

▶ JORNADA TÉCNICA SOBRE EL MEJILLÓN CEBRA

- ▶ Paraninfo de la Universidad de Zaragoza
Miércoles 12 de febrero de 2003
- ▶ Documentación



Organiza

Generalitat de Catalunya
Departament de Medi Ambient

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

GOBIERNO DE ARAGON
Departamento de Medio Ambiente

**JORNADA TÉCNICA SOBRE EL MEJILLÓN CEBRA
PARANINFO DE LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
ZARAGOZA, 12 de FEBRERO de 2003**

DOCUMENTACIÓN

La presente documentación se ha elaborado de propio para esta jornada técnica, con aportaciones de los diferentes organismos organizadores.

Se compone de los siguientes apartados :

- 1.- Documento « Localización y evaluación de una nueva invasión biológica : el mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) en el Ebro », Ministerio de Medio Ambiente, Dirección General para la Conservación de la Naturaleza.
- 2.- Resumen de conocimientos sobre el mejillón cebra, Gobierno de Aragón, Campaña Informativa y de Educación Ambiental, año 2002 .
- 3.- Situación de la pesca y de la navegación en el embalse afectado de Ribarroja y en el embalse de Mequinenza, Gobierno de Aragón, Campaña Informativa y de Educación Ambiental, año 2002
- 4.- Propuesta de medidas de control y prevención.
(En base al estudio realizado durante la Campaña, se proponen diversas medidas con el objetivo de facilitar la toma de decisiones). Gobierno de Aragón, Campaña Informativa y de Educación Ambiental, año 2002.
- 5.- Normativa de la Confederación Hidrográfica del Ebro para el control y la prevención del mejillón cebra, Confederación Hidrográfica del Ebro, 24/09/2002.



El biso permite la fijación del mejillón cebra en muy diversos soportes

Localización y evaluación de una nueva invasión biológica:
el mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) en el Ebro

Localización y evaluación de una nueva invasión biológica: el mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) en el Ebro



Ministerio de Medio Ambiente
Dirección General para la Conservación de la Naturaleza

Diciembre 2001

Localización y evaluación de una nueva invasión biológica: el mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) en el Ebro

Grup de Natura Freixe - Flix

Coordinación

Pere Josep Jiménez Mur

Asesor científico

Cristian Ruiz Altaba

Equipo de muestreo

Joan Carles Abella
Carolina Bolaños
Núria Cid Puey
Óscar González
Pere Josep Jiménez
Iván Jurado
Miquel Àngel López
Isabel Llombart
José Antonio Martínez
Moisés Masip
Jordi Rofes
Manuel Sánchez
José Sánchez
Josep Viñado

Equipo de redacción

Cristian Ruiz Altaba
Pere Josep Jiménez
Miquel Àngel López
Jordi Rofes
Josep Viñado

1. Introducción

1.1 La detección del problema

Entre mitades de julio y principios de agosto de 2001 se detectó la presencia, en diversos tramos del río Ebro, del bivalvo *Dreissena polymorpha*. De forma fortuita un joven de la población de Riba-roja d'Ebre (Tarragona) encontraba a mitades de julio y adheridos en una rampa del Club Náutico de ésta población unos mejillones de forma curiosa. Entregó los ejemplares que había recogido a miembros del Grup de Natura Freixe de la vecina población de Flix, que se pusieron en contacto con expertos malacólogos que trabajan en la conservación de las náyades autóctonas. Por la descripción y apariencia no había duda, pero para mayor seguridad se enviaron ejemplares para que fueran identificados con precisión. Las sospechas se confirmaron se trataba del temido mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*), el paradigma del invasor biológico.

En días posteriores se realizaban los primeros muestreos en las aguas de poca profundidad del meandro de Flix, donde se observó que las apariencias engañaban, y además de fijarse en la parte visible de los cantos rodados del fondo del río, colonizaban la parte inferior y los espacios entre cantos rodados en mayor proporción. Una primera prospección apuntaba ya densidades superiores a 500 ejemplares por metro cuadrado, cifra ya de por sí preocupante y sorprendente. Paralelamente se encontraban aguas abajo de Xerta ejemplares fijados en náyades autóctonas. Estaba claro que el mejillón cebra había colonizado ya un tramo significativo del río.

1.2 El mejillón cebra

Descripción

La forma externa del mejillón cebra es similar a la de los mejillones marinos, aunque la relación entre ambas especies es lejana. Puede alcanzar unos 3 cm de longitud, pero generalmente es más pequeño. La coloración de su concha, formada por bandas negruzcas y claras alternadas, le ha valido el mismo nombre común en diversos países donde se ha establecido. Este patrón de bandas, característico de *Dreissena polymorpha*, es muy variable, lo mismo que la forma exacta de la concha, lo que justifica su epíteto específico.

El ciclo biológico de los dreisénidos incluye una fase larvaria planctónica, de manera que la capacidad de dispersarse en lugares de poca corriente, o río abajo, es muy elevada. Su crecimiento es rápido, y en condiciones óptimas puede ser fértil con menos de 5 milímetros de longitud, de modo que el ciclo vital se podría llegar a completar en poco más de un mes. La temperatura mínima para sobrevivir los adultos es 0°C, para alimentarse 5°C, para crecer 10°C y para reproducirse 12°C. Experimentalmente se ha encontrado que el límite de temperatura superior para sobrevivir es de 30-32°C. La filtración se da en un rango comprendido entre 5-30°C y a un ph entre 8-9. La suspensión preferible es de 3-15 mg/l. El grado de filtración depende del tamaño pero puede considerarse

que cada individuo filtra del orden de un litro de agua por día. En las condiciones más favorables su producción es de 2 Kg/m² y año. La producción excede la biomasa de 2-6 veces.

Se fija al sustrato mediante un biso (como los verdaderos mejillones), y forma así "mejilloneras" densas y tupidas. El sustrato es uno de los principales factores de su distribución. Se han descrito extensiones abundantes en carrizales, bosques de ribera, plantas acuáticas sumergidas, conchas y valvas de moluscos y también sobre crustáceos. Las mayores densidades se registran sobre sustratos artificiales captaciones y cañerías donde pueden alcanzar densidades de hasta 4.107.000 individuos por metro cuadrado.

Puede soportar cambios bruscos de temperatura y salinidad, y resiste varios días fuera del agua (entre 5 y 6 días a la exposición al aire). De este modo, puede colonizar lugares remotos mediante la translocación de ejemplares adultos adheridos a la obra viva de embarcaciones que se lleven por carretera, o enredados en un equipo de pesca que no se ha limpiado, o incluso como cebo barato.

Con estas características, *Dreissena polymorpha* se convierte en un invasor perfecto, y en un agente de cambio ecológico radical: disminuye drásticamente la concentración de fitoplancton en el agua, aumenta la deposición de materia orgánica en el fondo, y la estructura del bentos queda gobernada por sus densas poblaciones. En términos económicos, representa pérdidas inmensas al taponar cañerías, adherirse al casco de las embarcaciones, y producir enormes cantidades de conchas que modifican la naturaleza del cauce. En términos ecológicos, a pesar de que los efectos varían mucho según la zona concreta, la invasión de este bivalvo ha causado la práctica extinción de diversas especies de moluscos autóctonos, y ha alterado de manera irreversible las condiciones ecológicas de todo tipo de aguas dulces.

Origen y expansión

El género *Dreissena* se distribuye por las áreas mediterráneas más orientales y por toda la región pontocáspica (o sea, los mares Negro, Caspio y Aral, y los estuarios que en ellos desembocan). Los cambios hidrográficos que estas regiones experimentaron a lo largo del terciario y cuaternario causaron la diferenciación de muchas formas locales, que hasta el siglo XVIII eran endémicas de dichas zonas y se encontraban en equilibrio con la fauna autóctona.

Las actividades humanas dieron un vuelco a esta situación: la especie *Dreissena polymorpha* empezó a extenderse desde principios del siglo XIX, a través de los canales de navegación interfluvial que se iban construyendo por toda la Europa oriental y central. Con el transporte de troncos, barcas y aparejos llegó a cuencas que no habían quedado interconectadas; así, invadió las Islas Británicas en repetidas ocasiones, hallándose ya en 1824 en los muelles de Londres, desde donde se expandió por la red de canales. Del mismo modo se extendió por la mayor parte de Francia, aunque no alcanzó las regiones pirenaicas, y a mediados del siglo XX llegó a los lagos prealpinos italianos.

Con el fin de la Guerra Fría se inició la exportación de trigo desde Estados Unidos y Canadá a la Unión Soviética. Para compensar la falta de carga en sus viajes, los barcos dedicados a este tipo de transporte llenan sus bodegas con agua de mar, que sueltan al llegar a su destino. De este modo, se convierten en vectores de numerosas invasiones biológicas, pues trasladan directamente las larvas de muchas especies a grandes distancias. En el caso de los cargueros ucranianos, se llevaron ingentes cantidades de agua salobre hasta los Grandes Lagos de Norteamérica, un ecosistema dulceacuícola alejado. Y allí han proliferado no menos de 145 especies acuáticas invasoras. En 1982 llegó, cómo no, el mejillón cebra. Tras unos años de ocupación de los lagos, le ha bastado una década para adueñarse de toda la mitad oriental del subcontinente.

La Península Ibérica se había mantenido hasta ahora libre de esta plaga. La única cita procedía de un punto en la cuenca media del Llobregat, pero se trataba de ejemplares muy jóvenes, que desaparecieron con las inundaciones catastróficas de 1983. El proyectado trasvase del Ródano al Ebro tuvo entre las objeciones más importantes precisamente la probable introducción del mejillón cebra, lo que hubiera comportado pérdidas económicas suficientes para desaconsejarlo.

Efectos sobre el ecosistema y sobre instalaciones

Impactos sobre el hábitat:

- Un incremento de la complejidad del hábitat.
- Aumento de la transparencia del agua por la eliminación de la materia en suspensión, y por tanto la creación de mejores condiciones para plantas bentónicas.
- Biodeposición de material (conchas).
- Acumulación, biosedimentación y posterior deposición de materia orgánica de excrementos.
- Acumulación y deposición de contaminantes y elementos traza.
- Disminución de concentración de oxígeno derivados de la respiración de los moluscos y la eliminación del fitoplancton.
- Incremento de nutrientes disueltos procedentes de la excreción.

Impactos sobre productores primarios y bacterias:

- Cambios en la composición de especies y en la abundancia de fitoplancton, y cambios en la proporción de la producción primaria y bacteriana originados por la alteración del balance de nutrientes (relación N/P).
- Oligotrofia biológica originada por la eliminación del fitoplancton por filtración
- Floraciones de microalgas (*Microcystis*) consecuencia por el incremento de la relación N/P y por la selección del alimento (evitan alimentarse de Cianófitas metaplanctónicas).
- Disminución de la abundancia de fitoplancton y el subsiguiente cambio en la producción y la biomasa algar bentónica por la mejora de las condiciones de luz

Impactos sobre otros organismos

- Desplazamiento de las especies bentónicas nativas como resultado de la competición por el alimento y el hábitat (es el caso de los unioides).
- Incremento en el número de especies y en la biomasa total del zoobentos y la fauna asociada, originada por la creación de nuevos microhábitats para pequeños organismos.
- Cambios estructurales en las asociaciones de zooplancton por la eliminación de determinadas especies según su tamaño.
- Cambios estructurales en el microzooplancton por la alimentación de las larvas de mejillón cebra.
- Añade una nueva presa en la dieta de peces y animales acuáticos, y en el caso de las larvas para predadores planctónicos.
- Transmiten ciertos parásitos a diversas especies de peces. En concentraciones normales el grado de afección sobre la fauna piscícola es mínimo y está en equilibrio con el medio. Los mejillones cebra actúan como hospedadores intermedios facilitando concentraciones elevadas que sí afectan a los peces, originando una mayor mortalidad.

Impactos sobre instalaciones

- Recubrimiento exterior de instalaciones submergidas, incluyendo captaciones de agua, cañerías, plantas industriales y energéticas, barcos y otras construcciones relacionadas con la navegación.
- Recubrimiento interior de cañerías abastecidas con agua de zonas infestadas.
- Recubrimiento de las paredes de balsas de riego y de balsas de regulación.
- Recubrimiento de canales de transporte de agua.

2 Localización y evaluación de sus poblaciones en el Ebro.

2.1 Objetivos

Ante la evidencia de su detección en el Ebro y sus previsible efectos sobre el ecosistema y sobre actividades humanas, se planteó conocer con detalle la extensión y velocidad de la invasión biológica protagonizada por *Dreissena polymorpha*. Se ha considerado que lo más urgente era obtener una diagnosis rápida, fiable y actualizada; para ello, se ha establecido un sistema de monitorización, tanto de la dispersión como de la dinámica poblacional de este molusco. A la vez, se ha emprendido la investigación de todos los posibles procedimientos de erradicación.

Para afrontar el primer objetivo, consistente en cartografiar con la mayor precisión posible las zonas infestadas, se ha contado con la aportación de 1.990.000 pesetas por parte del Ministerio de Medio Ambiente. El trabajo de campo ha ido a cargo de biólogos y técnicos del Grup de Natura Freixe de Flix, una ONG que colabora en diferentes ámbitos de la conservación de espacios naturales con las administraciones local y autonómica.

La investigación sobre posibles procedimientos de erradicación requerirá de la implicación de diferentes administraciones y centros de investigación, así como la dotación de fondos para afrontar las líneas de investigación que se consideren.

2.2 Material y métodos

Muestreo en el río

Se han tomado muestras en 25 puntos del curso del Ebro desde la presa de Riba-roja d'Ebre hasta Miravet, procesando en cada punto una muestra en el tramo central del río (M) y sendas muestras en cada una de las orillas (I=izquierda, D=derecha, tomando el sentido de circulación del agua), siempre y cuando la profundidad y la corriente del río han permitido el trabajo realizado de forma manual. De cada muestra (A) se han tomado dos réplicas más (B y C), y en los puntos donde no se han contabilizado ejemplares se ha hecho una nueva prospección recorriendo 50 metros de orilla para detectar presencia o ausencia inspeccionando aleatoriamente cantos rodados y otros posibles substratos del mejillón cebra. En total se han procesado más de 2 toneladas de substrato fluvial, separando uno a uno los ejemplares de mejillón cebra desde un tamaño mínimo de 1 mm y clasificándolos por tamaño en cinco grupos.

Antes de proceder a la extracción de muestras se selecciona el punto de muestreo teniendo presente la diversidad de hábitats posibles. Como todo el proceso es manual, los técnicos trabajan hasta una profundidad máxima de 1 m de agua, y siempre que la corriente del río lo permita. Es por ello que de algunos puntos de muestreo únicamente hay muestras de alguno de los márgenes. De cada punto de muestreo se toman los datos relativos a corriente de agua (inferior o superior a 0,5 m/sg o casi nula); profundidad media del agua; y tipo de substrato.

Para la recogida del substrato fluvial se ha utilizado una caja recubierta de malla metálica por los laterales (excepto la parte frontal) y por la parte superior, a efectos de dejar pasar la corriente de agua, y recubierta en su fondo con plancha de acero inoxidable para soportar el peso del substrato retirado. Éste artilugio diseñado por el equipo de muestreo, se deposita y fija en el fondo del río con la parte abierta encarando a la corriente y enfrente del cuadrado metálico de 0,5 x 0,5 m que delimita la zona a prospectar. Manualmente se retiran los cantos rodados de mayor tamaño desenganchando los mejillones que presenten adheridos y depositándolos en la bolsa de recogida de muestra correctamente numerada. El objetivo de ésta selección es disminuir los ejemplares que puedan resultar aplastados y reducir también en peso de la muestra recogida, ya que todo el proceso se hace manualmente.

El resto del material del fondo se recoge manualmente con una pala metálica introduciéndolo en el interior de la caja recolectora. La profundidad de material recogido del fondo varía en función del sustrato. Se llega a los 25 cm en caso que dominen los cantos rodados de gran tamaño y en el resto de sustratos se retira hasta que se llega a la capa de finos, que no es sustrato idóneo para la fijación de éstos moluscos.

Una vez recogido el sustrato se escurre con la misma caja el agua que contiene y se vierte, lavando la caja dos veces con agua, sobre bolsas de plástico etiquetadas. De éste modo todo material de diámetro superior a 0,8 mm se recoge y ningún ejemplar de mejillón cebra superior al tamaño de malla se pierde.

Las muestras etiquetadas son procesadas en el laboratorio separándose manualmente los mejillones cebra y clasificándolos según su tamaño en milímetros en diferentes clases: I (1-5 mm), II (6-10 mm), III (11-15 mm), IV (16-20 mm) y V(>21 mm). Primero se separan los cantos rodados y gravas y finalmente y con la ayuda de tamices de 0,5 mm de malla se lavan los finos para extraer los ejemplares más pequeños.

De cada muestra se rellenaba a mano una ficha tipo donde figuraban los datos del número de ejemplares por tamaños, el lugar y fecha de prospección y las características de circulación del agua y sustrato, así como el nombre del técnico que realiza el contaje. Cada ficha es informatizada posteriormente junto al resto de muestras para determinar la densidad media en cada tramo.

Los ejemplares contabilizados son envasados en recipientes etiquetados para cada muestra y conservados en el congelador a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. La numeración de cada muestra se compone del número del punto de muestreo (del 1 al 25), seguido del punto del río muestreado (Izquierda, Derecha o Medio) y de la indicación de la réplica (A, B o C).

Muestreo en captación de aguas

Aprovechando los trabajos de mantenimiento de la captación del Reg de les Garrigues, que se realiza a escasos metros de la presa de Flix, se procedió a inspeccionar la tubería, de 60 cm de diámetro. No se encontraron ejemplares en su interior, pero sí en las fijaciones exteriores. Para estimar las densidades y la distribución por tamaños de los ejemplares presentes se raspó manualmente una superficie determinada, recogiendo todos los ejemplares. Se procesó la muestra del mismo modo que las recogidas en el río, añadiendo en este caso nuevas categorías de tamaños debido a la presencia de ejemplares de mayores dimensiones.

Muestreo de presencia/ausencia

Se prospectaron algunos entrantes situados aguas arriba de la presa de Ribarroja d'Ebre, eligiendo aleatoriamente la zona pero buscando específicamente en embarcaderos y en construcciones sumergidas. También, coincidiendo con los trabajos de conservación de la Margaritifera auricularia, se han prospectado las

zonas próximas a las poblaciones de éste molusco autóctono, especialmente en el tramo de Xerta y Bitem.

3. Resultados de las prospecciones

PUNTO	LOCALIZACION	DENSIDAD MEDIA (ejemplares/m2)	SUBSTRATO DOMINANTE PROSPECTADO
A	2 km sobre presa de Mequinenza	no detectado	finos y restos construcción
B	Desembocadura Matarranya	presencia	embarcaderos y márgenes
C	Embarcadero de "Badia Tucana"	presencia	embarcaderos y márgenes
1	Bajo presa Riba-roja d'Ebre	193	Grava centimétrica y cantos rodados
2	Riba-roja d'Ebre	328	Grava centimétrica y cantos rodados
3	Embalse de Flix	1	Predominio grava centimétrica
4	Cerca presa de Flix	23	Escollera
5	Bajo presa Flix	81	Heterogéneo
6	Riu de la Cana- Meandro de Flix	1087	Predominio cantos rodados
7	Meandro de Flix	11	Grava centimétrica y cantos rodados
8	Meandro de Flix	70	Grava centimétrica y cantos rodados
9	Meandro de Flix	603	Predominio cantos rodados
10	Flix frente central hidroeléctrica	44	Predominio cantos rodados
11	Flix	283	Predominio cantos rodados
12	Flix	17	Finos y grava centimétrica
13	Límite Flix-Ascó	21	Finos y grava centimétrica
14	Inicio meandro Ascó	105	Grava centimétrica y cantos rodados
15	Meandro de Ascó	149	Predominio cantos rodados
16	Bajo Central Nuclear Ascó	84	Predominio cantos rodados
17	Ascó	54	Predominio cantos rodados
18	Vinebre - Pas de l'Ase	18	Predominio cantos rodados
19	Garcia	1	Heterogéneo
20	Garcia	4	Predominio cantos rodados
21	Garcia	4	Heterogéneo
22	Illa de Subàrrec	1	Grava centimétrica y cantos rodados
23	Móra d'Ebre-Móra la Nova*	0	Heterogéneo
24	Pas de barca de Miravet*	0	Grava centimétrica y cantos rodados
25	Miravet*	0	Grava centimétrica y finos
D	Illa de Benifallet	presencia	Grava centimétrica y cantos rodados
E	Azud de Xerta	presencia	Escollera.Grava y cantos rodados
F	Bajo azud de Xerta	presencia	Grava centimétrica y cantos rodados
G	Xerta	presencia	Grava centimétrica y cantos rodados
H	Bítem	presencia	Grava centimétrica y cantos rodados
I	Campredó	no detectado	Grava centimétrica y cantos rodados

En los puntos identificados con letras se realizó una prospección de presencia/ausencia en un transecto de 50 metros sobre substratos potenciales.

* En estos puntos, aunque no se encontraron mejillones cebra en las muestras procesadas, si que se detectó su presencia a lo largo del transecto realizado.

4. Conclusiones

Respecto al muestreo realizado

- Si bien se ha estudiado un tramo de más de 40 kilómetros de río, haría falta prospectar la zona del embalse de Mequinenza y afluentes del Ebro situados aguas arriba de la presa de Riba-roja d'Ebre para detectar su posible presencia.
- Las prospecciones a realizar en un futuro deberían abarcar tramos de río de mayor profundidad para lo que sería necesario la ayuda de dragas y buzos profesionales. También cabe pensar en la instalación temporal de artilugios sobre los que se recluten las larvas planctónicas.
- Los datos obtenidos en el muestreo de urgencia serán fundamentales para conocer la dinámica de las poblaciones ya establecidas.
- Los datos sobre afectaciones en instalaciones de captación de aguas, conducciones, etc son fundamentales para calibrar el efecto futuro sobre determinados sectores.

Respecto a la distribución actual

- Con los datos actuales el mejillón cebra coloniza el tramo comprendido entre la aguas del embalse de Riba-roja d'Ebre hasta la zona próxima a Bitem, y probablemente llegue hasta la desembocadura del río, aunque en cantidades actualmente desconocidas y en tramos no prospectados.
- Probablemente se introdujo en los embalses de Riba-roja d'Ebre y Flix hace dos años, puesto que es impensable que en una sola temporada se desarrolle tanto su población, mientras que la distribución a lo largo del cauce indica claramente que está en una fase expansiva muy primeriza.
- Desde éste punto se extiende progresivamente aguas abajo, alcanzando sus máximos en el meandro de Flix, donde tiene las mejores condiciones para fijarse y reproducirse como consecuencia de la gestión hidráulica de éste tramo, que funciona como un galacho sin prácticamente circulación durante la mayor parte del año.
- Las densidades disminuyen progresivamente pasando de una densidad puntual máxima de 2.664 ejemplares/m² en el Meandro de Flix a densidades inferiores a 2 ejemplares/m² en el tramo de Miravet.

Respecto al hábitat idóneo

- Como puede observarse en los resultados obtenidos, los tramos de río con abundantes cantos rodados y poca circulación de agua son el hábitat más favorable.
- Las escolleras y muros, así como los embarcaderos favorecen la fijación de ejemplares.
- Por bibliografía se tiene constancia de su fijación en carrizales y otras plantas total o parcialmente sumergidas, al igual que en bosques de ribera. Éste extremo no se ha constatado de momento en el área de muestreo.
- Restos de construcciones, captaciones, tuberías, y cualquier otro soporte fijo y consistente total o parcialmente sumergido son también colonizados por la *Dreissena*.

Respecto a sus efectos sobre el ecosistema

- En los lugares donde se detectan elevadas concentraciones de *Dreissena* hasta un 18 % de los bivalvos autóctonos, especialmente *Psilunio* y *Unio*, resultan afectados con uno o más ejemplares fijados.
- Afectación sobre *Margaritifera auricularia*. Hasta el momento se han encontrado 3 ejemplares colonizados, con un máximo de 3 *Dreissenas*/ejemplar. Los ejemplares revisados de *Margaritifera* han sido 56 desde el conocimiento de la presencia de *Dreissena* en el Ebro.
- No se puede por el momento demostrar mortalidad de náyades a consecuencia de la invasión de *Dreissena*, si bien pueden anticiparse algunas hipótesis de trabajo:

1) La mortalidad sobre las náyades puede darse sobre todo por la alteración que causan los comensales sobre las propiedades de las conchas en relación al dinamismo del agua corriente y del sustrato. En menor grado, aunque no menoscupible, se prevé un efecto sobre la filtración y respiración.

2) En el ámbito fluvial de aguas libres la especie más afectada puede ser *Unio elongatulus*, debido a que ocupa preferentemente tramos y áreas de menor corriente, y se trata de una especie liviana cuya movilidad y colocación al sustrato puede verse muy afectada por la presencia de *Dreissena* fijadas a su concha.

3) *Anodonta cygnea*, una especie propia de hábitats lacustres y embalses, puede desaparecer casi por completo en el área de Flix y Riba-Roja. Por ello, es urgente establecer la situación y grado de colonización de éstos embalses por parte de *Dreissena*.

Respecto a los efectos sobre instalaciones

- Se tiene constancia que captaciones de la zona del embalse y meandro de Flix que abastecen a riegos agrícolas están afectados por fijación de mejillón cebra.
- Algunas balsas de riego de la misma zona presentan recubrimiento de sus paredes por mejillón cebra.
- La captación del Reg de les Garrigues, canalizaciones, válvulas y depósitos de regulación presentan ejemplares de mejillón cebra.
- Se tiene constancia que se han detectado ejemplares en instalaciones de la Central Nuclear de Ascó.

Respecto a medidas de control

- La extensión en el futuro inminente del mejillón cebra aguas abajo del tramo estudiado puede darse por prácticamente asegurada debido a la gran cantidad de ejemplares detectados y a su extraordinaria capacidad de reproducción.
- El trasiego de embarcaciones infestadas es la causa potencialmente más probable de expansión de la especie a tramos no afectados situados aguas arriba, y actualmente no existe un control sobre el tránsito de embarcaciones.
- La interconexión de cuencas fluviales y el trasiego de objetos sobre los que se han fijado los mejillones cebra son la principal causa de expansión entre ríos de esta especie invasora.

5. Propuestas de actuación

Respecto a la distribución actual

- Extender los muestreos a la totalidad de la longitud del embalse de Riba-roja d'Ebre y de Mequinenza, para establecer con mayor exactitud si el límite actual es el embalse de Mequinenza.
- Prospeccionar zonas próximas a las desembocaduras del Segre, y Cinca para conocer su afectación.
- Realizar prospecciones con los medios adecuados para abarcar zonas de mayor profundidad.

Respecto a medidas de control de la expansión

- Establecer una normativa que implique el control de la circulación de embarcaciones que puedan ser vectores de la propagación de la especie, exigiendo su desinfección.
- Control de las actividades de pesca deportiva para evitar el uso de la especie como cebo y de aperos que puedan estar contaminados.
- Establecer el límite superior de afectación en la presa de Mequinenza y extremar en ese punto cualquier expansión río arriba.
- Adecuar la gestión hidrológica de los embalses para evitar que se generen zonas propicias para la expansión de la especie. La modificación puntual del régimen hídrico mediante pequeñas avenidas controladas puede ser el único método de control poblacional aplicable por ahora, si bien su efectividad no se puede garantizar.
- Evitar la comunicación con otras cuencas fluviales de las aguas procedentes de los tramos afectados.
- Seguimiento de las poblaciones. Establecer un sistema de monitorización adecuado para tener los datos de la evolución de la expansión en cada momento.

Respecto a la afectación sobre el ecosistema y las especies autóctonas

- Monitoraje permanente del grado de afectación de la especie sobre el ecosistema y sobre especies autóctonas.
- Control exhaustivo sobre las poblaciones de náyades autóctonas, realizando si es necesario "limpiezas" manuales para evitar la fijación sobre ellas de ejemplares de mejillón cebra.
- Dotación de fondos para la investigación tanto sobre la biología de la especie como sobre mecanismos de control de su afección.
- Control sobre las medidas que se apliquen en instalaciones de riego y en industrias para evitar la afectación sobre el río. A este respecto, se ha producido recientemente (26/12/01) un episodio masivo de mortandad piscícola en el área de Flix-Ascó que debería ser investigado en relación a la posible vinculación con medidas de erradicación de la especie en las industrias cercanas al suceso.

Respecto a medidas de información, divulgativas sobre la problemática de la especie.

- Es necesario realizar lo antes posible campañas de información (conferencias, edición de folletos, etc.) a usuarios potencialmente afectados y a la población en general sobre los peligros de la extensión de ésta especie.
- Divulgación a usuarios que potencialmente puedan resultar afectados respecto a las medidas de control a realizar.
- Formación de miembros de los servicios públicos de protección de la naturaleza para la detección de zonas afectadas y para aplicar las medidas de control que se determinen sobre actividades que puedan ayudar a su expansión.

Respecto a la implicación de la Administración

- Realizar de forma coordinada entre todas las administraciones con competencias un Plan de Gestión para confinar la afectación actual y evitar su extensión y que debería tener en cuenta:
- Creación de un organismo estatal de control de especies exóticas fluviales con competencias para proponer medidas legislativas y actuar sobre el territorio.
- Crear un centro de información para centralizar las informaciones recibidas, estudios realizados, atender consultas y coordinar los esfuerzos de control de la especie. Su ubicación podría ser en la zona actualmente afectada.
- Crear una publicación divulgativa de amplia difusión y una página en internet para mantener un contacto entre usuarios respecto a las medidas de control y a los estudios que se realicen.
- Establecer un plan de investigación sobre la biología de la especie y medidas de control tanto sobre el ecosistema fluvial como sobre instalaciones.

6. Prioridades inmediatas

1. Prospección del embalse de Mequinenza.
2. Prospección del fondo de los embalses de Flix y Riba-roja d'Ebre.
3. Control de la circulación de embarcaciones y limpieza de las embarcaciones presentes en la zona infestada. Establecer una normativa al respecto.
4. Monitoraje de la población invasora, incluyendo aspectos reproductivos.
5. Información a instalaciones afectadas sobre métodos de control no agresivos con el medio. Establecer normativa al respecto.
6. Información a usuarios en general.
7. Seguimiento de la afectación a moluscos autóctonos y limpieza manual.
8. Gestión del río que evite su proliferación en determinados puntos (caso del Meandro de Flix), y la conexión con otras cuencas fluviales.

2.- Resumen de conocimientos sobre el mejillón cebra.

Presentación

El mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) es un molusco bivalvo de aguas dulces y salobres de pequeño tamaño cuya presencia accidental en el Bajo Ebro ha sido detectada en el año 2001 y cuya invasión está siendo muy problemática, al introducirse en tomas de agua taponándolas (Fayón, Fabara, Nonaspe, primavera de 2002).

Esta especie, oriunda de los mares de Aral y Caspio inició hace más de dos siglos una amplia fase de dispersión, como consecuencia de la apertura de canales y de la navegación, colonizando Europa occidental y muy recientemente, Estados Unidos donde produce cuantiosos daños.

El mejillón cebra es un pequeño mejillón de forma triangular y borde externo romo que posee habitualmente un dibujo de bandas irregulares blancas y oscuras en zigzag sobre fondo de color parduzco. Su coloración es muy variable y algunos ejemplares incluso carecen de bandas. Vive sujeto a substratos duros, agarrado por medio de un biso filamentosos (igual que los mejillones marinos) y también es colonial, de tal manera que se agrupan multitud de individuos (miles de individuos por m²) formando racimos o tapizando amplias superficies. Estos racimos densos son los que consiguen taponar todo tipo de tuberías. El tamaño medio de este mejillón es de unos tres centímetros. Al año de vida, ya mide 1 cm y puede vivir hasta cinco años o mucho más según condiciones ambientales.

Como consecuencia de la expansión e invasión del mejillón cebra, se dan dos situaciones diferentes :

- Una relativa estabilidad de las poblaciones en la Europa colonizada desde hace dos siglos
- La invasión del Este del continente Norteamericano desde 1985, que sigue un esquema de expansión fulgurante, sin cortapisas aparentes (esta situación es la que podría darse en la península ibérica, principalmente por las altas temperaturas).

En Estados Unidos, el fenómeno se consideró catástrofe nacional, movilizándose desde 1989 a cientos de investigadores y de técnicos de decenas de universidades, empresas, administraciones federales y locales. Incluso intervino el gobierno con una legislación específica aplicable a la protección del territorio nacional contra las especies invasoras.

Los factores de expansión del mejillón cebra

La navegación se considera como el mayor vector de la gran expansión del mejillón cebra. Lagos, ríos, embalses, estuarios y zonas costeras de aguas someras de climas templados son áreas potenciales de futuras introducciones. Cualquier área en la que el mejillón cebra haya sido introducido es un donante potencial para futuras invasiones. El éxito de cualquier introducción en áreas nuevas depende de las peculiaridades biológicas de la especie tales como la alta tolerancia

a los cambios de las condiciones abióticas, estilo de vida, crecimiento rápido de la población, ciclo de vida etc. Principalmente, el mejillón es transportado de forma involuntaria, o bien agarrado a los cascotes de los barcos, o bien porque sus larvas son transportadas en aguas de lastre. Si no se toman precauciones, tarde o temprano llegará a colonizar todas aquellas aguas cuyas temperaturas y características son adecuadas, causando graves daños ecológicos y económicos, tal y cómo está ocurriendo en Estados Unidos.

Biología

Al igual que otros mejillones de agua dulce, *Dreissena* tiene un ciclo de vida que incluye larvas pelágicas (nadadoras), similar a los bivalvos marinos y de aguas salobres. Los machos adultos expulsan en el agua esperma y las hembras huevos no fecundados. Después de la fertilización de los huevos en aguas libres, las larvas pasan por diversos estadios cuya capacidad de adaptación es uno de los factores de éxito de la especie.

La fase crítica de implantación de los mejillones se sitúa durante la metamorfosis, a lo largo de las semanas en las que el organismo pasa de la fase planctónica a la fase bentónica (Horvath y Lamberti, 1999). Esta fase de sedentarización, poco conocida, debe ser determinante en cuanto a dinámica de poblaciones y colonización. La elección del substrato así como las condiciones locales son cruciales para la sedimentación y la fijación definitiva. Los estadios larvarios bentónicos (pediveligera) son móviles y pueden cambiar de soporte durante su metamorfosis. Son entonces asequibles y vulnerables de por su pequeño tamaño y concha débil, siendo presa fácil de los depredadores bentófagos (ciprinidos, cangrejos, etc.).

En su conjunto, la problemática « *Dreissena* » cubre una red de interacciones múltiples en donde los componentes biológicos y ecológicos constituyen un polo de analítica indispensable, debido al oportunismo de la especie. La *Dreissena* es un filtrador tan potente que puede castigar fuertemente a los productores primarios (control de la biomasa algal) e incluso modificar toda la dinámica de partículas. Constituye por otra parte un recurso nutritivo para peces y aves migratorias.

Respuesta a las condiciones ambientales

La distribución de *D. polymorpha* en función de la profundidad depende de la abundancia de comida, la presencia de un substrato accesible, la exposición a las olas y las heladas. La tolerancia a la profundidad de las poblaciones europeas varía desde 0,1 m (Kachanova, 1963) hasta 50-60 m (Greim, 1971 ; Dario, 1978). En cuanto a temperatura, se dan los siguientes datos : para supervivencia de los adultos, 0° C (Luferov, 1965) ; para alimentación, 5°C (Karataev et al, 1994) para el crecimiento, 10°C (Lvova, 1977) ; para la reproducción, 12°C (Lvova et al, 1994). El límite de supervivencia a altas temperaturas se ha estudiado en condiciones experimentales en adultos : 30-32° (Shkorbatov et al, 1994). El mejillón cebra se ha definido como una especie de aguas dulces y salobres. El máximo de abundancia de larvas se observa en áreas con una salinidad de 0,3 a 0,7 ‰ (ejemplo de la laguna de Zhchezin, Wictor, 1969). En condiciones

naturales, el mejillón cebra se encuentra habitualmente en hábitats en los que la saturación de oxígeno no es inferior al 90% (Zhadin, 1946). Sin embargo, en embalses, el mejillón cebra se encuentra en áreas en las que el oxígeno saturado está entre 70-80% (Ovchinnikov, 1954) y, en otras áreas, *Dreissena* puede encontrarse en concentraciones de un 50% de saturación (Feigina, 1959) El calcio es necesario para la fabricación de la concha y el mejillón cebra vive en aguas con concentraciones entre 1,5 mg/l y 6,8 mg/l. El mejillón cebra tolera la exposición al aire durante 5 o 6 días antes de morir, si bien dependiendo del grado de insolación y temperatura exterior. (Smirnova, 1983 ; Shkorbatov, 1981 ; Shkorbatov, et al, 1994).

El substrato aparece como el principal factor que afecta a la distribución espacial de *Dreissena*. Las poblaciones abundantes de *D.polymorpha* se han encontrado en substratos duros y también en plantas sumergidas y conchas y valvas de moluscos, poniendo en peligro la existencia de estos (Liakhnovich et al, 1994). Organismos como crustáceos también pueden ser colonizados por *Dreissena*. Una gran abundancia de *Dreissena* se ha observado en substratos artificiales ; la abundancia en tuberías puede alcanzar un máximo de 4.107.000 individuos por m² (Protasov et al., 1983).

Reproducción

Los Dreisenidos son unisexuales y en las poblaciones, existe un número equivalente de machos y de hembras. Algunos ejemplares hermafroditas se encuentran en algunas poblaciones norteamericanas (Nichols, 1991).

Las hembras generalmente son fértiles en el segundo año. Los huevos son expulsados por las hembras y fertilizados fuera del cuerpo por los machos ; este proceso ocurre generalmente en primavera o verano, dependiendo de la temperatura del agua. La temperatura óptima para el desove se sitúa entre los 14 y los 16°C. Cerca de 40.000 huevos pueden ser puestos de una vez, y hasta un millón en una temporada. Esta temporada de puestas dura más si las temperaturas permanecen más altas durante más tiempo. Después de la fertilización, las larvas veligeras emergen durante 3 a 5 días y son nadadoras libres durante alrededor de un mes.

La temperatura optima para el desarrollo de las larvas se sitúa entre 20-22° C. La dispersión larvar es normalmente pasiva siendo transportadas aguas abajo por la corriente. Las larvas inician el estadio juvenil bajando hacia el fondo donde se arrastran por medio de una suerte de pie, en busca de un substrato adecuado. Después se fijan por medio de una especie de biso, un órgano externo del cuerpo situado cerca del pie y constituido por muchos filamentos. Mientras que los juveniles prefieren un substrato duro rocoso, se les ha observado también sujetos a la vegetación. Una vez adultos, tienen dificultad por permanecer sujetos cuando la velocidad del agua supera los dos metros por segundo.

Alimentación, crecimiento, producción

Los dreisenidos son obligados comedores de seston (partículas en suspensión, inertes o vivas) por filtración. Están provistos de dos sifones, el uno para absorber y el otro para expulsar. Son capaces de filtrar hasta un litro de agua al día, alimentándose principalmente de algas.. La selección de las partículas filtradas tiene lugar en el epitelio de los palpos labiales y de las branquias. Todos los materiales son colectados en la cavidad del manto y posteriormente expulsados por vía del segundo sifón. Actualmente, solo el 10% de la materia filtrada es hallada en el estomago.

Enemigos y parásitos

De acuerdo con la literatura más reciente (Molloy et al., 1997), existen cerca de 200 especies que pueden ser consideradas predatoras o parásitas del mejillón cebra. Aves y peces se alimentan de los mejillones fijos y de sus larvas, al igual que copépodos, sanguijuelas, cangrejos de río e incluso roedores (ratas). Entre los organismos que compiten con el mejillón cebra por los substratos duros están las esponjas, anfípodos, briozoos y otros mejillones de estilo de vida parecido. Incluso hay que contemplar la competencia intra e interespecífica en las poblaciones mixtas de dreisenidos.

En Europa, el parásito más común es el gusano *Bucephalus polymorphus* (Baer, 1827) (Platelmintos, trematodos). La frecuencia de presencia del parásito no excede el 10 al 20% de la población de dreissenas. (Zdun et al., 1994). Sin embargo, todos estos enemigos naturales no consiguen mermar las poblaciones de dreissenas.

Impactos generales

Los dreissenidos impactan de forma directa e indirecta tanto en los hábitats como en las comunidades acuáticas. De forma resumida, se pueden apuntar cuatro grandes grupos de impactos :

Impacto en los hábitats :

Incremento de la complejidad del hábitat (Karataev et al., 1994).

Incremento de la transparencia de las aguas debido a la eliminación del seston (conjunto de partículas orgánicas e inorgánicas en suspensión), y, como resultado, condiciones bentónicas (del fondo) más favorables para las plantas (Karataev, Burlakova, 1993 ; Karataev et al., 1994).

Biodeposición en sustratos duros (las conchas son usadas como sustrato por organismos pedunculados y se uniformizan los fondos).

Acumulación, biosedimentación y luego, deposición de materia orgánica oriunda de las heces y material de desecho (seudo heces) (Mikheev, 1994, Karataev et al., 1994).

Acumulación y deposición de contaminantes y oligoelementos (Zubkova, Toderash, 1983)

Disminución del oxígeno disuelto por respiración de los mejillones y eliminación de fitoplanctón (Effler et al., 1996).

Incremento de los nutrientes disueltos, oriundos de la excreción (Beeton, 1991 ; Cotner et al., 1993).

Incremento del número de aquellas aves acuáticas capaces de alimentarse del mejillón cebra (caso de los lagos Suizos).

Principales impactos en productores primarios y bacterias :

Cambios en la composición y abundancia de las especies del fitoplancton, y cambios en la producción primaria y bacteriana de la columna de agua, a causa de los cambios en el balance de nutrientes a la vez en el agua y en los sedimentos del fondo (Beeton, 1991 ; Cotner et al, 1993).

Oligotrofia biológica causada por la eliminación del fitoplancton por filtración (Holland et al., 1995).

Disminución del fitoplancton y cambio correspondiente en la biomasa de algas benticas y de la producción por cambio en las condiciones de luz (Fahnenstiel et al., 1995).

Principales impactos en otros organismos :

Desplazamiento y/o eliminación de las especies benticas nativas como resultado de la competencia para el hábitat y la comida, etc. (Karataev et al, 1997 ; Nalepa et al., 1996). En Aragón, la llegada del mejillón cebra pone en peligro la supervivencia de los bivalvos nativos, ya de por sí muy amenazados (en particular, *Margaritifera auricularia*). En Estados Unidos son unas 70 especies nativas las que están amenazadas por el mejillón cebra. Coloniza las conchas de estos otros bivalvos y provoca su asfixia y muerte.

Incremento en el número de especies y de la biomasa total del zoobentos y de la fauna asociada (Kharchenko, 1995 ; Karataev et al., 1994) a causa de la creación de nuevos microhábitats para pequeños organismos (Hime, Ciborowski, 1995).

Cambios estructurales en las asociaciones del zooplancton por eliminación selectiva de algunas especies según su tamaño (MacIsaac et al., 1991).

Cambios estructurales en el microplancton por ser ingerido por las larvas de las dreissenidas (MacIsaac et al., 1992).

Peces y otras especies incluyen dreissenas adultas en su dieta (Karataev, Burlakova, 1993 ; Wormington, Leach, 1992) ; las larvas de dreissenas pueden ser usadas como presa por depredadores planctónicos (Liebig, Vanderploeg, 1995).

Impactos de carácter económico :

Taponado de tuberías de agua en abastecimientos para localidades, agricultura (riego), ganadería, industrias y centrales de producción energética, etc.(Cooley, 1991).

Cubrimiento de cascos de barcos y de construcciones relacionadas con la navegación (Cooley 1991 ; Keevin, Yarbrough, Miller,. 1992).

Daño en motores, al introducirse en los circuitos de refrigeración.

Contaminación de playas. En zonas infestadas, las tormentas costeras pueden arrojar miles de mejillones en las playas y su mortandad y posterior putrefacción causa un hedor insoportable que impide el uso recreativo de dichas playas.

La sociedad « Sea Grant National Aquatic Nuisance Species Clearinghouse » calcula que los daños económicos causados en Estados Unidos hasta ahora (1988-2002) ascienden a más de un billón de dólares. El mejillón cebra se ha convertido en uno de los principales problemas de la gestión del agua en todo el este americano, y sigue colonizando nuevos territorios.

Impactos en el Bajo Ebro

La presencia del mejillón cebra ha sido detectada en el Bajo Ebro en el año 2001, en el embalse de Ribarroja, en Flix y en algunos tramos inferiores del río Ebro.

En el momento actual, el mejillón cebra ha colonizado gran parte del embalse de Ribarroja, con consecuencias ecológicas todavía sin determinar. Habita en las orillas y los fondos rocosos y ha colonizado también obras de hormigón sumergidas, embarcaciones, cadenas etc. El principal impacto ha sido la colonización de los sistemas de captación y almacenamiento de agua potable de las localidades de Fayón, Nonaspe y Fábara, obligando a estos ayuntamientos a realizar cuantiosas inversiones en tareas de limpieza y control. Una vez constatada la presencia de mejillón cebra, es preciso vaciar las instalaciones, proceder a una limpieza a fondo y realizar, de ahora en adelante un seguimiento exhaustivo. La única manera de evitar una pronta recolonización consiste en aislar la toma de agua mediante un filtro (por ejemplo, de arena) que requiere de un mantenimiento cuidadoso.

Si el mejillón cebra coloniza Mequinenza, otras muchas localidades se verán afectadas, entre otras, Caspe. Todas las elevaciones de aguas para regadío, también se verán comprometidas, lo que puede ser un grave inconveniente para la puesta en marcha de PEBEA (Plan Estratégico del Bajo Ebro Aragonés). Desde Mequinenza, el mejillón podrá remontar el Ebro hasta Zaragoza y más arriba. Si no se toman las elementales medidas preventivas, los mejillones pueden ser trasladados involuntariamente a otros muchos puntos de nuestra geografía, en los que podrán seguir causando cuantiosos daños a nivel de abastecimientos para poblaciones, agricultura e industrias (taponado de tomas de agua y desagües).

A nivel ecológico, las previsiones más inmediatas apuntan a la desaparición de las especies autóctonas de mejillones de agua dulce, entre otras, *Margaritifera auricularia*, que ya se encuentra en grave peligro de extinción. La modificación de la calidad de las aguas, con un empobrecimiento del oxígeno disuelto, es otra de las probables consecuencias de la invasión del mejillón cebra.

Medidas de control

Por la experiencia de otros países invadidos con anterioridad, se conocen diversos métodos usados para intentar controlar al mejillón cebra, sin que, en la actualidad ninguna de estas medidas se haya mostrado eficaz a gran escala. En efecto, no es posible un uso masivo y generalizado de sustancias tóxicas, ya que se perjudicaría gravemente a los demás seres vivos. Estos productos, sólo pueden ser usados en recintos cerrados, para una desinfección puntual. Lo mismo ocurre con productos más selectivos tales como moluscicidas que perjudicarían gravemente a los moluscos autóctonos, algunos en peligro de extinción. Además, el mejillón cebra es capaz de detectar la presencia de sustancias extrañas en el agua y de cerrarse y permanecer cerrado durante hasta dos semanas, capacidad que aumenta sus posibilidades de supervivencia en casos de contaminación.

A continuación se enumeran las medidas de control ensayadas contra el mejillón cebra :

Medidas químicas, moluscicidas (oxidantes, cloro...)

Medidas manuales, mediante lavado a presión

Desembalse y secado del vaso durante más de una semana

Calentamiento del agua, a más de 40º

Vibraciones acústicas

Corrientes eléctricas

Filtros y pantallas

Revestimiento de superficies de anclaje con sustancias tóxicas (cobre, zinc) y no tóxicas (silicona)

Revestimientos tóxicos para tuberías (cobre, metales galvanizados...)

Inyección de CO₂

Rayos ultravioleta

Aceleración de la corriente de agua

Lucha biológica (aumento de depredadores naturales)

Exposición a ondas de baja frecuencia. Según el químico Matthew Rya de la Purdue University Calumet (Indiana, Estados Unidos), la dreissena muere en a penas cuarenta días si es expuesta a ondas de radio de baja frecuencia.

Tratamiento con ozono. Con el fin de prevenir el taponamiento de tuberías, la BAI (Bollyky Associates, Inc.) ha instalado un laboratorio y un plan piloto para desarrollar un proceso de tratamiento ambiental que no deje productos químicos indeseables o peligrosos en el agua. Entre los diversos tratamientos ensayados, la ozonificación parece el más prometedor. Los primeros resultados apuntan que el tratamiento con ozono es efectivo, que son suficientes concentraciones bajas de entre 0,1-0,3 mg/l y que es un tratamiento económico y efectivo. BAI ha desarrollado un proceso de ozonificación consistente en usar una corriente de ozono disuelto en agua en una proporción de 15 a 25 mg/l, debidamente estabilizada. Con este proceso, se evita la colonización

del mejillón cebra (eliminación de larvas veligeras) y se desinfectan las aguas tratadas, libres de microorganismos patógenos.

En la actualidad, se recomienda el aislamiento de las tomas de agua mediante filtros de arena que pueden cerrar el paso, incluso a las larvas.

Investigación

Tanto en Europa como en Estados Unidos, se han abierto numerosas líneas de investigación relativas al mejillón cebra, tanto en cuanto a la biología de la especie como en medidas de control y prevención. Desde 1991, el investigador Daniel Molloy está investigando depredadores, parásitos y microbios infecciosos del mejillón cebra, capaces de matarlo. A nivel experimental, y en ambientes cerrados, se ha comprobado que algunas bacterias son letales, hasta un 95%. Las bacterias destruyen una glándula digestiva del mejillón. El investigador piensa que la bacteria emite una toxina, contenida en la pared celular y que esta toxina es muy selectiva y no afecta, por ejemplo, a los peces. La investigación trata ahora de aislar y purificar la toxina siendo que el reto está en conseguir productos que se puedan comercializar.

3.- La pesca y la navegación en los embalses de Ribarroja y Mequinenza

Importancia socioeconómica del sector

En primer lugar, conviene resaltar la importancia social y económica de la pesca en estos embalses de Mequinenza y Ribarroja en los que el turismo de pesca se ha convertido en un importante motor de desarrollo local y fuente de ingresos. Ambos embalses han alcanzado renombre internacional y son muy apreciados por los aficionados a la pesca que encuentran aquí un escenario inmejorable para practicar su afición. Los motivos que justifican esta alta valoración son varios. Es sobretodo la amplitud de las masas de agua en superficie, volumen de agua y longitud de costas ; la cantidad, calidad y variedad de las presas (siluro, black bass, lucioperca, carpa etc.) y la calidad paisajística del entorno: espectacularidad, climatología y tranquilidad. El origen de los aficionados que frecuentan estos embalses es muy variado: la frecuentación es local, autonómica, estatal e internacional. Tradicionalmente han acudido pescadores zaragozanos, y, en el embalse de Ribarroja por ejemplo, se han habilitado kilómetros de orilla para que los pescadores puedan acceder cómodamente y practicar su afición favorita. Se han plantado árboles, colocado papeleras, e incluso hay zonas de refugio cubiertas, dotadas de barbacoas y mesas etc. En el embalse de Mequinenza, los lugares más frecuentados suelen ser la desembocadura del Regallo y los alrededores de Chiprana, Valdeforcas y Playas de Chacón, proximidades del puente de Caspe, Rebalsa, Herradura, Mas de la Punta, Valdepilas, Val de Tamari y la Valcuerna donde existe un refugio de pescadores.

El descubrimiento internacional de Ribarroja y Mequinenza ha venido por parte de los alemanes y, actualmente, son ellos los que aparentemente llevan el liderazgo en materia de turismo de pesca.

Existe una gran variedad de modalidades de pesca, en tiempo y forma. En primer lugar se puede distinguir la pesca desde orilla y la pesca desde embarcación. La pesca desde orilla es practicada por personas y grupos de personas que generalmente vienen a pasar el día, desde Zaragoza, Huesca y otras localidades. Estos embalses ofrecen muchos lugares aislados, tranquilos y cómodos, a pie de coche. Esta pesca es practicada también por turismo de acampada o de "camping car" en itinerancias vacacionales o de fin de semana. Es frecuente observar coches en las orillas, en los que han venido varios aficionados o grupos familiares. Se celebran concursos desde orilla en los que se juntan muchos pescadores venidos en autobús.

La pesca desde embarcación se practica menos, porque supone un mayor coste económico. O bien hay que ser propietario de una embarcación, o bien hay que alquilarla.

Mención especial merece la pesca de Black Bass, para la cual el embalse de Mequinenza está considerado como el mejor escenario de Europa. Existe una modalidad especial de pesca de Bass desde embarcación y en Mequinenza se celebran concursos de renombre internacional.

Como respuesta a la gran demanda que se ha ido generando, se han instalado y/o creado diversas empresas dedicadas al turismo de pesca y a la navegación, incluyendo talleres mecánicos, principalmente en el entorno de los embalses de Ribarroja y Mequinenza. Se puede considerar que se trata de un nuevo yacimiento de empleo y de un sector turístico con mucho futuro.

Navegación y trasiego de embarcaciones

El control de trasiego de embarcaciones, es decir, el control de entradas y salidas de los embalses requiere el conocimiento de los puntos desde los cuales se botan las embarcaciones y se sacan del agua. Las embarcaciones pequeñas, prácticamente se pueden botar en cualquier lugar. Sin embargo, en los embalses de Ribarroja y Mequinenza que son tan grandes, los pescadores que usan embarcación suelen usar barcas de grandes dimensiones, dotadas con potentes motores. Además, como existe afición a presas de gran tamaño (siluros, carpas), las embarcaciones son más cómodas si son de cierto tamaño. Hay que tener en cuenta que las jornadas de pesca son largas, y, para disfrutar de un mínimo de confort (nevera, comida, asientos, viveros, colocación de cañas etc.) las barcas requieren un tamaño mínimo de tres a cinco metros de eslora y más. Los pescadores usan mayoritariamente embarcaciones rígidas frente a las embarcaciones hinchables que son más frágiles.

Las embarcaciones rígidas han de ser transportadas en remolques y botadas en rampas cómodas en las que los vehículos retroceden para sumergir el remolque y dejar la embarcación a flote. Si bien la mayoría de los vehículos de tracción usados son vehículos todoterreno o furgonetas, a estas rampas también acceden turistas. Por estos motivos, los puntos de embarque y desembarque con rampas cómodas no son abundantes y son por lo tanto fáciles de inventariar.

Aunque se vean embarcaciones atracadas en diversos lugares, un buen número de puntos de atraque (embarcaderos) no cuentan con rampa: las embarcaciones son botadas en las rampas y navegan hasta los embarcaderos donde permanecen atracadas. Estas embarcaciones en embarcaderos no suelen cambiar de embalse, son usadas por residentes o para alquiler (paseo, pesca...).

En el embalse de Ribarroja, existen dos rampas cómodas en la localidad de Mequinenza, la del camping y la de la zona náutica, y otra en Fayón. En los campamentos de pescadores alemanes de "Rancho Ebro" y Fayón existe posibilidad de botar embarcaciones en condiciones precarias, pero las embarcaciones presentes en sus muelles suelen ser fijas y no suelen trasladarse a otras masas de agua.

En la parte catalana, existe la rampa del camping Riba-Roja.

En el embalse de Mequinenza, existen rampas en Chiprana (rampa de La Barca), Playas de Chacón (de uso con nivel alto), Caspe (puerto deportivo del club Náutico Mar de Aragón, urbanización El Dique), Lake Caspe (Camping) y Sobrepresa o Val de Tamari (encima de la presa de Mequinenza). Algunos lugares más permiten el acceso de embarcaciones al embalse, pero en condiciones más precarias, por ejemplo, debajo del puente de Caspe o en la Rebalsa (desembocadura del río Guadalope).

Se llaman embarcaderos a las zonas provistas de pontones flotantes en los que se pueden amarrar las embarcaciones y subir a ellas cómodamente.

Los principales son los de Caspe, Lake Caspe, y Val de Tamari en el embalse de Mequinenza. En el embalse de Ribarroja están los siguientes:

Mequinenza, generalmente vacío, que se usa sólo para embarcaciones de remo

Camping de Mequinenza

Zona náutica de Mequinenza

Bavarian, Mequinenza

Camping Bella Vista

Rancho Ebro

Fayón

Campamento alemán de Fayón

Camping Riba-Roja (Catalunya)

Port Sant Francesc (Catalunya), de las empresas Badía Tucana y Andree's Angelreisen.

Area recreativa de La Pobla de Massaluca (Catalunya)

Las embarcaciones que navegan en estos embalses deben llevar una autorización de la Confederación Hidrográfica del Ebro. Según este organismo, es posible que naveguen más embarcaciones de las autorizadas.

Las autorizaciones vigentes en el año 2002 son las siguientes:

Autorizaciones de embarcaciones a motor	349
Autorizaciones de remo	32
Autorizaciones de vela	3

El mayor volumen de trasiego se da en los concursos y certámenes, con número de entre 30 a 90 embarcaciones participantes. En la mayoría de concursos participan pescadores de otras comunidades autónomas (Catalunya, Valencia etc.), y, en los certámenes internacionales participan pescadores venidos incluso de Japón y Estados Unidos. Los pescadores que vienen de lejos suelen alquilar sus embarcaciones « in situ » si bien algunos traen sus propias barcas.

En este tipo de encuentros, es posible ejercer cierto control ya que todas las embarcaciones se concentran en un mismo punto al inicio y finalización de cada manga (jornada de pesca). El único problema es que el lavado ha de ser rápido para evitar colas y retrasos, no pudiendo ser exhaustivo. En estos casos, es preciso intentar responsabilizar al máximo a los pescadores para que completen ellos mismos la inspección y lavado, a la salida del embalse.

El volumen de embarcaciones particulares que pescan en estos embalses sin estar afincadas en el entorno de los mismos debe ser de poca importancia, en cuanto a embarcaciones de ciertas dimensiones. El trasiego de embarcaciones pequeñas, fácilmente transportables, debe ser más importante.

En cuanto a trasiegos, uno de los aspectos a tener en cuenta es el vaivén de embarcaciones entre los embalses de Ribarroja y Mequinenza. Por ser tan próximos, existe la posibilidad de que una embarcación navegue en uno u otro en un corto periodo de tiempo. Una embarcación puede sacarse del agua en las rampas de Mequinenza y acceder al embarcadero de la presa (Sobrepresa o Val de Tamari) en pocos minutos, y entrar en aguas del embalse de Mequinenza.

Se puede considerar que el embarcadero de la presa de Mequinenza (Sobrepresa o Val de Tamari) es un punto caliente porque está muy frecuentado y es el paso más fácil de embalse a embalse. Situado aguas arriba de la presa de Mequinenza, en la margen derecha del embalse, se accede al mismo por un desvío en la carretera Mequinenza-Caspe, en lo alto de la primera subida. Existe aparcamiento amplio y cómoda rampa de hormigón que facilita las maniobras.

Por parte de los pescadores catalanes, el trasiego suele efectuarse entre los embalses de Ribarroja, Mequinenza, Canelles y Santa Ana.

Estos dos últimos embalses aparecen como posibles candidatos a la invasión por el mejillón cebra y deberían ser también objeto de medidas de prevención.

El trasiego de embarcaciones no es homogéneo a lo largo del año. Es mucho menor en los meses de invierno. Por ejemplo, el camping Lake Caspe cierra sus instalaciones de Noviembre a Marzo. Es evidente que en invierno la estancia prolongada en una embarcación carece de confort térmico, a lo que es preciso sumar la humedad y posibles nieblas.

Uso de cebos vivos

El uso de cebos vivos se ha señalado como fuente de introducción de especies alóctonas. Por ejemplo, la introducción del alburno tiene que ver con el uso de cebos vivos. El alburno es un cebo muy cómodo : los alburnos son muy abundantes y su gran brillo atrae a los depredadores (Bass, lucioperca..). En un momento y desde orilla, cualquier pescador se hace con los suficientes

alburnos para tener cebos vivos para varios días de pesca. El alburno, o bien ha sido introducido de forma voluntaria, o bien ha sido traído como cebo vivo por pescadores foráneos que tirarían al agua los cebos sobrantes...Para los depredadores tipo bass o lucioperca, se usan muchos cebos artificiales, pero también vivos (los cebos vivos, en particular, son muy apreciados por los pescadores franceses). Para las carpas, se usa materia orgánica (pan, maíz, patata etc), y, a lo mejor bivalvos de agua dulce...

En el caso de cebos, y en aplicación de la legislación vigente en materia de introducción de especies alóctonas, el uso de cebos vivos alóctonos o de restos de especies alóctonas debería estar prohibido, con el dilema de si, por ejemplo, el alburno entra en esta categoría...

Lo que sí es cierto, es que casualmente o no, las especies alóctonas provienen de países en los que son abundantes siendo la práctica de la pesca el « culpable » más probable.

Estas especies pueden ser introducidas, o bien por pescadores foráneos o por pescadores españoles que han ido a pescar fuera...

El traslado de mejillones, además de cómo polizonte de embarcaciones, podría estar causado por su uso como cebo...y es por ello que se recomienda de que nunca se usen los mejillones como cebo vivo para pescar. La llegada de *Corbicula fluminea* y su localización puntual en el meandro de la herradura podría ser consecuencia de su uso como cebo...

4.- Propuesta de medidas de control y prevención

Consideraciones previas

La invasión de nuevas masas de agua a partir del embalse infestado de Ribarroja debe ser evitado. Esta dispersión puede ser causada principalmente por el trasiego de embarcaciones deportivas de un embalse a otro, sin tomar las mínimas precauciones de prevención. La invasión del embalse de Mequinenza (y otros) tendría consecuencias graves para el abastecimiento de agua de numerosas localidades, regadíos, industrias etc.

Es necesario poner los medios para que las embarcaciones puedan ser desinfectadas con agua caliente a presión antes y después de acceder a un embalse. Igualmente, las artes de pesca, viveros y otros aparejos deben ser limpiados adecuadamente. En ningún caso los mejillones deben ser trasladados, recogidos o usados como cebos.

Repasando mentalmente las acciones de pesca, es fácil darse cuenta de los riesgos de contagio, teniendo en cuenta los muchos objetos que entran en contacto con el agua, algunos difíciles de limpiar y desinfectar.

En el caso de uso de embarcaciones, pueden entrar en contacto con el agua las propias embarcaciones, pero también los remolques y los vehículos de tracción, al recular en una rampa de embarque sumergiendo remolque y eje trasero del vehículo para facilitar la botadura de la embarcación o su recogida. Estos breves momentos en los que vehículo y remolque entran en el agua pueden ser suficientes para que las larvas de mejillón cebra se adhieran en cualquier parte.

En la embarcación, las larvas no solamente pueden quedar adheridas al casco, sino que pueden introducirse también en el circuito de refrigeración del motor, permaneciendo vivas en las partes

más frías tales como válvulas, conductos y filtros en los que se pueden desarrollar. A nivel general pueden estar presentes en todas las áreas de cubierta en las que se almacena agua y lógicamente en los compartimentos usados como viveros. A veces, las conchas de mejillón son aspiradas en el motor, deteriorando la bomba. Una forma de evitar la colonización del circuito de refrigeración consiste en acelerar el motor durante unos 10 minutos antes de sacarlo del agua de tal manera que se despeguen las larvas adheridas. Uno de los sistemas para prevenir la infección de nuevos embalses consiste en limpiar las embarcaciones con agua caliente a presión, en el momento de sacarlas de un embalse infestado. La presión arrastra incluso a las larvas adheridas a los cascos de los barcos y el agua caliente a 60 ° mata tanto a mejillones adultos como a las larvas. Si una embarcación permanece tanto tiempo en el agua como para tener mejillones adheridos, es indispensable desprenderlos todos y eliminarlos. Las aguas de lavado no deben ser vertidas al agua de nuevo, deben ser recogidas en un depósito para posterior tratamiento o desecación. Siendo que las larvas no resisten la desecación más de cinco o seis días, la mejor prevención consiste en garantizar la permanencia de la barca fuera del agua durante este periodo de tiempo, en un lugar seco.

Como información general, a continuación se aportan los datos que aparecen de forma más reiterativa en el conjunto de los documentos consultados:

El control del mejillón cebra en aguas libres no es posible. La Comunidad Europea, después de 200 años de invasión y la Comunidad de los Grandes Lagos, después de años de invasión, no han sido capaces de desarrollar un tóxico químico de control en aguas libres que no sea mortal para otras formas de vida acuáticas.

El tiempo de supervivencia máximo fuera del agua en condiciones ideales es de alrededor de 10 días para adultos y de 3 para juveniles.

Basándose en la observación de los usuarios de embarcaciones en el Lago Michigan, el Dr. Ladd Johnson (destacado investigador del mejillón cebra) , para prevenir la expansión del mejillón cebra recomienda lo siguiente:

- *Elimine todos los restos de vegetación visibles de todo aquello que haya estado en el agua, incluyendo la embarcación, el remolque y todo el equipo.*
- *Enjuague con agua de grifo el sistema de refrigeración del motor, los viveros y las sentinas. Al ser posible, use agua caliente.*
- *No reutilice cebos expuestos a aguas infestadas.*
- *Deje secar el barco y los equipos durante al menos 48 horas antes de usarlos en aguas no infestadas.*
- *Examine los exteriores del barco para detectar mejillones si este barco ha permanecido atracado en aguas infestadas; si se encuentran mejillones, o si existen algas adheridas, limpie las superficies sucias o deje el barco fuera del agua durante, al menos, cinco días antes de entrar en aguas no infestadas.*

Algunos ensayos muestran como los mejillones mueren si son expuestos a aguas calientes de más de 40° durante más de 15 minutos o a temperaturas frías de – 18° durante más de 24 horas.

En versiones posteriores a esta publicación, la desinfección con cloro fue sugerida pero con reservas, siendo que el cloro es tóxico para otros organismos y puede dañar el equipo del barco. Tampoco son recomendadas las soluciones salinas.

Las larvas pueden ser transportadas fácilmente en las aguas usadas para cebos vivos. Los peces cogidos en lagos infestados han de ser transportados en aguas limpias (que no provengan de las aguas infestadas) o en recipientes lavados con agua clorada y llenados con agua no infestada.

Las aves acuáticas u otras formas de vida acuáticas pueden transportar larvas e incluso adultos en sus plumas y pelos.(Un estudio del propio Ladd Johnson afirma que esta posibilidad es muy remota, en Ducking responsibility, 1995).

En teoría, las poblaciones de mejillón cebra alcanzan su máximo desarrollo a los pocos años de la invasión, entrando posteriormente en declive, dependiendo de la depredación y de las características propias de cada embalse o río.

Al parecer, estas recomendaciones iniciales básicas son las que han servido de referencia para otras. En general se aprecia poca variación, si no es por el tiempo de secado fuera del agua. Estas recomendaciones siguen siendo perfeccionadas por investigadores y responsables de recursos.

No existe ningún sistema, método, producto o tratamiento que pueda garantizar un 100% de seguridad, si no es el secado prolongado.

Es importante reiterar que en Estados Unidos, la aplicación de muy diversas medidas y el despliegue de importantes medios no ha conseguido parar ni frenar una invasión imparable: la mitad este del territorio ha sido colonizado en diez años. En Francia, dónde la invasión es muy antigua, no se ha tomado ningún tipo de medida para evitar esta invasión y el mejillón cebra está presente en una gran mayoría de cauces y de masas de agua, en todo el país.

En el bajo Ebro, sí sería interesante intentar que el mejillón no entre en Mequinenza ni se extienda a otros lugares desde Ribarroja, si bien, y según últimas noticias ya ha penetrado una nueva especie invasora de molusco en el embalse de Mequinenza (*Corbicula fluminea*), en la zona de La Herradura.

Sin embargo, las acciones de lavado no son una garantía total de desinfección y las únicas medidas que puedan ofrecer cierta seguridad serían que en Ribarroja, o sólo naveguen barcas propias, que no naveguen en otro lugar, y que no salgan a otros lugares, o que las barcas que salgan sean sometidas a una cuarentena de días por determinar (de 4 a seis según bibliografía consultada, dependiendo probablemente de la climatología, 5 según Nacho Gómez, DGA).

En Estados Unidos y Canadá, está reconocido que las estaciones de lavado no son suficientemente fiables. Incluso estas estaciones han sido criticadas por grupos ecologistas, al contemplar el uso de detergentes y/o cloro.

Sí se reconoce que las estaciones de lavado y la obligación de su uso son una buena forma de concienciar a pescadores y navegantes para que ellos mismos apuren el lavado y secado de las partes más vulnerables de sus embarcaciones y útiles de pesca. Igualmente, la problemática del mejillón cebra debe sensibilizar en lo relativo a la introducción de especies alóctonas (no

indígenas) para que el colectivo de pescadores no sea cómplice de las misma e incluso colabore activamente en evitar el fenómeno, rechazando el uso de cebos extraños y otras prácticas que impliquen la traída de especies foráneas.

La contaminación de Mequinenza desde Ribarroja tiene un punto débil muy evidente: el embarcadero de la presa de Mequinenza (Sobrepresa o Val de Tamari) que facilita el trasiego rápido de barcas de un embalse a otro, sobretodo por las empresas de alquiler de embarcaciones. Este tema debe ser controlado.

Es preciso conseguir el compromiso de las empresas de alquiler para que no faciliten el traslado de embarcaciones. Algunas de ellas ya han sugerido la posibilidad de tener embarcaciones específicas para cada uno de los dos embalses, y, de esta forma, evitar traslados.

En este embarcadero, al menos, tiene que existir una señalización que prohíba terminantemente la entrada de embarcaciones recién sacadas de Ribarroja.

Todas las embarcaciones que navegan en Ribarroja podrían ser identificadas con una señal, de tal manera que si son observadas navegando en otro embalse, deben poder justificar un lavado y cuarentena suficientes.

Podría existir en torno a Ribarroja un cordón sanitario basado en aporte de información sistematizada a todos los usuarios, control de trasiegos, y sistemas de lavado y verificación de cuarentenas.

La dinámica expansiva del mejillón cebra en Ribarroja queda por conocer ya que no se ha extendido a la totalidad del embalse, siendo omnipresente en la desembocadura del río Matarraña, o cerca de la presa (Port Sant Francesc) pero ausente en la zona próxima a la localidad de Mequinenza.

En el embalse de Mequinenza, la fluctuación del nivel de las aguas, de hasta 9 metros anuales puede ser un factor limitante de la colonización, ya que, en Ribarroja dónde la fluctuación es de sólo 50 cm, el mejillón es más abundante entre estos 50 cm y los seis metros de profundidad.

Con los conocimientos actuales, es muy difícil predecir cual será la dinámica de la especie, pero a la vista de lo ocurrido en Europa y Estados Unidos, es muy probable que, a pesar de las medidas que se tomen, el mejillón cebra pueda colonizar toda la península ibérica, tanto por las vías fluviales, como saltando de embalse en embalse, como polizante en embarcaciones y artes de pesca. Sólo la responsabilidad de las autoridades dando el ejemplo y la de los pescadores, tomando precauciones puede frenar y retrasar esta invasión sin precedentes.

Subrayar que el colectivo de pescadores está muy acostumbrado a la llegada de especies nuevas y que lo tiene asumido, integrando los cambios ocasionados en las poblaciones piscícolas. La llegada del siluro y su modalidad de pesca se ha convertido en un importante sector económico y la pesca del black bass es todo un símbolo de destreza para una pesca de elite a nivel internacional. Nuestras aguas han visto la llegada del cangrejo americano, integrado ya en el paisaje natural pero también mental de los paisanos.

La educación para la biodiversidad debe ser capaz de mostrar el lado oscuro de las invasiones, por pérdida de patrimonio propio, y las personas, de pasivas e incluso receptivas a las invasiones, hemos de pasar a ser cautelosos, recelosos, e incluso actores de un rechazo eficiente. La

introducción de especies foráneas ha de pasar de ser bien vista en algunos sectores, tolerada para la mayoría y rechazada por unos pocos a ser rechazada y prohibida sistemáticamente, por principio.

Al embalse de Mequinenza, primer candidato a la invasión, se deberían sumar los de Canelles y Santa Ana, por recibir embarcaciones procedentes de Ribarroja.

Unidad móvil de prevención

El objetivo de proponer la creación de una unidad móvil es el de realizar una acción intensiva y demostrativa de prevención e información relativa a la invasión del mejillón cebra entre los usuarios de los embalses afectados, como ejemplo de buenas prácticas de gestión ambiental.

Tareas

Educación Ambiental

- información y asesoramiento a pescadores y usuarios de embarcaciones en zonas infestadas o que potencialmente pueden serlo (identificación de especies, biología del mejillón cebra, necesidad de lavado de embarcaciones y útiles de pesca, asesoría de cómo lavar y cómo tomar medidas preventivas de diferente índole etc.)
- distribución de folletos y de carteles

Prevención

- presencia en los certámenes de pesca a celebrar en Aragón, principalmente en aquellos que se celebren en las zonas de riesgo (Ribarroja, Mequinenza, Bajo Ebro Aragonés etc.) para desarrollar tareas de información y lavado. Cuando sean certámenes de pesca desde embarcaciones, proceder al lavado de las mismas.
- recorridos por las zonas de riesgo, entablando conversación con pescadores y navegantes, asesorando, informando y lavando.
- presencia regular en rampas y embarcaderos para información y lavado
- dar a conocer los puestos fijos de lavado cuando se instalen y dirigir a los usuarios hacia los mismos, invitándoles a hacer uso de ellos cada vez que cambien de embalse
- entregar certificados de lavado a los usuarios después de las intervenciones, indicando lugar, hora y alcance de la intervención (embarcación y matrícula, remolque, vehículo tractor, útiles etc.).

Monitorización

- seguimiento de los testigos colocados en los embalses y río Ebro para controlar el avance de la especie, colaborando con los Agentes de Protección de la Naturaleza y con los investigadores.

Seguimiento y control

- inventario de embarcaderos y movimientos de embarcaciones
- inventario de embarcaciones
- informe de movimiento de embarcaciones y pescadores
- seguimiento de hábitos y modalidades de pesca y navegación en pescadores y navegantes
- control y seguimiento de trasiegos de pescadores y embarcaciones entre las zonas de riesgo

Medios técnicos

- vehículo todo terreno para acceso a embarcaderos y pistas
- remolque soporte de la hidrolimpiadora autónoma. El uso de remolque abierto, que se pueda cubrir de lona facilita el uso y ventilación de la máquina
- hidrolimpiadora autónoma con bomba, compresor, calderín, grupo electrógeno y depósito de agua (incluso puede ser interesante disponer de dos bombas, en el caso de que la una se averíe, según recomendaciones Canadá).
- manguera de longitud suficiente, hasta 20 m. (la que acompaña a la hidrolimpiadora suele ser de 10 metros) y lanza. Sería interesante estudiar con fabricante la posibilidad de conectar dos lanzas de forma simultánea para agilizar la limpieza en caso de certámenes. Dos personas limpiarían simultáneamente una misma embarcación, una a cada lado. Según fabricante, la instalación de dos lanzas disminuye por mitad la presión disponible, por lo que aconseja el uso de dos máquinas.
- recipiente de cierto tamaño dónde sumergir útiles de pesca para su desinfección con cloro
- líquido desinfectante para útiles (solución de cloro)
- mecanismo de lavado de circuito de motores (orejeras, cuya descripción y características se aportan en el apartado de estaciones permanentes)
- folletos y posters

Características técnicas de un equipo muestra, equipo de lavado de 150 AT. 15 L / min. En agua caliente de 0-140° de temperatura:

- 1 Grupo electrógeno de 10 KVA motor de 13 CV, 380 V. trifásico
- 1 Grupo motor-bomba de 150 AT. 15 L / min. De 5,5 CV 380 V. trifásico, 1500 R.P.M., bomba con pistones cerámicos, cabezal de bronce, válvula automática bypass para regular la presión, manómetro en acero inox. Filtro.
- 1 Caldera completa de 15 L / min. Vertical, refrigerada por una turbina de aire de unas 50.000 kilocalorías.
- 1 Cuadro eléctrico para maniobrar el grupo electrógeno compuesto de limitador de potencia para bases eléctricas trifásica y monofásica, voltímetro, cuentahoras y piloto de puesta en marcha.

- 1 Cuadro eléctrico para maniobrar el equipo de presión compuesto de selector de puesta en marcha del motor eléctrico, interruptor con piloto incorporado de puesta en marcha de la caldera, termostato de temperatura y magnetotérmico de protección.
- 1 Depósito de 400 litros en fibra de poliéster.
- 1 Lanza de 1, 20 m con pistola automática de lavado completa.
- 20 m. de manguera de presión agua caliente R2 3/8.

Todos estos componentes van montados sobre una estructura metálica de perfiles laminados para situarlo en remolque. Las medidas aproximadas son:

Largo 1410 mm

Ancho 1200 mm

Alto 1100 mm

Medios humanos

1 conductor y 1 técnico, siendo que uno de los dos, al menos esté capacitado para desempeñar funciones de “relaciones públicas” ya que se trata de promover una buena imagen de los servicios de Medio Natural del Gobierno de Aragón. Igualmente, al menos uno de los miembros del equipo debe estar capacitado para analizar la situación, transmitir información y redactar los informes correspondientes.

En caso de intervención en certamen de pesca importante, es interesante la presencia de una tercera persona de refuerzo.

Dedicación y funcionamiento

Este equipo podría tener dedicación exclusiva a lo largo del año, ya que tendrá que intervenir preferentemente en fines de semana y en horarios de madrugada y atardecer, para un mejor servicio y atención a los usuarios. La organización del tiempo podría ser la siguiente:

- atención preferente a certámenes de pesca, salvo los de salmónidos. Los certámenes oficiales en Aragón actualmente suman más de 12 sin contar los encuentros de clubes. Este número puede aumentar, ya que algunos clubes catalanes vienen a celebrar sus encuentros en estos embalses (caso de los días 26 y 27 de Octubre en Lake Caspe)..
- patrullas en zonas de riesgo (estableciendo distintos itinerarios)
- presencia en embarcaderos y rampas
- seguimiento de testigos(monitorización)
- atención preferente a la pesca en época hábil según escenarios, y resto del tiempo, atención a embarcaciones de recreo etc.

El calendario de trabajo se establecería a partir de la atención a los certámenes, evaluando el número de jornadas y de horas necesarias para después rellenar el resto del calendario laboral con las demás intervenciones, definiendo prioridades.

La unidad móvil debería ser operativa, al menos hasta que existan los puestos fijos de lavado necesarios y que los usuarios se acostumbren a usarlos. Este periodo de adaptación podría ser de uno o dos años.

La unidad móvil debería estar basada lo más cerca posible de la zona de intervención:

- Embalse de Ribarroja: embarcaderos de la localidad de Mequinenza y Fayón, embarcadero de "El Rancho", otros embarcaderos frecuentados y puestos de pesca desde orilla en orillas transitables.
- Embalse de Mequinenza: embarcaderos de Caspe y urbanizaciones próximas, embarcadero de Chiprana, embarcadero de Lake Caspe y otros embarcaderos frecuentados. Igualmente intervendrán con los pescadores de orilla en los lugares frecuentados por estos.
- Otros embalses y lugares (Santa Ana, Canelles). La unidad móvil hará acto de presencia y ejercerá su función en todos aquellos certámenes de pesca que impliquen a pescadores, desde orilla o embarcación que, potencialmente frecuenten también las zonas infestadas y de riesgo.

Nos referimos a los certámenes dedicados a ciprínidos y black bass. En un principio, no sería necesario intervenir en lo que se refiere a las modalidades de salmónidos porque estas especies no existen en las zonas infestadas y de riesgo y la mayoría de pescadores que se dedican a salmónidos no suelen dedicarse a otras especies.

Sería interesante trabajar conjuntamente con la Generalitat de Catalunya, por lo relativo a los embalses de Canelles y Santa Ana.

Estación permanente de lavado y desinfección

Una de las medidas de lucha contra la invasión del mejillón cebra consiste en el lavado y desinfección de las embarcaciones para evitar el transporte de larvas desde aguas infestadas hacia aguas que no lo son, como polizontes invisibles. Estas operaciones pueden tener como escenario estaciones permanentes de lavado y desinfección cuyo diseño y características son objeto de este apartado.

Criterios orientadores para la creación de una estación permanente de lavado y desinfección para embarcaciones a motor

- Ubicación próxima a los embarcaderos, con una señalización adecuada, acceso cómodo para vehículos de tracción y remolque con embarcación
- Conexión a red eléctrica, preferentemente trifásica o grupo electrógeno
- Conexión de agua corriente o depósito de al menos 3.000 litros de capacidad
- Hidrolimpiadora eléctrica de agua caliente a presión, proporcionando agua de al menos 80º de temperatura (la mayoría de las hidrolimpiadoras de agua caliente suministran agua a temperaturas de hasta 100º y más).

- Lanza y manguera con longitud suficiente (entre 20 y 30 m) para rodear el conjunto remolque – vehículo de tracción
- Superficie de lavado con recogida de aguas. Fosa para almacenado de aguas de lavado con capacidad suficiente para, por ejemplo 10.000 litros y de vaciado cómodo. Cuanto mayor capacidad tenga esta fosa, menos veces será preciso su vaciado. Las aguas de lavado pueden ser usadas para riego, a cierta distancia de las masas de agua de riesgo (100 m o más dependiendo de las posibles escorrentías)
- Sistema de enjuague del circuito de refrigeración del motor
- Técnico en mantenimiento, atendiendo la estación de desinfección en horarios convenidos

La estación permanente se puede construir con los mismos elementos que la estación móvil en cuanto a maquinaria. Disponer de energía eléctrica (trifásica, según la potencia de la máquina hidrolimpiadora) y de agua corriente supone mayor comodidad y autonomía.

Se requiere espacio suficiente para las maniobras de entrada y salida del conjunto vehículo de tracción-remolque.embarcación.

Las estaciones deberían estar situadas no lejos de los embarcaderos, o en los accesos a los mismos, para que los usuarios los encuentren a su paso.

Características

La estación permanente debe disponer de una superficie de lavado amplia para vehículo de tracción y remolque, alrededor de los cuales el operario pueda moverse con comodidad, manejando la lanza. En toda esta superficie y en el perímetro de salpicado del agua, el agua de lavado debe ser recogida para evitar que escurra hacia cursos o masas de agua. Las aguas recogidas no deben ser vertidas a la red de alcantarillado, sino en una fosa impermeabilizada dónde pueda ser bombeada para vaciado periódico. Estas aguas de lavado pueden ser usadas para riego siempre que sea a distancia de seguridad de cualquier curso o masa de agua para evitar su contaminación.

En Canadá, existen estaciones de lavado sobre lecho de gravas filtrante, siendo que el agua de lavado es vertida al subsuelo. En España dónde falta el agua, es más conveniente su reutilización para riego.

Lo más práctico es disponer de una era de hormigón con pendiente suave hacia rejilla de entrada a fosa para recogida de aguas.

Esta superficie de hormigón puede tener dimensiones de, al menos 15 X 5 m. El conjunto vehículo-remolque puede medir hasta 10, 50 m. Una era de 12 X 5 puede ser suficiente pero conviene recoger las aguas que salpican durante el lavado.

Sistema de agua caliente a presión (toma de agua corriente o depósito elevado que garantice una presión suficiente de entrada a la hidrolimpiadora) . Esta presión de suministro debe ser de entre dos y tres kilos.

El sistema de calentamiento del agua podría ser eléctrico pero sería necesario un depósito para agua caliente con un sistema de resistencias y un tiempo previo de calentamiento. Una vez agotada el agua caliente de este depósito, de nuevo habría que esperar hasta nuevo calentamiento. En este caso, el consumo eléctrico es importante. Es por ello que es recomendable el uso de caldera de gasoil acoplada a hidrolimpiadora, como es el caso de las hidrolimpiadoras de agua caliente habitualmente comercializadas. El funcionamiento de la caldera de gasoil emite gases de escape por lo que la caseta de maquinaria debe ser equipada de chimenea. Como se recomienda el uso de máquina comercial provista de ruedas, para su uso, la máquina puede ser sacada al aire libre y no requiere chimenea.

En los ensayos realizados en Lake Caspe, se ha trabajado con una temperatura de máquina de hasta 90° para garantizar una salida de lanza estimada de al menos 60°.

Un fabricante consultado para la dotación de las estaciones de lavado permanente recomienda el uso de hidrolimpiadora comercial móvil con las siguientes características:

Presión (bar) 200	Caudal (litros/hora) 900
Potencia 7,5 hp	Tensión 220/380
Temperatura 30/150°	Revoluciones 1500 r.p.m.
Peso aproximado 125 Kg	

Datos constructivos: estructura de acero estampado pintada con polvo de epoxi, depósito de gasoil de polietileno reforzado, cuadro de mandos eléctricos a 24 v., bomba con pistones de cerámica a 1500 r.p.m., válvula de seguridad, termostato de regulación de temperatura, dispositivo de aspiración de detergente u otro producto desinfectante, caldera de acero inoxidable y stop total temporizado.

De serie, la máquina viene provista de manguera de alta presión y temperatura de 10 metros y de lanza con pistola automática.

Existe adaptador para chimenea .

La instalación de la chimenea deberá contemplarse en la edificación de la caseta.

Manguera con longitud suficiente (20 m.) para alcanzar todas las partes del conjunto embarcación-remolque-vehículo de tracción.

Lanza de chorro regulable.

Posibilidad de conexión de una segunda manguera para que puedan trabajar dos operarios de forma simultánea, en caso de intervención prolongada (concursos de pesca etc.)

Para que se pueda trabajar simultáneamente con dos mangueras y lanzas, el fabricante recomienda el uso de dos máquinas independientes. La presencia de dos máquinas es una garantía en caso de avería, siendo útil para el lavado de numerosas embarcaciones.

Sistema de lavado de motores

Conviene limpiar el circuito de refrigeración del motor. A este fin, la estación de lavado debe incorporar un dispositivo especial del que existen al menos tres modalidades.

Modalidad 1: uso de saco de lona lleno de agua caliente que se coloca alrededor del motor (sistema americano patentado como Zebra Mussel Thermo-nator, comercializado por JVB Development inc. New York). Si el agua está fría, se calienta a los 15 mn de funcionar el motor.

Modalidad 2: la era de lavado incorpora un depósito de agua específico en el que se coloca una bomba que se conecta al motor con dos “orejeras”.

El agua de este depósito debería poder ser vertida posteriormente a la fosa general. Si se usa agua fría, también hay que esperar el tiempo suficiente para que se caliente al estar funcionando el motor.

Para evitar la construcción de este depósito específico, es posible conectar directamente la hidrolimpiadora con las “orejeras” y enjuagar el circuito de refrigeración del motor con agua caliente a presión. Para ello hay que quitar la lanza y acoplar su extremo a las orejeras con una pieza específica de conexión. Esta operación ha de hacerse con el motor en marcha.

Características de las “orejeras”.

Estas piezas reciben el nombre técnico de “Toma de agua para fuerabordas”. La marca “Tempo” fabrica cuatro modelos:

90900955, para todos los motores

90900959, para motores Volvo

05274901, para motores Volvo

90900963, para todos los motores tipo profesional

En algunos motores, no es posible el acoplamiento de esta pieza y existe otra para cuya instalación es necesario el desmonte de la hélice.

Algunos motores más antiguos no permiten este sistema y deben ser sumergidos en un depósito de agua. Suelen ser motores pequeños, por los que debe ser posible el uso de un bidón montado sobre ruedas, bidón que puede ser rellenado de agua caliente mediante uso de la hidrolimpiadora.

Un profesional consultado recomienda el uso de la pieza 90900963, el uso de la otra pieza que requiere la deposición de la hélice y el uso de un bidón para el resto.

Modalidad 3: algunos motores pueden ser limpiados directamente conectando una manguera de agua corriente. En este caso también es mejor el uso de agua caliente para ahorrar tiempo y agua.

Proceso completo de lavado y desinfección

Un proceso de lavado completo y exhaustivo debería componerse de diversas acciones sucesivas:

- Inspección visual del casco para detectar objetos sospechosos adheridos. En el caso en que los hubiera, recogida de muestras para identificación posterior y eliminación de todo el resto.
- Lavado del casco
- Lavado del remolque
- Inspección de cubierta, sentinas y viveros. Eliminación de aguas residuales y lavado.
- Lavado del circuito de refrigeración del motor
- Extensión de un certificado de lavado figurando matrícula de la embarcación, fecha, hora y lugar de lavado.

Para este lavado exhaustivo, existen varios inconvenientes.

El primero y más importante, puesto de manifiesto en Canadá es acerca de la profesionalidad del técnico encargado, de cuya pericia y conciencia profesional depende de que la operación sea efectiva en una escala que varía desde un 10% hasta un 95%...

El segundo es el del tiempo de la operación. La operación debe poder realizarse en unos 15 minutos, sobretodo si coopera el usuario. El problema está en que, en caso de competición, puede ser necesario lavar decenas de embarcaciones en poco tiempo...

La maquinaria así como las tomas de luz y de agua deben situarse en un pequeño edificio a orillas de la era de lavado.

Este edificio será de dimensiones suficientes para albergar las tomas de agua y luz así como el conjunto de la maquinaria. Estará dotado de puerta y rejillas de ventilación. En este edificio se podrá desenvolver con comodidad el operario que atiende el puesto de lavado para la puesta en marcha de la maquinaria o mecánico en caso de avería.

Este edificio debe garantizar la protección de la maquinaria frente a la intemperie incluyendo posibles heladas. Si las máquinas permanecen dentro durante las operaciones de lavado, la caseta debe estar dotada de las chimeneas correspondientes.

En la fachada de este edificio figurará un cartel con todas las recomendaciones necesarias para realizar un lavado correcto y para prevenir la invasión de especies alóctonas.

Ubicación y número de las estaciones permanentes

La ubicación y número de las estaciones permanentes de lavado debe responder a los siguientes criterios:

- Situación próxima a las principales rampas o itinerarios de acceso a las mismas
- Número reducido de estaciones para limitar las inversiones iniciales y los costes de atención y mantenimiento
- Aprovechar las iniciativas empresariales dispuestas a asumir parte de los costes y tareas de lavado
- Negociar con los Ayuntamientos

En el momento actual, se pueden barajar las siguientes ubicaciones:

Embalse de Mequinenza

Caspe (zona próxima al puerto deportivo)

Camping Lake Caspe

Embalse de Ribarroja

Zona náutica de Mequinenza o camping municipal (a negociar con Ayuntamiento o empresa/s turística/s)

Fayón (Polígono industrial), a negociar con Ayuntamiento o empresa turística

Camping Riba-Roja, a negociar con camping y empresas turísticas

En un principio, y con estas cinco estaciones de lavado, se podría dar servicio al conjunto de las embarcaciones que navegan en ambos embalses, sin que tengan que modificar sus itinerarios de llegada.

La buena predisposición de empresarios, pescadores y ayuntamientos debería permitir a las administraciones alcanzar acuerdos satisfactorios para todas las partes. La solución más adecuada sería que los propios empresarios se hagan cargo del servicio, ya que es en torno a su actividad empresarial que se desarrollan la mayoría de las acciones de pesca.

Las estaciones de lavado podrían en su diseño sufrir alguna modificación para adaptarse a las características del terreno

Algunos de los empresarios contactados estarían dispuestos a instalar estaciones permanentes de lavado, pero como el número de embarcaciones a lavar es pequeño, aún cobrando el lavado, es imposible mantener un puesto de trabajo, por lo que plantean la posibilidad de subvención o ayuda para sufragar la mano de obra de atención a las operaciones de lavado y desinfección.

Uso de estaciones de lavado para coches.

Las estaciones de lavado de coches y vehículos de tracción en general pueden ser usados para embarcaciones, siempre que dispongan de agua caliente a presión, y siempre que tengan un sistema de recogida de aguas de lavado independiente de la red de vertido (alcantarillado).

Por lo tanto, son necesarias diversas adaptaciones, incluyendo el dispositivo para motores.

El secado de embarcaciones y artes de pesca o "cuarentena".

A la vista de las condiciones ambientales de sequedad atmosférica que imperan en este sector geográfico, es en la cuarentena de secado dónde estriba la mejor acción preventiva.

Esta acción de secado debe incluir todas las partes y artes:

Circuito de motor

Viveros

Cajones de cubierta de todo tipo (sentinas)

Agua de lastre, cuando existe

Etc.

Esta "cuarentena" sería suficiente con una duración de cinco días y poco molesta para los usuarios de embarcaciones que suelen navegar en fines de semana. Casi siempre, las barcas permanecen fuera del agua de lunes a viernes o de lunes a sábado. Muchas embarcaciones sólo navegan una o dos veces al mes salvo en periodo vacacional. En este periodo vacacional, generalmente navegan en un solo embalse.

El problema es mayor en relación con las embarcaciones de alquiler o las que usan los profesionales del sector turístico: se usan con frecuencia y pueden cambiar de masa de agua.

También son problema las embarcaciones venidas de otros países u comunidades autónomas.

Tanto la información a pescadores como la negociación con las empresas turísticas (en principio abiertas a la colaboración) permitiría ejercer un mayor control propiciando el respeto por este periodo de secado y evitando el trasiego de embarcaciones de un embalse a otro.

Señalización

Una adecuada señalización ha de propiciar que el menor número de personas posibles se acerque a los embalses sin tener conocimiento del fenómeno de las invasiones, de la campaña y de las medidas a tomar.

Es necesaria una señalización fija y permanente en rampas de botadura, embarcaderos, gasolineras, campings y otras instalaciones de hospedaje. Esta señalética debería informar del peligro de las especies invasoras, de la normativa vigente y de las medidas que han de tomar los usuarios. Esta señalización debe indicar también la ubicación de las estaciones permanentes de lavado y un teléfono de contacto e información.

También será necesaria la adecuada señalización de las estaciones de lavado permanentes y de sus accesos.

Del inventario de rampas y embarcaderos es posible deducir el número aproximado de cartelería fija de exterior necesaria, en cuanto a accesos (unas dos docenas de carteles).

Embalse de Mequinenza	Embalse de Ribarroja
Chiprana	Gasolinera Mequinenza
Playas de Chacón	Camping Mequinenza
Zona del Puente (Bujaraloz-Caspe)	Zona náutica de Mequinenza
Entrada camino de Valdurrios	Puente carretera Fayón y Caspe, margen izquierda
Zona de la Valcuerna	Puente carretera Fayón y Caspe, margen derecha
Puerto deportivo de Caspe	Embarcadero Bavarian
Desembocadura del río Guadalope	Camping Buenavista
Lake Caspe	Rancho del Ebro
Sobrepresa	Fayón
	Campamento de Fayón
	Camping Ribarroja
	Puerto San Francesc (2)
	Area recreativa de Pobla de Masaluca
Otros accesos a embalses, gasolineras, etc.	

Información pormenorizada al usuario

Es preciso garantizar que cada usuario este en posesión de información detallada respecto a la campaña, conozca su propósito y objetivos y las medidas preventivas a tomar. Igualmente los propietarios y usuarios de embarcaciones han de saber cómo proceder al lavado/secado etc.

Seguimiento y control de trasiego de embarcaciones

Las personas encargadas de este seguimiento deberían contar con un listado de embarcaciones autorizadas en cada lugar (listado de permisos extendidos por la CHE) para llegar a conocer las costumbres de cada usuario y prevenir riesgos potenciales, a saber distinguir las embarcaciones de riesgo frente a las que no lo son, en función de su movilidad potencial.

La entrega de certificado de lavado sólo puede ser efectiva si existe personal suficiente para ejercer este control.

Otras consideraciones

El horario de la pesca hará necesario en algún momento que se trabaje de noche, o bien de madrugada, o bien al anochecer o en ambas circunstancias, como fue el caso del concurso internacional de Bass en Caspe. En este caso se trabajó a la luz de los faros del vehículo de transporte, pero está es insuficiente para una inspección visual detallada. En el caso de las intervenciones móviles, prever focos y grupo electrógeno capaz a la vez para focos e hidrolimpiadora. En el caso de las estaciones permanentes, prever un alumbrado adecuado.

Uno de los problemas del uso de las estaciones de lavado radica en los horarios, ya que los pescadores suelen madrugar mucho así como trasnochar, ejerciendo su actividad de sol a sol e incluso de noche (siluro). La obligación de lavado de embarcaciones será siempre una molestia, o bien para los pescadores que deberán someterse a los horarios de apertura, o bien para los operarios que atiendan el lavado.

En Canadá y Estados Unidos, en las zonas infestadas, existen marinas y puertos de atraque en cuyas instalaciones las embarcaciones permanecen mucho tiempo atracadas, existiendo grandes posibilidades para que se adhieran mejillones y larvas.

En nuestros embalses, la gran mayoría de las embarcaciones no permanecen dentro de agua más que durante la acción de pesca. El resto del tiempo están en dique seco sobre sus remolques, lo que representa una cierta garantía de seguridad.

De momento, al no haberse detectado (todavía) el mejillón cebra en el embalse de Mequinenza, el mayor peligro está en Ribarroja, embalse para el cual se podría pensar en un perímetro de seguridad que incluya la cuarentena de salida de cinco días.

Un perímetro de seguridad podría incluir los siguientes elementos:

- Señalética sistematizada en carreteras de acceso, rampas, embarcaderos y lugares frecuentados por turistas y pescadores
- Identificación de embarcaciones (inventario relacionado con matrículas y autorizaciones de navegación)
- Distinción entre embarcaciones permanentes y temporales
- Limitación de accesos (rampas autorizadas)
- Obligatoriedad de lavado de entrada y salida
- Imposición de cuarentena

- Cada embarcación podría estar dotada de un cuaderno de bitácora en el que quede constancia de los lavados y cambios de embalses
- Responsabilización de los usuarios y profesionales
- Control del trasiego de embarcaciones, con mayor rigor entre los embalses de Ribarroja y Mequinenza y también hacia los embalses de Canelles y Santa Ana

Para el establecimiento de este perímetro es necesario un mayor conocimiento de la situación y un acuerdo pormenorizado entre todas las partes implicadas.

Aislamiento y protección de tomas de agua

La principal consecuencia económica de la invasión del mejillón cebra es la afección a las tomas de agua, tanto para abastecimiento de boca como para usos agrícolas, ganaderos o industriales.

Lo ocurrido en las localidades de Fayón, Fabara y Nonaspe que se abastecen de las aguas del embalse de Ribarroja es muy ejemplificante.

En el embalse de Mequinenza, también existen muchas tomas de agua que se verán gravemente afectadas en caso de invasión. Algunas empresas ya comercializan filtros garantizados contra la penetración de las larvas del mejillón cebra, pero estos filtros son delicados y requieren servicio de mantenimiento frecuente.

La solución definitiva consiste en aislar la toma de agua, sacándola de la masa de agua afectada y colocándola en un pozo próximo al embalse. El terreno actúa como el filtro más eficaz y prácticamente definitivo. El pozo ha de ser colocado por encima del nivel más alto alcanzado por las aguas, para evitar la entrada directa de aguas infestadas. El fondo del pozo debe estar por debajo del nivel más bajo alcanzado por las aguas del embalse. El pozo se nutre del freático creado por el embalse. Si el terreno es blando, las paredes del pozo deben ser reforzadas por entubado rígido y el diámetro del mismo dependerá de la cantidad de agua a bombear y del caudal suministrado por la filtración.

La excavación del pozo y la filtración podrán ser más problemáticas en zonas rocosas, como es el caso en muchas orillas del embalse de Mequinenza.

Frente a filtros, inyección de cloro permanente o periódica, o control frecuente de tomas de agua, la solución del pozo aislado es la que ofrece mayores garantías, pudiendo ser incluso definitiva.

En cuanto los testigos colocados en el embalse de Mequinenza anuncien el inicio de la invasión, será necesario avisar a todos los usuarios con tomas de agua en el embalse, informarles de las medidas a tomar y estudiar, toma por toma la mejor solución para evitar la colonización de las instalaciones de bombeo.

En particular, se deberán tomar medidas para evitar problemas en plena época de riego, en lo relativo a agricultura.

Participación ciudadana, Educación Ambiental y especies invasoras

La invasión del mejillón cebra sólo podrá ser controlada si nadie se hace cómplice de la misma, incluso de forma involuntaria. Los usuarios de los embalses deben aprender a aplicar las medidas de prevención y convencerse de su necesidad. Si estas prácticas son reconocidas como imprescindibles, siendo que no suponen un esfuerzo excesivo, se pueden generalizar y volver habituales. La invasión del mejillón cebra sucede a otras tantas invasiones de fuerte impacto ecológico: siluro, pez gato, black bass, lucioperca, alburno, perca sol, cangrejo americano, galápago de Florida etc. El mejillón cebra es un invasor de graves consecuencias no sólo ecológicas, sino también económicas. Ya es hora de que se intenten evitar estas invasiones que representan un atentado sin precedentes al patrimonio natural. La participación ciudadana es un factor de prevención muy importante: es imposible que la única administración sea la encargada de velar por un fenómeno tan ligado a prácticas y comportamientos. Son los propios ciudadanos, los propios pescadores los que deben hacer suyo el problema y participar en su solución.

Siendo que los comportamientos individuales, sobretodo en cuanto al trasiego de embarcaciones, son fundamentales a la hora de la toma de medidas preventivas para evitar la expansión del mejillón cebra, la Educación Ambiental ha de jugar un papel importante. Así se considera tanto en Estados Unidos como en Canadá dónde las publicaciones y recomendaciones destinadas a pescadores y aficionados a la navegación de recreo son abundantes. En Estados Unidos existen materiales específicos destinados al sistema educativo, en forma de módulos didácticos para profesores y alumnos y diversos videos sobre la biología de la especie, las medidas de control, los recursos didácticos e informativos y el propio fenómeno de la invasión y de las especies alóctonas (Zebra mussels, Lessons Learned in the Great Lakes Region ; Sea Grant, Illinois-Indiana).

La invasión del mejillón cebra no es más que otra manifestación del fenómeno invasor que, desde hace algunos decenios, causa impactos indeseados en la fauna acuática. La invasión del mejillón cebra cobra un mayor protagonismo de por sus consecuencias económicas, pero, desde el punto de vista ecológico, no menos importantes son las otras numerosas invasiones que nuestro medio natural ha tenido que soportar.

A lo largo de la segunda mitad del siglo pasado, la fauna acuática del Ebro se ha visto "enriquecida" con la aparición de la gambusia, del pez gato, de la perca americana o black-bass, de la lucioperca, del alburno, del pez sol, del siluro, del cangrejo americano y del galápago de Florida, entre otros. Estas importaciones ilegales han diezariado las poblaciones ictiológicas nativas (autóctonas) tales como la madrilla, el gobio, el barbo etc.

El cangrejo americano es responsable de la desaparición de los tritones en el valle del Ebro y de un fuerte receso de las ranas. En los lugares que ocupa, ha eliminado también a nuestro cangrejo autóctono, tan apreciado a nivel culinario. El Galápago de Florida, importado para su comercialización en tiendas de animales de compañía es soltado sin consideración alguna por sus dueños en cuanto alcanza un tamaño excesivo: hoy en día ha colonizado los galachos del Ebro y

el propio río, compitiendo con las dos especies autóctonas de galápagos. La aparición del mejillón cebra con sus graves consecuencias debería servir de revulsivo para que, desde los diversos ámbitos de la sociedad implicados, se evite la introducción de cualquier especie alóctona. En Francia se está intentando erradicar la rana toro presente en algunos sectores: esta rana de más de medio kilo de peso devora todo lo que encuentra a su paso colonizando 5 km de río cada año. Los ejemplares son tiroteados por una guardería especializada. La invasión de determinadas plantas también empieza a preocupar cuando son especies muy dinámicas y dominantes

Conclusiones

El mejillón cebra es un invasor difícil de controlar, pero su presencia implica graves consecuencias económicas y ecológicas. Es un ejemplo de lo que puede pasar con otros invasores.

Es importante frenar la invasión, intentando evitar la colonización de nuevas masas de agua.

Las medidas más eficaces consistirían en instaurar una cuarentena de secado de varios días, frente al lavado con agua caliente a presión que no presenta suficientes garantías. Sin embargo, el paso por estaciones de lavado es una potente herramienta de toma de consciencia frente al problema de las especies invasoras.

Las instalaciones de lavado, tanto móviles como fijas presentan, además de los inconvenientes técnicos, la problemática de los horarios de apertura al público y el coste del personal laboral que los ha de atender.

La problemática de las especies invasoras debería tener un eco a nivel estatal e internacional siendo que existen países en los que no se toman medidas y desde los cuales las exportaciones son fáciles. Los concursos internacionales de pesca y el atractivo y renombre internacional de los embalses de Ribarroja y de Mequinenza constituyen un riesgo suplementario de invasión.

Siendo tan aleatorio un control que no quiere imponer demasiadas restricciones, es preciso estimular la responsabilidad de pescadores y navegantes para que tomen ellos mismos todas las precauciones necesarias.

En ningún caso las embarcaciones deberían permanecer atracadas en las aguas infestadas, sino estar estacionadas en dique seco para evitar así la infestación generalizada de los elementos sumergidos.

El trasiego reiterativo y sin control de embarcaciones entre Ribarroja y Mequinenza es contrario a cualquier planteamiento preventivo. En este orden de cosas, es posible también que los embalses de Canelles y Santa Ana sean zonas de riesgo.

Erradicar al mejillón cebra es imposible con los conocimientos actuales pero sí es posible evitar o al menos frenar su expansión con la aplicación de medidas oportunas y generalizadas, con el apoyo decidido de todas las partes implicadas, instituciones, empresarios, asociaciones y personas individuales.

Las actividades y lugares de riesgo deben ser identificados y objeto de vigilancia especial. Las normas aplicables deben ser conocidas por todos y respetadas.

5.- Normas para la navegación en los embalses de Mequinenza, Ribarroja, Flix y tramo inferior del Ebro

Objetivo: Evitar la propagación al exterior del mejillón cebra, así como la entrada de nuevas especies que puedan representar una amenaza para la conservación del ecosistema fluvial

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE

21959 Boe núm 271 Martes 12 Noviembre 2002 39853

***RESOLUCIÓN** de 24 de septiembre de 2002, de la Confederación Hidrográfica del Ebro, sobre normas para la navegación en los embalses de Mequinenza, Ribarroja y Flix, tramos inferior del río Ebro por la aparición del mejillón cebra.*

De conformidad con lo dispuesto en los artículos 23.1.b), 24.a), 51.a) y 78 del texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, el otorgamiento de autorizaciones para la navegación en los embalses y ríos y su regulación es competencia de los organismos de cuenca.

Con motivo de la aparición del mejillón cebra en los embalses de Ribarroja, Flix y tramos inferior del Ebro, se redactaron por los técnicos de la Confederación Hidrográfica del Ebro unas normas para la navegación que incluyen además el embalse de Mequinenza como zona próxima a la zona afectada, efectuándose posteriormente consultas a los órganos medioambientales del Gobierno de Aragón y de la Generalidad de Cataluña y a los usuarios más significativos.

Como consecuencia de ello por acuerdo de la Junta de Gobierno de la Confederación Hidrográfica del Ebro en su sesión del pasado 16 de setiembre de 2002, se aprobaron las normas para la navegación en los embalses de Mequinenza, Ribarroja y Flix y tramo inferior del río Ebro por la aparición del mejillón cebra.

En virtud de cuanto antecede y a los efectos de posibilitar la mayor difusión de esas normas de navegación entre los ciudadanos, esta Presidencia de la Confederación Hidrográfica del Ebro resuelve:

Primero y único.—Ordenar la publicación en el «Boletín Oficial del Estado » de las siguientes normas para la navegación en los embalses de Mequinenza, Ribarroja y Flix tramos inferior del río Ebro por la aparición del mejillón cebra, aprobadas por la Junta de Gobierno de la Confederación Hidrográfica del Ebro en sesión de 16 de setiembre de 2002.

1.a Zona afectada y zona de riesgo.—Se considera zona afectada, los embalses de Ribarroja y Flix y tramo inferior del Ebro. Se considera zona de riesgo el embalse de Mequinenza.

2.a Desinfección y limpieza.—Todas las embarcaciones que accedan o que cambien de emplazamiento o se trasladen al exterior de la zona afectada, deben ser sometidas a un proceso de desinfección y limpieza de sus cascos, viveros de transporte de cebos, motores y conductos de refrigeración al objeto de eliminar todos los restos de mejillones, larvas y otros elementos que puedan llevar adheridos.

En la zona de riesgo, embalse de Mequinenza, se llevará a cabo el mismo proceso de desinfección y limpieza de todas las embarcaciones que entren y salgan del embalse, haciendo especial incidencia en las embarcaciones que entran en Mequinenza procedentes de la zona afectada.

3.a Limitación de accesos.—El acceso de las embarcaciones a la zona afectada y zona de riesgo sólo podrá realizarse a través de los puntos fijos habilitados al efecto que cuenten con instalaciones de desinfección debidamente acreditadas.

La Confederación Hidrográfica del Ebro elaborará un listado de los puntos que dispongan de instalaciones de limpieza y desinfección de embarcaciones y se exigirá que los nuevos embarcaderos que se autoricen en la zona afectada dispongan de dichos elementos. Todos los accesos existentes en ambas zonas -afectada y de riesgo deberán disponer de una barrera que impida la entrada o salida libre de embarcaciones a las zonas indicadas e informen claramente de la obligación de desinfección.

4.a Sistema de desinfección y limpieza.—La desinfección a realizar se estima que debe consistir como mínimo en un sistema mecánico de limpieza y adición de agua caliente a presión a temperatura superior a

60o, todos los residuos y agua de limpieza se recogerán en balsa o cubeto cerrado habilitado al respecto sin que desagüe directamente al embalse o río. Se incidirá especialmente en los siguientes aspectos:

Eliminar los mejillones y restos de vegetación acuática que hayan podido adherirse al casco o motor de la embarcación mediante agua caliente a presión.

Vaciar y desaguar el agua de lastre y viveros en la balsa o cubeto.

Renovar los circuitos de refrigeración de los motores con agua limpia.

Los equipos de pesca (botas, redes, aparejos) utilizados en zonas contaminadas, deberán ser desinfectados o desecados al menos durante una semana antes de utilizarlos en zonas no contaminadas.

En el futuro podrán acreditarse otros sistemas de desinfección cuya eficacia sea igual o superior a la anterior.

5.a Acreditación.—Los usuarios de las embarcaciones que circulen o salgan del tramo de río afectado deberán poder acreditar ante cualquier agente de la autoridad, que han cumplido con los requisitos que establece la presente norma.

Zaragoza, 24 de septiembre de 2002.—El Presidente, José Vicente Lacasa Azlor.



Técnico realizando tareas de limpieza en una embarcación en Lake Caspe. Embalse de Mequinenza, Octubre de 2002.

Algunas fuentes de información:

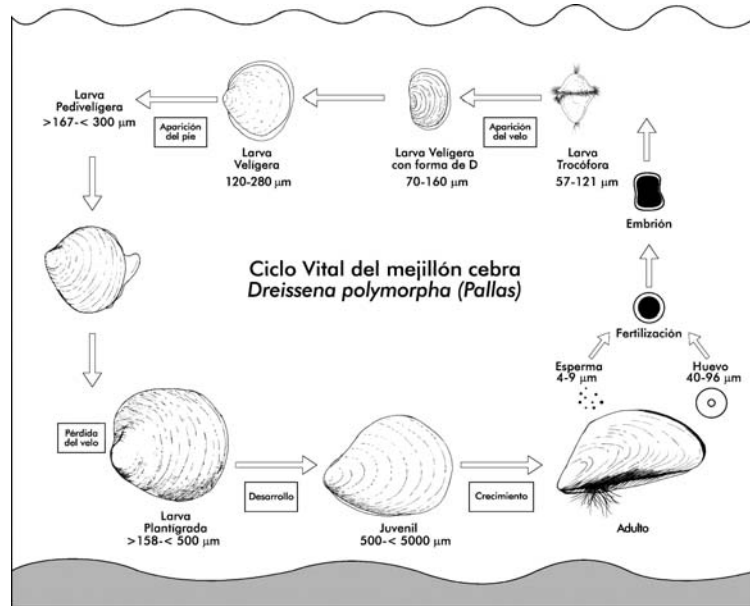
Nota: Existe muchísima información sobre el mejillón cebra. A continuación se citan aquellas fuentes que nos han parecido más significativas.

El mejillón cebra en INTERNET

- Grup de Natura Freixe
<http://www.fut.es/~freixe/novetats.htm>
- Estació Biològica de l'Aiguabarreig
<http://aiguabarreig.net/>
- Zebra Mussel Research Program
<http://www.wes.army.mil/el/zebra/zebra.html>
- Nonindigenous Aquatic Species (NAS), United States Geological Survey (USGS)
<http://nas.er.usgs.gov/zebra.mussel/>
- Western Zebra Mussel Task Force (WZMTF)
<http://www.usbr.gov/zebra/wzmtf.html>
- Zebra Mussel Facts, Virginia Institute of Marine Science (VIMS)
<http://www.vims.edu/adv/ed/zm/zmbkinfo.html>
- Invasion of the Zebra Mussel in the United States, National Biological Service
<http://biology.usgs.gov/s+t/noframe/x274.htm>
- Zebra mussel links
<http://www.rpi.edu/dept/bio/fwi/zebralinks.html>
- Zebra Mussel Information, The National Atlas of the United States of America
<http://www.nationalatlas.gov/zmussels2t.html>
- Zebra Mussel maintenance, Ohio Department of Natural Resources
<http://www.dnr.state.oh.us/odnr/watercraft/brochures/zebra.html>
- Zebra Mussel elimination, Environmental Technologies Inc.
<http://www.zebra-mussels.com/zebra-mussels/index.html>

Bibliografía

1. *Altaba, C.R.* 1992. « La distribució geogràfica i ecològica dels bivalves d'aigua dolça recents dels Països Catalans ». Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural, 60 : 77-103
2. *Altaba, C.R., Jiménez, P.J. y López, M.A.* 2001. « el temido mejillón cebra empieza a invadir los ríos españoles desde el curso bajo del río Ebro ». Quercus, 188 : 50-51.
3. *Álvarez Halcón, R.M.* 2001. « El mejillón cebra : una amenaza para el Ebro ». Ibón, Revista de naturaleza y divulgación ambiental, 15 : 16-20.
4. *Araujo, R. and Alvarez Halcón, R.* 2001. El mejillón cebra en el Ebro: Un grave caso de riesgo ambiental. Naturaleza Aragonesa nº 8.
5. Guide de prévention contre la moule zébrée. Association de la protection de l'environnement du lac Témiscouata. Ministère de l'Environnement et de la Faune. 1996. 118 páginas.
6. Les moules zébrées. Guide à l'intention des plaisanciers et des propriétaires de chalet. Ontario Federation of Anglers and Hunters, in co-operation with the Ontario Ministry of Natural Resources Ontario Canada 2000



Tubería de PVC inutilizada por colonización del mejillón cebra



Tronco colonizado por mejillones



Puntos más vulnerables en los que se pueden adherir las larvas de mejillón cebra.



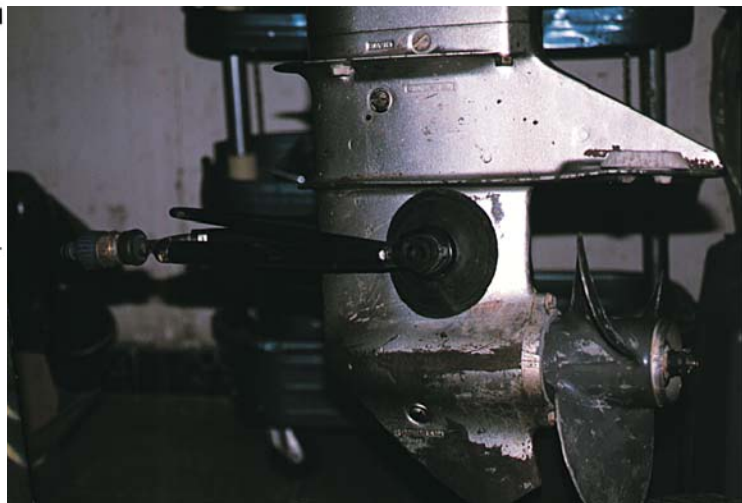
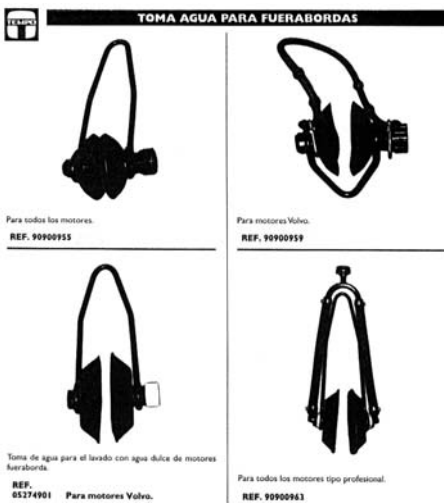
Celebración del tercer Open de Cataluña de Bass en Fayón (Zaragoza) 13 y 14 de Julio de 2002.



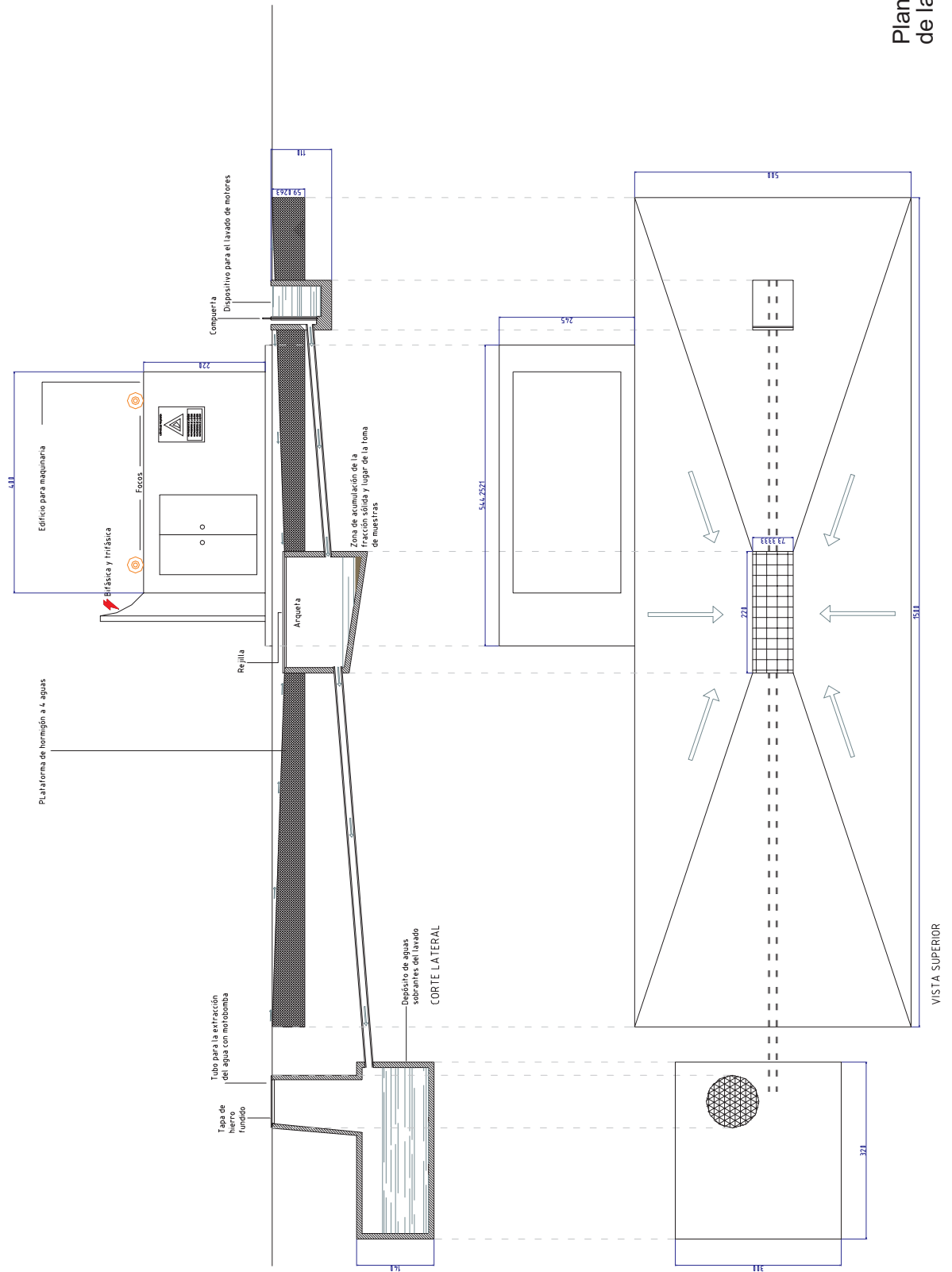
Embarcadero Bavarian (Embalse de Ribaraja).



Generador eléctrico e hidrolimpiadora



Dispositivos de limpieza de motores (orejeras)



Plano de una estación de lavado permanente

Modelo en 3 dimensiones de una estación de lavado permanente



