698/16/INA (3997/16)) y concretamente la Dirección General de Medio Ambiente, en el ejercicio de las competencias atribuidas en el Decreto 263/2015, de 7 de agosto, por el que se establece la estructura orgánica básica de la Consejería de Medio Ambiente y Rural, Políticas Agrarias y Territorio y de acuerdo con lo previsto en el artículo 56 de la Ley 8/1998, y en el Decreto 110/2015, ya tiene establecidas una serie de medidas correctoras a aplicarse en la zona de afección a la Red Natura 2000, para el caso de que se realice esta actuación:

a) Condiciones técnicas:

- ▶ El Desembalse deberá ser programado y realizarse de forma lenta y paulatina, al menos por debajo de la mitad de la capacidad máxima de desagüe del Azud de la Granadilla en Badajoz... Esta medida es muy importante para facilitar el desplazamiento natural de las especies – elementos clave de la ZEPA Azud de Badajoz y ZEC Río Guadiana Internacional, que pueden verse afectados por los trabajos que se pretenden llevar a cabo por la Confederación Hidrográfica del Guadiana.
- ▶ Desde el primer momento del periodo de desembalse deberá haber operarios en torno a las orillas afectadas, con objeto de que recojan las náyades vivas que queden expuestas y sean trasladadas a un hábitat propicio para ellas; bastará con depositarlas en una parte del río donde se quede con agua permanente, ya que estas especies son capaces de desplazarse hacia las zonas de filtración más adecuadas para ellas.
- ▶ En caso de encontrar especies ictícolas mencionadas en el presente informe también expuestas fuera del agua, serán igualmente trasladadas hacia área de aguas permanentes, con objeto de asegurar su supervivencia.



- ▶ Las tareas de recolección, traslocación y deposición en lugares adecuados deberá ser supervisada por un técnico especialista cualificado.
- ▶ El periodo para la realización de trabajos será desde la emisión del presente informe hasta el 28 de febrero como fecha máxima, con objeto de no interferir con la época de cría de las especies de aves inventariadas en estas áreas protegidas.
- ▶ Como medida fundamental de protección para la comunidad de bivalvos y de ictiofauna, la corriente del río no debe verse interrumpida, ya que se trata de un desembalse parcial.
- ▶ Una vez finalizados los trabajos, se procederá al llenado de la cuenca de los Azudes en la mayor brevedad posible.

b) Condiciones generales:

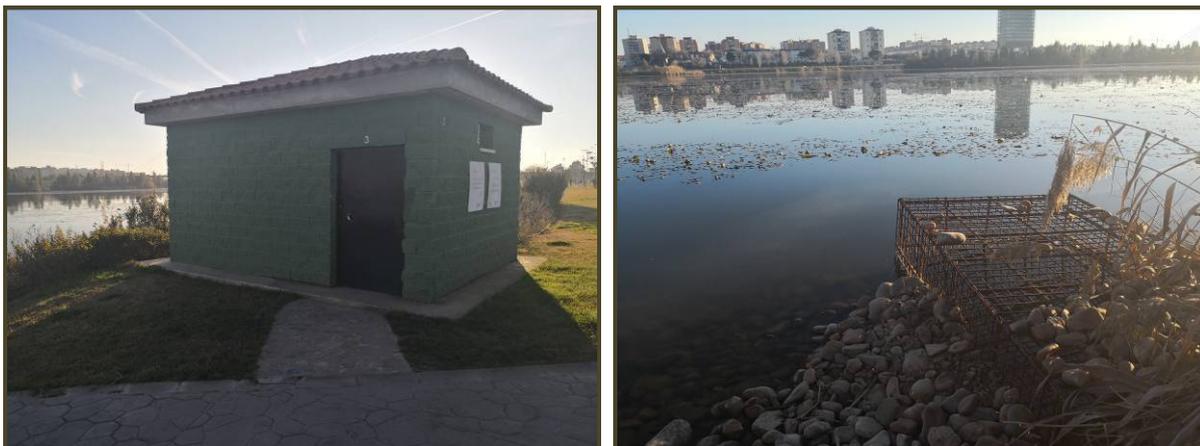
- ▶ Antes de comenzar los trabajos se contactará con el Agente del Medio Natural de la zona, a efectos del asesoramiento para una correcta realización de los mismos. La conclusión de los trabajos se comunicará igualmente al Agente del Medio Natural de la zona, con el fin de comprobar que los trabajos se han realizado conforme a las condiciones técnicas establecidas.

Se considera INVIABLE para una duración de un año (o una campaña) como sería necesario.

- **Legal-Social.**

La desecación total del río, no permite la realización de ningún uso dentro del río, al quedarnos sin agua.

Aunque la desecación del río sea parcial, como se propone, dejando un caudal mínimo, no se podrían realizar usos como la pesca o el piragüismo, y probablemente costaría mantener el riego de los jardines, ya que la captación del agua por las estaciones de riego son a través de pozos alimentados por el nivel freático del río, y concretamente la estación de bombeo nº 3, tiene la captación directamente del río como se puede ver en la imagen.



Estación de bombeo nº 3 y su correspondiente toma de agua en el río Guadiana. Se puede observar cómo se encuentra casi a nivel superficial, estando la imagen tomada en el mes de enero.

En referencia a este uso, si fuese necesario alargar en el tiempo la actuación de desecado, se debería plantear el riego por otros medios, como por ejemplo camiones o tractores dotados de cuba, en caso de que no se produjese ninguna precipitación durante dicho periodo de tiempo.

Otro uso que no se podría realizar, sería el riego agrícola. En la zona cercana al Azud de la Granadilla, existe una captación de agua, que da servicio a la Comunidad de Regantes Rincón de Caya, la cual se abastece directamente del río Guadiana.



Estación de bombeo y punto de toma de agua de la Comunidad de Regantes Rincón de Caya. Obsérvese en la imagen de la derecha, al nivel en el que se encuentra la toma de agua (fecha de la imagen enero 2019)

Así mismo, consideramos que mantener el río desecado todo un año, no sería viable socialmente, por los olores que se podrían producir, y la imagen que ofrecería el río,



especialmente al ser un tramo del río rodeado de diferentes zonas recreativas con gran afluencia de público.

El mantener el río desecado fuera de la época de riego y solamente unos meses, socialmente sería admisible como ya ocurre actualmente en la ciudad de Mérida, pero su eficacia sería menor y necesitaría repetirse de forma periódica cada vez que se observasen nuevas colonizaciones.

Aunque legalmente se pueda considerar una actividad viable, si se cumple con los requisitos legales establecidos en base a la legislación que se ha indicado en el apartado LEGISLACIÓN, **Socialmente se considera INVIABLE para una duración de un año** (o una campaña) como sería necesario

b) CONCLUSIÓN.

Teniendo en cuenta lo anterior se debe considerar que esta alternativa solo tiene sentido como tal si se mantiene el vaciado de forma permanente durante un año, en caso contrario (meses de invierno) este operativo solo serviría como una actuación complementaria a otra. Por lo tanto y a priori, **esta alternativa, se considera INVIABLE por su afección a otros sectores económicos y ambientales.**

8.2.3. Dragado del río.

8.2.3.1. Dragado y/o excavación total previo vaciado del azud.

a) Análisis viabilidad.

- **Técnica.**

Actualmente como ya se ha dicho y analizado con anterioridad no se puede vaciar el azud La Pesquera, y solo parcialmente el azud de la Granadilla, debiéndose construir primeramente **sistemas de compuertas que permitan la regulación de los niveles de llenado.** Ver apartado “*Alternativas para el vaciado de los azudes de La Pesquera y La Granadilla en Badajoz*”.



Técnicamente y una vez realizadas las compuertas, sería una solución VIABLE, en la que nos encontraríamos con **dos propuestas de actuación ambas VIABLES**.

Dragado de todos los lodos existentes en toda la superficie del río. Mediante este método se extraerían y eliminarían todos los lodos existentes en la zona de estudio del río, lo cual sería más sencillo de ejecutar que otro tipo de actuaciones a la hora de su planificación, pero va a resultar una labor más lenta y costosa, donde se va a mover un gran volumen de lodos que va a ser preciso reubicar.

Dragado de lodos y sedimentos solo en superficies donde hay nenúfar mejicano. El volumen de lodos a retirarse va a ser menor que en la anterior actuación, sin embargo, necesita una mejor planificación para establecerse las rutas de acceso y salida a las zonas donde se ubican las manchas de nenúfar mejicano, lo que dificultará su extracción. Se debe tener en cuenta que las manchas de nenúfar se encuentran repartidas y gran parte de ellas están alrededor de las islas, por lo que, aunque solamente se quiera actuar en las manchas de nenúfar, para llegar a ellas será necesario realizar zonas de paso para acceder a las mismas.

Hay que tener en cuenta, que cualquiera de los dos tipos de operaciones propuestas en este apartado que se quisieran realizar, se podrían prolongar ampliamente en el tiempo, debido a diferentes factores: a la meteorología, al volumen de sedimentos a extraer, a las restricciones medio ambientales (época de nidificación de las aves, recogida de bivalvos, etc.) y a las restricciones de tipo social (época de riegos con uso agrícola, riegos de jardines, continuas molestias por las obras e impactos paisajístico con rechazo en la opinión pública, olores, etc.)

Por ello, se considera necesario, que en el caso de realizarse estas actuaciones, se haga un plan de trabajo en el que participen aquellos afectados como pueden ser regantes y gestores de la ZEPA, al objeto de establecer un calendario que permita actuar el mayor tiempo posible en el río, y se busquen soluciones alternativas, por ejemplo para el abastecimiento de los regantes.

- Ecológica

La actuación denominada *Dragado y/o excavación total previo vaciado del azud*, se considera una actuación con un fuerte impacto ecológico, si bien, debemos valorar el objetivo que se pretende con esta actuación y la zona donde se va a realizar.



Ecológicamente consideramos que presentaría una serie de impactos, por diferentes motivos:

- Modificación de la totalidad del lecho del río lo que a su vez podría provocar cambios en la propia corriente del río.
- Problemas de erosión que podría afectar a las orillas del río y a las islas existentes.
- Compactación del cauce.
- Modificación de los hábitats existentes.
- Daños y perturbaciones a la fauna durante la realización de los trabajos.
- La realización de estos trabajos podría modificar las condiciones ecológicas que han llevado a que esta zona a ser incluida dentro de la Red Natura 2.000 y ser declarada Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) y Zona de Especial Conservación (ZEC)

Sin embargo, consideramos que algunos de estos impactos, como por ejemplo, posibles cambios en la corriente del río o problemas de erosión por la retirada de los lodos, son mucho más reducidos donde se va a actuar que en otras del río, dado que nos encontramos en una zona del río controlada por dos azudes que hacen que las aguas se encuentren estancadas o se muevan de forma lenta, donde la erosión es mínima.

En referencia a la afección a Red Natura o a la modificación de hábitat, esta posible afección entendemos, no se va a producir por la retirada del lodo, en todo caso, se puede producir por la retirada de la propia especie exótica invasora, ya que el nenúfar mejicano como se puede observar actualmente, está siendo un elemento potenciador de la presencia de diferentes especies de aves.

Debemos indicar también en este apartado, que la actuación, solo se realiza sobre el lodo que se ha ido acumulando debido a la presencia del azud, NO dragándose ni actuando en el lecho natural del río. Consideramos que el exceso de aportes de lodos y la acumulación de los mismos, podría llegar a ser así mismo un problema ecológico, ya que provoca una mayor turbidez y modifica las condiciones naturales del lecho del río, lo que como está ocurriendo en la actualidad puede ser cuna para la invasión de diferentes especies exóticas invasoras.

Así mismo, la realización de estas actuaciones, también permitirá la recogida y limpieza del río de basura, o de elementos vertidos al río, lo que se considera ecológicamente muy positivo.

El impacto que se ocasionaría podría ser minimizado aplicando una serie de medidas correctoras. Siendo las principales medidas correctoras necesarias a aplicarse:



- El establecimiento de un caudal mínimo, que asegure la supervivencia de la fauna existente.
- La época de actuación tiene que realizarse fuera de la época de nidificación de las distintas especies de aves que crían dentro de la ZEPA y del ZEC.
- El vaciado de la azud se debe realizar de forma lenta y controlada al objeto de evitar cualquier problema que se pudiera producir, tanto por el caudal de agua evacuado como con la fauna existente en el río.
- Posteriormente al vaciado del azud se debe revisar el cauce del río al objeto de devolver a la diferente fauna que hubiera podido quedar varada fuera del agua por ejemplo peces y moluscos, a una zona del río con agua donde se asegure su supervivencia.
- Se respetará la vegetación de ribera existente.
- Se deben tener planificadas las rutas de trabajo para la extracción de los áridos, así como las zonas de acceso y salida del cauce del río, con el fin de que se ocasione el menor daño posible.
- No realizar vertidos de elementos contaminantes que pudieran contaminar el subsuelo provocando la contaminación de las aguas.
- El material extraído deberá ser analizado antes de su vertido, y en función de su composición se tendrá que actuar en consecuencia, debiéndose tomar todas aquellas medidas establecidas por Ley en caso de considerarse como un residuo contaminante. Hay que indicar, que tanto en los análisis realizados en 2.017 para los trabajos que hizo la C.H.G. en la zona de estudio, como los análisis realizados por la C.H.G. en el presente 2.019 (ver resultados en Anexo 3 analíticas muestreos lodos) el análisis de los residuos dio como resultado que no estaban contaminados y que se pueden utilizar para usos agrícolas.
- La maquinaria deberá encontrarse en perfecto uso, debiéndose realizar cualquier actuación de mantenimiento sobre ellas, en aquellas zonas habilitadas a tal efecto.
- Se establecerán todas aquellas medidas que estime conveniente el órgano medioambiental.



- Legal-Social.

- Legal

Legalmente va a requerir un procedimiento Ambiental previo que marcará su viabilidad. Inicialmente es una actuación **VIABLE** pero condicionada medioambientalmente como se ha indicado en el apartado de *Procedimiento Ambiental de la realización de los dragados*, debiéndose realizar un estudio de Impacto Medio Ambiental previo (variable en función de la cantidad de lodos a extraer), o al menos presentar un el estudio de afección a Red Natura 2000.

- Social

Durante esta actuación no sería compatible la realización de ningún uso del río, al encontrarse el azud vacío de agua, existiendo los problemas ya descritos en el apartado Desecciones periódicas de los azudes. Sin embargo, en este tipo de actuaciones, podemos ir actuando en diferentes épocas del año (y que no se quede vacío el azud todo el año), al objeto de compatibilizar ciertos usos del río.

En función del colectivo con el que se hable, el dragar el río se considera como un beneficio para el mismo, por ejemplo para potenciar el turismo haciendo navegable diferentes zonas del río, para los pescadores, o para ciertas personas que consideran que eliminar los fangos es limpiar el río y por tanto mejorarlo, y por otro lado, entre los que se encuentran algunos grupos ecologistas, se considera lo peor que se puede realizar y se oponen frontalmente a ello, tanto al dragado total como al dragado parcial en zonas de nenúfar.

La realización de estas actuaciones, como ya se ha comentado, también permitirá la recogida y limpieza del río de basura y deferentes elementos que se hayan podido tirar al río, debemos tener en cuenta que esta zona del río atraviesa la ciudad de Badajoz y que, por desgracia, como podemos observar en diferentes lugares de nuestro río, la existencia de basuras en el río y en su entorno puede llegar a ser preocupante. Por ello, y en este aspecto, la sociedad vería con muy buenos ojos que se produjera esta limpieza del río.

Socialmente consideramos que sería **VIABLE** tanto el *Dragado de lodos y sedimentos solo en superficies donde hay nenúfar mejicano* como *Dragado de todos los lodos existentes en toda la superficie del río*, ya que creemos que una gran mayoría de la sociedad estaría de acuerdo en dragar el río al objeto de eliminar el nenúfar mejicano además de obtener con ello otros tipos de beneficios como los que se han descrito, teniéndose en cuenta que siempre van a existir colectivos, especialmente parte de los colectivos ecologistas que se van a oponer este



tipo de actuaciones (independientemente del volumen de lodos a extraer o de la superficie a actuar).

Consideramos, que sería necesario, antes de realizar este tipo de actuaciones, que se hiciese una campaña explicativa y bien fundamentada, de porque se realiza esta actuación y los beneficios que ello conlleva.

b) CONCLUSIÓN.

*El Dragado total previo vaciado del azud, se considera que es una solución **VIABLE (en sus dos posibilidades)** tanto técnicamente, ambientalmente y social-legal. Técnicamente lenta y laboriosa, con un alto impacto ecológico básicamente en su fase de ejecución, pero minimizable mediante medidas correctoras, y una posible fuerte contestación por parte de los grupos ecologistas, pero que socialmente si se explica con claridad puede tener una buena acogida.*

Esta alternativa presenta la ventaja técnica de que con el tiempo se pueden ir gestionando las compuertas para evitar que vuelvan a producirse acumulaciones de nuevos lodos en el cauce, supone también una mejora de las condiciones de navegación en todo el tramo ya que se aprovecharía para eliminar los actuales obstáculos que suponen un riesgo de seguridad (antiguas ataguías, esperas, restos de obras, piedras, etc.), y se podría aprovechar para limpiar el río de basuras y elementos indeseados.

Si analizamos las dos posibilidades que presenta esta actuación:

✿ *Dragado de todos los lodos existentes en toda la superficie del río previo vaciado del azud.* Partiendo de la premisa de que se realizasen las compuertas en los azudes, lo que permitiría su realización, se considera que es una actuación que presentará mucha controversia medioambientalmente y a nivel social especialmente por los grupos ecologistas, por la cantidad de tiempo que requerirá su realización, los impactos ecológicos que produciría y en menor medida la restricción de usos del río. *Se debe considerar como dato a favor de esta alternativa, que al retirarse toda la planta y todos los lodos donde esta planta se puede asentar sería la actuación más eficaz,* y aunque no es objeto de los trabajos, la retira de todos los lodos, también permitiría la retirada de todas las basuras existentes en el lecho del río, y la mejora de las condiciones de navegabilidad del río. Es una actuación **VIABLE** tanto técnica, ambiental, social y legal.



- Dragado de lodos y sedimentos solo en superficies donde hay nenúfar mejicano previo vaciado del azud. Partiendo como ya se ha indicado, de la premisa de que los azudes se puedan vaciar, se considera que es una actuación más barata, y menos agresiva medioambiental y socialmente, aunque presenta mayor complejidad en la organización de los trabajos, especialmente en la realización de los accesos a las manchas de nenúfar. Cabe reseñar, que se debe actuar en un área mayor que el área ocupada de nenúfar que se observa desde la superficie, al objeto de establecer un área de seguridad donde puedan existir estolones que todavía no hayan germinado. Es una actuación **VIABLE** tanto técnica, ambiental, social y legal.

Un importante hándicap en estas actuaciones, es la limitación de la época en la que se pueden realizar los trabajos, tanto por temas medioambientales como por usos, concretamente riegos agrícolas, ya que la realización de esta operación para toda la superficie, requeriría que podamos asegurar que se va a poder trabajar dentro del cauce, durante un amplio plazo de tiempo y principalmente en una época del año con pocas precipitaciones, por ello, es necesario que en este tipo de operaciones se consensue previamente un calendario de actuaciones con todas las partes afectadas al objeto de minimizar las posibles afecciones y alargar la época de realización de los trabajos.

8.2.3.2. Dragados continuos con el azud lleno.

8.2.3.2.1. Dragado mecánico (Actuándose únicamente en las zonas con nenúfar mejicano)

a) Análisis viabilidad

- Técnica.

Técnicamente es una solución VIABLE, ya que la máquina propuesta a utilizarse es una máquina anfibia, perfectamente adaptada tanto a las condiciones del río como al trabajo a realizarse.



La operativa propuesta puede ejecutarse sin la necesidad de vaciar los azudes, lo que nos permitiría no tener que realizar ninguna modificación u obra sobre ellos, ni tener que transitar por el lecho del río, con la dificultad de moverse sobre lodos o barro.

Se debe destacar la movilidad que nos permite este tipo de actuación, lo que nos va a posibilitar llegar a todas las zonas del río, sin tener que actuar en las orillas al trabajarse en el interior del cauce, aspecto fundamental para la eliminación de las manchas de nenúfar situadas junto a los jardines y paseos ajardinados de la ciudad de Badajoz, y en los islotes que utiliza la avifauna. Esta movilidad, también va a permitir de una forma sencilla y rápida, poder volver a actuar en aquellas zonas en las que se observe algún nuevo rebrote, aspecto este que se debe valorar, ya que consideramos muy difícil, que en una sola vez, se elimine la totalidad del nenúfar.

Es importante destacar que en el caso de la presente actuación, se actúa directamente sobre sus rizomas y estolones, extrayéndolos del río y por tanto, eliminando cualquier posibilidad de reproducción de la planta de forma asexual. Así mismo, al recoger la capa superficial de los lodos junto con el nenúfar, podemos contribuir no solamente a recoger posibles semillas de nenúfar que pudieran existir, sino que eliminaremos a buen seguro semillas del jacinto de agua (camalote), planta también invasora y que está causando innumerables daños en el río Guadiana.

- Ecológica

Ecológicamente se considera VIABLE. Se debe destacar de esta actuación, que es una actuación puntual que solamente se ejecuta en aquellas zonas que se encuentren invadidas de nenúfar mejicano. Es una actuación que disminuye la afección que otros métodos producen a la ictiofauna al no tenerse que disminuir el nivel del agua ni vaciarse los azudes, aunque puntualmente y en la zona de actuación se produzca turbidez en el agua por la remoción del fondo, y se eliminen los sedimentos de esa zona.

En referencia al resto de fauna y vegetación, hay que indicar que la vegetación al actuarse desde el interior del río solamente se vería afectada en aquellos puntos que estuviese entremezclada con el nenúfar, la avifauna no se vería afectada teniéndose en cuenta los condicionantes que se deben aplicar y la comunidad de bivalvos, podría verse afectada muy puntualmente al extraerse los rizomas junto con los lodos, pero si esto ocurriese serían recogidos por operarios en el punto de acopio del material y vueltos a ser soltados al río.

El principal impacto que se produciría sería los provocados por la propia excavación sobre el perfil del río, lo que pudiera provocar un aumento de la erosión tanto en el lecho del río como y muy especialmente en las orillas, debiéndose una vez finalizados los trabajos perfilar los taludes de las zonas de trabajo.



Medidas correctoras a aplicarse:

- ▶ Se analizarán los puestos de descarga, situándose en aquellos lugares que menor impacto generen.
- ▶ La maquinaria (retro y camiones) actuarán desde orillas, y en caso de adentrarse algo en el lecho, siempre se respetará la vegetación natural autóctona (carrizos, sauces, fresnos, etc.)
- ▶ El mantenimiento de la maquinaria y recarga de combustible, se realizará siempre fuera del agua en una zona acondicionada a tal efecto.
- ▶ Los camiones en los que se retiren los lodos y Especies Exóticas Invasoras procurarán realizar trazados de entrada y salida a las zonas de descarga siguiendo siempre los mismos carriles que se hayan establecido, con objeto de minimizar las alteraciones sobre el entorno inmediato del propio lecho y ribera asociada al cauce.
- ▶ Se controlará la carga de los pontones o barcas que transporten el material extraído por el río, de tal forma que este material no pueda caer al río. Así mismo, se planificarán los trabajos para que el transporte de esta carga no circule por zonas ya limpias de nenúfar.
- ▶ No realizar vertidos de elementos contaminantes que pudieran contaminar el subsuelo provocando la contaminación de las aguas.
- ▶ Con el fin de reducir procesos erosivos en el cauce del río, al finalizarse los trabajos deberán perfilarse los taludes de las zonas donde se haya excavado.
- ▶ Se analizarán durante los trabajos los lodos que se vayan obtenido, con el fin de conocer su grado de peligrosidad. En caso de que estos lodos se consideren residuos peligrosos se deberán llevar a vertedero autorizado. Si los lodos, se consideran como residuos no peligrosos, se valorizarán, utilizándose para el tratamiento de suelos que produzcan un beneficio a la agricultura o mejora ecológica de los mismos.
- ▶ Se revisará en la zona de descarga que entre el material recogido no exista individuos de la comunidad de bivalvos y de ictiofauna, devolviéndose al río en caso de que se detecten.
- ▶ Los trabajos se adaptarán a la época de nidificación y cría de las aves en la zona ZEPA y ZEC, estudiándose la posibilidad de continuar con los trabajos durante esta época en la zona situada fuera de estos espacios protegidos.



- Legal-Social.

- Legal

Igual que en la anterior opción, es una actuación **VIABLE** pero condicionada medio ambientalmente como se ha indicado en el apartado de *Procedimiento Ambiental de la realización de los dragados*, debiéndose realizar un estudio de Impacto Medio Ambiental previo (variable en función de la cantidad de lodos a extraer), o al menos presentar un el estudio de afección a Red Natura 2000.

- Social

Este método de trabajo, nos permitiría mantener los usos del río, al mantenerse la lámina de agua. Las únicas limitaciones se establecerían en la zona de trabajo donde esté operando la máquina, donde se delimitaría una zona de seguridad con el fin de evitar cualquier daño a las personas que generalmente usan el río como pueden ser pescadores o piragüistas.

Entendemos que, dentro de las actuaciones de dragado propuestas, esta sería la que menos impacto socialmente tendría, aunque como ya se ha comentado, en algunos sectores del movimiento ecologista da igual la forma que se realice el dragado, porque ellos se oponen a todo tipo de dragado.

Legal y socialmente se considera **VIABLE** la realización de esta actuación.

b) CONCLUSIÓN.

Esta operación se considera **VIABLE** técnica, ecológica y socialmente. Aunque al ser un dragado se encontrará con la oposición de parte del colectivo ecologista.



Imagen dragado mecánico



8.2.4. Extracción mecanizada de la primera capa de lodos.

8.2.4.1. Extracción mecanizada del Nenúfar mejicano con vaciado total de los azudes.

a) Análisis viabilidad.

- **Técnica.**

Se considera una solución técnicamente **VIABLE**, ya que tanto la realización de un nuevo sistema de vaciado de los azudes es viable (Ver. Anexo Alternativas para el vaciado de los azudes de La Pesquera y La Granadilla en Badajoz) como el trabajo con la maquinaria para la extracción del nenúfar una vez vaciado el azud.

Técnicamente la extracción del nenúfar es una solución lenta y muy laboriosa, y más compleja que el dragado y/o excavación previo vaciado del azud, ya que en el dragado se retiran todos los lodos lo que va a favorecer un mejor movimiento de la maquinaria. Se debe indicar que la época de realización de los trabajos, es un aspecto fundamental a tener en cuenta en la ejecución de los mismos. Ya que si por diferentes motivos, solamente se puede trabajar en otoño-invierno, nos encontraremos con suelos blandos, encharcados y embarrados que nos van a dificultar e incluso impedir el trabajo de las máquinas, además de poderse producir posibles avenidas de agua o problemas para lograr mantener vacío los azudes.

Consideramos que la única forma de trabajar y poder extraer el nenúfar de las zonas en las que se encuentra esta planta, es a través del propio lecho del río, por donde circularían las máquinas y los camiones que sacarían el material. Si bien, para ello sería necesario que el lecho del río estuviera seco y tuviera la suficiente compactación para soportar el peso del paso de las máquinas. En aquellos casos, donde pudiera seguir existiendo agua, se deberían realizar accesos mediante aporte de material o colocación de pontones que permitieran a la maquinaria llegar a esos puntos.



- Ecológica

A nivel ecológico, pese a que esta actuación provocaría una serie de impactos, especialmente en el lecho del río como ya se ha explicado anteriormente, se considera **VIABLE**, ya que entendemos que la zona donde se va actuar ya es una zona muy antropizada, y naturalizada, y consideramos que una vez finalizadas estas actuaciones, el medio se podrá reponer y volver a su estado anterior, eso sí, sin la presencia del nenúfar mejicano.

Al objeto de reducir al mínimo el impacto que se va a producir se deberá realizar una planificación detallada de los trabajos, adoptándose todas aquellas medidas correctoras que se consideren adecuadas como por ejemplo:

- ▶ No realizar vertidos de elementos contaminantes que pudieran contaminar el subsuelo provocando la contaminación de las aguas.
- ▶ Los camiones en los que se retiren los lodos y Especies Exóticas Invasoras procurarán realizar trazados de entrada y salida a las orillas y proximidades del lecho siguiendo siempre los mismos carriles que se hayan establecido, con objeto de minimizar las alteraciones sobre el entorno inmediato del propio lecho y ribera asociada al cauce.
- ▶ Recogida de las náyades existentes y otras especies que puedan aparecer.
- ▶ Se recomienda provechar la realización de estos trabajos para la limpieza de otros residuos de uso humano (recipientes de plástico, carros, etc.) que puedan aparecer en el lecho del río.
- ▶ Revegetación de las zonas de actuación.

Para esta actuación, se deberá trabajar desde el cauce del río, siendo esta alternativa ecológicamente viable, ya que de esta forma no se afectaría a la vegetación natural autóctona situada en las orillas, solo en aquellos puntos que se establecieran de salida y entrada al lecho del río, puntos que se restaurarían posteriormente, tampoco se afectaría a la ictiofauna la cual quedaría protegida en las masas de agua existentes, pudiéndose afectar puntualmente a algunos lugares de puesta, y en referencia a la avifauna, no se realizarían actuaciones en la época de cría.

Finalizados los trabajos, se procedería a la limpieza del cauce si se hubiese debido añadir material a las zonas de trabajo o retirada de pontones, y se procedería a la descompactación del suelo, si se considerase necesario.



- Legal-Social.

- Legal

Es una actuación **VIABLE** pero condicionada medio ambientalmente, debiéndose presentar un estudio de afección a Red Natura 2000 y en función de la cantidad de lodo que se quisiera retirar se deberá hacer o no un estudio de Impacto Medio Ambiental previo (variable en función de la cantidad de lodos a extraer).

- Social

Este método de trabajo, no nos va a permitir mantener los usos del río, al ser vaciado por completo el azud, desecándose el río, por lo que no podrían realizarse actividades como la pesca y el piragüismo. Y pese a mantenerse un caudal ecológico, tampoco podrían realizarse tomas para los diferentes tipos de riego, al encontrarse estas tomas de agua en la actualidad a un nivel muy superficial, aunque por ejemplo para el riego de los jardines se podrían plantear otras alternativas, como es el riego mediante cubas o camiones cisterna.

Entendemos que dentro de las actuaciones de retirada de la planta en la que también se retiran lodos, esta sería la que menos impacto socialmente tendría, porque al ser actuaciones puntuales y de menor calado se vería como una actuación más moderada, y al mover una menor cantidad de material esta actuación sería más rápida, por lo que los posibles impactos por ejemplo del tipo visual, o las actividades que se realizan en el río, estarían limitadas menos tiempo, aunque como ya se ha comentado, en algunos sectores del movimiento ecologista consideran que no es factible ninguna actuación que provoque la retirada de lodos por pequeña que esta sea.

Legal y socialmente se considera **VIABLE** la realización de esta actuación.

b) CONCLUSIÓN.

Esta operación se considera **VIABLE** técnica, ecológica y socialmente.

En esta operativa se actuaría de una forma mucho menos agresiva sobre el fondo del río que si se realiza un dragado total hasta el fondo del mismo, por lo que se disminuirían los posibles procesos erosivos al ser menor los sedimentos extraídos, se reducirían los tiempos y el volumen de trabajo, y por tanto se reducirían todos aquellos impactos provocados por la maquinaria y por los propios trabajos, como pudieran ser ruidos, turbidez del agua, etc.



Es previsible que al no extraer todos los lodos sino solo la capa en la que se encuentran los bulbos, con el tiempo los lodos que se dejan podrían volver a ser colonizados por el nenúfar mejicano por lo que la actuación posiblemente deberá ser repetida de forma periódica, hasta la completa erradicación de esta especie invasora.

Debido a este poder expansivo y a su dificultad de erradicación, se hace complejo que se pueda erradicar en una sola actuación, por eso se considera necesario, tener prevista una posterior vigilancia de la zona, y actuar de forma rápida si se observa algún rebrote de la planta.

Como ocurre en el caso del *Dragado total previo vaciado del azud*, se hace necesario consensuar previamente un calendario de trabajo con los sectores afectados con el fin de disponer del mayor plazo de tiempo continuado posible y especialmente en aquellas épocas con menor cantidad de lluvia.

8.2.4.2. Extracción mecanizada del Nenúfar mejicano sin vaciado de los azudes.

a) Análisis viabilidad.

- **Técnica.**

Técnicamente es una solución **VIABLE**, siendo la operación a realizarse la misma que descrita en el apartado *Dragados continuos con el azud lleno, Dragado mecánico*, pero actuándose directamente en las zonas con nenúfar y excavando hasta la profundidad donde se encuentran enterrados los rizomas del nenúfar mejicano con el fin de extraer la planta y todo su sistema radicular, junto aquellos lodos donde puedan existir rizomas enterrados.

Para esta operativa como ya se ha descrito en este informe, existen diferentes máquinas anfibas que se adaptan perfectamente a nuestro río y a las actuaciones a realizarse. Esta operativa nos ofrece una movilidad y una inmediatez, que otras actuaciones no nos ofrecen, además de permitirnos su realización sin tener que realizar ninguna obra en los azudes por que podría iniciarse



- Ecológica

A nivel ecológico se considera una actuación **VIABLE**, en la que se reducen de manera importante los impactos, al reducirse el volumen de material a extraerse, y permitimos este tipo de maquinaria anfibia, el actuar en aquellos sitios que se precise, accediendo a las manchas de nenúfar mejicano de forma fácil y sencilla navegando por el propio río y sin tener que actuar desde las orillas ni desecar el río.

Va a existir como es obvio una serie de impactos por la extracción de la planta y de los lodos que la sujetan, así como por la propia utilización de la maquinaria anfibia y el transporte del material extraído por el río hasta su descarga y posterior traslado a vertedero o apilado, pero sin embargo, estos impactos serán mucho más reducidos y asumibles que en otro tipo de actuaciones, reduciéndose a un más si se aplican medidas correctoras como las detalladas para el *Dragado mecánico* dentro de las actuaciones de *Dragados continuos con el azud lleno*.

- Legal-Social.

- Legal

Es una actuación **VIABLE** que precisa estudio de afección a Red Natura 2000, pero que dado el volumen de lodos que se va a extraer, no va a precisar, realizar un estudio de Impacto Medio Ambiental previo.

- Social

Esta actuación se considera **VIABLE** socialmente. Este método de trabajo, nos permitiría mantener los usos del río, al mantenerse la lámina de agua, y consideramos que no tendría incidencia a nivel social, a excepción de algún grupo ecologista, que considera que el retirarse lodos junto con la planta no es aceptable.

Legal y socialmente se considera **VIABLE** la realización de esta actuación.

b) CONCLUSIÓN.

Esta operación se considera **VIABLE** técnica, ecológica y socialmente.



8.3. MÉTODOS QUÍMICOS DE ELIMINACIÓN Y DIFERENTES PROCEDIMIENTOS DE APLICACIÓN.

8.3.1. Tratamientos con productos químicos

8.3.1.1. Tratamientos con productos químicos con el azud lleno de agua.

a) Análisis viabilidad.

- **Técnica.**

Técnicamente es una solución **VIABLE**, sencilla y fácil de ejecutar, la cual ya ha sido probada y comprobada su eficacia, no presentando ninguna complicación, siempre que se disponga de los equipos adecuados, se realice con las condiciones meteorológicas adecuadas (no haya lluvia, ni viento...) y se apliquen las medidas de seguridad y salud establecidas para los tratamientos fitosanitarios.

- **Ecológica**

Según la Resolución 350/99 del SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria), el principio activo glifosato está dentro del grupo de activos de improbable riesgo agudo, en su uso normal. Tanto el glifosato como los herbicidas formulados a partir de ese principio activo están clasificados en la Categoría de Menor Riesgo Toxicológico (Clase IV), es decir, productos que normalmente no ofrecen peligro, adoptado por este organismo, en consonancia con organismos internacionales que lo han evaluado. El glifosato y su principal metabolito, el ácido amino metil fosfónico (AMPA) 2, no son dañinos para los microorganismos del suelo y del agua, ni tampoco para insectos, mamíferos, aves o peces. El glifosato es retenido y se degrada naturalmente en el suelo después de su aplicación. (Informe protocolo de actuación prueba piloto control de *Nymphaea mexicana* mediante el uso de productos fitosanitarios *Nymphaea mexicana*; C.H.G. 2.017)

El glifosato ha sido clasificado como "Cancerígeno probable" por el Centro Internacional de Investigaciones sobre el cáncer (CIRC) dependiente de la ONS. Si bien la Autoridad Europea



de Seguridad Alimentaria (EFSA) y la Agencia Europea de Productos Químicos (ECHA) rebajan dicha clasificación a "improbable cancerígeno".

Según la ECHA tampoco existen evidencias de que sea un agente mutágeno o tóxico para la reproducción. No obstante, sí puede causar graves daños en la salud humana, referido a daños oculares, y se considera tóxico para la vida acuática.

Debemos indicar en este apartado, que la utilización de este producto no sería algo nuevo, ya que este, es un producto utilizado comúnmente tanto en trabajos de mantenimiento de infraestructuras como por los agricultores, lo que hace que esto provoque su inevitable presencia en el río Guadiana.

Como se ha indicado, el agotamiento de oxígeno puede matar a los peces después de un tratamiento, especialmente en charcas y estanques. En nuestro caso, debemos tener en cuenta que los tratamientos que podrían realizarse, se realizaría en el río Guadiana, el cual posee un amplio caudal de agua, que diluiría estos efectos y una gran superficie donde podrían refugiarse los peces. Aun así, se propone a fin de disminuir estos riesgos, (dependiendo del herbicida elegido) tratar la zona en secciones y dejar que cada sección se descomponga durante aproximadamente dos semanas antes de tratar otra sección. La aireación, especialmente durante la noche, durante varios días después del tratamiento puede ayudar a controlar el agotamiento del oxígeno.

Es necesario, después de la realización de la aplicación de los productos establecer un plazo de seguridad antes de realizar cualquier actividad en el río, como pueden ser el baño, actividades recreativas en contacto con el agua (piragüismo, etc.), pesca deportiva, captación de agua de abastecimiento, riego de cultivos y abrevado de ganado. Debiéndose establecer este plazo de seguridad en función de los resultados que se obtengan periódicamente en el monitoreo de la composición del agua. Quedando establecido inicialmente este periodo entre 7 y 15 días.

A continuación, se enumeran una serie medidas correctoras establecidas por la Junta de Extremadura para la prueba piloto que realizó la C.H.G. para el control de *Nymphaea mexicana* mediante el uso de productos fitosanitarios en 2.017.

- ▶ La aplicación del producto fitosanitario se realizará en concentraciones muy bajas, directamente sobre las hojas de la planta, evitando en la medida de lo posible el contacto con las masas de agua.
- ▶ La aplicación del producto fitosanitario nunca se realizará en previsión de condiciones meteorológicas adversas (en días de lluvia ni viento...). Su establecerá un plazo de seguridad de 7 días posterior a la aplicación del producto en el que se prevea que las condiciones meteorológicas serán favorables.



- ▶ La aplicación del producto fitosanitario se realizará en el mes de abril y/o primeras semanas de mayo, coincidiendo con los valores mínimos registrados en las concentraciones de plaguicidas totales (según los registros de analíticas realizadas por la propia Confederación Hidrográfica del Guadiana en 2016), y con el periodo vegetativo de la planta.
- ▶ El producto a utilizar será custodiado exclusivamente por el personal responsable de la prueba piloto y no podrá mezclarse con otros productos químicos.
- ▶ La zona objeto de actuación será monitoreada mediante los correspondientes análisis físico químico con el fin de poder establecer en cada momento las medidas preventivas que correspondan en función de la concentración de plaguicidas totales, garantizando en todo momento el cumplimiento de los valores límites establecidos en el Real Decreto 817/2015 de 11 de septiembre, de Seguimiento y Evaluación del Estado de las Aguas Superficiales y Normas de Calidad Ambiental.
- ▶ Deberán vigilarse los lugares de tratamiento y no se permitirá ni el baño ni actividades recreativas, la pesca, la captación de aguas para abastecimiento de la población, para el riego de cultivos o para el abrevado de ganado si las concentraciones fuesen nocivas para el medio ambiente.
- ▶ El personal autorizado deberá acreditar documentalmente dicha circunstancia mediante la presentación de una copia de la. Presente resolución y deberá contar con una formación fehaciente para la aplicación y manejo de productos fitosanitarios.
- ▶ Los residuos generados durante la aplicación del tratamiento deberán gestionarse conforme a la normativa vigente.
- ▶ Se elaborará una memoria de la actividad realizada y de sus resultados.

Se considera una actuación **VIABLE** ecológicamente cumpliéndose estrictamente con las medidas descritas en este apartado.



- **Legal-Social.**

- Legal

Actualmente NO existen productos en Europa los cuales estén permitidos utilizar en masas de aguas corrientes.

Sin embargo, **los tratamientos fitosanitarios podrían realizarse (VIABLE) si el Órgano Medioambiental lo permite, otorgando una autorización excepcional**, debiéndose tomar las medidas que garanticen que el uso de los productos fitosanitarios a emplear sobre la vegetación acuática no cause afección ambiental sobre el ecosistema.

En el Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios, se establece en su Artículo 31. Medidas para evitar la contaminación difusa de las masas de agua apartado 3. *“En los casos en que se precise realizar tratamientos en las bandas de seguridad establecidas en el apartado 2, en el marco del control de plagas declarado de utilidad pública según el artículo 15 de la Ley (Ley 43/2002, de 20 de noviembre de sanidad vegetal), o del control de otras plagas en base a razones de emergencia, el órgano competente de la comunidad autónoma los podrá autorizar, determinando las condiciones en que se hayan de llevar a cabo”.*

Estableciéndose en la Ley 43/2002, como *plaga organismo nocivo de cualquier especie, raza o biotipo vegetal o animal o agente patógeno dañino para los vegetales o los productos vegetales*. Pudiéndose calificar en base a su artículo 15 como Calificación de utilidad pública de lucha contra una plaga entre otros por el apartado b) *Que sus niveles de población y difusión muestren un ritmo creciente, que hagan prever la posibilidad de alcanzar extensiones importantes y ser causa de graves pérdidas económicas.*

Habiéndose producido en los últimos años diferentes tipos de criterios:

En el año 2.013 se denegó a lo largo de dicha campaña por parte del antiguo Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente una serie de autorizaciones excepcionales entre las que se encontraba el Glifosato 36% [SL] p/v como herbicida para aplicación en ríos contra el nenúfar mejicano (*Nymphaea mexicana*), lo cual se reflejó en el boletín fitosanitario de avisos e informaciones emitido por el Servicio de Sanidad Vegetal de la Junta de Extremadura de fecha 28/10/2013

En referencia al glifosato, la Asamblea de Extremadura aprobó una resolución para pedir a la Junta que prohibiese el uso de esta sustancia (10/03/2016), aunque a la administración no ha llevado a cabo esta restricción.



En enero de 2.017 la Dirección General de Medio Ambiente perteneciente a la Consejería de Medio Ambiente y Rural, Políticas Agrarias y Territorio de la Junta de Extremadura autorizó a la Confederación Hidrográfica del Guadiana a la realización de una prueba piloto para el control de *Nymphaea mexicana* mediante el uso de productos fitosanitarios en el río Guadiana a su paso por la localidad de Badajoz.

En base a los cálculos establecidos para la realización de esta prueba piloto para el control de *Nymphaea mexicana* mediante el uso de productos fitosanitarios realizada por la C.H.G. en 2.017, se establecieron los valores límites en concentración de plaguicidas totales entre 1 µg/l y 5 µg/l. Obteniéndose como resultado para la zona 2 y 3 (la zona 1 no se incluía en este estudio), que si se establecía como límite 5 µg/l se podrían tratar aproximadamente entre 5 y 6 ha con Ronda Ultimate y Touchdown Premium.

— Social

Actualmente existe una presión social muy fuerte en contra de la realización de tratamientos fitosanitarios con productos químicos en el río Guadiana, y especial en la utilización del glifosato, que hace **INVIABLE** la utilización de este método.

A continuación se incluyen algunos extractos de prensa en contra de estos tratamientos químicos:

- ▶ Extremadura inicia una lucha contra el glifosato (11/03/2016)
- ▶ El movimiento contra este herbicida arrancó en 2015. Ese año la Organización Mundial de la Salud (OMS) cambió de catalogación e incluyó el glifosato en la lista de sustancias «probablemente cancerígenas para el ser humano». Desde entonces los ecologistas han intensificado su lucha para acabar con su uso. En especial Greenpeace, que ha creado una plataforma para dar a conocer la valoración de la OMS. La Unión Europea también estudió prohibirlo. Finalmente, solo se aprobó que revisarán su uso dentro de siete años en lugar de diez. (diario Hoy, 16/03/2017)

Cabe destacar que una vez realizado el ensayo en 2.017 de la Confederación Hidrográfica del Guadiana aprobado por la Junta de Extremadura en la que se trataron dos manchas de nenúfar, hubo una gran contestación por grupos ecologistas y asociaciones en contra de estas prácticas, lo que provocó que no se volviesen a repetir.

- ▶ *La Confederación Hidrográfica del Guadiana (CHG) no actuará contra la plaga de nenúfar mejicano hasta que la Junta de Extremadura no se pronuncie sobre el uso de herbicidas para su tratamiento. José Martínez, director técnico del organismo, dijo ayer a HOY que «ante la polémica que se formó hemos decidido no actuar*



hasta que la autoridad competente tome alguna determinación al respecto». (diario Hoy, 27/07/2017)

- ▶ Partidos y ecologistas, contrarios al uso de los herbicidas contra las plagas del Guadiana. (eldiario.es, 21/05/2017)
 - La Confederación Hidrográfica del Guadiana ha decidido combatir la expansión del nenúfar mejicano con glifosato en la ciudad de Badajoz. (1)
 - (1) *Indicar que esta noticia no era cierta, ya que solamente se decidió realizar una prueba piloto para estudiar su eficacia, por lo que la C.H.G. tuvo que emitir una Nota de prensa aclarando estas actuaciones, cuyo titular fue: "La Confederación Hidrográfica del Guadiana desarrolla pruebas para frenar el crecimiento del nenúfar mejicano en el entorno urbano de Badajoz".*
 - Ecologistas denuncian que se está aplicando un químico sobre el humedal protegido de la Red Natura 2000 Azud de Badajoz.

La media no ha gustado nada entre los ecologistas. Ecologistas en Acción de Extremadura, SEO/BirdLife denuncian la falta de transparencia y tachan estos ensayos de ilegales. Afirman que resulta inadmisibles la aplicación de este químico en el propio cauce del río Guadiana, dentro del humedal protegido de la Red Natura 2000 Azud de Badajoz.
 - Podemos se opone al uso de glifosato en la cuenca y PSOE quiere que la Confederación explique los motivos del uso de este herbicida.
- ▶ La Confederación del Guadiana, "Premio Atila" de Ecologistas en Acción por el uso de glifosato en el río. (eldiario.es, 04/06/2017)

Entendemos que actualmente socialmente no sería viable la realización de este método, pero se considera que sería conveniente realizar campañas divulgativas dirigidas tanto a la sociedad en general, como a los grupos ecologistas y asociaciones a fin de que en un futuro pudiera ser viable la utilización de estos métodos en la erradicación tanto de esta especie invasora como de otras posibles especies invasoras.

b) CONCLUSIÓN.

Se considera que este método es muy eficaz, sencillo y barato, así como el más utilizado en diferentes partes del mundo para combatir esta especie como Florida o Australia (Lago Victoria), indicado según el catálogo Español de especies exóticas invasoras. Gobierno de



España (sept. 2.013), en sus propuestas para esta especie "Se proponen como control químico 2-4 D y glifosato".

Como se ha indicado, **en la actualidad no existe ningún producto que este permitido utilizar en masas de aguas corrientes**, si bien y para este tipo de actuaciones se podría solicitar una autorización excepcional. Debiéndose comprobar en todo momento que se cumple con lo establecido en el Real Decreto Real Decreto 817/2015 de 11 de septiembre de Seguimiento y Evaluación del Estado de las Aguas superficiales y Normas de calidad ambiental. Por lo que los tratamientos y en base a los cálculos establecidos realizados por la propia CHG deberán realizarse de forma escalonada y actuándose cada vez en pequeñas manchas a fin de estar siempre por debajo de los valores límite de concentración de plaguicidas totales. Se deberá analizar la concentración de plaguicidas en la masa de agua antes de realizarse cualquier tratamiento fitosanitario con el fin de establecer la cantidad de producto que se puede utilizar y la superficie de aplicación.

Sin embargo, y como indica la propia C.H.G. *"hay que ser consciente de que el uso de productos químicos en las aguas públicas suponen un alto riesgo para la salud y para el ecosistema fluvial..."* (extracto doc. Preguntas y respuestas sobre el camalote, octubre 2.018)

Debemos valorar y considerar para la aplicación de este método (tratamiento químico) que **actualmente existe una presión social muy fuerte en contra de la realización de tratamientos fitosanitarios en el río Guadiana y especialmente en la utilización del glifosato**, lo que hace que se desaconseje la utilización del presente método mediante tratamientos químicos.

Se considera, por tanto, una alternativa **INVIABLE** por razones sociales.

Si finalmente y pese a la opinión social se aplicase este método, se debería realizar previamente campañas informativas y reuniones con los diferentes colectivos afectados a fin de alcanzar un consenso sobre su utilización.



8.4. MEJORA DEL ESTADO ECOLÓGICO DEL RÍO.

8.4.1. Eliminación de los azudes.

a) Análisis viabilidad.

- Técnica.

Técnicamente el derribo y eliminación de los dos azudes es una solución **VIABLE**. Hay que tener en cuenta que el Azud de La Granadilla actúa como colector de las aguas sucias de la ciudad de Badajoz, por lo que si se derribase este azud habría que realizar un colector nuevo que uniese la ciudad de Badajoz con la estación depuradora de aguas residuales (EDAR).

Así mismo, sería necesario la realización de una serie de obras con el fin de asegurar el riego a los regantes del Sector R y a los jardines de la ciudad situados junto al río.

- Ecológica

Ecológicamente se podría considerar como algo positivo el derribo de los azudes, ya que se eliminaría una barrera transversal del río, la cual entre otros problemas ecológicos dificulta la movilidad de la ictiofauna pese a disponer de varias escalas de peces o provoca la acumulación de lodos.

Si bien, la presencia de estos azudes también ha provocado la creación de un nuevo ecosistema, que está haciendo que se aumente el número y la diversidad de diferentes especies, especialmente de las aves, lo que ha dado lugar a que este espacio sea declarado ZEPA, denominándose ZEPA "Azud de Badajoz".

ZEPA "AZUD DE BADAJOZ". Hay que indicar que como se refleja en su Plan de Gestión, "*las características ecológicas del curso fluvial de este espacio están condicionadas por la presencia de un azud o presa que mantiene el nivel del río constante y sin fluctuaciones en uno de los tramos*", acogiendo esta área protegida a numerosas aves asociadas a los humedales, donde tienen su área de alimentación y cría.

Si se derribara este azud, las condiciones por las que se otorgó la condición de ZEPA cambiarían, y no sabemos cómo se comportarían las aves en esta situación. Aunque creemos, que repercutiría innegablemente en las aves que lo ocupan, produciéndose un descenso de las



mismas. Debemos tener en cuenta, que el Guadiana ya es un río muy compartimentado por numerosas presas, por lo que derribando el azud obtendríamos una zona más naturalizada, pero nunca sería una naturalización real y completa, ya que el caudal del río está controlado también por las diferentes presas existentes aguas arriba del mismo.

Por ello, consideramos que actualmente ecológicamente se considera **INVIABLE**, ya que entendemos que sería mayor el daño que se podría provocar que el que podríamos obtener.

- **Legal-Social.**

- Legal

No existiría ningún impedimento legal para su eliminación, siendo por tanto una actuación **VIABLE**, es más, desde las propias Confederaciones Hidrográficas, se están llevando a cabo hoy en día diferentes trabajos para la eliminación de este tipo de barreras en los cauces de sus ríos.

- Social

- Los azudes, nos aportan una serie de condiciones idóneas para la realización de distintas actividades como puede ser la pesca o el piragüismo. Así mismo, existen diferentes proyectos para hacer navegable esta zona.

- El valor paisajístico que aporta a la ciudad de Badajoz. La ciudad de Badajoz, a raíz de las diferentes actuaciones que se han realizado en el entorno del río Guadiana a su paso por la ciudad, ha empezado a volver a vivir cara al río y a disfrutar de él. La creación del parque de la margen derecha y las zonas de paseo de la margen izquierda ha hecho que gran cantidad de pacenses disfruten recorriendo las orillas del río y tengan actualmente una mejor imagen del mismo. Consideramos que la imagen y la percepción de la ciudadanía de estas zonas, no sería la misma, sino existiese esa lámina de agua, que hace de nexo de unión con los diferentes puentes entre las dos orillas.

- Presencia de olores. La no existencia de los azudes podría provocar en la época estival un descenso del río, que hiciese que emanaran olores no deseables.

- Riego Sector R. El derribo del azud de La Granadilla provocaría que no se podría asegurar el riego agrícola de las aproximadamente 1.000 has. de regadío existente en este sector, por lo que habría que realizar nuevas obras que permitiesen su abastecimiento.



- Riego de los jardines situados en los márgenes del río. Se debería reestructurar y buscarse alternativas al riego existente en la actualidad, ya que en la época de estiaje no se podría tomar agua.
- Realización de nuevo colector de aguas sucias. Como ya se ha indicado en la viabilidad Técnica, por dentro del el azud de La Granadilla discurre el colector de aguas sucias de la ciudad, permitiendo pasar las aguas de la margen izquierda del río a la margen derecha donde se encuentra la EDAR de Badajoz. La eliminación del azud supondría a su vez la eliminación de este colector, por lo que habría que volverlo a realizarlo ubicándolo en otro lugar, con el alto coste económico que ello implicaría.
- Sector turístico. Riesgo de afección a la ZEPA. El Ayuntamiento de Badajoz, ha establecido como un punto fuerte en su campaña de Turismo el recurso ornitológico existente en la zona, resaltando la importancia de la ZEPA como motor turístico y económico. Entendemos que si se ejecuta esta actuación podría afectar a la ZEPA y por tanto al turismo ornitológico que se intenta atraer a la ciudad.
- Actividades deportivas, campeonatos de pesca, etc. Actualmente la presencia del azud permite realizar diferentes actividades que suponer un aporte económico a la ciudad, como el campeonato de Maratón y de España de Veteranos en piragüismo celebrado en 2014, o los encuentros de hidroaviones radio control que se celebran todos los años en este azud.

b) CONCLUSIÓN.

Esta actuación se considera **INVIABLE** ecológicamente y socialmente, por las consecuencias que se han descrito y que se podrían producir.



8.5. RESUMEN DE EFICACIA Y VIABILIDAD DE LAS ALTERNATIVAS.

ALTERNATIVAS		EFICAZ	VIABILIDAD		
			TÉCNICA	AMBIENTAL	SOCIAL-LEGAL
1	NO ACTUACIÓN	NO	SI	NO	NO
2	MÉTODOS FÍSICOS DE ELIMINACIÓN	-----	-----	-----	-----
2.1	DESBROCE DEL SISTEMA FOLIAR	SI	SI	SI	SI
2.2	PARCELAS DE SOLARIZACIÓN	NO	-----	-----	-----
2.3	ARRANQUE MANUAL	NO	-----	-----	-----
2.4	DESECACIONES PERIÓDICAS DE LOS AZUDES	SI	SI	NO	NO
2.5	DRAGADO DEL RÍO	-----	-----	-----	-----
2.5.1	Dragado total previo vaciado del azud.	-----	-----	-----	-----
2.5.1.1	Dragado y/o excavación de todos los lodos existentes en toda la superficie del río	SI	SI	SI	SI
2.5.1.2	Dragado de lodos y sedimentos solo en superficies donde hay nenúfar mejicano.	SI	SI	SI	SI
2.5.2	Dragados puntuales con bajada de cota de agua sin modificar los azudes.	NO	-----	-----	-----
2.5.3	Dragados continuos con el azud lleno.	-----	-----	-----	-----
2.5.3.1	Dragado mecánico. (Actuándose únicamente en las zonas con nenúfar mejicano)	SI	SI	SI	SI
2.5.3.2	Dragado por succión	NO	-----	-----	-----
2.6	EXTRACCIÓN MECANIZADA DE LA PRIMERA CAPA DE LODOS.	-----	-----	-----	-----
2.6.1	Extracción mecanizada del Nenúfar mejicano con vaciado total de los azudes.	SI	SI	SI	SI
2.6.2	Extracción mecanizada del Nenúfar mejicano con vaciado parcial de los azudes.	NO	-----	-----	-----
2.6.3	Extracción mecanizada del Nenúfar mejicano sin vaciado de los azudes.	SI	SI	SI	SI
2.7	EXTRACCIÓN SELECTIVA DE RIZOMA CON EMBARCACIÓN	NO	-----	-----	-----
3	MÉTODOS QUÍMICOS DE ELIMINACIÓN.	-----	-----	-----	-----
3.1	TRATAMIENTOS CON PRODUCTOS QUÍMICOS	-----	-----	-----	-----
3.1.1	Tratamientos con productos químicos con el azud lleno de agua.	SI	SI	SI	NO
3.1.2	Tratamientos con productos químicos con vaciado de los azudes.	NO	-----	-----	-----
3.2	TRATAMIENTOS CON HERBICIDAS ECOLÓGICOS.	NO	-----	-----	-----
4	MÉTODOS BIOLÓGICOS DE ELIMINACIÓN.	NO	-----	-----	-----
5	MEJORA DEL ESTADO ECOLÓGICO DEL RÍO	-----	-----	-----	-----
5.1	ELIMINACIÓN DE LOS AZUDES.	SI	SI	NO	NO
5.2	IMPLANTACIÓN Y/O FOMENTO DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA.	NO	-----	-----	-----
6	OTRAS POSIBLES ALTERNATIVAS.	-----	-----	-----	-----
6.1	Nitrogeno líquido	NO	-----	-----	-----
6.2	Lanzallamas	NO	-----	-----	-----
6.3	Electrocución	NO	-----	-----	-----

 Nombre de la actuación principal, que se subdivide en diferentes actuaciones. Se analizan las actuaciones en que está subdividida.



9. ANÁLISIS ECONÓMICO

Continuando con el análisis de las diferentes alternativas planteadas, en este punto vamos a valorar el coste económico de aquellas actuaciones que se han considerado Eficaces y Viables. Siendo 6 las actuaciones objeto de estudio económico.

- Desbroce del sistema foliar
- Dragado total previo vaciado del azud. Dragado y/o excavación de todos los dos existentes en toda la superficie del río.
- Dragado total previo vaciado del azud. Dragado y/o excavación de lodos y sedimentos solo en superficies donde hay nenúfar mejicano
- Dragado continuo con el azud lleno. Dragado mecánico. (Solo de la zona con nenúfar mejicano)
- Extracción mecanizada de la primera capa de lodos. Extracción mecanizada del Nenúfar mejicano con vaciado total de los azudes
- Extracción mecanizada de la primera capa de lodos. Extracción mecanizada del Nenúfar mejicano sin vaciado de los azudes

Pudiendo dividirse estas actuaciones en dos grandes grupos, aquellas que se pueden realizar sin vaciado del azud, y por tanto no precisan que para su ejecución sea necesario realizar ninguna obra en los azudes, y aquellas que precisan para su ejecución que se instalen compuertas o sistemas de vaciado en los azudes para que estos se vacíen y se puedan realizar los trabajos.

‡ Alternativas que precisan el Vaciado de los Azudes.

- A.- Dragado total previo vaciado del azud. Dragado y/o excavación de todos los dos existentes en toda la superficie del río.
- B.- Dragado total previo vaciado del azud. Dragado y/o excavación de lodos y sedimentos solo en superficies donde hay nenúfar mejicano.
- C.- Extracción mecanizada de la primera capa de lodos. Extracción mecanizada del nenúfar mejicano con vaciado total de los azudes

‡ Alternativas sin Vaciado de los Azudes.

- D.- Desbroce del sistema foliar
- E.- Dragado continuo con el azud lleno. Dragado mecánico. (Solamente de la zona con nenúfar mejicano).
- F.- Extracción mecanizada de la primera capa de lodos. Extracción mecanizada del nenúfar mejicano sin vaciado de los azudes



Debemos indicar que en todas las actuaciones (a excepción del desbroce del sistema foliar, Alternativa D), se extrae la totalidad de la planta, por lo que para el cálculo económico, se debe establecer no solo el volumen de lodos a extraerse, sino también la cantidad de planta a eliminar.

Conocida la superficie ocupada por el nenúfar mejicano, la cual se corresponde a:

Tramo 1.1:	10,1 ha.	(Tramo Puente de la Autovía-Azud de La Pesquera)
Tramo 1.2.:	2,18 ha	(Tramo Azud La Pesquera-Puente de la Autonomía)
Tramo 1.3:	1,8 ha	(Brazo Jamaco)
Tramo 2:	15,85 ha	(Puente de la Autonomía-Puente Real)
Tramo 3:	26,13 ha.	(Puente Real-Azud de La Granadilla)

Se establece en base a los estudios “*Situación actual de la invasión de Nymphaea mexicana* Zucc. *En la Cuenca del Guadiana*” (M.C. Martínez, M. Gutiérrez y otros, 2011) que la densidad de nenúfar mejicano en 1 m² de superficie ocupada es de 30,5 individuos, siendo el peso medio de una planta de 1,117 kg., dándonos una densidad de biomasa de 34,068 Kg/m².

Obteniéndose los siguientes datos de biomasa en Toneladas:

Tramo 1.1:	3.441 t.	(Tramo Puente de la Autovía-Azud de La Pesquera)
Tramo 1.2.:	743 t.	(Tramo Azud La Pesquera-Puente de la Autonomía)
Tramo 1.3:	613 t.	(Brazo Jamaco)
Tramo 2:	5.400 t.	(Puente de la Autonomía-Puente Real)
Tramo 3:	8.902 t.	(Puente Real-Azud de La Granadilla)
TOTAL	19.099 t.	de Nenúfar mejicano en la zona de estudio.

Se debe recordar en este capítulo que sigue existiendo la **Alternativa 0, que sería la NO ACTUACIÓN**, que como ya se indicó se considera una alternativa NO EFICAZ e INVIABLE, y que además, supondría un coste económico, ya que cualquier actuación que se decidiera realizar en el río, como por ejemplo competiciones de piragüismo, obligaría a tener que limpiar la lámina de agua de nenúfar mejicano con el consiguiente coste económico. Así mismo, la presencia del nenúfar mejicano dificulta la extracción del camalote, lo que aumenta el coste de extracción de esta otra planta invasora.

Indicar, que la no actuación sobre esta especie, haría que esta fuese colonizando una mayor superficie del río, incrementando los costes económicos de posteriores actuaciones.



▄ Alternativas que precisan el Vaciado de los Azudes.

Como se ha indicado, para la ejecución de cualquiera de las 3 alternativas que componen este grupo, es necesario vaciar los azudes (La Pesquera y La Granadilla) y por tanto, realizar aquellas obras que doten a estos azudes de estructuras de descarga que permitan su correcto vaciado.

En base al documento denominado "Alternativas para el vaciado de los azudes de La Pesquera y La Granadilla en Badajoz" elaborado por la Confederación Hidrográfica del Guadiana, podemos establecer unos costes aproximados de:

▄ Azud de La Pesquera:

▪ Alternativa Izquierda (Jamaco)

Ejecución material 1.187.500 €

Presupuesto base de licitación 1.079.881 €

▪ **Alternativa Derecha (Canal Ayala)** (Alternativa preferida)

Ejecución material 367.000 €

Presupuesto base de licitación 528.443 €

▄ Azud de La Granadilla:

▪ Alternativa 1. Mantener el paso del colector por el interior del azud.

Ejecución material 1.110.000 €

Presupuesto base de licitación 1.517.703 €

▪ Alternativa 2. Independizar el funcionamiento del colector y del azud.

Ejecución material 1.897.500 €

Presupuesto base de licitación 2.594.452 €

Se debe valorar, que aunque las actuaciones precisen la realización de estas obras, y por tanto, su realización las encarezca económicamente, realmente la ejecución de estos sistemas de vaciado, son una necesidad y una inversión a futuro, que permita realizar una gestión adecuada de estos azudes, como se detalla en las conclusiones del informe anteriormente indicado.

Para el análisis de los costes de las 3 alternativas, se debe tener en cuenta que una vez vaciado el azud de agua, realmente no se está ejecutando una actuación de dragado propiamente dicha, sino una excavación y retirada de lodos del lecho del río.

También hay que indicar, que la diferencia entre estas 3 opciones corresponde a la zona donde se va a actuar y al volumen de lodos y material a extraer, siendo las técnicas y maquinaria a utilizar semejantes.



El cálculo del volumen de lodos ha sido realizado por C.H.G. a través de Tragsatec, en base a los datos batimétricos aportados por la Unidad Militar de Emergencias (UME). Sin embargo, solo se dispone de datos de los tramos: 1-2, 2 y 3, es decir, de la zona del río Guadiana comprendida entre el Azud de La Pesquera y El Azud de La Granadilla.

Dado el tipo de trabajos a realizarse y la zona donde se va a actuar, la cual se encuentra incluida dentro de la Red Natura 2000, se hará necesario la redacción de un estudio de impacto ambiental, y su posterior seguimiento medio ambiental, estableciéndose, como puede ser una la recogida de estos bivalvos así como de otras especies de peces o invertebrados que necesitasen ser reubicados.

Alternativa A. Dragado total previo vaciado del azud. Dragado y/o excavación de todos los lodos existentes en toda la superficie del río.

Volumen de lodos totales:

Tramo 1-2 y 2:	75.000 m3
Tramo 3:	584.000 m3
TOTAL:	659.000 m3

Biomasa nenúfar mejicano a extraer:

Tramo 1-2 y 2:	6.143 t
Tramo 3:	8.902 t
TOTAL:	15.045 t

Alternativa A. Dragado total previo vaciado del azud. Dragado y/o excavación de todos los lodos existentes en toda la superficie del río.	
EXTRACCIÓN DE MATERIAL (Lodos+planta)	1.955.000 €
TRANSPORTE A VERTEDERO	2.745.000 €
SEGUIMIENTO MEDIO AMBIENTAL	200.000 €
COMPUERTAS AZUD LA PESQUERA	367.000 €
ALIVIADERO AZUD LA GRANADILLA	1.110.000 €
SUMA (EJ. MAT.)	6.377.000 €
PRESUPUESTO BASE LICITACIÓN	9.183.000 €

No están incluidos los costes de la limpieza del tramo 1-1 Puente de la Autovía-Azud de la Pesquera y Tramo 1-3 Brazo Jamaco, al no disponerse de datos batimétricos.



Alternativa B. Dragado total previo vaciado del azud. Dragado y/o excavación de lodos y sedimentos solo en superficies donde hay nenúfar mejicano.

Volumen de lodos TOTALES en la zona de nenúfar mejicano a extraer:

Tramo 1-2 y 2:	33.255 m3
Tramo 3:	95.205 m3
TOTAL:	128.460 m3

Biomasa nenúfar mejicano a extraer:

Tramo 1-2 y 2:	6.143 t
Tramo 3:	8.902 t
TOTAL:	15.045 t

Alternativa B. Dragado total previo vaciado del azud. Dragado y/o excavación de lodos y sedimentos solo en superficies donde hay nenúfar mejicano.	
EXTRACCIÓN DE MATERIAL (Lodos+planta)	427.000 €
TRANSPORTE A VERTEDERO	598.000 €
SEGUIMIENTO MEDIO AMBIENTAL	200.000 €
COMPUERTAS AZUD LA PESQUERA	367.000 €
ALIVIADERO AZUD LA GRANADILLA	1.110.000 €
SUMA (EJ. MAT.)	2.702.000 €
PRESUPUESTO BASE LICITACIÓN	3.891.000 €

No están incluidos los costes de la limpieza del tramo 1-1 Puente de la Autovía-Azud de la Pesquera y Tramo 1-3 Brazo Jamaco, al no disponerse de datos batimétricos.



Alternativa C. Extracción mecanizada de la primera capa de lodos. Extracción mecanizada del nenúfar mejicano con vaciado total de los azudes.

La superficie ocupada por el nenúfar mejicano corresponde a:

Tramo 1.2.:	2,18 ha	(Tramo Azud La Pesquera-Puente de la Autonomía)
Tramo 2:	15,85 ha	(Puente de la Autonomía-Puente Real)
Tramo 3:	26,13 ha.	(Puente Real-Azud de La Granadilla)

Volumen de lodos (30 cms. profundidad) en la zona de Nenúfar mejicano a extraer:

Tramo 1-2 y 2:	33.255 m3
Tramo 3:	78.390 m3
TOTAL:	111.645 m3

En el caso del tramo 1.2 y 2, el volumen a extraer corresponde al volumen total de lodo existente, ya que el volumen real existente tiene un espesor medio menor de 30 centímetros de profundidad (incluso es menor a los 20 centímetros).

Biomasa nenúfar mejicano a extraer:

Tramo 1-2 y 2:	6.143 t
Tramo 3:	8.902 t
TOTAL:	15.045 t

Alternativa C. Extracción mecanizada de la primera capa de lodos. Extracción mecanizada del Nenúfar mejicano con vaciado total de los azudes.	
EXTRACCIÓN DE MATERIAL (Lodos+planta)	378.000 €
TRANSPORTE A VERTEDERO	531.000 €
SEGUIMIENTO MEDIO AMBIENTAL	200.000 €
COMPUERTAS AZUD LA PESQUERA	367.000 €
ALIVIADERO AZUD LA GRANADILLA	1.110.000 €
SUMA (EJ. MAT.)	2.586.000 €
PRESUPUESTO BASE LICITACIÓN	3.724.000 €

No están incluidos los costes de la limpieza del tramo 1-1 Puente de la Autovía-Azud de la Pesquera y Tramo 1-3 Brazo Jamaco, al no disponerse de datos batimétricos.



‡ Alternativas sin Vaciado de los Azudes.

En estas tres alternativas, no se requiere el vaciado de los azudes, por lo que serían alternativas que se podrían aplicar actualmente en las condiciones en las que se encuentra el río Guadiana.

Alternativa D. Desbroce del Sistema Foliar.

El trabajo consistiría en segar continuamente la superficie del río, al objeto de intentar por desgaste que la planta muera. Como se ha indicado, no existen evidencias de que se haya erradicado la planta por este método, si bien puede ser un método muy válido de control.

Se ha podido observar que la planta una vez segada, vuelve a aparecer entre los 8 y 10 días, y en su tercer corte, empieza a bajar de vigor.

La superficie total ocupada por el Nenúfar mejicano corresponde a 56,06 has, siendo 44,16 ha las que se encuentran ubicadas entre los dos azudes (Tramo 1-2, 2 y 3).

Un vehículo anfibia marca Berky (modelo 6480) tipo corta aproximadamente entre 1,5 ha y 2 ha, pudiendo ser muy variables estos rendimientos en función de diferentes factores, como puede ser la orografía del fondo del río, si se actúa cerca de las orillas, la presencia de camalote entre el nenúfar o la época del año en la que se trabaja, debido a que estas máquinas en verano se calientan bastante y necesitan a cada hora de trabajo parar entre 10-15 minutos para refrigerarse.

La cosechadora BERKY modelo 6540 tiene mejores rendimientos, y además recoge el nenúfar cortado, sin embargo solo se podría utilizar en el tramo 3 de estudio, ya que necesita disponer de un calado de entre 40 y 50 cms.

Si aceptamos un rendimiento medio de 1,75 ha/día necesitaríamos 25 días (más de un mes) para segar la superficie comprendida entre los dos Azudes, y 32 días para segar toda la superficie. Por lo que se hace necesario disponer de un mínimo de dos máquinas para realizar siegas cada 3 o 4 semanas en función de la superficie, aconsejándose disponer de 3 máquinas para que las siegas se pudieran realizar cada 15 días entre los dos Azudes.

En el coste de esta actuación hay que disponer de una barca con un auxiliar, tanto como medida de seguridad como de apoyo.



Los trabajos se plantean desde el mes de mayo hasta el mes de octubre inclusive. (6 meses).

El coste de la actuación, se ha planteado siendo ejecutado por máquinas adquiridas por la propia Confederación Hidrográfica del Guadiana, ya que ha día de hoy en España se hace muy complicado conseguir este servicio a través de empresas privadas.

Alternativa D. Desbroce del Sistema Foliar. (*) 6 meses	
AMORTIZACIÓN ANFIBIO SIEGA (3 ud)	136.500 €
COSTE MANTENIMIENTO Y COMBUSTIBLE ANFIBIO (3 ud)	22.800 €
AMORTIZACIÓN BARCA DE SEGURIDAD (1 ud)	2.600 €
COSTE MANTENIMIENTO Y COMBUSTIBLE BARCA SEGURIDAD (1 ud)	3.600 €
PERSONAL (4 maquinistas)	57.600 €
OTROS (VEHÍCULO, REMOLQUE, ETC)	9.000 €
RECOGIDA Y SACA HOJAS CORTADAS	18.000 €
SEGUIMIENTO MEDIO AMBIENTAL	15.000 €
SUMA (EJ. MAT.)	265.100 €
Presupuesto sin IVA ni G.G. ni B.I.	

(*) Cálculo realizado para tres máquinas tipo Berky modelo 6480 y 1 barca de seguridad (sin IVA), estableciéndose un plazo de amortización para la maquinaria de 4 años.

- Coste anfibo siega 1 unidad = 182.000 €
- Coste barca seguridad 1 unidad = 10.180 €

Aunque se entiende que la cantidad de materia que se va a aportar al río por la siega del nenúfar, pueda ser asumible por el este, se ha valorado una partida para la recogida y saca del nenúfar cortado, con el objeto de actuar en este sentido en aquellos casos que se detecte una excesiva cantidad de hojas en el río.



Alternativa E.- Dragado continuo con el azud lleno. Dragado mecánico. (Solamente de la zona con nenúfar mejicano).

En esta actuación se van a dragar la totalidad de los lodos en aquellas zonas donde exista nenúfar mejicano.

El Volumen de material a extraer es el mismo que el calculado en la Alternativa B. Dragado y/o excavación de lodos y sedimentos solo en superficies donde hay nenúfar mejicano, ascendiendo el volumen de lodo en los Tramos 1-2, 2 y 3 a 128.460 m³ y la biomasa de nenúfar mejicano a extraer a 15.045 t.

Estableciéndose el coste de actuación en:

Alternativa E. Dragado continuo con el azud lleno. Dragado mecánico. (Solamente de la zona con nenúfar mejicano)	
DRAGADO Y EXTRACCIÓN	2.754.000 €
VACIADO Y TRANSPORTE A VERTEDERO	806.000 €
SEGUIMIENTO MEDIO AMBIENTAL	200.000 €
SUMA (EJ. MAT.)	3.760.000 €
PRESUPUESTO BASE LICITACIÓN	5.414.100 €

No están incluidos los costes de la limpieza del tramo 1-1 Puente de la Autovía-Azud de la Pesquera y Tramo 1-3 Brazo Jamaco, al no disponerse de datos batimétricos.

Hay que indicar, que dada las características de nuestro río consideramos que para los trabajos que se deben acometer hay que utilizar máquinas anfibas. Como se indicó, se podrían utilizar también pontones con una retroexcavadora situada encima para este tipo de operativas, si bien consideramos que dado el calado existente en los tramos 2 y 1-2, que no llega a superar los 2 metros y en muchos casos está por debajo del metro, y la gran superficie en la que se debe actuar, no se considera operativo la utilización de este tipo de maquinaria.

Es por ello, que se considera, que para estos trabajos, las máquinas más operativas, serían las del tipo watermaster, descartándose máquinas más pequeñas, como la máquina Truxor Doro Digger con pala excavadora, al ser su profundidad de trabajo insuficiente en



algunos tramos, especialmente en el tramo 3, disponer de un cazo muy pequeño para el volumen de material a extraer y tener unas condiciones de flotabilidad poco estables.

La máquina anfibia watermaster nos va a permitir por el contrario operar en todos los tramos, si bien, y aunque es cierto que su tamaño la hace menos operativa en algunas zonas, también es cierto que su potencia, capacidad de carga y profundidad de trabajo son mucho mayores que la máquina anteriormente descrita.

Dada la especificidad de este tipo de maquinaria, actualmente y como sucede con las segadoras anfibias, en España no existe un mercado de este tipo de máquinas que haga que sea fácil su contratación y que estén disponibles en el momento que se precisen. Es por ello, que se considera adecuada la adquisición por parte de la Confederación Hidrográfica del Guadiana, de este tipo de máquina, con las ventajas que ello conllevaría y la utilidad que les podría aportar. Especialmente importante, es que al tener a disposición esta máquina, eso nos permite volver a actuar en el momento que se precise.

En este análisis de los costes de esta alternativa, se plantea el cálculo del coste de la adquisición de una máquina anfibia modelo Watermaster por parte de la Confederación Hidrográfica del Guadiana y de su operativa.

Alternativa E. Dragado continuo con el azud lleno. Dragado mecánico. (Solamente de la zona con nenúfar mejicano) COSTE ANUAL ADQUIRIENDO LA MAQUINARIA LA C.H.G.	
AMORTIZACIÓN MAQUINARIA	239.000 €
COSTE MANTENIMIENTO Y COMBUSTIBLE	82.600 €
PERSONAL (2 maquinistas)	61.500 €
OTROS (VEHÍCULO, MATERIAL, ETC)	15.000 €
EXTRACCIÓN LODOS BARCAZA Y TRANSPORTE	124.800 €
SEGUIMIENTO MEDIO AMBIENTAL	42.000 €
SUMA (EJ. MAT.)	564.900 €
Presupuesto sin IVA ni G.G. ni B.I.	

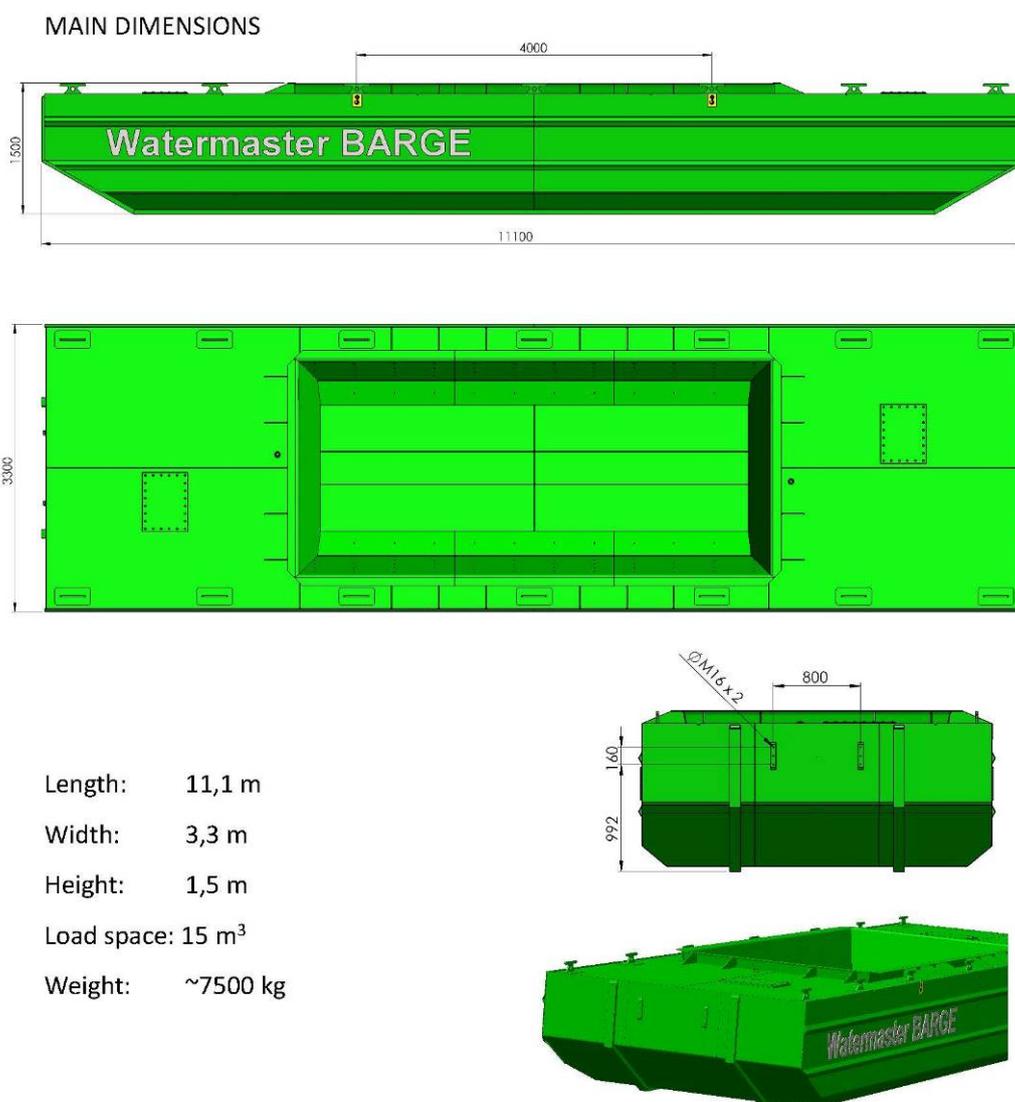
(*) Cálculo realizado para una máquina tipo Watermaster, tres barcazas de carga y una barca de extracción (sin IVA), estableciéndose un plazo de amortización para la maquinaria de 4 años.

- Coste Watermaster 1 unidad = 660.000 € (sin IVA)
- Coste barcas de carga (3 ud) = 225.000 € (sin IVA)
- Coste barca de extracción (1 ud) = 70.000 € (sin IVA)



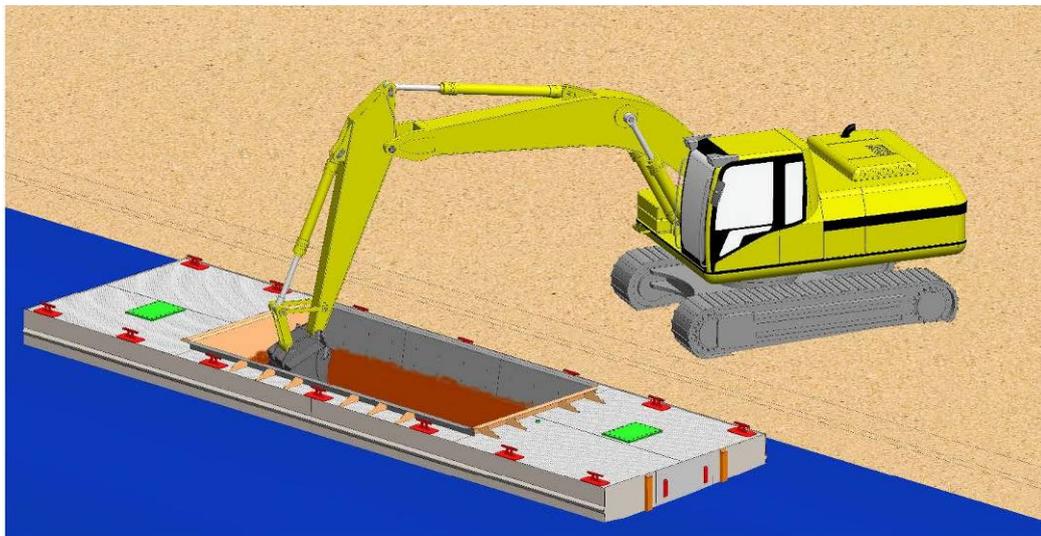
Dentro del coste de amortización de la maquinaria, se incluye la adquisición de una máquina modelo Watermaster, la adquisición de 3 barcasas de carga de 15 m³ de capacidad, donde la watermaster hecha el material extraído y luego es sacado a la orilla, y la adquisición de una barca denominada de extracción o de arrastre, que será la encargada de empujar hasta la orilla las barcasas de carga o transporte con el material, y traerlas una vez vaciadas de vuelta a la Watermaster.

Se ha añadido al análisis de los costes, otra partida necesaria para la realización de este proceso, la extracción de lodos barcaza y transporte, consistente en la extracción y vaciado de la barcaza de carga desde la orilla por una retroexcavadora y su posterior carga y transporte a vertedero mediante un camión basculante.





Carga de la barcaza



Descarga de la barcaza



Alternativa F.- Extracción mecanizada de la primera capa de lodos. Extracción mecanizada del Nenúfar mejicano sin vaciado de los azudes.

En esta alternativa la operativa es igual que la anterior (Alternativa E), pero reduciéndose el volumen de material a extraerse en lo referente a los lodos, ya que solamente se va a llegar a los 30 cms. de profundidad. Cabe reseñar, que la diferencia entre la alternativa E (retirada de toda la profundidad de lodos) y la F que se está analizando (retirada de los 30 cms. primeros centímetros de profundidad), referida a los tramo 1-2 y 2, es la misma, ya que la profundidad media que alcanza el lodo en estos tramos es menor a los 30 cms de profundidad. No así en el tramo 3, donde las profundidades de los lodos tienen una gran diferencia y superan a menudo los 30 cms.

El Volumen de material a extraer es el mismo que el calculado en la Alternativa C. Extracción mecanizada de la primera capa de lodos. Extracción mecanizada del Nenúfar mejicano con vaciado total de los azudes, ascendiendo a un Volumen de lodos (30 cm de profundidad) en los Tramos 1-2, 2 y 3 a 128.460 m³ y la biomasa de nenúfar mejicano a extraer a 15.045 t.

Alternativa F. Extracción mecanizada de la primera capa de lodos. Extracción mecanizada del Nenúfar mejicano sin vaciado de los azudes.	
DRAGADO Y EXTRACCIÓN	2.441.000 €
VACIADO Y TRANSPORTE A VERTEDERO	714.000 €
SEGUIMIENTO MEDIO AMBIENTAL	200.000 €
SUMA (EJ. MAT.)	3.355.000 €
PRESUPUESTO BASE LICITACIÓN	4.831.000 €

Para esta alternativa consideramos que también la Confederación Hidrográfica del Guadiana, debería plantearse la adquisición de una máquina anfibia con retroexcavadora.



a) CONCLUSIÓN.

Analizadas económicamente las 6 alternativas, debemos indicar que existen varias alternativas muy similares entre sí:

Dentro del grupo del Dragado del vaciado del azud.

Alternativa B. Dragado total previo vaciado del azud. Dragado y/o excavación de lodos y sedimentos solo en superficies donde hay nenúfar mejicano.

Alternativa C. Extracción mecanizada de la primera capa de lodos. Extracción mecanizada del Nenúfar mejicano con vaciado total de los azudes.

Dentro del grupo del Dragado sin vaciar el azud.

Alternativa E.- Dragado continuo con el azud lleno. Dragado mecánico.(Solamente de la zona con nenúfar).

Alternativa F.- Extracción mecanizada de la primera capa de lodos. Extracción mecanizada del Nenúfar mejicano sin vaciado de los azudes.

En ambos casos, las operaciones son muy semejantes, diferenciándose entre ellas por el volumen de de lodos a extraer, sin embargo y como se ha podido ver en este apartado, el volumen de lodos a extraer entre las diferentes alternativas es muy similar siendo los costes económicos por tanto muy similares. Por ello, consideramos que de entre estas actuaciones nos debemos quedar con las que consideramos más eficaces. Que dando finalmente y después del presente análisis económico 4 ALTERNATIVAS.

- **ALTERNATIVA 1. (A). Dragado total previo vaciado del azud. Dragado y/o excavación de todos los lodos existentes en toda la superficie del río.**
- **ALTERNATIVA 2. (B). Dragado total previo vaciado del azud. Dragado y/o excavación de lodos y sedimentos solo en superficies donde hay nenúfar mejicano.**
- **ALTERNATIVA 3. (D). Desbroce del sistema foliar.**
- **ALTERNATIVA 4. (E). Dragado continuo con el azud lleno. Dragado mecánico. (Actuándose únicamente en las zonas con nenúfar mejicano).**

Así mismo, en el siguiente capítulo junto con estas 4 alternativas, analizaremos la **ALTERNATIVA 0. No actuación.**



➤ **RESUMEN ANÁLISIS ECONÓMICO.**

Cálculo económico para actuación en el Tramo 1-2, 2 y 3, donde se tienen datos batimétricos.

ALTERNATIVAS (coste en €)		EJ. MAT.	PRESUPUESTO BASE LICITACIÓN	COSTE ANUAL
1	ALTERNATIVAS QUE PRECISAN EL VACIADO DE LOS AZUDES	-----	-----	-----
	<i>DRAGADO DEL RÍO</i>	-----	-----	-----
	<i>Dragado total previo vaciado del azud.</i>	-----	-----	-----
A	Dragado y/o excavación de todos los lodos existentes en toda la superficie del río	6.377.000	9.183.000	-----
B	Dragado de lodos y sedimentos solo en superficies donde hay nenúfar mejicano.	2.702.000	3.891.000	-----
	EXTRACCIÓN MECANIZADA DE LA PRIMERA CAPA DE LODOS.	-----	-----	-----
C	<i>Extracción mecanizada del Nenúfar mejicano con vaciado total de los azudes.</i>	2.586.000	3.724.000	-----
2	ALTERNATIVAS SIN VACIADO DE LOS AZUDES	-----	-----	-----
D	<i>DESBROCE DEL SISTEMA FOLIAR</i>	-----	-----	265.100*
	<i>DRAGADO DEL RÍO</i>	-----	-----	-----
	<i>Dragados continuos con el azud lleno.</i>	-----	-----	-----
E	Dragado mecánico. (Actuándose únicamente en las zonas con nenúfar mejicano)	3.760.000	5.414.100	-----
	EXTRACCIÓN MECANIZADA DE LA PRIMERA CAPA DE LODOS.	-----	-----	-----
F	<i>Extracción mecanizada del Nenúfar mejicano sin vaciado de los azudes.</i>	3.355.000	4.831.000	-----
E y F	COSTE DRAGADOS SIN VACIADO DE AZUDES ADQUIRIENDO LA MÁQUINARIA LA C.H.G	-----	-----	564.900*

Nombre de la actuación principal, que se subdivide en diferentes actuaciones. Se analizan las actuaciones en que está subdividida.

(*) No incluido IVA ni B.I. ni G.G. Con el estudio de la maquinaria a 4 años.



Mancha de nenúfar mejicano entre el puente Real y el Puente de Universidad.



10. TOMA DE DECISIONES

ALTERNATIVAS	VENTAJAS	INCONVENIENTES
<p>ALTERNATIVA 0</p> <p>No actuación</p>	<ul style="list-style-type: none">• Presencia de vegetación acuática donde antes no existía.• Aporta nuevos hábitats al río• Aumento local de la biodiversidad (se ha comprobado un aumento de individuos de especies como el calamón o la garcilla cangrejera)	<ul style="list-style-type: none">• Dificulta e impide diferentes usos del río como la navegación, el piragüismo o la pesca.• Foco de expansión hacia otros tramos del río Guadiana más naturales.• Podría llegar a colonizar casi la totalidad de la superficie del río situado entre el puente de Palmas y el puente Real.• Favorece la expansión del camalote (efecto cuna)• Dificulta los trabajos de lucha contra el camalote, aumentando los costes de extracción de esta otra planta invasora.• Homogeneización del paisaje• Crea alarma social• La no actuación sobre el nenúfar mejicano, supondría un incumplimiento de la legalidad vigente, al estar incluido en el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras, además de encontrarse la zona invadida dentro de la Red Natura 2000.• Compite y desplaza a otras especies de nenúfares autóctonos.



ALTERNATIVAS	VENTAJAS	INCONVENIENTES
<p style="text-align: center;">ALTERNATIVA 1</p> <p>Dragado total previo vaciado del azud. Dragado y/o excavación de todos los lodos existentes en toda la superficie del río.</p>	<ul style="list-style-type: none">• Extracción de la planta y los lodos en la que se asienta, eliminando todos los rizomas y partes de planta evitando de esta forma su reproducción asexual.• Uso de maquinaria convencional• La realización de las obras en los azudes permitirá que puedan ser vaciados, lo que revertirá en un mejor manejo de estas masas de agua.• La retirada de todos los lodos elimina el sustrato donde asentarse al nenúfar y reduce las condiciones de reinfestación.• La retirada de lodos no solamente es positiva para la lucha contra el nenúfar mejicano. Entre otros aspectos positivos: ayuda a recuperar el lecho del río y su biodiversidad, aumento de calado y por tanto de la navegabilidad del río, reducción de la eutrofización del agua...• La eliminación de los lodos aumentará el calado del río, lo que dificultará y en algunas zonas impedirá una nueva recolonización del nenúfar mejicano.• Posibilidad para actuar contra otras especies alóctonas, como el camalote, tortugas californianas o diferentes especies de peces.• Planificación técnica y ejecución de los trabajos de extracción más sencilla al actuarse en toda la superficie.	<ul style="list-style-type: none">• No se puede realizar en la actualidad, requiere la adaptación previa de los azudes para poder ser vaciados.• Época de trabajo limitada por condicionantes ambientales (época de cría de aves) y por la temporada de riego.• Gran movimiento de maquinaria por el lecho del río.• Dependencia de las condiciones meteorológicas, en especial la existencia de lluvias.• Importante impacto paisajístico durante su ejecución.• Impactos en diferentes especies, especialmente náyades y en menor medida aves e ictiofauna, durante la época de ejecución.• Necesidad de Estudio de Impacto Ambiental.• No permite ningún uso del río durante su ejecución.• Oposición de algunos sectores ecologistas.• Alto coste económico.



ALTERNATIVAS	VENTAJAS	INCONVENIENTES
<p style="text-align: center;">ALTERNATIVA 2.</p> <p>Dragado total previo vaciado del azud. Dragado y/o excavación de lodos y sedimentos solo en superficies donde hay nenúfar mejicano.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Extracción de la planta y los lodos en la que se asienta, eliminando de todos los rizomas y partes de planta evitando de esta forma su reproducción asexual. • Se actúa directamente en la zona del problema, por lo que está muy acotada la actuación, extrayéndose el material solamente de la zona afectada. • Uso de maquinaria convencional • La realización de las obras en los azudes permitirá que puedan ser vaciados, lo que revertirá en un mejor manejo de estas masas de agua. • La retirada de lodos no solamente es positiva para la lucha contra el nenúfar mejicano. Entre otros aspectos positivos: ayuda a recuperar el lecho del río y su biodiversidad, aumento de calado y por tanto de la navegabilidad del río, reducción de la eutrofización del agua... • En las zonas de nenúfar mejicano se aumentará el calado del río, lo que dificultará su nueva colonización en algunas zonas. • Inicialmente menor coste económico, que la actuación en todo el río. • A menor volumen ha extraer menor tiempo de trabajo. • Posibilidad para actuar contra otras especies alóctonas, como el camalote, tortugas californianas o diferentes especies de peces. 	<ul style="list-style-type: none"> • No se puede realizar en la actualidad, requiere la adaptación previa de los azudes para poder ser vaciados. • Época de trabajo limitada por condicionantes ambientales (época de cría de aves) y por la temporada de riego. • Al ser la retirada de los lodos solo en las zonas de nenúfar, estas zonas pueden volver a ser ocupadas y cubiertas por nuevos lodos, y por tanto, volver a ser zonas potenciales para una nueva reinfestación con nenúfar mejicano. • Aumento de la irregularidad en el lecho del río. • Impacto paisajístico durante su ejecución. • Gran movimiento de maquinaria por el lecho del río. • Al tenerse que actuar en diferentes zonas, requiere preparar diferentes accesos tanto desde las orillas o a través del lecho del río a las diferentes manchas de nenúfar mejicano. • Requiere que el suelo este lo suficiente seco para poder acceder a las diferentes manchas de nenúfar. • Dependencia de las condiciones meteorológicas, en especial la existencia de lluvias. • Impactos en diferentes especies, especialmente náyades y en menor medida aves e ictiofauna, durante la época de ejecución. • Necesidad de Estudio de Impacto Ambiental. • No permite ningún uso del río durante su ejecución. • Oposición de algunos sectores ecologistas.



ALTERNATIVAS	VENTAJAS	INCONVENIENTES
<p>ALTERNATIVA 3 Desbroce del Sistema Foliar.</p>	<ul style="list-style-type: none">• NO requiere ninguna actuación en los Azudes.• Se puede actuar en cualquier momento, al no necesitarse el vaciado de los azudes, ni actuaciones previas ni infraestructuras.• Experiencia en la utilización de este método por parte de la C.H.G.• Conocimiento de la maquinaria a utilizarse y posesión de algunas unidades por parte de C.H.G.• Fácil planificación técnica y ejecución de los trabajos.• Este tipo de maquinaria permite acceder a todos los puntos donde existe nenúfar de forma sencilla, independientemente del calado existente.• Posible realización durante toda la época del año.• Mínimo impacto ambiental y nulo impacto paisajístico.• Permite el mantenimiento de los usos del río durante su ejecución.• Método bien valorado por todos los sectores sociales.	<ul style="list-style-type: none">• Requiere una actuación continua sobre el nenúfar mejicano.• No se conoce que este método erradique la planta.• La no erradicación de la planta obliga al órgano gestor a establecer anualmente un plan de control y mantenimiento, asignando una partida presupuestaria anual a este concepto.



ALTERNATIVAS	VENTAJAS	INCONVENIENTES
<p style="text-align: center;">ALTERNATIVA 4.</p> <p>Dragado continuo con el azud lleno. Dragado mecánico. (Solamente en zonas con nenúfar mejicano)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • NO requiere ninguna actuación en los Azudes. • Se puede actuar en cualquier momento, al no necesitarse el vaciado de los azudes. Lo que facilita la actuación si se observa que vuelve a rebrotar el nenúfar. • Se actúa directamente en la zona del problema, por lo que está muy acotada la actuación, extrayéndose el material solamente de la zona afectada. • Extracción de la planta y los lodos en la que se asienta, eliminando de todos los rizomas y partes de planta evitando de esta forma su reproducción asexual. • La retirada de lodos no solamente es positiva para la lucha contra el nenúfar mejicano. Entre otros aspectos positivos: ayuda a recuperar el lecho del río y su biodiversidad, aumento de calado y por tanto de la navegabilidad del río, reducción de la eutrofización del agua... • En las zonas de nenúfar mejicano se aumentará el calado del río, lo que dificultará su nueva colonización en algunas zonas. • Posible realización durante toda la época del año, cumpliendo condicionantes ambientales. • Mínimo impacto ambiental y paisajístico. • Permite el mantenimiento de los usos del río durante su ejecución, estableciendo una serie de medidas de seguridad. • La adquisición de esta máquina anfibia para el dragado mecánico por la CHG permitirá una actuación inmediata y continua, pudiendo realizar los trabajos en función de las necesidades que se 	<ul style="list-style-type: none"> • Maquinaria muy específica para su ejecución. • Al ser la retirada de los lodos solo en las zonas de nenúfar, estas zonas pueden volver a ser ocupadas y cubiertas por nuevos lodos, y por tanto, volver a ser zonas potenciales para una nueva reinfestación con nenúfar mejicano. • Aumento de la irregularidad en el lecho del río, al ser dragados en zonas puntuales. • Mayor complejidad técnica y menor rendimiento en la extracción del lodo que la excavación convencional. • Aumento de la irregularidad en el lecho del río. • Posible afección puntual en náyades. • Necesidad de Estudio de Impacto Ambiental. • Oposición de algunos sectores ecologistas por la retirada de lodos. • Alto coste económico • Necesidad de empresas muy específicas para su realización, sino se adquiere la maquinaria por la CHG.



“Estudio de viabilidad de métodos para el control y eliminación del nenúfar mejicano (Nymphaea mexicana Zucc) en el río Guadiana a su paso por Badajoz”.

	<p>presenten, así mismo, permitirá actuar en otras localizaciones con nenúfar mejicano. Así mismo, esta maquinaria dispone de diferentes elementos que le dan una mayor versatilidad y le permiten realizar diferentes trabajos complementarios.</p> <ul style="list-style-type: none">• La utilización de maquinaria anfibia aporta movilidad, operatividad e inmediatez.	
--	--	--



Imágenes de mancha de nenúfar mejicano en el río Guadiana a su paso por la ciudad de Badajoz.



11. CONCLUSIONES

Consideramos que en base a la legislación vigente, a la demanda social, a los problemas a nivel ecológico que provoca esta planta y a su expansión, que se va incrementando año a año, se hace necesario la actuación contra el nenúfar mejicano (*Nymphaea mexicana* Zucc.).

La actuación que se debería emplear, la dejamos en manos de los responsables del órgano ejecutor, si bien es cierto que consideramos que independientemente de la solución o soluciones que se adopten sería necesario dotar tanto al Azud de la Pesquera como al Azud de la Granadilla de un dispositivo de desagüe eficaz para el vaciado de los mismos. Ya que el disponer de estos sistemas nos permitirán una mejor gestión de estas masas de agua, así como actuar cuando se precise, ya no solamente contra el nenúfar mejicano, sino también contra otra serie de Especies Exóticas Invasoras que están apareciendo en nuestros ríos, o por otros motivos como pudieran ser emergencias, avenidas, etc.

Entendemos que la Confederación Hidrográfica del Guadiana, debería plantearse el disponer de una máquina tipo anfibio con pala retroexcavadora al objeto de complementar los equipos de trabajo de los que dispone en la actualidad, ya que esta máquina le daría una mayor versatilidad y le permitiría actuar inmediatamente en cualquier lugar que se precisase.

Indicar finalmente, que aunque el presente estudio, esté dirigido a la erradicación del nenúfar mejicano en la ciudad de Badajoz, es muy importante insistir, en que la erradicación total de esta especie requiere actuar desde su punto de origen en el arroyo Cabrera hasta la zona de Portugal, porque si solo se actúa en esta zona, el nenúfar mejicano volverá a aparecer.

Mérida, 25 de abril de 2.019

AUTORES

Miguel Ángel Palacios Martín. Coordinador de los Trabajos

Benigno Cienfuegos Caldera. Licenciado en Biología

Alejandro Chamizo de Castro. Licenciado en Ciencia Ambientales

María Gutiérrez Esteban. Licenciada en Biología

Ángel María Morales Hermoso. Licenciado en Geografía

Vº Bº. Nicolás Cifuentes y de la Cerra. Jefe de Área de Calidad Ambiental de la C.H.G.



AGRADECIMIENTOS

Para la realización de este informe, se ha consultado y solicitado asesoramiento o su opinión, tanto a técnicos y expertos de diferentes administraciones y entidades, como a diversos colectivos y asociaciones especialmente del entorno de la ciudad de Badajoz.

- Junta de Extremadura
 - Servicio de Conservación de la Naturaleza y Áreas Protegidas
 - Servicio de Protección Ambiental
 - Servicio de Sanidad Vegetal
 - Centro de Acuicultura Vegas del Guadiana
- Universidad de Extremadura
- Confederación Hidrográfica del Guadiana
 - Servicios de la Dirección Técnica de la C.H.G.
- Comunitat Valenciana
 - Servei de Vida Silvestre
- Adenex
- Salvar el Guadiana
- Ecologistas Extremadura
- Asociación Cívica de Badajoz
- SEO Bird Life

Queremos aprovechar este apartado para agradecer a todos ellos, su colaboración, sus opiniones y su tiempo.

Así mismo agradecer a la Unidad Militar de Emergencias (UME) y a Tragsatec su trabajo en la realización de la batimetría del río Guadiana a su paso por la ciudad de Badajoz, y en la toma de muestras de lodos.

Finalmente agradecer a la guardería de la Confederación Hidrográfica del Guadiana, su apoyo en los trabajos de campo realizados.



*“Estudio de viabilidad de métodos para el control y eliminación del nenúfar mejicano (*Nymphaea mexicana* Zucc) en el río Guadiana a su paso por Badajoz”.*

ANEXOS



Índice ANEXOS.

ANEXO 1. Alternativas para el vaciado de los Azudes de La Pesquera y La Granadilla en Badajoz.

ANEXO 2. Caudales del río Guadiana a su paso por la Ciudad de Badajoz.

ANEXO 3. Analítica muestreo lodos Tramos 1, 2 y 3.

ANEXO 4. Bibliografía.



*“Estudio de viabilidad de métodos para el control y eliminación del nenúfar mejicano (*Nymphaea mexicana* Zucc) en el río Guadiana a su paso por Badajoz”.*

ANEXO 1

Alternativas para el vaciado de los Azudes de La
Pesquera y La Granadilla en Badajoz.

ALTERNATIVAS PARA EL VACIADO DE LOS AZUDES DE LA PESQUERA Y LA GRANADILLA EN BADAJOZ

ANTECEDENTES

El cauce del Río Guadiana en las inmediaciones de la ciudad de Badajoz cuenta con dos azudes. El Azud de la Pesquera está situado en la confluencia de los ríos Gévora y Guadiana en las inmediaciones (aguas arriba) de Badajoz. Por su parte, el Azud de La Granadilla se sitúa sobre el propio río Guadiana, aguas abajo de la ciudad de Badajoz junto a la EDAR de dicha ciudad. Ambos suponen un cierre transversal completo de los cauces respectivos. El primero de ellos además, no cuenta con ningún dispositivo de desagüe, mientras que el segundo cuenta con un sistema de desagüe formado por dos compuertas verticales, de accionamiento manual, situadas en el estribo derecho del Azud y con una capacidad total máxima de 28 m³/s.

Esta situación impide el vaciado de ambos azudes para permitir la realización de tareas de limpieza en los cauces, retirada de sedimentos y depósitos de avenidas y dificulta y encarece enormemente la eliminación de especies invasoras que han colonizado ambos tramos, especialmente el Jacinto de agua y el Nenúfar mejicano.

Por todo ello, se realiza este estudio previo con la finalidad de establecer las posibles alternativas para corregir esta situación y realizar una valoración aproximada de su coste.

CAUDAL DE DIMENSIONAMIENTO

Para obtener el caudal de dimensionamiento se ha obtenido la serie histórica, proporcionada por el SAIH, de los caudales medios diarios circulantes por Badajoz (Estación E2-25) entre los meses de octubre y febrero, ambos inclusive. Entendemos que a partir de marzo y hasta septiembre, no es conveniente realizar vaciados en ambos azudes por razones de operatividad de los mismos y medioambientales.

Con estos datos, tenemos la siguiente tabla ordenada por percentiles:

PERCENTIL	CAUDAL (m ³ /s)
100	2.448
90	136
80	55
70	34
Q MED	68

El caudal medio del periodo corresponde a un percentil de 82,5 y entendemos que es para el que habría que diseñar el dispositivo de desagüe.



AZUD DE LA PESQUERA

El azud de La Pesquera es una obra de fábrica de mampostería de varios siglos de antigüedad, que cierra transversalmente los cauces de los Ríos Guadiana y Gévora, aguas arriba del casco urbano de Badajoz. El azud ha tenido numerosos desperfectos y roturas provocados por las avenidas de los ríos Guadiana y Gévora. En la actualidad y tras las reparaciones efectuadas en el marco de las obras de Ordenación Hidrológico-Ambiental del Río Guadiana en Badajoz, el azud cierra por completo dichos cauces y tiene su cota de vertido más baja a la cota 163.

Al no disponer de una batimetría del Río Guadiana en la zona, no podemos saber cuál sería la cota del umbral del dispositivo de desagüe a construir de forma que pudiera vaciarse todo lo posible el embalse creado por el azud de la Pesquera. De la cartografía preexistente a las obras de Ordenación Hidrológico-Ambiental del río Guadiana en Badajoz sabemos que la cota de agua se situaba en torno a la 161,50, por lo que la cota de vaciado debería situarse como máximo en el entorno de la cota 160.

Las alternativas para el vaciado del mismo, podrían realizarse utilizando el “Brazo Jamaco” por la izquierda o el “Canal de Los Ayala” por la derecha, o ambos.



Figura 1. Zona del Azud de la Pesquera



En el primero de los casos, el punto más próximo entre ambos y a su vez más cercano al propio azud, es la zona donde se construyó el paso canadiense entre ambos.



Figura 2. Paso canadiense entre el Guadiana y el Jamaco

Las obras que sería preciso acometer, serían las siguientes:

- Estructura de cierre móvil, de dimensiones aproximadas 15x3 m. La cota de solera sería la 160 y la de coronación la 163. Con esas dimensiones se podría desaguar bajo la compuerta un caudal máximo de de 60 m³/s con una sobreelevación aproximada de 1 m, o un caudal de 20 m³/s con una sobreelevación de 30 cm aproximadamente. Estas dimensiones obligan a que necesariamente el accionamiento haya de ser motorizado, lo que plantea el problema de la acometida eléctrica (no hay ninguna línea cercana) y un problema de inundabilidad ya que en la zona, el terreno se sitúa a la cota 164 y la avenida de la primavera de 2013 se situó bastante por encima de la 165.
- Reexcavación del Brazo Jamaco en una longitud aproximada de 1,4 Km, ya que en la actualidad su fondo se sitúa entre las cotas 162 y 161.
- Demolición del azud de cola del Jamaco, cuyo labio de vertido se sitúa a la cota 162,50 y lo haría incompatible con la posibilidad del vaciado.
- Demolición y reconstrucción a una cota inferior, del paso-badén sobre el Jamaco que da acceso para vehículos a la isla del Pico. Este paso final del Jamaco, está formado por marcos de hormigón armado de 4x3 m, y tiene su solera en la cota 161,15 por lo que también impediría el completo vaciado del Guadiana por esta vía.





Figura 3. Actuaciones de la alternativa izquierda

Por todas estas razones creemos que esta alternativa es menos favorable que la que utilizaría el Canal de los Ayala bajo la fábrica de la luz y que se expone a continuación.

El cierre de la Pesquera en esta zona, está formado por una estructura vertedero de hormigón armado, de 17 m de longitud y con cota de coronación a la 163,00 y cota de solera 160,60.



Figura 4. Cierre de la fábrica de la luz



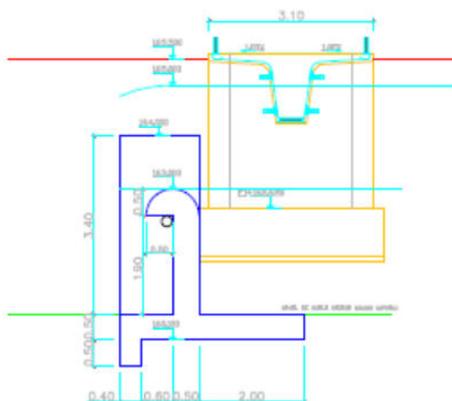


Figura 5. Sección del cierre

En este caso no existen los problemas de inundabilidad para las instalaciones eléctricas ya que el terreno situado en el estribo derecho se eleva muy rápidamente hasta la cota 168. Además existe disponibilidad de energía eléctrica cercana al situarse junto a la fábrica de la luz que es un centro de distribución eléctrica de Endesa.

Las obras a realizar consistirían en:

- Demolición del cierre-vertedero actual bajo la pasarela del Gévora, previo desmontaje de la misma y construcción de una estructura móvil (compuerta) de 15 m de longitud y 3 m de altura con apoyo a la cota 160. Previamente sería necesario construir una ataguía de cierre.
- Reposición de la pasarela del Gévora
- Creación de una zona de llamada, aguas arriba de la nueva estructura, de 300 m de longitud por 25 m de anchura y una profundidad media de 2 m para dirigir las aguas del Guadiana y Gévora hacia la misma.



Figura 6. Actuaciones de la alternativa derecha



En cuanto al presupuesto estimado de las actuaciones, sería el siguiente:

ALTERNATIVA IZQUIERDA (JAMACO)	
ESTRUCTURA DESCARGA	225.000
ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	187.500
REEXCAVACIÓN JAMACO	375.000
DEMOLICIÓN AZUD	25.000
DEMOLICIÓN Y RECONSTRUCCIÓN PASO	375.000
SUMA (EJ. MAT.)	1.187.500
PRESUPESTO BASE LICITACIÓN	1.709.881

ALTERNATIVA DERECHA (CANAL AYALA)	
CONSTRUCCIÓN Y RETIRADA ATAGUÍA PROVISIONAL	15.000
DEMOLICIÓN VERTEDERO ACTUAL	12.000
ESTRUCTURA DESCARGA	225.000
ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	25.000
CANAL DE APROXIMACIÓN	50.000
DESMONTAJE Y MONTAJE PASARELA	40.000
SUMA (EJ. MAT.)	367.000
PRESUPESTO BASE LICITACIÓN	528.443

Por todo ello parece bastante más adecuada la construcción de la descarga en el estribo derecho del azud de La Pesquera, junto a la fábrica de la luz y aprovechando el Canal de los Ayala para restituir los caudales al río Guadiana.

AZUD DE LA GRANADILLA

Situado en el río Guadiana, junto al denominado Vado del Moro, a unos 2,5 Km aguas abajo del Puente Real de Badajoz. Es un azud-vertedero construido de hormigón armado, cimentado mediante pilotes, de 425 m de longitud total y que corona a la cota 160,50. La fábrica aloja en su interior el colector general de aguas residuales de la margen izquierda de Badajoz, que de esta forma cruza el río Guadiana y conduce estas aguas por gravedad a la EDAR de Badajoz, situada en la margen derecha del río inmediatamente aguas abajo del azud.

En su estribo derecho cuenta con un órgano de desagüe formado por dos compuertas verticales, de contrapeso, de accionamiento manual de 4 m de longitud por 2,30 m de altura cada una y con el asiento a la cota 158,70. Cada compuerta cierra una cámara de donde parten dos conductos (por cámara) circulares de 1,40 m de diámetro y 14 m de longitud, que tras cruzar en sifón la fábrica del azud vierten al río Guadiana a la cota 157,70. La capacidad máxima de desagüe es de 28,8 m³/s a la cota 160,50.





Figura 7. Azud de la Granadilla

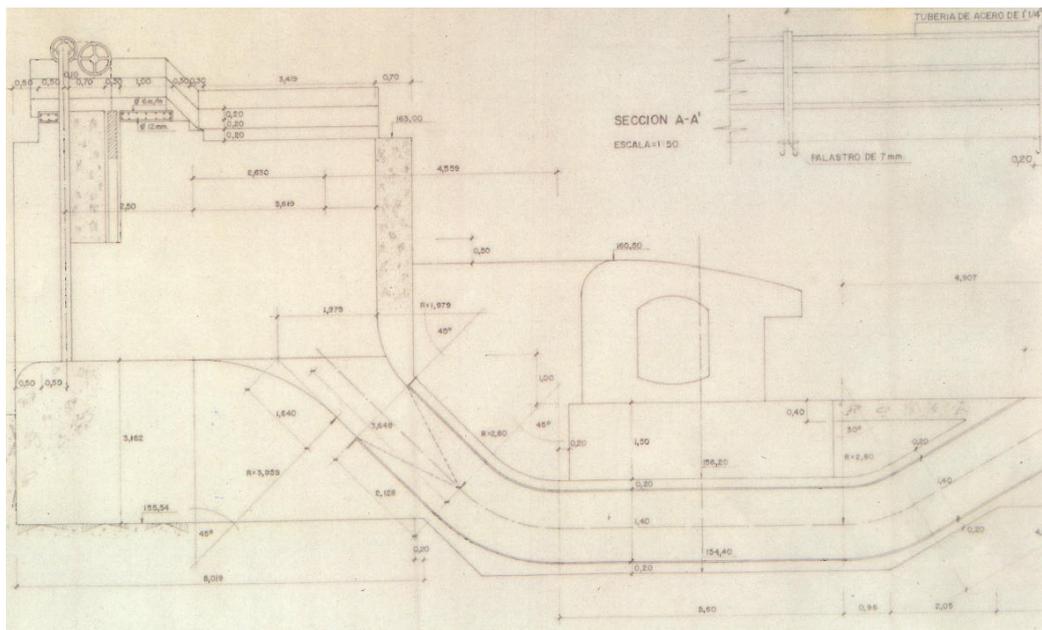


Figura 8. Sección de desagüe del Azud

Con estas premisas, el azud solo puede vaciarse, como máximo, hasta la cota 158,70 (1,80 m bajo el umbral de vertido) y eso para caudales muy bajos, del orden de 15 m³/s. (percentil 10). Modificar esta situación es complicado debido a la servidumbre de la existencia del colector de aguas residuales en el interior del azud. Minimizar la superficie que quedaría cubierta por el agua con compuertas abiertas supone una doble condición, aumentar la capacidad de descarga al entorno de los 60 m³/s y profundizar el umbral de toma todo lo que topográficamente sea posible.



Las datos disponibles a día de hoy corresponden a la batimetría realizada por la empresa Toponort hace unos 15 años y que, junto con otros trabajos topográficos, sirvió de base para la estimación de cotas de inundación en Badajoz para defensa y encauzamiento del río Guadiana, y que a su vez se utilizaron para el diseño de las obras de Ordenación Hidrológico-Ambiental del río Guadiana en Badajoz.

En la actualidad se están realizando en la zona nuevos trabajos de batimetría que servirán para confirmar o modificar los existentes y sobre los que se podrá precisar algo más las posibilidades de profundización de la cota de descarga del azud.

De acuerdo con los trabajos de Toponort, el Azud de La Granadilla se sitúa entre los perfiles batimétricos 3 y 4. El primero se sitúa a 150 m aguas abajo del azud y el segundo 45 m aguas arriba del mismo. La cota mínima del cauce en el perfil 3 es la 156,00, mientras que en el perfil 4 es la 156,80. Ambas cotas son aproximadas y se obtienen más próximas a la margen izquierda del azud, la más alejada de las compuertas actuales, sobre todo en el lado de aguas abajo. A la vista de estos datos creemos que existe margen para profundizar el umbral de toma de la descarga, desde la cota 158,70 actual hasta el entorno de la 157,50, es decir, 1,20 m más baja y una carrera total de vaciado de 3 m desde el vertedero.

A partir de aquí se pueden estudiar dos posibles soluciones. La primera consistiría en crear una nueva estructura de descarga manteniendo la misma filosofía de la actual, adaptando su diseño para alcanzar los caudales y cotas precisos. La segunda consistiría en liberar al azud de la servidumbre del paso del colector construyendo una estación de bombeo en la margen izquierda junto al aliviadero existente en el estribo izquierdo del Azud y desviar el colector mediante una tubería a presión, en las proximidades del azud por aguas abajo y que entronque con la EDAR en el mismo punto que el colector actual. A continuación se construiría la nueva estructura de descarga.

En ambas soluciones, parece conveniente construir la nueva estructura de descarga en la margen izquierda ya que es donde el cauce tiene mayor profundidad, además eso permitiría mantener en servicio la existente mientras dure el proceso de las obras, lo que redundaría en una mayor seguridad en las mismas.



Figura 9. Estribo izquierdo del azud de La Granadilla



La solución de independizar el funcionamiento del azud del colector de aguas residuales es muy atractiva desde el punto de vista de la explotación del primero. Además la obra de descarga a construir sería de menores dimensiones para el mismo rango de caudales ya que sería hidráulicamente más eficiente al verter en lámina libre y no por sifón como en la actualidad. Por el contrario, implicaría una inversión inicial mayor y **conllevaría unos costes de bombeo permanentes que debería asumir el Ayuntamiento de Badajoz, con quien habría que llegar previamente a un acuerdo.**

Pasamos a describir y valorar ambas alternativas.

Alternativa 1 – Mantener el paso del colector por el interior del azud

En este caso, las obras consistirían en:

- Construcción de una ataguía de unos 40 m de longitud a la cota 161,50 que permita dejar en seco la zona de actuación.
- Demolición de 20 m del azud actual junto al estribo izquierdo del mismo, aproximadamente entre la escala de peces de margen izquierda y el estribo del azud.
- Instalación de un bombeo provisional de aguas residuales, con una capacidad de 1m³/s que es el caudal punta de diseño para la EDAR correspondiente a la margen izquierda de Badajoz (ACUAES: Proyecto Colectores y Tanques de tormenta en Badajoz. Anejo Nº 6. Cálculos Hidráulicos). Este bombeo se realizaría con bombas sumergibles y mangueras, desde la arqueta del aliviadero existente junto al estribo izquierdo hasta reincorporarlo al colector en el interior del azud, una vez salvada la zona de obras, aprovechando la ataguía construida. Las bombas se alimentarían con grupos electrógenos durante todo el tiempo que durase la obra.
- Construcción de una nueva estructura de descarga mediante dos compuertas de contrapeso motorizadas (la alimentación eléctrica necesaria podría conseguirse desde el club de piragüismo situado en las cercanías) de 6 m de ancho por 3 m de altura. Cada compuerta cerraría una cámara de carga de donde partirían un total de 4 conductos (2 por cámara) de 2 m de diámetro que salvarían el azud mediante sifón con una cota de embocadura de 157,50, cota mínima de sifón de 152,50 y restitución al cauce de aguas abajo a la cota 156,50. Esta estructura permitiría desaguar un máximo de 67 m³/s a la cota 160,50 y un máximo de 35 m³/s con una sobreelevación de 10 cm sobre el umbral (cota 157,60). Este caudal corresponde a un percentil de 70, lo que proporciona una buena garantía de vaciado.
- Reconstrucción del tramo de azud demolido y eliminación de la ataguía y bombeos provisionales.





Figura 10. Actuaciones Alternativa 1

Alternativa 2 – Independizar el funcionamiento del colector y del azud

Las obras a realizar serían:

- Construcción de una estación de bombeo junto al estribo izquierdo del azud, que incluiría, edificio para sala de bombas, centro de transformación, línea de M.T. para alimentación a bombas desde el CT más próximo (probablemente el del Tanque de Tormentas construido por ACUAES en la margen izquierda, situado a 1,4 Km de distancia, cuadros generales de mando y control, automatismo del bombeo, etc . El bombeo tendría una capacidad total de 1 m³/s.
- Construcción de una tubería de conducción de las aguas residuales entre el bombeo anterior y la EDAR. Tendría una longitud aproximada de 500 m y un diámetro de 1.200 mm. Iría alojada en el cauce del río Guadiana, aguas abajo del azud.
- Construcción de ataguía similar al caso anterior.
- Demolición de unos 20 m de azud igual que en el caso anterior.
- Construcción de nueva estructura de descarga formada por 2 compuertas verticales de contrapeso, motorizadas, de 8 m de anchura por 3 m de altura. Con cota del umbral a la 157,50, que verterían a un canal de 18 m de ancho y 15 m de longitud, que finalizaría en un cuenco amortiguador con restitución al río a la cota 156,50. Esta estructura sería capaz de



desaguar un máximo de unos 100 m3/s a nivel de azud lleno (cota 160,50) y desaguaría 35 m3/s (percentil 70) con una sobreelevación de 35 cm sobre el umbral. Al funcionar en lámina libre se evitan posibles problemas de atascos en los conductos en sifón de la alternativa anterior.

- Retirada de la ataguía provisional.



Figura 11. Actuaciones de la Alternativa 2

En lo que se refiere al coste de inversión de ambas alternativas, sería el siguiente:

ALTERNATIVA 1 MANTENIMIENTO DEL COLECTOR	
CONSTRUCCIÓN Y RETIRADA ATAGUÍA PROVISIONAL	35.000
BOMBEO PROVISIONAL (6 MESES)	112.500
DEMOLICIÓN AZUD	25.000
ESTRUCTURA Y COMPUERTAS DESAGÜE	750.000
RECONSTRUCCIÓN AZUD	125.000
EXCAVACIÓN CANAL APROXIMACIÓN	62.500
SUMA (EJ. MAT.)	1.110.000
PRESUPESTO BASE LICITACIÓN	1.517.703

ALTERNATIVA 2 COLECTOR-AZUD INDEPENDIENTES	
CONSTRUCCIÓN Y RETIRADA ATAGUÍA PROVISIONAL	35.000
ESTACIÓN DE BOMBEO	625.000
TUBERÍA DE IMPULSIÓN	550.000
DEMOLICIÓN AZUD	25.000
ESTRUCTURA Y COMPUERTAS DESAGÜE	600.000
EXCAVACIÓN CANAL APROXIMACIÓN	62.500
SUMA (EJ. MAT.)	1.897.500
PRESUPESTO BASE LICITACIÓN	2.594.452



En este último caso, además habría que tener en cuenta también los costes de explotación conservación y mantenimiento de la estación de bombeo, que serían permanentes.

CONCLUSIONES

La construcción de estas obras de descarga traería los siguientes beneficios:

1. Mejoraría la calidad ecológica de las masas de agua afectadas al facilitar la limpieza periódica de los cauces y disminuiría la acumulación de lodos y depósitos de avenida, evitando así la colmatación progresiva de ambos azudes y minimizando la proliferación de especies invasoras que se desarrollan en aguas de poca profundidad como el nenúfar mejicano.
2. Ayudaría en casos de necesidad de vaciado de los azudes con motivo de emergencias, accidentes, búsquedas de personas o cosas, etc.
3. Facilitaría el uso social de ambos azudes, pesca, piragüismo, etc. Obstaculizado ocasionalmente en la actualidad por arrastres, flotantes, especies invasoras, etc.

En el caso del Azud de La Pesquera, parece evidente que la solución más adecuada es la denominada Alternativa derecha o del Canal de Los Ayala, ya que es la de menor coste y la que menos afecta a infraestructuras ya existentes.

En el caso del Azud de La Granadilla, desde el punto de vista de la explotación del Azud, es mejor la Alternativa 2 ya que independizaría dicha explotación de la del colector de margen izquierda de Badajoz, pero es la de mayor inversión y además requeriría del acuerdo del Ayuntamiento de Badajoz para la explotación de la nueva estación de bombeo.

Mérida, 30 de enero de 2019

EL INGENIERO TÉCNICO DE OBRAS PÚBLICAS

José Luis Sánchez Carcaboso

(Firmado electrónicamente)





ANEXO 2

Caudales del río Guadiana a su paso por la Ciudad de Badajoz.

**CONTROL EN RÍO (AZUD DE LA GRANADILLA)
AÑO HIDROLÓGICO 2017-2018**

Fecha	Nivel (m)	Caudal (m³/s)
01/10/2017	1.54	8.31
02/10/2017	1.53	7.80
03/10/2017	1.53	7.80
04/10/2017	1.53	7.80
05/10/2017	1.53	7.80
06/10/2017	1.53	7.94
07/10/2017	1.53	8.11
08/10/2017	1.53	7.80
09/10/2017	1.52	7.49
10/10/2017	1.52	7.37
11/10/2017	1.52	7.46
12/10/2017	1.53	7.50
13/10/2017	1.53	7.43
14/10/2017	1.53	7.37
15/10/2017	1.53	7.37
16/10/2017	1.52	7.37
17/10/2017	1.52	7.37
18/10/2017	1.53	7.82
19/10/2017	1.53	8.26
20/10/2017	1.53	8.55
21/10/2017	1.54	8.43
22/10/2017	1.53	7.92
23/10/2017	1.53	7.42
24/10/2017	1.53	7.37
25/10/2017	1.53	7.37
26/10/2017	1.53	7.37
27/10/2017	1.53	7.37
28/10/2017	1.53	7.37
29/10/2017	1.53	7.37
30/10/2017	1.53	7.37
31/10/2017	1.52	7.37
01/11/2017	1.52	7.37
02/11/2017	1.52	7.73
03/11/2017	1.53	9.32
04/11/2017	1.53	7.57
05/11/2017	1.53	7.37
06/11/2017	1.52	7.37
07/11/2017	1.52	7.37
08/11/2017	1.52	7.37
09/11/2017	1.52	7.37
10/11/2017	1.53	7.37
11/11/2017	1.53	7.37
12/11/2017	1.53	7.37
13/11/2017	1.52	7.37

Fecha	Nivel (m)	Caudal (m ³ /s)
14/11/2017	1.52	6.47
15/11/2017	1.52	5.74
16/11/2017	1.52	5.74
17/11/2017	1.52	5.74
18/11/2017	1.52	5.74
19/11/2017	1.52	5.74
20/11/2017	1.52	5.74
21/11/2017	1.52	5.74
22/11/2017	1.52	5.74
23/11/2017	1.52	5.74
24/11/2017	1.52	5.74
25/11/2017	1.52	5.74
26/11/2017	1.52	5.74
27/11/2017	1.52	5.74
28/11/2017	1.52	6.25
29/11/2017	1.54	9.47
30/11/2017	1.54	8.01
01/12/2017	1.54	10.70
02/12/2017	1.55	11.02
03/12/2017	1.54	9.25
04/12/2017	1.53	6.38
05/12/2017	1.52	5.74
06/12/2017	1.51	5.74
07/12/2017	1.51	5.74
08/12/2017	1.51	5.74
09/12/2017	1.51	5.74
10/12/2017	1.51	5.74
11/12/2017	1.54	9.99
12/12/2017	1.54	7.90
13/12/2017	1.52	12.50
14/12/2017	1.51	14.92
15/12/2017	1.52	11.32
16/12/2017	1.54	7.20
17/12/2017	1.54	5.78
18/12/2017	1.55	5.48
19/12/2017	1.55	5.36
20/12/2017	1.54	5.48
21/12/2017	1.54	6.31
22/12/2017	1.54	6.53
23/12/2017	1.54	6.34
24/12/2017	1.54	6.13
25/12/2017	1.54	5.79
26/12/2017	1.54	5.81
27/12/2017	1.54	6.50
28/12/2017	1.54	5.95
29/12/2017	1.54	6.27

Fecha	Nivel (m)	Caudal (m ³ /s)
30/12/2017	1.54	6.53
31/12/2017	1.54	6.39
01/01/2018	1.54	6.60
02/01/2018	1.54	6.71
03/01/2018	1.54	6.83
04/01/2018	1.54	6.88
05/01/2018	1.54	7.62
06/01/2018	1.54	7.74
07/01/2018	1.54	8.03
08/01/2018	1.55	12.30
09/01/2018	1.55	12.54
10/01/2018	1.55	12.82
11/01/2018	1.54	16.16
12/01/2018	1.53	17.59
13/01/2018	1.52	18.00
14/01/2018	1.52	17.44
15/01/2018	1.55	19.78
16/01/2018	1.58	18.92
17/01/2018	1.58	18.41
18/01/2018	1.58	17.81
19/01/2018	1.58	17.02
20/01/2018	1.59	16.35
21/01/2018	1.59	15.77
22/01/2018	1.60	15.18
23/01/2018	1.60	14.61
24/01/2018	1.60	14.48
25/01/2018	1.60	14.16
26/01/2018	1.60	14.55
27/01/2018	1.60	13.10
28/01/2018	1.61	11.78
29/01/2018	1.61	10.26
30/01/2018	1.61	9.72
31/01/2018	1.61	9.58
01/02/2018	1.61	9.33
02/02/2018	1.61	9.09
03/02/2018	1.61	8.62
04/02/2018	1.61	8.67
05/02/2018	1.62	8.45
06/02/2018	1.62	7.90
07/02/2018	1.62	7.71
08/02/2018	1.58	7.48
09/02/2018	1.54	7.61
10/02/2018	1.54	8.18
11/02/2018	1.54	8.30
12/02/2018	1.54	8.42
13/02/2018	1.54	8.07

Fecha	Nivel (m)	Caudal (m ³ /s)
14/02/2018	1.54	7.66
15/02/2018	1.54	7.48
16/02/2018	1.54	7.31
17/02/2018	1.54	7.07
18/02/2018	1.54	7.14
19/02/2018	1.54	6.94
20/02/2018	1.54	7.21
21/02/2018	1.53	7.17
22/02/2018	1.54	6.94
23/02/2018	1.54	6.94
24/02/2018	1.53	6.94
25/02/2018	1.53	6.94
26/02/2018	1.53	6.99
27/02/2018	1.54	7.14
28/02/2018	1.53	8.93
01/03/2018	1.53	8.96
02/03/2018	1.49	20.43
03/03/2018	1.47	28.75
04/03/2018	1.37	70.12
05/03/2018	1.35	86.98
06/03/2018	1.44	92.26
07/03/2018	1.68	44.62
08/03/2018	1.67	52.88
09/03/2018	1.74	90.61
10/03/2018	1.98	241.61
11/03/2018	1.98	242.59
12/03/2018	1.93	210.42
13/03/2018	1.90	183.44
14/03/2018	1.85	154.62
15/03/2018	1.98	236.62
16/03/2018	1.94	215.40
17/03/2018	1.92	195.37
18/03/2018	1.96	230.85
19/03/2018	1.88	178.07
20/03/2018	1.87	173.07
21/03/2018	1.82	138.84
22/03/2018	1.78	110.36
23/03/2018	1.74	88.46
24/03/2018	1.71	71.46
25/03/2018	1.71	68.50
26/03/2018	1.70	64.77
27/03/2018	1.70	65.86
28/03/2018	1.69	55.64
29/03/2018	1.69	52.83
30/03/2018	1.68	49.54
31/03/2018	1.66	43.07

Fecha	Nivel (m)	Caudal (m ³ /s)
01/04/2018	1.66	42.43
02/04/2018	1.66	40.93
03/04/2018	1.65	38.82
04/04/2018	1.64	33.50
05/04/2018	1.63	32.42
06/04/2018	1.63	31.11
07/04/2018	1.63	32.53
08/04/2018	1.63	31.95
09/04/2018	1.62	31.12
10/04/2018	1.62	32.67
11/04/2018	1.63	32.70
12/04/2018	1.64	38.37
13/04/2018	1.71	72.77
14/04/2018	1.75	98.10
15/04/2018	1.74	89.08
16/04/2018	1.72	77.00
17/04/2018	1.72	74.07
18/04/2018	1.71	61.32
19/04/2018	1.70	60.90
20/04/2018	1.69	56.69
21/04/2018	1.65	43.05
22/04/2018	1.65	43.00
23/04/2018	1.66	47.42
24/04/2018	1.67	51.03
25/04/2018	1.64	35.92
26/04/2018	1.63	34.76
27/04/2018	1.62	32.58
28/04/2018	1.60	29.80
29/04/2018	1.59	28.38
30/04/2018	1.59	28.32
01/05/2018	1.58	27.48
02/05/2018	1.58	25.32
03/05/2018	1.58	25.55
04/05/2018	1.57	22.41
05/05/2018	1.56	20.56
06/05/2018	1.56	20.05
07/05/2018	1.56	21.12
08/05/2018	1.56	21.63
09/05/2018	1.56	20.52
10/05/2018	1.56	18.39
11/05/2018	1.56	16.95
12/05/2018	1.56	15.83
13/05/2018	1.55	15.18
14/05/2018	1.54	14.34
15/05/2018	1.54	13.95
16/05/2018	1.54	14.23

Fecha	Nivel (m)	Caudal (m ³ /s)
17/05/2018	1.54	14.57
18/05/2018	1.54	15.35
19/05/2018	1.55	15.76
20/05/2018	1.55	16.85
21/05/2018	1.58	25.06
22/05/2018	1.64	45.88
23/05/2018	1.62	35.38
24/05/2018	1.61	30.91
25/05/2018	1.59	26.59
26/05/2018	1.58	22.71
27/05/2018	1.57	22.36
28/05/2018	1.58	25.67
29/05/2018	1.61	33.64
12/06/2018	1.57	21.08
13/06/2018	1.57	20.08
14/06/2018	1.56	18.06
15/06/2018	1.56	15.42
16/06/2018	1.56	14.04
17/06/2018	1.55	13.34
18/06/2018	1.55	12.29
19/06/2018	1.54	9.96
20/06/2018	1.53	9.65
21/06/2018	1.54	10.75
02/07/2018	1.59	25.44
03/07/2018	1.59	28.46
04/07/2018	1.60	27.66
05/07/2018	1.59	27.48
06/07/2018	1.60	29.89
07/07/2018	1.60	27.41
08/07/2018	1.60	24.19
19/07/2018	1.58	21.36
20/07/2018	1.58	22.41
21/07/2018	1.58	22.53
22/07/2018	1.58	22.59
23/07/2018	1.58	23.08
24/07/2018	1.59	24.73
25/07/2018	1.58	21.64
26/07/2018	1.57	19.05
27/07/2018	1.57	16.21
03/08/2018	1.59	14.14
04/08/2018	1.59	15.18
05/08/2018	1.59	14.69
06/08/2018	1.59	13.90
07/08/2018	1.60	16.41
08/08/2018	1.60	18.70
09/08/2018	1.60	17.45

Fecha	Nivel (m)	Caudal (m ³ /s)
10/08/2018	1.60	15.33
11/08/2018	1.60	15.76
12/08/2018	1.60	14.82
13/08/2018	1.61	17.15
14/08/2018	1.62	21.38
15/08/2018	1.62	19.38
16/08/2018	1.61	18.64
17/08/2018	1.61	17.83
18/08/2018	1.61	18.49
19/08/2018	1.61	17.40
20/08/2018	1.61	16.60
21/08/2018	1.63	23.54
22/08/2018	1.64	23.52
23/08/2018	1.64	20.89
24/08/2018	1.64	18.51
27/08/2018	1.63	17.89
28/08/2018	1.64	22.70
29/08/2018	1.63	19.58
30/08/2018	1.62	16.37
31/08/2018	1.62	15.31
01/09/2018	1.62	15.47
02/09/2018	1.63	14.53
03/09/2018	1.62	13.67
04/09/2018	1.63	19.17
05/09/2018	1.63	17.91
06/09/2018	1.62	16.00
07/09/2018	1.60	15.00
08/09/2018	1.60	14.49
09/09/2018	1.61	14.62
10/09/2018	1.64	24.45
11/09/2018	1.66	27.05
12/09/2018	1.65	24.65
13/09/2018	1.64	22.21
14/09/2018	1.64	19.80
15/09/2018	1.63	18.99
16/09/2018	1.64	22.49
17/09/2018	1.65	28.13
18/09/2018	1.63	24.19
19/09/2018	1.63	21.33
20/09/2018	1.61	16.99
21/09/2018	1.60	14.23
22/09/2018	1.59	12.62
23/09/2018	1.59	10.46
24/09/2018	1.58	8.26
25/09/2018	1.58	7.51
26/09/2018	1.60	11.99

Fecha	Nivel (m)	Caudal (m ³ /s)
27/09/2018	1.59	14.26
28/09/2018	1.59	10.68
29/09/2018	1.59	10.13
30/09/2018	1.59	9.10
01/10/2018	1.58	8.01
02/10/2018	1.59	7.38
03/10/2018	1.60	7.94
04/10/2018	1.60	8.38
05/10/2018	1.60	8.77
06/10/2018	1.60	8.80
07/10/2018	1.58	7.64
08/10/2018	1.58	7.40
09/10/2018	1.59	7.37
10/10/2018	1.59	7.37
11/10/2018	1.59	7.58
12/10/2018	1.61	8.81
13/10/2018	1.61	8.14
15/10/2018	1.53	7.78
16/10/2018	1.53	7.78
17/10/2018	1.54	9.56
18/10/2018	1.55	11.54
19/10/2018	1.55	12.95
20/10/2018	1.56	13.11
21/10/2018	1.56	18.56
22/10/2018	1.58	24.92
23/10/2018	1.58	22.67
24/10/2018	1.55	16.68
25/10/2018	1.54	13.99
26/10/2018	1.54	14.17
27/10/2018	1.54	13.36
28/10/2018	1.53	12.16
29/10/2018	1.52	10.28
30/10/2018	1.52	10.80
31/10/2018	1.52	10.99
01/11/2018	1.52	10.47
02/11/2018	1.52	10.59
03/11/2018	1.52	10.29
04/11/2018	1.53	13.47
05/11/2018	1.57	21.55
06/11/2018	1.57	23.89
07/11/2018	1.58	26.40
08/11/2018	1.59	27.28
09/11/2018	1.59	26.59
10/11/2018	1.59	26.88
11/11/2018	1.60	27.42
12/11/2018	1.60	29.60

Fecha	Nivel (m)	Caudal (m ³ /s)
13/11/2018	1.60	28.18
14/11/2018	1.60	28.73
15/11/2018	1.60	25.66
16/11/2018	1.58	23.78
17/11/2018	1.58	23.52
18/11/2018	1.57	22.15
19/11/2018	1.57	17.74
20/11/2018	1.56	17.11
21/11/2018	1.56	17.26
22/11/2018	1.56	17.51
23/11/2018	1.57	18.81
24/11/2018	1.57	17.57
25/11/2018	1.56	16.99
26/11/2018	1.56	17.35
27/11/2018	1.57	17.67
28/11/2018	1.57	20.17
29/11/2018	1.60	27.58
30/11/2018	1.61	30.32
01/12/2018	1.63	34.15
02/12/2018	1.63	33.79
03/12/2018	1.62	31.21
04/12/2018	1.61	29.16
05/12/2018	1.61	27.44
06/12/2018	1.60	25.79
07/12/2018	1.60	25.04
08/12/2018	1.59	23.10
10/12/2018	1.57	17.77
11/12/2018	1.57	17.22
12/12/2018	1.57	16.51
13/12/2018	1.57	20.61
14/12/2018	1.57	20.81
15/12/2018	1.56	20.05
16/12/2018	1.55	19.49
17/12/2018	1.55	18.23
18/12/2018	1.57	19.46
19/12/2018	1.58	23.30
20/12/2018	1.58	21.81
21/12/2018	1.57	20.84
22/12/2018	1.57	20.05
23/12/2018	1.57	20.08
24/12/2018	1.57	20.05
25/12/2018	1.57	19.61
26/12/2018	1.57	18.59
27/12/2018	1.56	17.74
28/12/2018	1.56	17.06
29/12/2018	1.55	16.42

Fecha	Nivel (m)	Caudal (m ³ /s)
30/12/2018	1.55	16.18
31/12/2018	1.55	16.28
01/01/2019	1.56	17.65
02/01/2019	1.56	16.51
03/01/2019	1.55	15.00
04/01/2019	1.55	15.07
05/01/2019	1.55	14.50
06/01/2019	1.55	14.21
07/01/2019	1.55	13.95
08/01/2019	1.55	13.84
09/01/2019	1.55	13.84
10/01/2019	1.55	13.84
11/01/2019	1.55	13.64
14/01/2019	1.56	15.59
15/01/2019	1.56	16.33
16/01/2019	1.55	16.48
17/01/2019	1.53	15.46
18/01/2019	1.54	14.95
19/01/2019	1.54	15.31
20/01/2019	1.55	16.19
21/01/2019	1.56	15.98
22/01/2019	1.56	16.19
23/01/2019	1.56	16.04
24/01/2019	1.56	15.57
25/01/2019	1.56	14.95
26/01/2019	1.55	15.46
27/01/2019	1.55	16.07
28/01/2019	1.56	18.98
29/01/2019	1.57	19.93
30/01/2019	1.57	18.22
31/01/2019	1.54	18.00
01/02/2019	1.51	15.40
02/02/2019	1.55	15.69
03/02/2019	1.56	20.71
04/02/2019	1.56	18.60
05/02/2019	1.56	17.24
06/02/2019	1.56	16.23
07/02/2019	1.56	15.07
08/02/2019	1.56	14.35
09/02/2019	1.55	13.84
10/02/2019	1.55	13.92
11/02/2019	1.55	14.01



ANEXO 3

Analítica muestreo lodos Tramos 1, 2 y 3.

INFORME ENSAYO ANALÍTICO Ref: 19/1331

DATOS CLIENTE

Nombre: CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA	Teléfono:	Población: BADAJOZ
Dirección: AVD. REINA SOFIA,43	Provincia: MÉRIDA	
email:		

DATOS MUESTRA

Descripción: SEDIMENTOS	Fecha de fin análisis: 12/04/2019
Fecha de recogida: 13/03/2019	Lugar de recogida: CATA N° 1
Persona rec. muestra: Cliente	Perfil:
Fecha de entrada: 13/03/2019 14:58:00	Familia: SUELOS
Fecha de inicio análisis: 13/03/2019	

Físico-Químico

Parámetros	Resultados	Unidades	Normativa	Metodología de ensayo
Cadmio (Cd)*	<0,20	ppm		Espectrofotometría A.A.
Calcio (Ca)*	7530,8	ppm		Espectrofotometría A.A.
Cobre (Cu)*	15,6	ppm		Espectrofotometría A.A.
Cromo (Cr)*	18,1	ppm		Espectrofotometría A.A.
Materia orgánica*	4,13	%		Gravimetría
Mercurio (Hg)*	<0,10	ppm		Esp. A.A.G. de Hidruros
Arsénico*	3,02	ppm		Esp. A.A.G. de Hidruros
Níquel (Ni)*	16,4	ppm		Espectrofotometría A.A.
pH	6,97	Unidades de pH		Electrométrico
Plomo (Pb)*	14,8	ppm		Espectrofotometría A.A.
Potasio (K)*	1730,7	ppm		Espectrofotometría A.A.
Zinc (Zn)*	41,1	ppm		Espectrofotometría A.A.
Fósforo total (P)*	482,2	ppm		Colorimetría
Nitrógeno (N)*	0,19	%		Kjeldahl
Magnesio (Mg)*	2713,2	ppm		Espectrofotometría A.A.
Humedad	54,01	%		Gravimetría
Carbono orgánico total*	2,39	%		Calculo
Hidrocarburos totales derivados del petróleo(TPH)*	<100	µg/Kg		CG

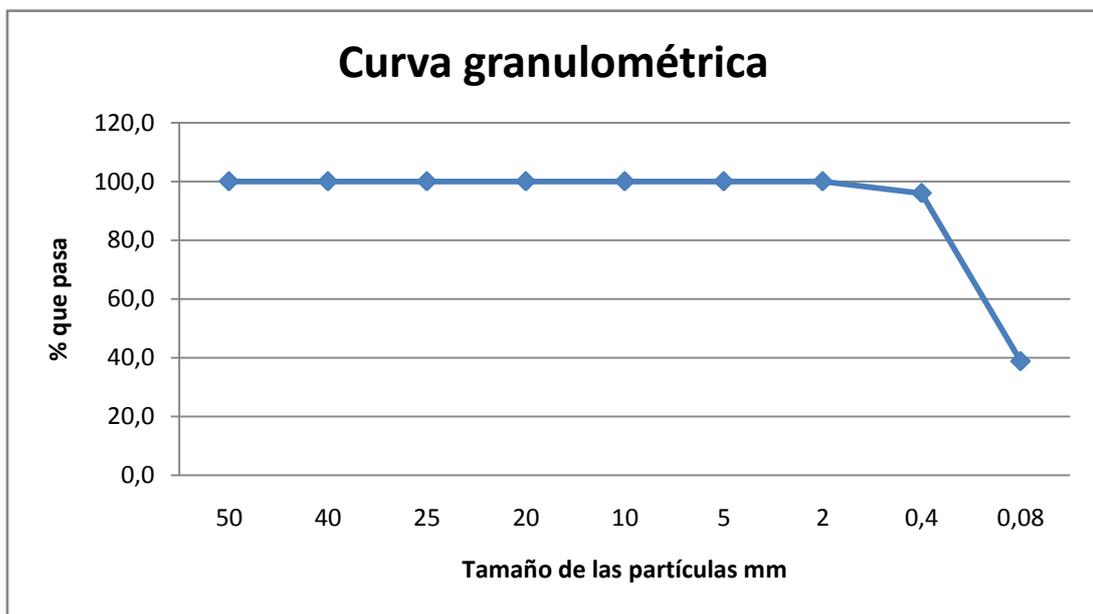
(*). Análisis realizados sobre materia seca.

Los datos que se recogen en este informe de ensayo afectan exclusivamente a la/s muestra/s analizada/s, no deben reproducirse más que en su totalidad, sin la autorización por escrito de este laboratorio

INFORME ENSAYO ANALÍTICO Ref: 19/1331
GRANULOMETRÍA

Método de análisis: Lavado y tamizado

Tamiz mm	50	40	25	20	10	5	2	0.4	0.08
% Pasa	100	96	38.8						



Nota: (*) Análisis realizados sobre materia seca.

INFORME DEL RESULTADO DEL ENSAYO

Opiniones e interpretaciones:



Director Técnico
José Mª Prieto Martín

Los datos que se recogen en este informe de ensayo afectan exclusivamente a la/s muestra/s analizada/s, no deben reproducirse más que en su totalidad, sin la autorización por escrito de este laboratorio

INFORME ENSAYO ANALÍTICO Ref: 19/1332

DATOS CLIENTE

Nombre: CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA	Teléfono:	Población: BADAJOZ
Dirección: AVD. REINA SOFIA,43	Provincia: MÉRIDA	
email:		

DATOS MUESTRA

Descripción: SEDIMENTOS	Fecha de fin análisis: 12/04/2019
Fecha de recogida: 13/03/2019	Lugar de recogida: CATA N° 2
Persona rec. muestra: Cliente	Perfil:
Fecha de entrada: 13/03/2019 14:58:00	Familia: SUELOS
Fecha de inicio análisis: 13/03/2019	

Físico-Químico

Parámetros	Resultados	Unidades	Normativa	Metodología de ensayo
Cadmio (Cd)*	<0,20	ppm		Espectrofotometría A.A.
Calcio (Ca)*	20748,5	ppm		Espectrofotometría A.A.
Cobre (Cu)*	26,0	ppm		Espectrofotometría A.A.
Cromo (Cr)*	24,4	ppm		Espectrofotometría A.A.
Materia orgánica*	8,54	%		Gravimetría
Mercurio (Hg)*	<0,10	ppm		Esp. A.A.G. de Hidruros
Arsénico*	4,56	ppm		Esp. A.A.G. de Hidruros
Níquel (Ni)*	22,0	ppm		Espectrofotometría A.A.
pH	7,20	Unidades de pH		Electrométrico
Plomo (Pb)*	26,9	ppm		Espectrofotometría A.A.
Potasio (K)*	2148,7	ppm		Espectrofotometría A.A.
Zinc (Zn)*	70,0	ppm		Espectrofotometría A.A.
Fósforo total (P)*	857,5	ppm		Colorimetría
Nitrógeno (N)*	0,35	%		Kjeldahl
Magnesio (Mg)*	4149,4	ppm		Espectrofotometría A.A.
Humedad	68,73	%		Gravimetría
Carbono orgánico total*	4,95	%		Calculo
Hidrocarburos totales derivados del petróleo(TPH)*	<100	µg/Kg		CG

(*). Análisis realizados sobre materia seca.

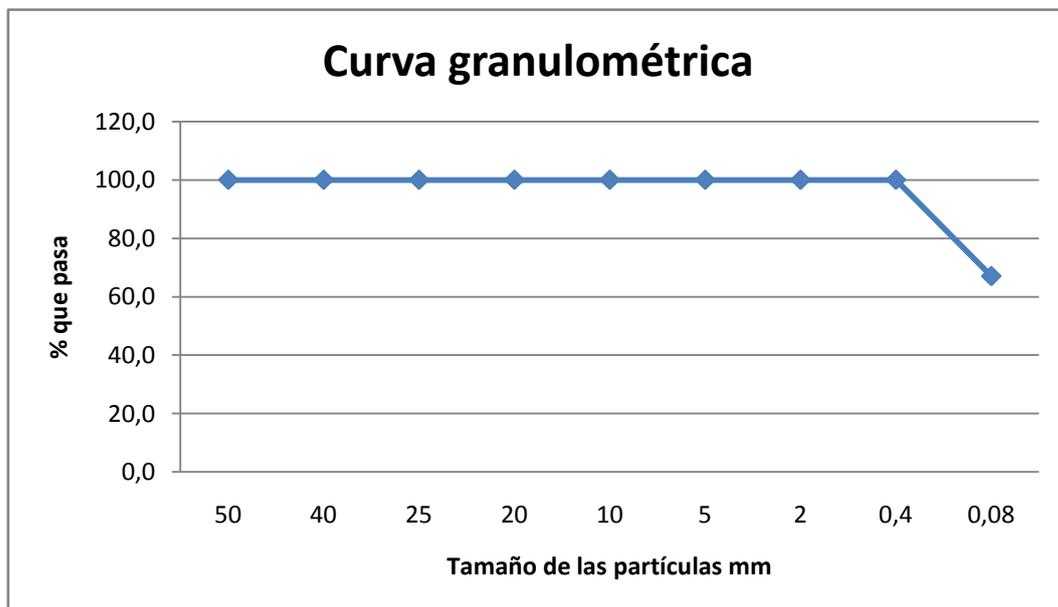
Los datos que se recogen en este informe de ensayo afectan exclusivamente a la/s muestra/s analizada/s, no deben reproducirse más que en su totalidad, sin la autorización por escrito de este laboratorio

INFORME ENSAYO ANALÍTICO Ref: 19/1332

GRANULOMETRÍA

Método de análisis: Lavado y tamizado

Tamiz mm	50	40	25	20	10	5	2	0.4	0.08
% Pasa	100	100	100	100	100	100	100	100	67,1



Nota: (*) Análisis realizados sobre materia seca.

INFORME DEL RESULTADO DEL ENSAYO

Opiniones e interpretaciones:



Director Técnico
José Mª Prieto Martín

Los datos que se recogen en este informe de ensayo afectan exclusivamente a la/s muestra/s analizada/s, no deben reproducirse más que en su totalidad, sin la autorización por escrito de este laboratorio

INFORME ENSAYO ANALÍTICO Ref: 19/1316

DATOS CLIENTE

Nombre: CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA	Teléfono:
Dirección: AVD. REINA SOFIA,43	Población: BADAJOZ
email:	Provincia: MÉRIDA

DATOS MUESTRA

Descripción: SEDIMENTOS	Fecha de fin análisis: 16/04/2019
Fecha de recogida: 12/03/2019	Lugar de recogida: CATA N° 3
Persona rec. muestra: Cliente	Perfil:
Fecha de entrada: 12/03/2019 14:58:00	Familia: SUELOS
Fecha de inicio análisis: 13/03/2019	

Físico-Químico				
Parámetros	Resultados	Unidades	Normativa	Metodología de ensayo
Cadmio (Cd)*	<0,20	ppm		Espectrofotometría A.A.
Calcio (Ca)*	1764,0	ppm		Espectrofotometría A.A.
Cobre (Cu)*	4,9	ppm		Espectrofotometría A.A.
Cromo (Cr)*	6,5	ppm		Espectrofotometría A.A.
Materia orgánica*	0,52	%		Gravimetría
Mercurio (Hg)*	<0,10	ppm		Esp. A.A.G. de Hidruros
Arsénico*	0,63	ppm		Esp. A.A.G. de Hidruros
Níquel (Ni)*	4,9	ppm		Espectrofotometría A.A.
pH	7,51	Unidades de pH		Electrométrico
Plomo (Pb)*	14,7	ppm		Espectrofotometría A.A.
Potasio (K)*	252,7	ppm		Espectrofotometría A.A.
Zinc (Zn)*	9,0	ppm		Espectrofotometría A.A.
Fósforo total (P)*	242,1	ppm		Colorimetría
Nitrógeno (N)*	0,01	%		Kjeldahl
Magnesio (Mg)*	746,7	ppm		Espectrofotometría A.A.
Humedad	2,57	%		Gravimetría
Carbono orgánico total*	0,30	%		Calculo
Hidrocarburos totales derivados del petróleo(TPH)*	<100	µg/Kg		CG

(*). Análisis realizados sobre materia seca.

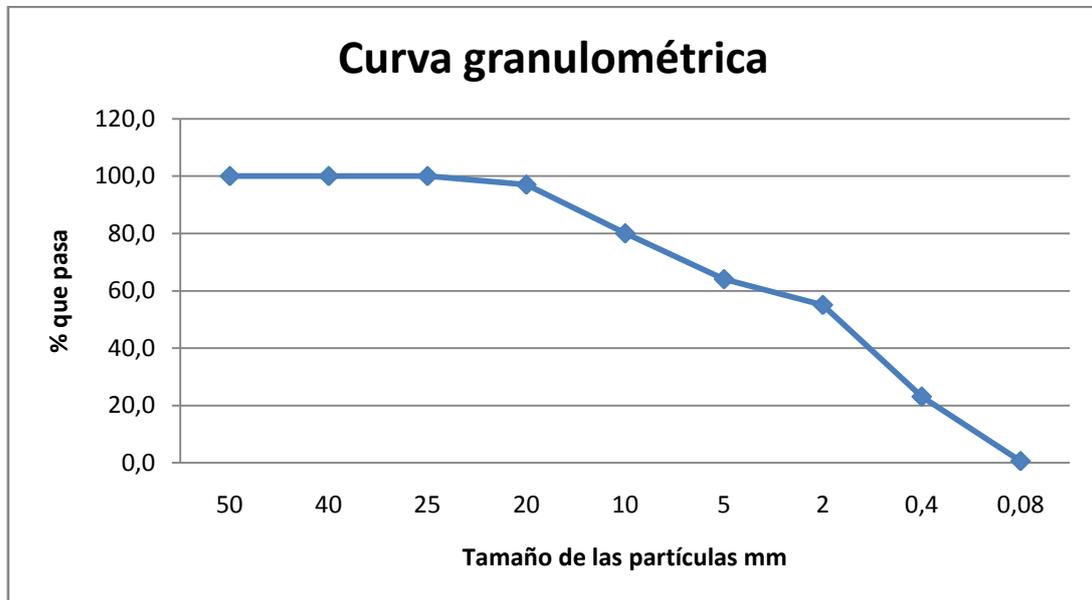
Los datos que se recogen en este informe de ensayo afectan exclusivamente a la/s muestra/s analizada/s, no deben reproducirse más que en su totalidad, sin la autorización por escrito de este laboratorio

INFORME ENSAYO ANALÍTICO Ref: 19/1316

GRANULOMETRÍA

Método de análisis: Lavado y tamizado

Tamiz mm	50	40	25	20	10	5	2	0.4	0.08
% Pasa	100	100	100	97	80	64	55	23	0.5



Nota: (*) Análisis realizados sobre materia seca.

INFORME DEL RESULTADO DEL ENSAYO

Opiniones e interpretaciones:



Director Técnico
José Mª Prieto Martín

Los datos que se recogen en este informe de ensayo afectan exclusivamente a la/s muestra/s analizada/s, no deben reproducirse más que en su totalidad, sin la autorización por escrito de este laboratorio

INFORME ENSAYO ANALÍTICO Ref: 19/1317

DATOS CLIENTE

Nombre: CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA	Teléfono:
Dirección: AVD. REINA SOFIA,43	Población: BADAJOZ
email:	Provincia: MÉRIDA

DATOS MUESTRA

Descripción: SEDIMENTOS	Fecha de fin análisis: 16/04/2019
Fecha de recogida: 12/03/2019	Lugar de recogida: CATA N° 4
Persona rec. muestra: Cliente	Perfil:
Fecha de entrada: 12/03/2019 14:58:00	Familia: SUELOS
Fecha de inicio análisis: 13/03/2019	

Físico-Químico				
Parámetros	Resultados	Unidades	Normativa	Metodología de ensayo
Cadmio (Cd)*	<0,20	ppm		Espectrofotometría A.A.
Calcio (Ca)*	2342,0	ppm		Espectrofotometría A.A.
Cobre (Cu)*	9,0	ppm		Espectrofotometría A.A.
Cromo (Cr)*	13,8	ppm		Espectrofotometría A.A.
Materia orgánica*	3,85	%		Gravimetría
Mercurio (Hg)*	<0,10	ppm		Esp. A.A.G. de Hidruros
Arsénico*	1,93	ppm		Esp. A.A.G. de Hidruros
Níquel (Ni)*	11,4	ppm		Espectrofotometría A.A.
pH	7,28	Unidades de pH		Electrométrico
Plomo (Pb)*	13,9	ppm		Espectrofotometría A.A.
Potasio (K)*	1138,8	ppm		Espectrofotometría A.A.
Zinc (Zn)*	21,2	ppm		Espectrofotometría A.A.
Fósforo total (P)*	168,6	ppm		Colorimetría
Nitrógeno (N)*	0,31	%		Kjeldahl
Magnesio (Mg)*	1656,1	ppm		Espectrofotometría A.A.
Humedad	62,02	%		Gravimetría
Carbono orgánico total*	2,23	%		Calculo
Hidrocarburos totales derivados del petróleo(TPH)*	<100	µg/Kg		CG

(*). Análisis realizados sobre materia seca.

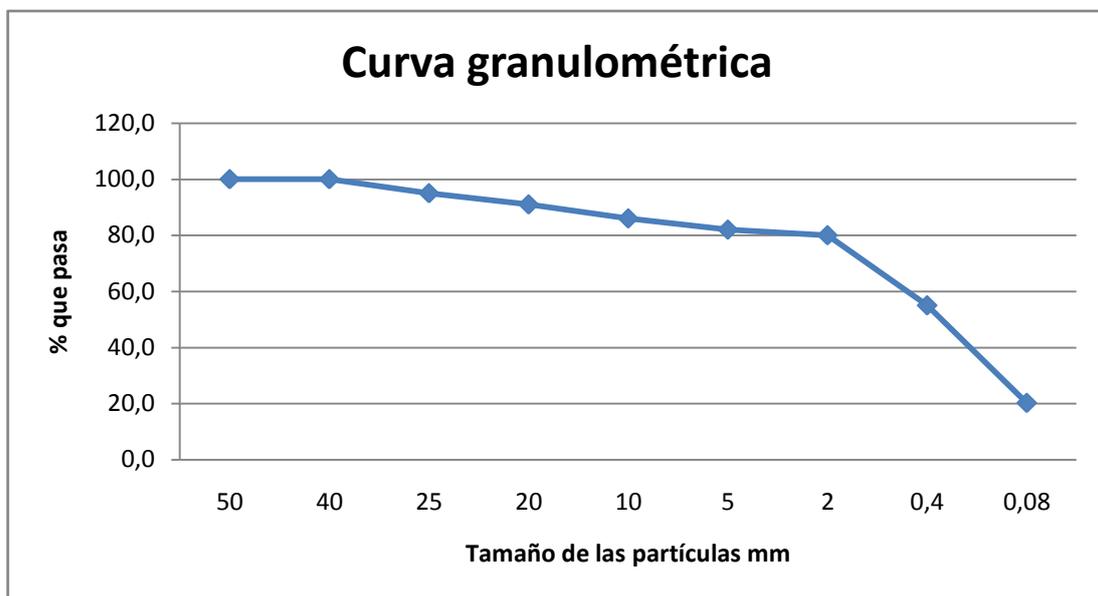
Los datos que se recogen en este informe de ensayo afectan exclusivamente a la/s muestra/s analizada/s, no deben reproducirse más que en su totalidad, sin la autorización por escrito de este laboratorio

INFORME ENSAYO ANALÍTICO Ref: 19/1317

GRANULOMETRÍA

Método de análisis: Lavado y tamizado

Tamiz mm	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
% Pasa	100	100	95	91	86	82	80	55	20,2



Nota:

INFORME DEL RESULTADO DEL ENSAYO

Opiniones e interpretaciones:



Director Técnico
José Mª Prieto Martín

Los datos que se recogen en este informe de ensayo afectan exclusivamente a la/s muestra/s analizada/s, no deben reproducirse más que en su totalidad, sin la autorización por escrito de este laboratorio

INFORME ENSAYO ANALÍTICO Ref: 19/1318

DATOS CLIENTE

Nombre: CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA	Teléfono:
Dirección: AVD. REINA SOFIA,43	Población: BADAJOZ
email:	Provincia: MÉRIDA

DATOS MUESTRA

Descripción: SEDIMENTOS	Fecha de fin análisis: 16/04/2019
Fecha de recogida: 12/03/2019	Lugar de recogida: CATA N° 5
Persona rec. muestra: Cliente	Perfil:
Fecha de entrada: 12/03/2019 14:58:00	Familia: SUELOS
Fecha de inicio análisis: 13/03/2019	

Físico-Químico				
Parámetros	Resultados	Unidades	Normativa	Metodología de ensayo
Cadmio (Cd)*	<0,20	ppm		Espectrofotometría A.A.
Calcio (Ca)*	2398,6	ppm		Espectrofotometría A.A.
Cobre (Cu)*	4,8	ppm		Espectrofotometría A.A.
Cromo (Cr)*	9,0	ppm		Espectrofotometría A.A.
Materia orgánica*	2,34	%		Gravimetría
Mercurio (Hg)*	<0,10	ppm		Esp. A.A.G. de Hidruros
Arsénico*	1,82	ppm		Esp. A.A.G. de Hidruros
Níquel (Ni)*	7,6	ppm		Espectrofotometría A.A.
pH	7,23	Unidades de pH		Electrométrico
Plomo (Pb)*	7,6	ppm		Espectrofotometría A.A.
Potasio (K)*	767,1	ppm		Espectrofotometría A.A.
Zinc (Zn)*	12,4	ppm		Espectrofotometría A.A.
Fósforo total (P)*	148,3	ppm		Colorimetría
Nitrógeno (N)*	0,12	%		Kjeldahl
Magnesio (Mg)*	1271,4	ppm		Espectrofotometría A.A.
Humedad	42,46	%		Gravimetría
Carbono orgánico total*	1,36	%		Calculo
Hidrocarburos totales derivados del petróleo(TPH)*	<100	µg/Kg		CG

(*). Análisis realizados sobre materia seca.

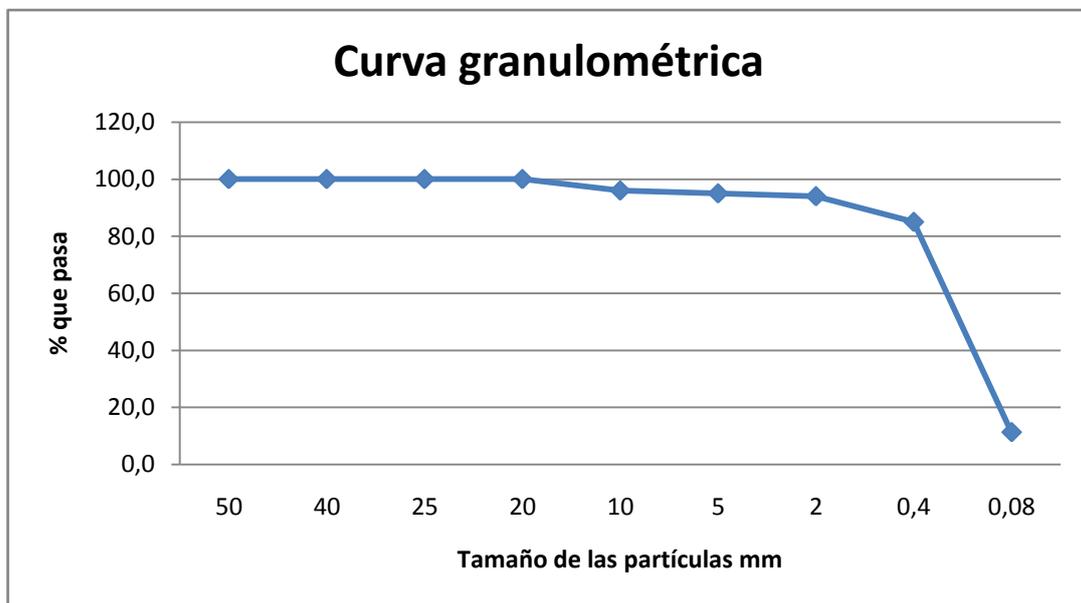
Los datos que se recogen en este informe de ensayo afectan exclusivamente a la/s muestra/s analizada/s, no deben reproducirse más que en su totalidad, sin la autorización por escrito de este laboratorio

INFORME ENSAYO ANALÍTICO Ref: 19/1318

GRANULOMETRÍA

Método de análisis: Lavado y tamizado

Tamiz mm	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
% Pasa	100	100	100	100	96	95	94	85	11,4



Nota: (*) Análisis realizados sobre materia seca.

INFORME DEL RESULTADO DEL ENSAYO

Opiniones e interpretaciones:



Director Técnico
José Mª Prieto Martín

Los datos que se recogen en este informe de ensayo afectan exclusivamente a la/s muestra/s analizada/s, no deben reproducirse más que en su totalidad, sin la autorización por escrito de este laboratorio

INFORME ENSAYO ANALÍTICO Ref: 19/1333

DATOS CLIENTE

Nombre: CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA	Teléfono:
Dirección: AVD. REINA SOFIA,43	Población: BADAJOZ
email:	Provincia: MÉRIDA

DATOS MUESTRA

Descripción: SEDIMENTOS	Fecha de fin análisis: 12/04/2019
Fecha de recogida: 13/03/2019	Lugar de recogida: CATA N° 6
Persona rec. muestra: Cliente	Perfil:
Fecha de entrada: 13/03/2019 14:58:00	Familia: SUELOS
Fecha de inicio análisis: 13/03/2019	

Físico-Químico

Parámetros	Resultados	Unidades	Normativa	Metodología de ensayo
Cadmio (Cd)*	<0,20	ppm		Espectrofotometría A.A.
Calcio (Ca)*	5389,6	ppm		Espectrofotometría A.A.
Cobre (Cu)*	7,9	ppm		Espectrofotometría A.A.
Cromo (Cr)*	12,2	ppm		Espectrofotometría A.A.
Materia orgánica*	2,28	%		Gravimetría
Mercurio (Hg)*	<0,10	ppm		Esp. A.A.G. de Hidruros
Arsénico*	1,87	ppm		Esp. A.A.G. de Hidruros
Níquel (Ni)*	10,7	ppm		Espectrofotometría A.A.
pH	6,78	Unidades de pH		Electrométrico
Plomo (Pb)*	7,2	ppm		Espectrofotometría A.A.
Potasio (K)*	1079,2	ppm		Espectrofotometría A.A.
Zinc (Zn)*	19,3	ppm		Espectrofotometría A.A.
Fósforo total (P)*	559,3	ppm		Colorimetría
Nitrógeno (N)*	0,10	%		Kjeldahl
Magnesio (Mg)*	1988,0	ppm		Espectrofotometría A.A.
Humedad	39,71	%		Gravimetría
Carbono orgánico total*	1,32	%		Calculo
Hidrocarburos totales derivados del petróleo(TPH)*	<100	µg/Kg		CG

(*). Análisis realizados sobre materia seca.

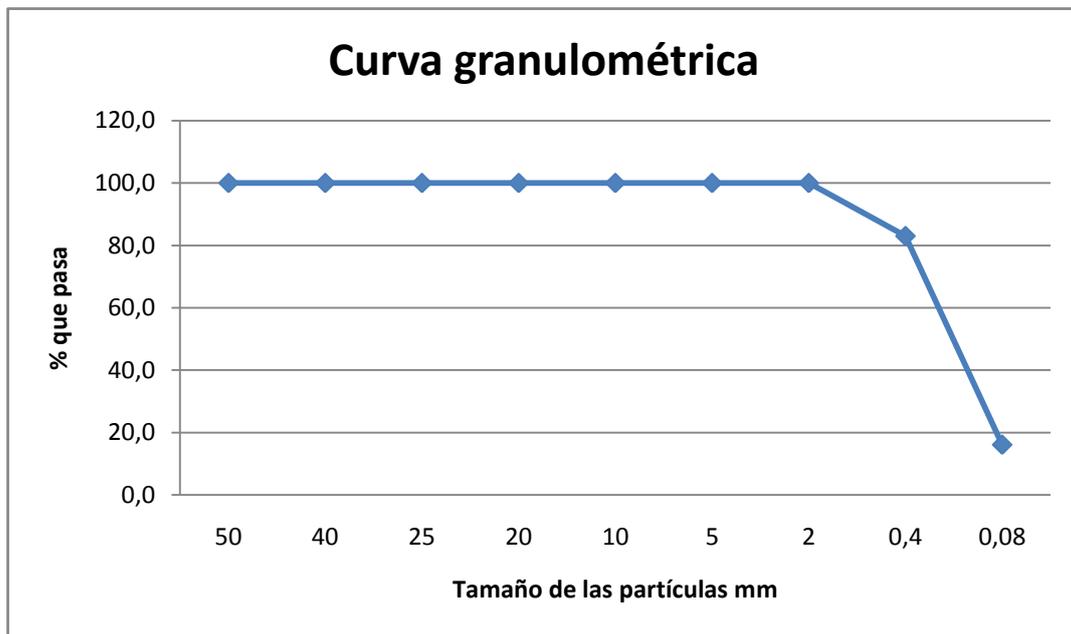
GRANULOMETRÍA

Los datos que se recogen en este informe de ensayo afectan exclusivamente a la/s muestra/s analizada/s, no deben reproducirse más que en su totalidad, sin la autorización por escrito de este laboratorio

INFORME ENSAYO ANALÍTICO Ref: 19/1333

Método de análisis: Lavado y tamizado

Tamiz mm	50	40	25	20	10	5	2	0.4	0.08
% Pasa	100	83	16,1						



Nota: (*) Análisis realizados sobre materia seca.

INFORME DEL RESULTADO DEL ENSAYO

Opiniones e interpretaciones:



Director Técnico
José Mª Prieto Martín

Los datos que se recogen en este informe de ensayo afectan exclusivamente a la/s muestra/s analizada/s, no deben reproducirse más que en su totalidad, sin la autorización por escrito de este laboratorio

INFORME ENSAYO ANALÍTICO Ref: 19/1334

DATOS CLIENTE

Nombre: CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA	Teléfono:	Población: BADAJOZ
Dirección: AVD. REINA SOFIA,43	Provincia: MÉRIDA	
email:		

DATOS MUESTRA

Descripción: SEDIMENTOS	Fecha de fin análisis: 12/04/2019
Fecha de recogida: 13/03/2019	Lugar de recogida: CATA N° 7
Persona rec. muestra: Cliente	Perfil:
Fecha de entrada: 13/03/2019 14:58:00	Familia: SUELOS
Fecha de inicio análisis: 13/03/2019	

Físico-Químico

Parámetros	Resultados	Unidades	Normativa	Metodología de ensayo
Cadmio (Cd)*	<0,20	ppm		Espectrofotometría A.A.
Calcio (Ca)*	10729,0	ppm		Espectrofotometría A.A.
Cobre (Cu)*	18,9	ppm		Espectrofotometría A.A.
Cromo (Cr)*	22,2	ppm		Espectrofotometría A.A.
Materia orgánica*	12,60	%		Gravimetría
Mercurio (Hg)*	<0,10	ppm		Esp. A.A.G. de Hidruros
Arsénico*	4,80	ppm		Esp. A.A.G. de Hidruros
Níquel (Ni)*	18,9	ppm		Espectrofotometría A.A.
pH	7,31	Unidades de pH		Electrométrico
Plomo (Pb)*	13,2	ppm		Espectrofotometría A.A.
Potasio (K)*	2424,2	ppm		Espectrofotometría A.A.
Zinc (Zn)*	47,8	ppm		Espectrofotometría A.A.
Fósforo total (P)*	789,1	ppm		Colorimetría
Nitrógeno (N)*	0,42	%		Kjeldahl
Magnesio (Mg)*	3723,2	ppm		Espectrofotometría A.A.
Humedad	79,98	%		Gravimetría
Carbono orgánico total*	7,31	%		Calculo
Hidrocarburos totales derivados del petróleo(TPH)*	<100	µg/Kg		CG

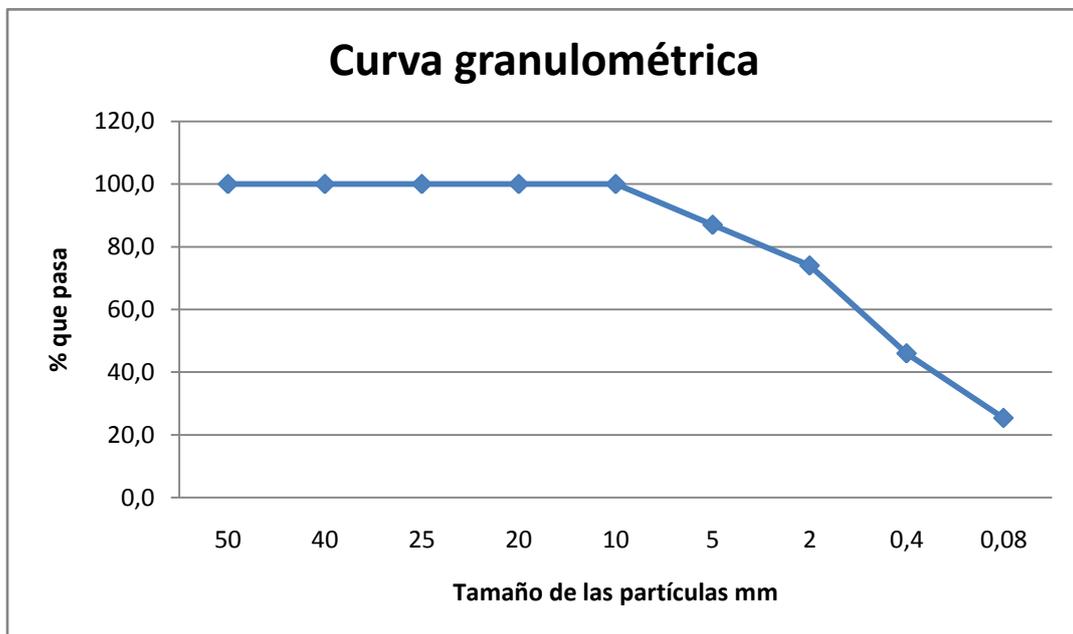
(*). Análisis realizados sobre materia seca.

Los datos que se recogen en este informe de ensayo afectan exclusivamente a la/s muestra/s analizada/s, no deben reproducirse más que en su totalidad, sin la autorización por escrito de este laboratorio

INFORME ENSAYO ANALÍTICO Ref: 19/1334
GRANULOMETRÍA

Método de análisis: Lavado y tamizado

Tamiz mm	50	40	25	20	10	5	2	0.4	0.08
% Pasa	100	100	100	100	100	87	74	46	25,4



Nota: (*) Análisis realizados sobre materia seca.

INFORME DEL RESULTADO DEL ENSAYO

Opiniones e interpretaciones:



Director Técnico
José Mª Prieto Martín

Los datos que se recogen en este informe de ensayo afectan exclusivamente a la/s muestra/s analizada/s, no deben reproducirse más que en su totalidad, sin la autorización por escrito de este laboratorio

INFORME ENSAYO ANALÍTICO Ref: 19/1335

DATOS CLIENTE

Nombre: CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA	Teléfono:	Población: BADAJOZ
Dirección: AVD. REINA SOFIA,43	Provincia: MÉRIDA	
email:		

DATOS MUESTRA

Descripción: SEDIMENTOS	Fecha de fin análisis: 12/04/2019
Fecha de recogida: 13/03/2019	Lugar de recogida: CATA N° 8
Persona rec. muestra: Cliente	Perfil:
Fecha de entrada: 13/03/2019 14:58:00	Familia: SUELOS
Fecha de inicio análisis: 13/03/2019	

Físico-Químico

Parámetros	Resultados	Unidades	Normativa	Metodología de ensayo
Cadmio (Cd)*	<0,20	ppm		Espectrofotometría A.A.
Calcio (Ca)*	16481,9	ppm		Espectrofotometría A.A.
Cobre (Cu)*	28,4	ppm		Espectrofotometría A.A.
Cromo (Cr)*	36,5	ppm		Espectrofotometría A.A.
Materia orgánica*	11,73	%		Gravimetría
Mercurio (Hg)*	<0,10	ppm		Esp. A.A.G. de Hidruros
Arsénico*	5,55	ppm		Esp. A.A.G. de Hidruros
Níquel (Ni)*	32,5	ppm		Espectrofotometría A.A.
pH	7,06	Unidades de pH		Electrométrico
Plomo (Pb)*	20,3	ppm		Espectrofotometría A.A.
Potasio (K)*	3719,5	ppm		Espectrofotometría A.A.
Zinc (Zn)*	60,9	ppm		Espectrofotometría A.A.
Fósforo total (P)*	597,5	ppm		Colorimetría
Nitrógeno (N)*	0,45	%		Kjeldahl
Magnesio (Mg)*	5226,1	ppm		Espectrofotometría A.A.
Humedad	82,10	%		Gravimetría
Carbono orgánico total*	6,80	%		Calculo
Hidrocarburos totales derivados del petróleo(TPH)*	<100	µg/Kg		CG

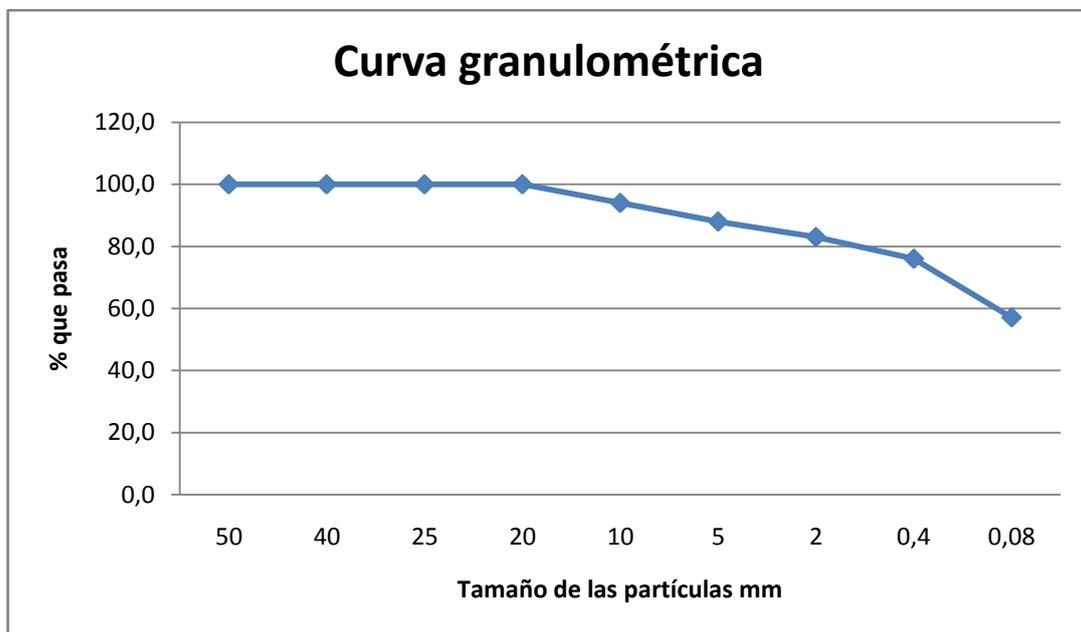
(*). Análisis realizados sobre materia seca.

Los datos que se recogen en este informe de ensayo afectan exclusivamente a la/s muestra/s analizada/s, no deben reproducirse más que en su totalidad, sin la autorización por escrito de este laboratorio

INFORME ENSAYO ANALÍTICO Ref: 19/1335
GRANULOMETRÍA

Método de análisis: Lavado y tamizado

Tamiz mm	50	40	25	20	10	5	2	0.4	0.08
% Pasa	100	100	100	100	94	88	83	76	57,1



Nota: (*) Análisis realizados sobre materia seca.

INFORME DEL RESULTADO DEL ENSAYO

Opiniones e interpretaciones:



Director Técnico
José Mª Prieto Martín

Los datos que se recogen en este informe de ensayo afectan exclusivamente a la/s muestra/s analizada/s, no deben reproducirse más que en su totalidad, sin la autorización por escrito de este laboratorio

INFORME ENSAYO ANALÍTICO Ref: 19/1336

DATOS CLIENTE

Nombre: CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA	Teléfono:	Población: BADAJOZ
Dirección: AVD. REINA SOFIA,43	Provincia: MÉRIDA	
email:		

DATOS MUESTRA

Descripción: SEDIMENTOS	Fecha de fin análisis: 12/04/2019
Fecha de recogida: 13/03/2019	Lugar de recogida: CATA N° 9
Persona rec. muestra: Cliente	Perfil:
Fecha de entrada: 13/03/2019 14:58:00	Familia: SUELOS
Fecha de inicio análisis: 13/03/2019	

Físico-Químico

Parámetros	Resultados	Unidades	Normativa	Metodología de ensayo
Cadmio (Cd)*	<0,20	ppm		Espectrofotometría A.A.
Calcio (Ca)*	20506,9	ppm		Espectrofotometría A.A.
Cobre (Cu)*	25,3	ppm		Espectrofotometría A.A.
Cromo (Cr)*	29,2	ppm		Espectrofotometría A.A.
Materia orgánica*	7,43	%		Gravimetría
Mercurio (Hg)*	<0,10	ppm		Esp. A.A.G. de Hidruros
Arsénico*	4,62	ppm		Esp. A.A.G. de Hidruros
Níquel (Ni)*	23,7	ppm		Espectrofotometría A.A.
pH	6,99	Unidades de pH		Electrométrico
Plomo (Pb)*	18,2	ppm		Espectrofotometría A.A.
Potasio (K)*	3065,9	ppm		Espectrofotometría A.A.
Zinc (Zn)*	60,8	ppm		Espectrofotometría A.A.
Fósforo total (P)*	962,5	ppm		Colorimetría
Nitrógeno (N)*	0,34	%		Kjeldahl
Magnesio (Mg)*	4960,9	ppm		Espectrofotometría A.A.
Humedad	67,33	%		Gravimetría
Carbono orgánico total*	4,31	%		Calculo
Hidrocarburos totales derivados del petróleo(TPH)*	<100	µg/Kg		CG

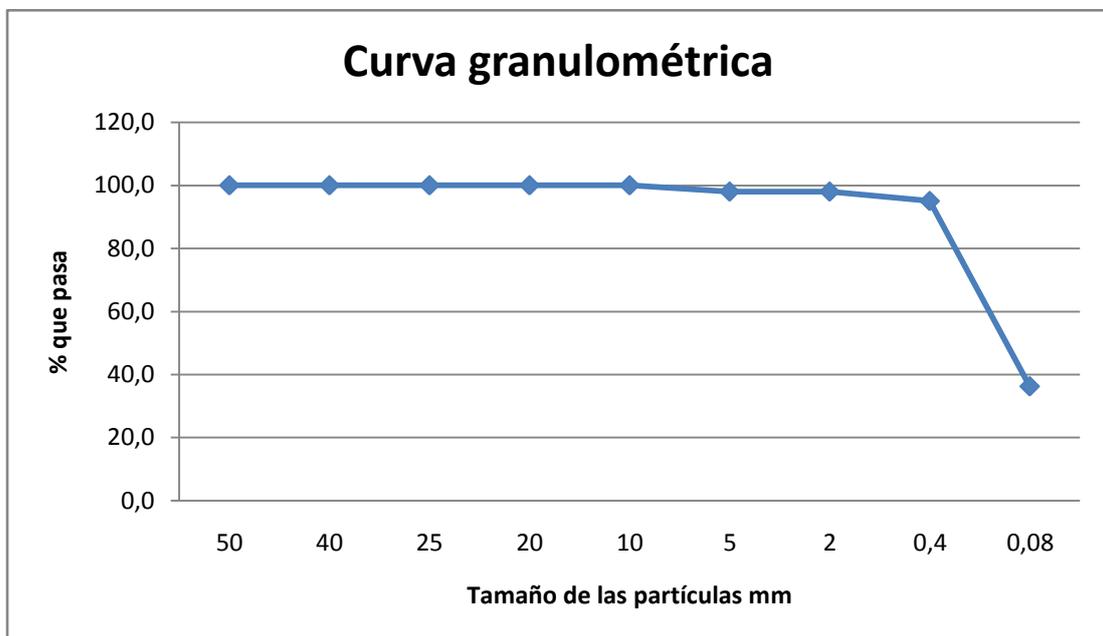
(*). Análisis realizados sobre materia seca.

Los datos que se recogen en este informe de ensayo afectan exclusivamente a la/s muestra/s analizada/s, no deben reproducirse más que en su totalidad, sin la autorización por escrito de este laboratorio

INFORME ENSAYO ANALÍTICO Ref: 19/1336
GRANULOMETRÍA

Método de análisis: Lavado y tamizado

Tamiz mm	50	40	25	20	10	5	2	0.4	0.08
% Pasa	100	100	100	100	100	98	98	95	36,2



Nota: (*) Análisis realizados sobre materia seca.

INFORME DEL RESULTADO DEL ENSAYO

Opiniones e interpretaciones:



Director Técnico
José Mª Prieto Martín

Los datos que se recogen en este informe de ensayo afectan exclusivamente a la/s muestra/s analizada/s, no deben reproducirse más que en su totalidad, sin la autorización por escrito de este laboratorio

INFORME ENSAYO ANALÍTICO Ref: 19/1319

DATOS CLIENTE

Nombre: CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA	Teléfono:	Población: BADAJOZ
Dirección: AVD. REINA SOFIA,43	Provincia: MÉRIDA	
email:		

DATOS MUESTRA

Descripción: SEDIMENTOS	Fecha de fin análisis: 16/04/2019
Fecha de recogida: 12/03/2019	Lugar de recogida: CATA N° 10
Persona rec. muestra: Cliente	Perfil:
Fecha de entrada: 12/03/2019 14:58:00	Familia: SUELOS
Fecha de inicio análisis: 13/03/2019	

Físico-Químico

Parámetros	Resultados	Unidades	Normativa	Metodología de ensayo
Cadmio (Cd)*	<0,20	ppm		Espectrofotometría A.A.
Calcio (Ca)*	4334,6	ppm		Espectrofotometría A.A.
Cobre (Cu)*	8,3	ppm		Espectrofotometría A.A.
Cromo (Cr)*	9,8	ppm		Espectrofotometría A.A.
Materia orgánica*	3,03	%		Gravimetría
Mercurio (Hg)*	<0,10	ppm		Esp. A.A.G. de Hidruros
Arsénico*	0,93	ppm		Esp. A.A.G. de Hidruros
Níquel (Ni)*	8,3	ppm		Espectrofotometría A.A.
pH	7,34	Unidades de pH		Electrométrico
Plomo (Pb)*	9,8	ppm		Espectrofotometría A.A.
Potasio (K)*	802,5	ppm		Espectrofotometría A.A.
Zinc (Zn)*	15,9	ppm		Espectrofotometría A.A.
Fósforo total (P)*	211,4	ppm		Colorimetría
Nitrógeno (N)*	0,23	%		Kjeldahl
Magnesio (Mg)*	2438,3	ppm		Espectrofotometría A.A.
Humedad	72,31	%		Gravimetría
Carbono orgánico total*	1,76	%		Calculo
Hidrocarburos totales derivados del petróleo(TPH)*	<100	µg/Kg		CG

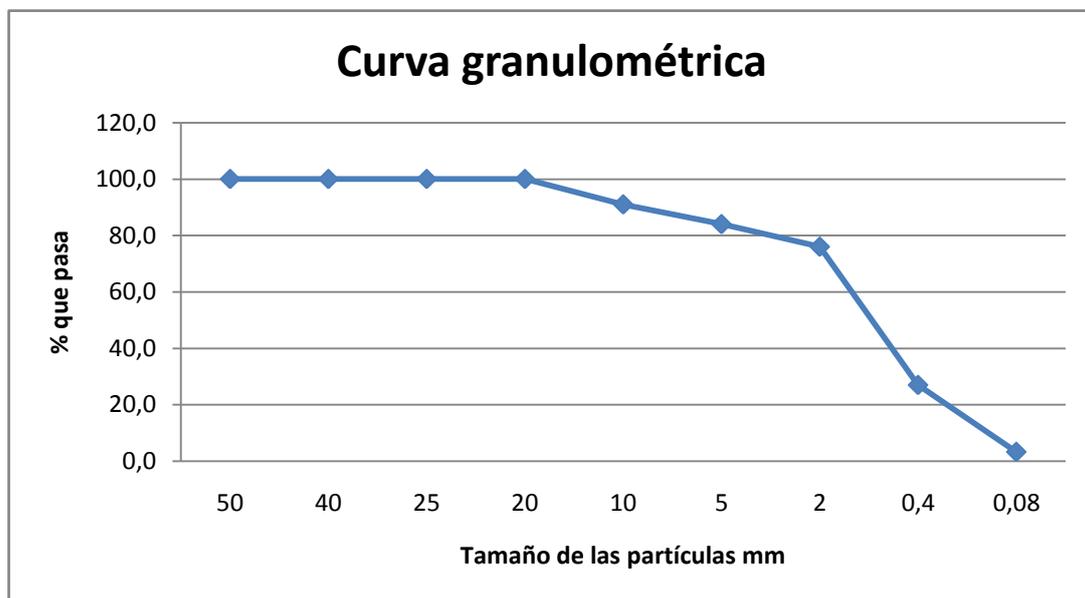
(*). Análisis realizados sobre materia seca.

Los datos que se recogen en este informe de ensayo afectan exclusivamente a la/s muestra/s analizada/s, no deben reproducirse más que en su totalidad, sin la autorización por escrito de este laboratorio

INFORME ENSAYO ANALÍTICO Ref: 19/1319
GRANULOMETRÍA

Método de análisis: Lavado y tamizado

Tamiz mm	50	40	25	20	10	5	2	0.4	0.08
% Pasa	100	100	100	100	91	84	76	27	3,3



Nota: (*) Análisis realizados sobre materia seca.

INFORME DEL RESULTADO DEL ENSAYO

Opiniones e interpretaciones:



Director Técnico
José Mª Prieto Martín

Los datos que se recogen en este informe de ensayo afectan exclusivamente a la/s muestra/s analizada/s, no deben reproducirse más que en su totalidad, sin la autorización por escrito de este laboratorio



*“Estudio de viabilidad de métodos para el control y eliminación del nenúfar mejicano (*Nymphaea mexicana* Zucc) en el río Guadiana a su paso por Badajoz”.*

ANEXO 4

Bibliografía.

BIBLIOGRAFÍA

- Actuaciones de Control de Especies Invasoras-Memoria Anual 2016. Erradicación de un núcleo incipiente de duraznillo de agua (*Ludwigia* spp.) con métodos mecánicos en el Carrerot de Sueca (TM Sueca, PN l'Albufera). Comunitat Valenciana
- Balance Actividades 2016, Centro de Conservación de Especies Dulceacuícolas de la Comunitat Valenciana.
- Bonilla-Barbosa, J.R., y B. Santamaría. 2013. Plantas acuáticas exóticas y trasladadas invasoras, en R. Mendoza y P. Koleff (coords.), Especies acuáticas invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Bonilla-Barbosa J., Novelo A., Orozco Y.H., Márquez-Guzmán J., 2000. Comparative seed morphology of Mexican *Nymphaea* species. *Aquatic Botany* 68: 189-204.
- Capperino M.E. y Schneider E.L., 1985. Floral biology of *Nymphaea mexicana* Zucc. (*Nymphaeaceae*). *Aquatic Botany* 23: 83-93.
- Chin-Lin H., Song-Chwan F., Gow-Chin Y., 2013. Anti-inflammatory effects of phenolic compounds isolated from the flowers of *Nymphaea mexicana* Zucc. *Food & Function* 4: 1216-1222.
- Cirujano Bracamonte, S., Meco Molina, A., García murillo, P. & Chirino Argenta, m. 2014. Flora acuática española. Hidrófitos vasculares. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- Constanze Grohmann, Andreas Blankenstein, Sven Koops, Stanislav N. Gorb., Attachment of *Galerucella nymphaeae* (Coleoptera, Chrysomelidae) to surfaces with different surface energy. *Journal of Experimental Biology* 2014 217: 4213-4220; doi: 10.1242/jeb.108902
- Conard H.S., 1905. The waterlilies: a monograph of the genus *Nymphaea*. Publ. Carnegie Institute, Washington. 5: 1-279.
- CRAIG T. MALLISON, B. Z. THOMPSON AND B. V. JAGGERS, *Aquatic Plant Succession Following Tussock Control on Orange Lake, Florida*, 2010
- Cruz J. Landaeta, Potenciales impactos ambientales generados por el dragado y la descarga del material dragado.
- Cullen J., Knees S.G., Cubey H.S., 2011. *The European Garden Flora*. Cambridge University Press, Cambridge.

- Doadrio I., Aldeguer M., 2007. La invasión de especies exóticas en los ríos. Estrategia Nacional de restauración de ríos. Ministerio de Medio Ambiente & Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- Donald H. Les., Aquatic dicotyledons of North America: ecology, life history, and systematics / FL : Taylor & Francis, 2018.
- E. HOFSTRA, P. D. CHAMPION, T. M. DUGDALE, M. FRIDMAN, R. BAKER, AND M. FINLAY*, Comparison of use rates and treatment timing with glyphosate to control Mexican water Lily M. Vilà, F. Valladares, A. Traveset, L. Santamaría, P. Castro, Invasiones Biológicas, 2008.
- E.J. del Bosque Martín, Proyecto de profundización del círculo de maniobra y el canal de acceso a los muelles de la margen derecha del Puerto de Avilés, Marzo 2015
- F. López mera, Dragado y pantalanés en el Puerto de Foz, Lugo 2017
- Fuentes Palacios (Tragsatec), Extracción mecanizada de nenúfar mexicano en el tramo urbano del Río Guadiana en badajoz. 2017
- Gabarayeva N.I., El-Ghazal G., 1997. Sporoderm development in *Nymphaea mexicana* (Nymphaeaceae). *Plant Systematics and Evolution* 204: 1-19.
- Garcia-Murillo P., 1992. *Nymphaea mexicana* Zuccarini in the Iberian Peninsula. *Aquatic Botany* 44: 407-409.
- George N. Batianoff and Don W. Butler ‘Assessment of invasive naturalised plants in south-east Queensland”
- Gerber, C.J. Cilliers, C. van Ginkel, R Glen. *Aquatic Plants* (2004)
- Gervás E.G., 2016. Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad para alimentación y la agricultura. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.
- Granada, Dpto. De Biología Vegetal y Ecología, Universidad de Sevilla, La colonización de embalses por la Ictiofauna Exótica: Factores Reguladores y estrategias de Manejo.
- Hussner A., 2012. Alien Aquatic Plant Species In European Countries. *Weed Research* 52: 297-306.
- J.A. Núñez Ares, demolición parcial y adecuación paisajística de azud y retirada de instalaciones anejas en el RÍO EO, 2018

- J. Armengol, Efectos ecológicos del dragado y vaciado del embalse de Barasona. 1998, Dep. d'Ecologia. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona.
- J. Blanco Salas, D. García Alonso, C. Pinto Gomes, F. M. Vázquez Pardo. FOLIA BOTANICA EXTREMADURENSIS. 2012
- Johnstone M., 1986. Plant Invasion Windows: A Time-Based Classification of Invasion Potential. Biological Reviews, 61: 369-394.
- Kaufmann, T. 1970 Studies on the Biology and Ecology of *Pyrrhalta nymphaea* (Col. Chrysomelidae) in Alaska with Special Reference to Population Dynamics The American Midland Naturalist Vol. 83, No. 2 (Apr., 1970), pp. 496-509
- L. Ortego Valencia, Técnicas de dragado en ingeniería marítima.
- Martínez Jiménez, M., Saldaña Fabela, P., Gutierrez López, E. 2013. Control de malezas acuáticas en México.
- M. A. Dueñas Dept. Ecología. Universidad de Córdoba. 2012, PLANTAS ACUÁTICAS INVASORAS EN ESPAÑA: SITUACIÓN ACTUAL, PERSPECTIVAS Y MÉTODOS DE CONTROL (Jornadas sobre especies invasoras de ríos y zonas húmedas.)
- M. Carrera Álvarez, actuación en el ámbito del río Gobela en el municipio de Getxo (Bizkaia)
- M. C. Martínez Bautista, M. J. Guerra Barrena & M. Gutiérrez Esteban. Invasión de *Nymphaea mexicana* Zucc. (Nymphaeaceae) en la cuenca del río Guadiana
- Mirijam Gaertner, Brendon M.H. Larson, Ulrike M. Irlich, Patricia M. Holmes, Louise Stafford, Brian W. van Wilgen, David M. Richardson, Managing invasive species in cities: A framework from Cape Town, South Africa, 2016.
- M. Martínez Jiménez, P. Saldaña Fabela, E. Gutiérrez López., 2003, Control de Malezas acuáticas en México.
- Martínez M.C., Guerra M.J., Gutiérrez M., 2012. Invasión de *Nymphaea mexicana* Zucc. (Nymphaeaceae) en la cuenca del río Guadiana. Folia Botánica Extremadurensis 6: 39-44.
- Protocolo de actuación para la realización de una prueba piloto para el control de *Nymphaea mexicana* mediante el uso de productos fitosanitarios, 2017
- R. Cobo, los sedimentos de los embalses españoles, 2008

- R. Fernández Rozas, Proyecto de Dragado del Puerto de Ondarroat. 2017
- R. Salas Martinez, CHG, Actuaciones en el Río Guadiana en Badajoz.
- R. Sim, N. Chandrasena, L.Pinto, Environmental Restoration and Management of a Significant Urban Wetland, 2004.
- Ricketson J., 1995. Nymphaeaceae Waterlily family, Journal of the Arizona-Nevada of Science, Arizona 29: 26-28.
- Robert W. Strader and Pat H. Stinson, Moist-Soil Management Guidelines for the U.S. Fish and Wildlife Service Southeast Region, 2005
- Sanz Benlloch, A.; Bayarri Cebrian, F.J. Metodología para el proyecto y ejecución de dragados mediante actuaciones de conservación portuaria
- Sostenibilidad ambiental del regadío y especies invasoras, Tragsatec, CHG, 2018
- Suvák M., Gregorek R. & Plúchtová M. (2012): Actual and potential role of parasitoids (Hymenoptera: Eulophidae) in control of water-lily beetle Galerucella nymphaeae (Coleoptera: Chrysomelidae) in conditions of Botanical Garden of P.J. Šafárik University in Košice (Slovakia). – Thaiszia – J. Bot. 22 (2): 217-242. – ISSN 1210-0420.
- Velazco Macías, C., Foroughbakhch Pournavab R., Alvarado Vázquez M.A., Alanis Flores G. J., 2008. La Familia Nymphaeaceae en el Estado de Nuevo León, México. Journal of the Botanical Research Institute of Texas 2(1): 593 – 603.
- Vilà M., Valladares F., Traveset A., Santamaría L., Castro P., 2008. Invasiones Biológicas. Colección Divulgación. CSIC. Madrid.

PÁGINAS WEB

- ▶ Ministerio de la transición ecológica, Gobierno de España.
<https://www.miteco.gob.es/gl/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/especies-exoticas-invasoras/default.aspx>
- ▶ Department of Wildlife & Fisheries Sciences Texas A&M AgriLife Extension Service.
<http://aquaplant.tamu.edu/management-options/yellow-water-lily/>

- ▶ Especies invasoras en la Cuenca Hidrográfica del Guadiana.
<http://www.chguadiana.es/corps/chguadiana/data/resources/file/folletos/2012/especies-invasoras.pdf>
- ▶ Invasive Species Compendium. CABI.
<http://www.cabi.org/isc/?compid=5&dsid=115822&loadmodule=datasheet&page=481&site=144>
- ▶ Weeds of Australia. Biosecurity Queensland Edition.
http://keyserver.lucidcentral.org/weeds/data/03030800-0b07-490a-8d040605030c0f01/media/Html/Nymphaea_mexicana.htm
- ▶ Life Invasep.
http://www.invasep.eu/nenufar_mejicano.html.
- ▶ InvasIBER.
http://invasiber.org/fitxa_details.php?pageNum_rsFitxa=2&taxonomic=3&totalRows_rsFitxa=34&id_fitxa=174
- ▶ <http://www.gbif.org/>
- ▶ http://www.watergardenersinternational.org/journal/4-2/jorge/page1_sp.html
- ▶ <http://aquaplant.tamu.edu/management-options/yellow-water-lily/>
- ▶ <https://www.discoverlife.org/mp/20q?search=Nymphaea+mexicana>
- ▶ <https://www.monografias.com/trabajos29/control-plagas/control-plagas.shtml>.
- ▶ www.invasivespeciesireland.com
- ▶ www.dragflow.it
- ▶ www.megator.com
- ▶ www.jandenui.com
- ▶ <http://www.rahingenieria.com>
- ▶ www.watermaster.fi



*“Estudio de viabilidad de métodos para el control y eliminación del nenúfar mejicano (*Nymphaea mexicana* Zucc) en el río Guadiana a su paso por Badajoz”.*

CARTOGRAFÍA



Índice CARTOGRÁFICO.

PLANO 1. Localización Zona de Estudios.

PLANO 2. Situación Tramos objeto de estudio.

PLANO 3. Situación Tramo 1 y subtramos del Tramo 1.

PLANO 4. Red Natura 2.000.

PLANO 5. Localización Nenúfar mejicano.

PLANO 6. Profundidad localización nenúfar mejicano. Tramo 3. (Ptos. Batimetría).

PLANO 7. Profundidad localización nenúfar mejicano. Tramo 2. (Ptos. Batimetría).

PLANO 8. Espesor Lodos zonas con nenúfar mejicano. Tramo 3. (Ptos. Batimetría).

PLANO 9. Espesor Lodos zonas con nenúfar mejicano. Tramo 2. (Ptos. Batimetría).

PLANO 10. Profundidad Tramo 3. (Ptos. Batimetría).

PLANO 11. Profundidad Tramo 1-2 y 2. (Ptos. Batimetría).

PLANO 12. Espesor Lodos Tramo 3. (Ptos. Batimetría).

PLANO 13. Espesor Lodos Tramo 1-2 y 2. (Ptos. Batimetría).

PLANO 14. Profundidad Lecho Tramo 3. (Ptos. Batimetría).

PLANO 15. Profundidad Lecho Tramo 1-2 y 2. (Ptos. Batimetría).

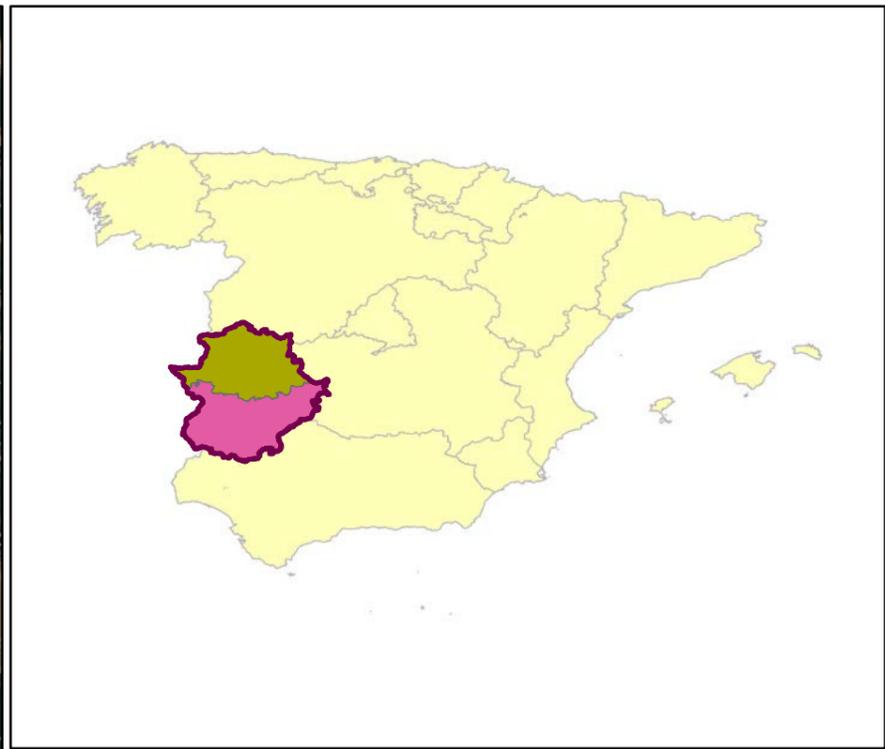


TRAMO DEL RÍO GUADIANA OBJETO DE ESTUDIO

PUENTE DE LA AUTOVÍA A-5

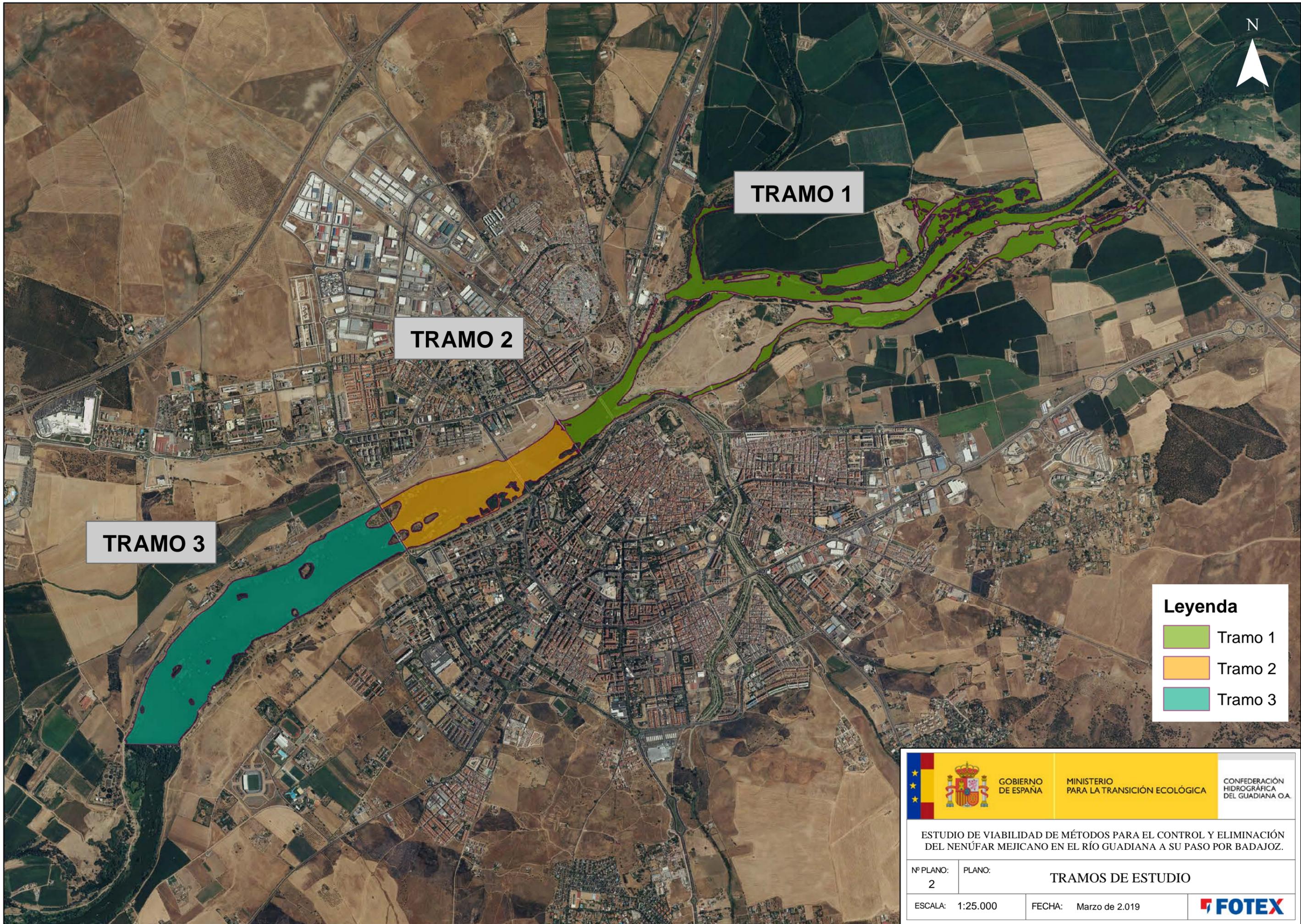
BADAJOZ

AZUD DE LA GRANADILLA



BADAJOZ

		GOBIERNO DE ESPAÑA	MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA O.A.
ESTUDIO DE VIABILIDAD DE MÉTODOS PARA EL CONTROL Y ELIMINACIÓN DEL NENÚFAR MEJICANO EN EL RÍO GUADIANA A SU PASO POR BADAJOZ.				
Nº PLANO: 1	PLANO:	LOCALIZACIÓN		
ESCALA: 1:30.000	FECHA: Marzo de 2.019			



N

TRAMO 1

TRAMO 2

TRAMO 3

Leyenda

- Tramo 1
- Tramo 2
- Tramo 3

		GOBIERNO DE ESPAÑA	MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA O.A.
ESTUDIO DE VIABILIDAD DE MÉTODOS PARA EL CONTROL Y ELIMINACIÓN DEL NENÚFAR MEJICANO EN EL RÍO GUADIANA A SU PASO POR BADAJOZ.				
Nº PLANO: 2	PLANO: TRAMOS DE ESTUDIO			
ESCALA: 1:25.000	FECHA: Marzo de 2.019			



TRAMO 1

SUBTRAMO 1_1

SUBTRAMO 1_3

SUBTRAMO 1_2

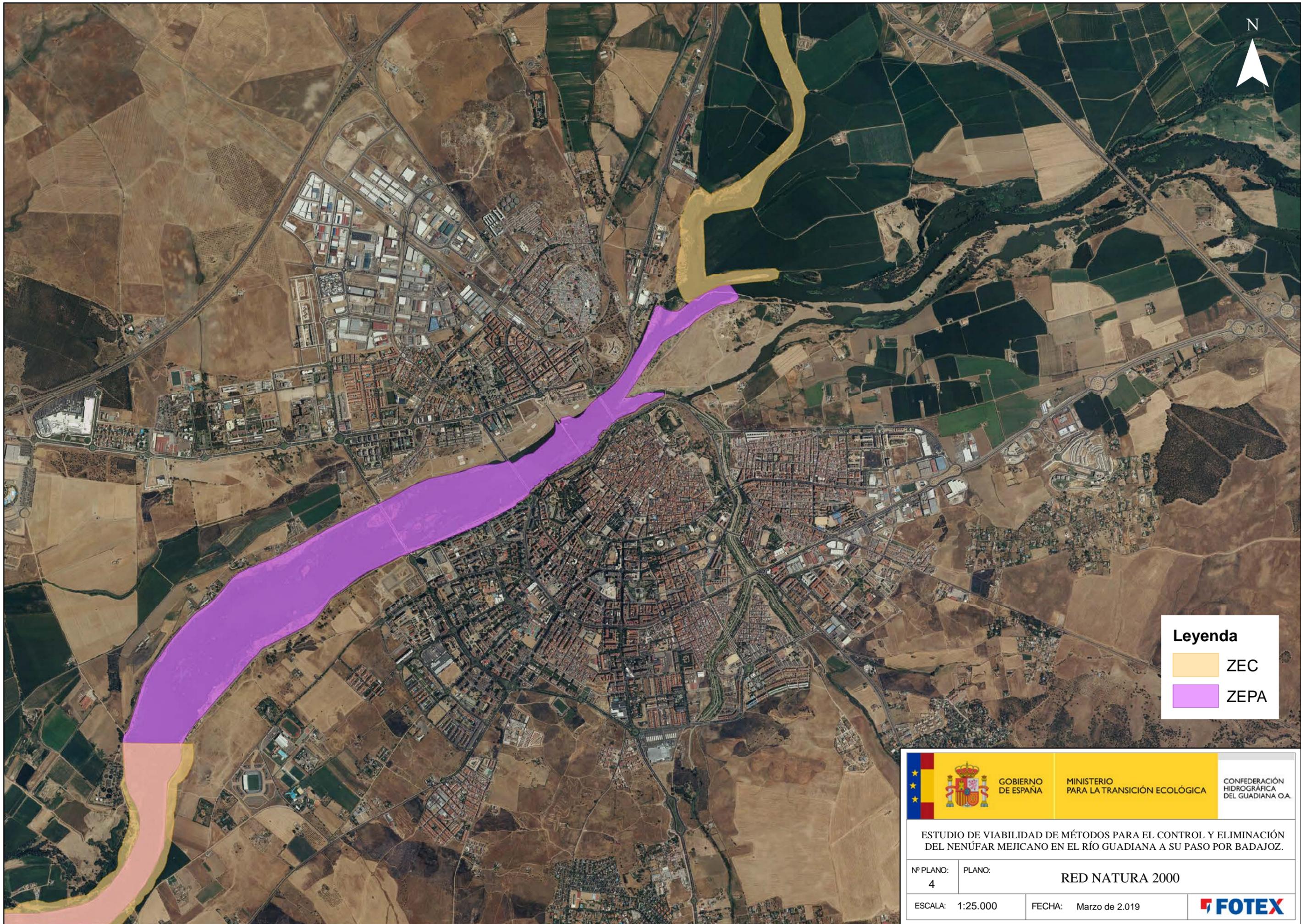
Leyenda
Tramo 1

- Subtramo 1_1
- Subtramo 1_2
- Subtramo 1_3

		GOBIERNO DE ESPAÑA	MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA O.A.
---	---	--------------------	---	--

ESTUDIO DE VIABILIDAD DE MÉTODOS PARA EL CONTROL Y ELIMINACIÓN DEL NENÚFAR MEJICANO EN EL RÍO GUADIANA A SU PASO POR BADAJOZ.

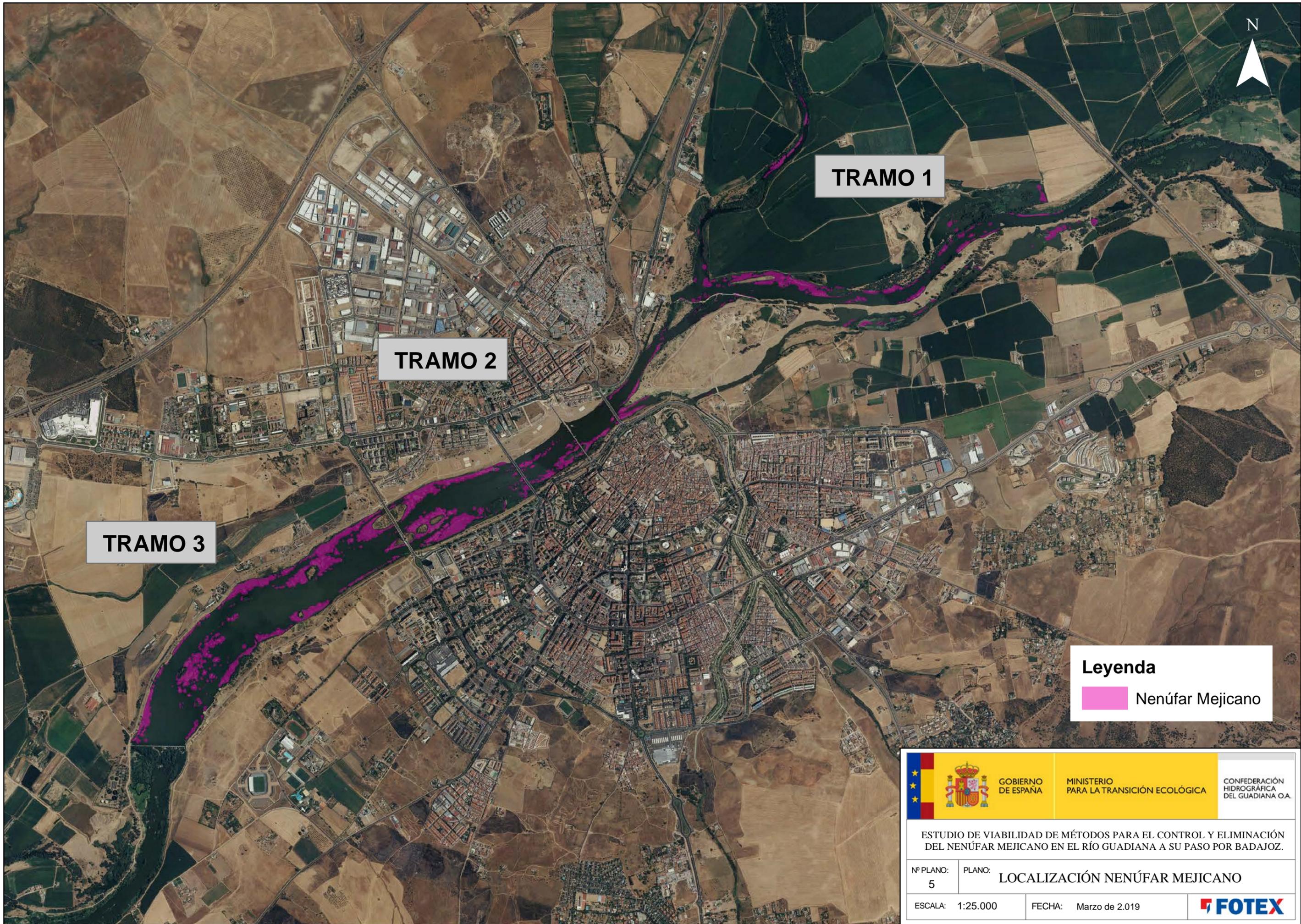
Nº PLANO: 3	PLANO: TRAMO 1: SUBTRAMOS	
ESCALA: 1:11.738	FECHA: Marzo de 2.019	



Leyenda

- ZEC
- ZEPA

		GOBIERNO DE ESPAÑA	MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA O.A.
ESTUDIO DE VIABILIDAD DE MÉTODOS PARA EL CONTROL Y ELIMINACIÓN DEL NENÚFAR MEJICANO EN EL RÍO GUADIANA A SU PASO POR BADAJOZ.				
Nº PLANO: 4	PLANO: RED NATURA 2000			
ESCALA: 1:25.000	FECHA: Marzo de 2.019			



N

TRAMO 1

TRAMO 2

TRAMO 3

Leyenda
 Nenúfar Mejicano

			GOBIERNO DE ESPAÑA	MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA O.A.
ESTUDIO DE VIABILIDAD DE MÉTODOS PARA EL CONTROL Y ELIMINACIÓN DEL NENÚFAR MEJICANO EN EL RÍO GUADIANA A SU PASO POR BADAJOZ.					
Nº PLANO: 5	PLANO: LOCALIZACIÓN NENÚFAR MEJICANO				
ESCALA: 1:25.000	FECHA: Marzo de 2.019				

TRAMO 3



Leyenda

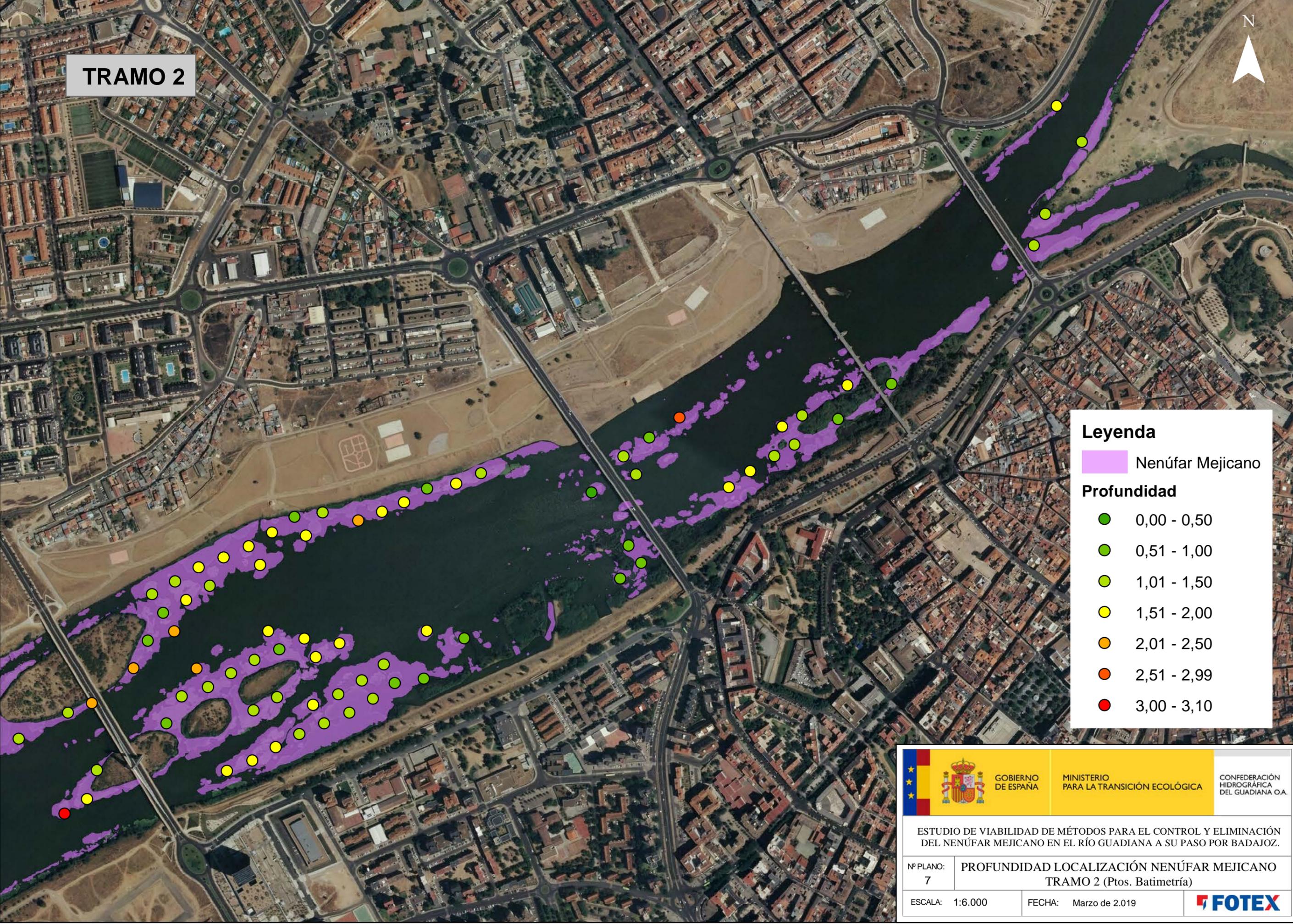
 Nenúfar Mejicano

Profundidad

-  0,00 - 0,50
-  0,51 - 1,00
-  1,01 - 1,50
-  1,51 - 2,00
-  2,01 - 2,50
-  2,51 - 2,99
-  3,00 - 3,10

		GOBIERNO DE ESPAÑA	MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA O.A.
ESTUDIO DE VIABILIDAD DE MÉTODOS PARA EL CONTROL Y ELIMINACIÓN DEL NENÚFAR MEJICANO EN EL RÍO GUADIANA A SU PASO POR BADAJOZ.				
Nº PLANO: 6	PROFUNDIDAD LOCALIZACIÓN NENÚFAR MEJICANO TRAMO 3 (Ptos. Batimetría)			
ESCALA: 1:7.500	FECHA: Marzo de 2.019			

TRAMO 2



Leyenda

 Nenúfar Mejicano

Profundidad

-  0,00 - 0,50
-  0,51 - 1,00
-  1,01 - 1,50
-  1,51 - 2,00
-  2,01 - 2,50
-  2,51 - 2,99
-  3,00 - 3,10

		GOBIERNO DE ESPAÑA	MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA O.A.
ESTUDIO DE VIABILIDAD DE MÉTODOS PARA EL CONTROL Y ELIMINACIÓN DEL NENÚFAR MEJICANO EN EL RÍO GUADIANA A SU PASO POR BADAJOZ.				
Nº PLANO: 7	PROFUNDIDAD LOCALIZACIÓN NENÚFAR MEJICANO TRAMO 2 (Ptos. Batimetría)			
ESCALA: 1:6.000	FECHA: Marzo de 2.019			

TRAMO 3



Leyenda

 Nénufar Mejicano

ESPESOR_LODOS

-  0,00 - 0,10
-  0,11 - 0,25
-  0,26 - 0,50
-  0,51 - 0,75
-  0,76 - 1,00
-  1,01 - 1,25
-  1,26 - 1,50
-  1,51 - 1,75
-  1,76 - 2,00
-  2,01 - 2,25
-  2,26 - 2,50
-  2,51 - 2,75

		GOBIERNO DE ESPAÑA	MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA O.A.
ESTUDIO DE VIABILIDAD DE MÉTODOS PARA EL CONTROL Y ELIMINACIÓN DEL NENÚFAR MEJICANO EN EL RÍO GUADIANA A SU PASO POR BADAJOZ.				
Nº PLANO: 8	ESPESOR LODOS ZONAS CON NENÚFAR MEJICANO TRAMO 3 (Pts. Batimetría)			
ESCALA: 1:7.500	FECHA: Marzo de 2.019			

TRAMO 2



Leyenda

 Nenúfar Mejicano

ESPESOR_LODOS

-  0,00 - 0,10
-  0,11 - 0,25
-  0,26 - 0,50
-  0,51 - 0,75
-  0,76 - 1,00
-  1,01 - 1,25
-  1,26 - 1,50
-  1,51 - 1,75
-  1,76 - 2,00
-  2,01 - 2,25
-  2,26 - 2,50
-  2,51 - 2,75

			GOBIERNO DE ESPAÑA	MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA O.A.
ESTUDIO DE VIABILIDAD DE MÉTODOS PARA EL CONTROL Y ELIMINACIÓN DEL NENÚFAR MEJICANO EN EL RÍO GUADIANA A SU PASO POR BADAJOZ.					
Nº PLANO:	ESPESOR LODOS ZONAS CON NENÚFAR MEJICANO TRAMO 2 (Ptos. Batimetría)				
9					
ESCALA:	1:6.000	FECHA:	Marzo de 2.019		

TRAMO 3



Leyenda

 Nenúfar Mejicano

Profundidad

-  0,00 - 0,10
-  0,11 - 0,50
-  0,51 - 1,00
-  1,01 - 1,50
-  1,51 - 2,00
-  2,01 - 2,50
-  2,51 - 3,00
-  3,01 - 3,5
-  3,51 - 4,00
-  4,01 - 4,50
-  4,51 - 4,80

		GOBIERNO DE ESPAÑA	MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA O.A.
ESTUDIO DE VIABILIDAD DE MÉTODOS PARA EL CONTROL Y ELIMINACIÓN DEL NENÚFAR MEJICANO EN EL RÍO GUADIANA A SU PASO POR BADAJOZ.				
Nº PLANO: 10	PROFUNDIDAD TRAMO 3 (Ptos. Batimetría)			
ESCALA: 1:7.500	FECHA: Marzo de 2.019			

TRAMO 1-2 y 2



Leyenda

 Nenúfar Mejicano

Profundidad

-  0,00 - 0,10
-  0,11 - 0,50
-  0,51 - 1,00
-  1,01 - 1,50
-  1,51 - 2,00
-  2,01 - 2,50
-  2,51 - 3,00
-  3,01 - 3,5
-  3,51 - 4,00
-  4,01 - 4,50
-  4,51 - 4,80

			GOBIERNO DE ESPAÑA	MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA O.A.
ESTUDIO DE VIABILIDAD DE MÉTODOS PARA EL CONTROL Y ELIMINACIÓN DEL NENÚFAR MEJICANO EN EL RÍO GUADIANA A SU PASO POR BADAJOZ.					
Nº PLANO:	PROFUNDIDAD TRAMO 1-2 y 2 (Pts. Batimetría)				
11					
ESCALA:	1:7.500	FECHA:	Marzo de 2.019		

TRAMO 3



Leyenda

 Nenúfar Mejicano

Espesor Lodos

-  0,00
-  0,01 - 0,25
-  0,26 - 0,50
-  0,51 - 1,00
-  1,01 - 1,50
-  1,51 - 2,00
-  2,01 - 2,50
-  2,51 - 3,00
-  3,01 - 3,50
-  3,51 - 3,70

		GOBIERNO DE ESPAÑA	MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA O.A.
ESTUDIO DE VIABILIDAD DE MÉTODOS PARA EL CONTROL Y ELIMINACIÓN DEL NENÚFAR MEJICANO EN EL RÍO GUADIANA A SU PASO POR BADAJOZ.				
Nº PLANO: 12	ESPESOR LODOS TRAMO 3 (Ptos. Batimetría)			
ESCALA: 1:7.500	FECHA: Marzo de 2.019			

TRAMO 1-2 y 2



Leyenda

Nenúfar Mejicano

Espesor Lodos

- 0,00
- 0,01 - 0,25
- 0,26 - 0,50
- 0,51 - 0,75
- 0,76 - 1,00
- 1,01 - 1,25
- 1,26 - 1,50

		GOBIERNO DE ESPAÑA	MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA O.A.
ESTUDIO DE VIABILIDAD DE MÉTODOS PARA EL CONTROL Y ELIMINACIÓN DEL NENÚFAR MEJICANO EN EL RÍO GUADIANA A SU PASO POR BADAJOZ.				
Nº PLANO: 13	ESPESOR LODOS TRAMO 1-2 y 2 (Ptos. Batimetría)			
ESCALA: 1:7.500	FECHA: Marzo de 2.019			

TRAMO 3



Leyenda

 Nenúfar Mejicano

Profundidad Lecho (m)

-  0,35 - 0,50
-  0,51 - 1,00
-  1,01 - 1,50
-  1,51 - 2,00
-  2,01 - 2,50
-  2,51 - 3,00
-  3,01 - 3,50
-  3,51 - 4,00
-  4,01 - 4,50
-  4,51 - 5,00
-  5,01 - 5,50
-  5,51 - 6,00
-  6,01 - 6,50
-  6,51 - 7,00
-  7,01 - 7,10

			GOBIERNO DE ESPAÑA	MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA O.A.
ESTUDIO DE VIABILIDAD DE MÉTODOS PARA EL CONTROL Y ELIMINACIÓN DEL NENÚFAR MEJICANO EN EL RÍO GUADIANA A SU PASO POR BADAJOZ.					
Nº PLANO: 14	PROFUNDIDAD LECHO TRAMO 3 (Ptos. Batimetría)				
ESCALA: 1:7.500	FECHA: Marzo de 2.019				

TRAMO 1-2 y 2



Leyenda

 Nenúfar Mejicano

Profundidad Lecho (m)

-  0,35 - 0,50
-  0,51 - 1,00
-  1,01 - 1,50
-  1,51 - 2,00
-  2,01 - 2,50
-  2,51 - 3,00
-  3,01 - 3,50
-  3,51 - 4,00
-  4,01 - 4,50

		GOBIERNO DE ESPAÑA	MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA O.A.
---	---	--------------------	---	--

ESTUDIO DE VIABILIDAD DE MÉTODOS PARA EL CONTROL Y ELIMINACIÓN DEL NENÚFAR MEJICANO EN EL RÍO GUADIANA A SU PASO POR BADAJOZ.

Nº PLANO: 15 PROFUNDIDAD LECHO TRAMO 1-2 y 2 (Ptos. Batimetría)

ESCALA: 1:7.500

FECHA: Marzo de 2.019

