



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

SECRETARÍA GENERAL DE AGRICULTURA Y
ALIMENTACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE DESARROLLO RURAL,
INNOVACIÓN Y POLÍTICA FORESTAL

Subdirección General de
Regadíos e Infraestructuras
Rurales



**CURSO DE DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACION,
MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD EN BALSAS DE RIEGO.
Madrid 21al 23 de octubre de 2019**

LIMPIEZA DE BALSAS IMPEMEABILIZADAS CON GEOMEMBRANAS
Dr. Ingeniero agrónomo D. Jesús Guillén Torres.

CONTENIDO:

1. Presentación
2. Generalidades.
 - 2.2. Contenido de la balsa.
 - 2.3. Sistema de impermeabilización
 - 2.4. Necesidades de operación
3. ¿Derecho, obligación, o facultativo?, mantener la calidad del agua y de la infraestructura
4. Tratamiento administrativo de los sedimentos, de los residuos, y de la fauna piscícola

- 5. Impacto de la limpieza en vida útil de la lámina. Actuaciones alternativas**
- 6. Normativa a considerar para realizar la auto-limpieza**
- 7. Métodos de limpieza en Mercado, para ejecución a contrata**
- 8. Periodicidad de la limpieza**

9. Impacto del diseño y explotación de la infraestructura en el coste de limpieza
10. Coloquio



1. Presentación

Las balsas impermeabilizadas, desde hace ya 25 años, con geomembranas a base de Polietileno de alta densidad, que hayan sido adecuadamente fabricadas, instaladas y mantenidas, conservan sin apenas degradación sus características físico-químicas. Esta realidad apunta a que una buena fabricación, instalación y mantenimiento no agresivo, les permitirán alcanzar los **50 años de vida útil**, tal como apuntan (sin garantizarlo al no seguir el producto tras la venta) la práctica totalidad de fabricantes de primeras marcas.

Sin embargo, este magnífico comportamiento conlleva no cambiar la lámina cada 10-15 años, tarea que se impuso para las de PVC (y parecido para las de caucho-butilo); operación que antes se simultaneaba con la retirada mecánica, en seco, los **sedimentos acumulados** durante todo aquel periodo. Con las de **PEAD parece obligado retirar los sedimentos cada pocos años**.



2. Generalidades

2.1. Contenido de la balsa

- a. **¿Agua bruta, agua regenerada, de proceso, o residuo almacenado?**. Esta ponencia, va a restringir el alcance y desarrollo únicamente para las **balsas que contienen agua bruta**, bien para potabilizarse a agua de boca, para ganadería, para industria o para riego.

- b. **¿Sedimento o residuo?** Dependerá de los aditivos que se hayan echado al agua bruta para control de algas, plantas acuáticas, bivalvos, clarificación, etc. Si hemos convertido los sedimentos en residuos, seguramente lo más económico sea no sacarlos, hasta que la infraestructura pierda su operatividad, sellando entonces la balsa para siempre, o llevándolos a un gestor de residuos, cambiando entonces la geomembrana, el geotextil y regenerando y refinando de nuevo la sub-base. La ponencia se centra en **sedimentos (no residuos)**. Una comunidad autónoma (de las 17 que conforman el Estado) llegó a entender que todo sedimento que porta el agua es residuo, incluso si de agua de boca embotellada se tratara.

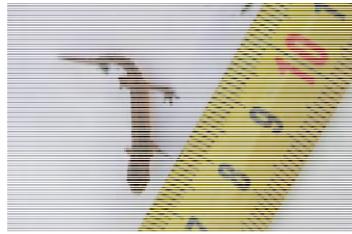


GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

CURSO DE DISEÑO, CONSTRUCCION, EXPLOTACION, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD EN BALSAS DE RIEGO. Madrid, octub. 2019

c. Biodiversidad existente en el vaso y en el área de descarga: Deberá estudiarse qué vida acuática se ha desarrollado dentro del vaso, y también el impacto en la biodiversidad del área de descarga, para el “manejo” que la normativa autonómica establezca. En algunas comunidades se obliga reglamentariamente a **seleccionar entre especies con algún grado de protección**, especies objeto de pesca, y especies invasoras; imponiendo al propietario el coste de selección, mantenimiento y suelta, o sacrificio y tratamiento orgánico de las mismas.





2.2. Sistemas de impermeabilización

- a. **Por Arcillas.** Es el método habitual de los embalses, y también de las balsas más antiguas. No es objeto de esta ponencia, si bien, el contenido de buena parte de la misma sería de aplicación directa.
- b. **Por hormigón hidrófugo.** Suele utilizarse en depósitos y balsas que contienen residuos, y que deben ser retirados anualmente para una valorización o tratamiento posterior. No es objeto de esta ponencia, pues la limpieza suele hacerse con maquinaria de obras públicas adaptadas para que las soporte la solera estructural construida, sin rajarse.
- c. **Por geomembranas.** Se comenzó en el último tercio del siglo pasado instalando láminas de PVC, Caucho Butilo, y Polietileno baja densidad. Y desde hace un par de décadas, las láminas de Polietileno Alta densidad (PEAD) han copado el mercado de la impermeabilización, por sus mejores características fisicoquímicas, mínima degradación que duplica o triplica la vida útil de las primigenias, amplia oferta y coste muy competitivo. La ponencia trata de la **limpieza de los sedimentos sobre cualquiera de ellas, sin degradarlas por esfuerzos mecánicos.**



2.3. Necesidades de Operación

Toda operación de limpieza de balsas de agua bruta, impermeabilizadas con geomembranas, deberá garantizar su vida útil, adaptándose a las necesidades o exigencias de explotación; y en concreto, a cuánto tiempo puede estar la infraestructura fuera de servicio, y en qué época del año.

- a. **Balsas de agua de boca o uso para ganadería intensiva:** no suelen permitir quedar fuera de servicio más allá de unos pocos días. Esta circunstancia obliga a que la limpieza se haga: bien anualmente, desembalsando por vía húmeda cuando los sedimentos son de pocos centímetros; o bien sin desembalsar cada varios años.
- b. **Balsas de riego y para usos industriales:** para infraestructuras pequeñas y medianas, con espesores de hasta unos 20 cm se puede planificar la limpieza a final de temporada; para llevarla a cabo desembalsando y por vía húmeda. Para infraestructuras grandes ($> 1H^a$ de superficie) o con espesores > 20 cm, la única vía es sin desembalsar.



3. ¿Derecho, obligación, o facultativo?, mantener la calidad del agua y de la infraestructura

El condicionado de la concesión administrativa (**obligatoria**) de un determinado volumen o caudal de agua (**> 7.000 m³/año**) y su embalsamiento, suele exigir el adecuado mantenimiento y operación de las infraestructuras; y entre ellas se encuentra la **obligatoria extracción periódica de los sedimentos** depositados en el fondo de la balsa para mantenerla operativa.

El Letrado experto en Derecho de Aguas, Sr. Mallo Frontiñán, en una Comunicación al XXXVII Congreso Nacional de Riegos celebrado en junio 2019 en Don Benito detalla, no solo este aspecto, sino también **la obligación impuesta por la legislación básica del Estado** a que “quede garantizada tanto su conservación y su explotación” para la práctica totalidad de balsas (5 m de cota total o 100.000 m³ de capacidad).

Referencia: Mallo Frontiñán. *Consideraciones administrativas a los sedimentos depositados en balsas de agua*
Libre acceso y difusión a través de [DEHESA](https://dehesa.unex.es/), Repositorio Institucional de la Universidad de Extremadura:
<http://dehesa.unex.es/handle/10662/9199>; URL: <https://doi.org/10.17398/AERYD.2019> DOI: [10.17398/AERYD.2019](https://doi.org/10.17398/AERYD.2019)



4. Tratamiento administrativo de los sedimentos, de los residuos, y de la fauna piscícola

La legislación básica del Estado establece, de forma indubitable, que **los sedimentos depositados en el fondo de balsas de agua bruta para riego no son residuos**, siempre que ésta se embalse sin tratamientos físico-químicos, ni proceso industrial alguno, y tal como llega del punto de la concesión (Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, en su artículo 2ª, punto 3).

El Letrado experto en Derecho de Aguas Sr. Mallo Frontiñán asegura en junio de 2019 que no se ha encontrado, a esa fecha, desarrollo legislativo, ni normativo autonómico, ni jurisprudencia, que conculque la clasificación de “no residuos” antes indicada; pues resulta irrefutable que una balsa de riego recoge, al menos en este momento, aguas superficiales; y que en el caso que nos ocupa, está construida para minorar el efecto de la sequía, por lo que para esta situación, se discrimina de una forma nítida, que **los sedimentos depositados en balsas de agua bruta para usos de mitigación de las sequías, no son residuos**, salvo que posteriormente se les haya añadido aditivos.



Sin embargo, el Ejecutivo de alguna Comunidad Autónoma, en algún caso particular ha clasificado esos sedimentos como residuos, pero no de forma genérica. Desconociéndose si el caso concreto fue debido al celo infundado de algún funcionario, o bien a indicios o pruebas obtenidas por la Guardería, que justificaban que el agua de esa balsa en concreto, había sido tratada con algún producto contaminante que convirtió los sedimentos en residuos.

En el supuesto de que se haya transformado los sedimentos en residuos, el propietario deberá ajustarse a lo previsto en la Ley de Residuos y a la reglamentación autonómica que la desarrolle. En este supuesto, podrá extraer los sedimentos y depositarlos provisionalmente en el entorno de la balsa, presentando antes o después una memoria de acuerdo a la normativa autonómica para el destino final que va a darles, en el plazo de hasta un año (seis meses en alguna comunidad autónoma), o dos en algunos casos, de acuerdo a la composición analítica de los mismos.



En línea con la sensibilidad medioambiental hacia la protección de la agricultura, hasta aquí expuesto, algunas comunidades han desarrollado normativa propia para proteger su biodiversidad y sus espacios naturales. Incluso regulando el **tratamiento a dar a las especies acuáticas que pudieran tener su hábitat natural o adoptado en balsas de agua**, cubriendo un aspecto que quedó abierto y sin regular en la legislación de carácter básico.

Esta regulación, allí donde se ha establecido, ha impedido de facto, por su elevado coste económico y durante años, la limpieza de numerosas balsas, al no poderse vaciar, debido a la presencia de fauna con algún grado de protección, como anfibios, bivalvos y peces; de especies autóctonas objeto de pesca que es necesario salvar; y de especies exógenas invasoras que deben sacrificarse. Hoy **el Mercado ofrece soluciones de extracción de sedimentos sin desembalsar**, con lo que esa barrera ha quedado superada

Referencia: Mallo Frontiñán. *Consideraciones administrativas a los sedimentos depositados en balsas de agua Libre acceso y difusión a través de DEHESA, Repositorio Institucional de la Universidad de Extremadura:* <http://dehesa.unex.es/handle/10662/9199>; URL: <https://doi.org/10.17398/AERYD.2019> DOI: [10.17398/AERYD.2019](https://doi.org/10.17398/AERYD.2019)



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

CURSO DE DISEÑO, CONSTRUCCION, EXPLOTACION, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD EN BALSAS DE RIEGO. Madrid, octub. 2019

En cuanto al **destino que se les quiera dar a los sedimentos extraídos**, no cabe el criterio expiatorio muchas veces mantenido por aquellos que las limpian o limpiaban “en silencio” de que han salido del cauce del río y a él se pueden devolver. Administrativamente se prescribe o limita esa actuación con la **obligación de preservar la zona de policía de la cuenca** (100 metros de anchura medidos horizontalmente a partir del cauce) de todo tipo de vertido o descarga, salvo autorización expresa previa por parte del Organismo de cuenca.



Por otro lado, el recorrido o área de descarga de los sedimentos puede **afectar a especies o zonas que tengan algún tipo de catalogación medioambiental para su conservación**, tal como prevé la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. De ahí la conveniencia, o precaución, de comunicar a los órganos competentes de la Comunidad autónoma la actuación proyectada, con tiempo suficiente para que puedan evaluar si va a tener algún tipo de impacto en la biodiversidad de esa área y, en su caso, tomar las medidas correctoras procedentes





5. Impacto de la limpieza en la vida útil de la lámina. Actuaciones alternativas

Las características físico-químicas de las geomembranas de PEAD y su comportamiento a la degradación por el tiempo para mantener la impermeabilización superan ampliamente las que ofrecían las primigenias de PVC, o caucho butilo.

Ahora bien, ninguna de ellas está preparada para que, incluso colocada sobre una subbase, (generalmente poco refinada) y contando una tela de geotextil de fibra virgen (por ejemplo, de polipropileno no tejido y gramaje no inferior a 250 g/m²), pueda garantizarse que pueda soportar sin degradarse la tracción de ruedas motrices o el giro de maquinaria de obras públicas circulando sobre la misma; y mucho menos para arrastrar con esas ruedas motrices un par de m³ de sedimentos (entre 2.100 y 3.000 kg).

La experiencia demuestra que, tras esas operaciones, siempre hay que reparar los pinchazos y rotos que se ven, obviando aquellas áreas debilitadas.



NUMAPOL HDPE (UNE EN-13361/2-13491-13492/3-15382)							
PROPIEDADES GEOMEMBRANA <i>Geomembrane Properties</i>	UNIDAD <i>Unit</i>	METODO ENSAYO <i>Test Method</i>	VALOR <i>Value</i>				
Densidad. <i>Density</i>	g/cm ³	UNE-EN ISO 1183	≥0.940				
Contenido negro de carbono <i>Carbon black content</i>	%	UNE 53375	2-2,5				
Dispersión negro carbono. <i>Carbon black dispersion</i>	-	ISO 18553	≤3				
Indice fluidez <i>Melt index</i> 190°C a 2,16 Kg	g /10min	UNE-EN ISO 1133	≤1				
Espesor <i>Thickness (mm)</i> +/-5%	mm	EN 1849-2	0,50	1,00	1,50	2,00	2,5
Masa por ud. de superficie <i>Mass per unit area</i> +/-6%	g /m ²	EN 1849-2	474	948	1422	1896	2370
PROPIEDADES RESISTENCIA MECANICA <i>Mechanical Strength Properties</i>							
Resistencia en el límite elástico. <i>Strength at yield</i>	N/mm	UNE EN ISO 527 Tipo 5, 100mm/min	9 (8)	18 (16)	27 (24)	36 (32)	45 (40)
Alargamiento en el límite elástico. <i>Elongation at yield</i>	%		12 (8)				
Resistencia a la rotura <i>Strength at break</i>	N/mm		16 (13)	32 (26)	48 (39)	64 (52)	80 (65)
Alargamiento a la rotura <i>Elongation at break</i>	%		850 (700)				
Resistencia al desgarro <i>Tear resistance</i>	N	ISO 34	75 (68)	150 (135)	225 (203)	300 (270)	375 (337)
Resistencia al punzonado estático (C.B.R.) <i>Static puncture resistance</i>	KN	EN ISO 12236	1,4 (1,2)	3 (2,5)	4,5 (4)	5,5 (5)	7,5 (6,25)
PROPIEDADES FUNCIONALES <i>Functional Properties</i>							
Permeabilidad a los líquidos. <i>Permeability to liquids</i>	m ³ /m ² dia	EN 14150	<1.10 ⁻⁶				
Estanqueidad al gas +/-1%. <i>Permeability to gas</i>	Cc/m ² dia	ASTM D 1434	0,006				
Comportamiento a bajas temperaturas <i>Brittleness at low temperatures</i>	-	UNE-EN 495-5	Sin grietas No fissures				
Coefficiente de dilatación lineal 10 ⁻⁴ <i>Lineal enlarging coefficient</i>	1/°C	ASTM D 696	2,1				
PROPIEDADES DE DURABILIDAD <i>Durability Properties</i>							
Envejecimiento UV, variación en alargamiento <i>UV resistance, variation of elongation</i>	%	EN 12224	≤15	≤15	≤15	≤15	≤15
Envejecimiento térmico <i>Thermal aging</i>	%	EN 14575	≤15	≤15	≤15	≤15	≤15
Tiempo de inducción a la Oxidación TIO <i>Oxidation induction time OIT</i> 200°C	min	ASTM D 3895	>100	>100	>100	>100	>100
Resistencia Stress Cracking ESCR/NCTL <i>Stress cracking resistance</i>	H	UNE-EN 14576	>300	>300	>300	>300	>300



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

CURSO DE DISEÑO, CONSTRUCCION, EXPLOTACION, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD EN BALSAS DE RIEGO. Madrid, octub. 2019



En las fotos de arriba, puede verse un método de limpieza manual, que suele hacerse **anualmente y en balsas pequeñas**, al objeto de poder manejar los sedimentos, arrastrándolos a un punto desde el que se sacan del vaso, bien con chuponas o **“en silencio”** por el desagüe de fondo.

A la derecha una solución, cuando los sedimentos superan los 20-30 cm. Pero **¿Qué técnico firmará la restauración?**





6. Normativa a considerar para realizar la auto-limpieza

Es muy amplia la regulación con la que puede interaccionar una actuación de limpieza; y por ende, serle de aplicación, tanto a nivel estatal, como autonómica, y en algún caso, también local.

Una relación de la misma, e interpretación aplicada al caso de la extracción de sedimentos (no residuos) puede extraerse de la Comunicación del Letrado experto en Derecho de Aguas, Sr. Mallo Frontiñán, al XXXVII Congreso Nacional de Riegos celebrado en junio de 2019 en Don Benito, y que se puede resumir en:

- Organismo de Cuenca
- Dir. Gral. que integre Biodiversidad de la C. autónoma
- Normativa básica y autonómica de Trabajo.

Referencia: Mallo Frontiñán. Consideraciones administrativas a los sedimentos depositados en balsas de agua Libre acceso y difusión a través de DEHESA, Repositorio Institucional de la Universidad de Extremadura: <http://dehesa.unex.es/handle/10662/9199>; URL: <https://doi.org/10.17398/AERYD.2019> DOI: [10.17398/AERYD.2019](https://doi.org/10.17398/AERYD.2019)

A título de ejemplo, se adjunta una ficha de Riesgos a considerar en la limpieza de balsas elaborada por Balmar (www.balmarprevencion.com) y que puede accederse desde <https://www.limpiabalsas.com/Riesgos%20limpieza%20manual.pdf>



RIESGOS A CONSIDERAR EN LIMPIEZA MANUAL DE PEQUEÑAS BALSAS, A LA INTEMPERIE, IMPERMEABILIZADAS CON LAMINA PLASTICA

1. POR LAS CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS

- 1.1. Golpes por resbalones
1.2. Golpes contra lastres de hormigón en el fondo o taludes
1.3. Golpes con las obras de fábrica para tomas de fondo
1.4. Caídas al mismo nivel (fondo)
1.5. Caídas a distinto nivel (taludes)
1.6. Mojaduras por ropa no impermeabilizada
1.7. Ahogamiento por caídas sobre el lodo fluido, con pérdida de consciencia

2. POR LA COMPOSICION Y ESTADO DE LOS SEDIMENTOS

- 2.1. Inhalación derivados nitrogenados desprendidos al remover el lodo (amoníaco y sus derivados)
2.2. Inhalación del metano liberado, generado y almacenado entre lodos.
2.3. Contacto con oxidantes no reducidos, utilizados como anti-algas (permanganato potásico, lejías)
2.4. Intoxicación por caídas con venenos anti-algas como el sulfato de cobre.
2.5. Colmatación alveolar, por pulverulentos si se remueven los sedimentos desecados
2.6. Salpicaduras de lodos a ojos o partes descubiertas
2.7. Infección por contacto aguas insalubres (podridas).
2.8. Infección por inhalación de gases o contacto con animales y plantas en descomposición muertos tras desembalse

3. POR LA CLIMATOLOGIA Y AMBIENTE

- 3.1. Insolación.
3.2. Golpe de calor.
3.3. Quemaduras del sol en piel
3.4. Daños oculares por radiación solar y reflejo de esta sobre la superficie mojada
3.5. Enfriamientos por tener que trabajar con ropa impermeable no transpirable
3.6. Enfriamientos por bajas temperaturas, viento o lluvia.
3.7. Pérdidas de visión por partículas a los ojos arrastradas por el viento

- 3.8. Asfixia, consecuencia del efecto vela sobre la lámina limpia, que puede despegarse y sepultar a los operarios en la zona en que trabajan

4. POR LA FAUNA

- 4.1. Mordeduras de mosca negra.
4.2. Picaduras de mosquitos
4.3. Picaduras de abejas y avispas

5. POR EL USO DE MAQUINAS HERRAMIENTAS NO ELECTRICAS

- 5.1. Fatiga por el manejo de cargas
5.2. Sobreesfuerzos por posturas inadecuadas y repetitivas sobre grandes cantidades de lodos para su arrastre hasta punto de extracción
5.3. Contusiones por soportar chorro de agua a presión o golpes de mangueras desbocadas
5.4. Cortes y golpes
5.5. Abducción de miembros en bocas de bombeo o en tomas de desagüe.

6. POR EL USO DE MAQUINARIA ELECTRICA

- 6.1. Electrocuación por contactos indirectos en máquinas o en cables
6.2. Quemaduras por cortocircuitos
6.3. Ruido procedente de bombas y compresores

7. POR VEHICULOS AUTOPROPULSADOS EN EL INTERIOR

- 7.1. Golpes y cortes
7.2. Atropellos en el fondo y al bajar por los taludes
7.3. Aplastamientos por vuelco.
7.4. Aplastamiento por atrapamiento entre objetos
7.5. Derrame lubricantes, grasas y combustibles difíciles de eliminar para garantizar agua sin contaminantes

8. POR VEHICULOS AUTOPROPULSADOS EN PISTA PERIMETRAL

- 8.1. Ídem. a capítulo 7 anterior
8.2. Salidas de vía con vuelco en terraplén o talud de varios metros

PROCESO Y MEDIOS NECESARIOS

- 1. En su caso, apertura de centro de trabajo.
2. Plan de prevención y de Emergencia, donde contemple la actividad, suscrito por técnico de prevención competente.
3. Procedimientos escritos, suscritos por un técnico de prevención de riesgos laborales y aprobados por la empresa responsable de la ejecución de los trabajos.
4. Técnico coordinador de actividades, si hubiera varias subcontratas
5. Recurso preventivo presente durante todo el trabajo
6. Comunicación/permiso a la Comunidad Autónoma
7. Comunicación/permiso a Confederación Hidrográfica
8. Comunicación/permiso a propiedades / servicios afectados
9. Trabajadores con contrato en vigor para ejecutar este tipo de trabajo
10. Revisiones médicas como aptos para trabajadores
11. Personal formado y autorizado específicamente para el uso de equipos con agua a presión, manejo de maquinaria y vehículos, si fuera el caso.

(Sigue en página siguiente)

- 12. Depósito con agua limpia y aséptica para aseo de manos y cara.
13. Casetas vestuarias, con ducha de agua caliente.
14. Fichas entrega de equipamiento personal (EPI)
15. Fichas explicación procedimiento a trabajadores
16. Botiquín primeros auxilios
17. Botiquín oxigenoterapia y persona capacitada uso
18. Localización telefono emergencia
19. Localización hospital y centro atención más próximo

- 20. Botas-pantalón impermeables y suela de goma anti-deslizante.
21. Chaqueta impermeable
22. Guantes impermeables
23. Mascarilla anti polvo
24. Gafas anti polvo y anti salpicaduras
25. Sombrero o gorro lluvia, ambos con barbuquejo
26. Arnés y línea de vida para moverse por talud, y acceso al fondo
27. Cascos o taponés para los oídos, cuando se está al lado de compresores y grandes motores

INFRACCIONES ADMINISTRATIVAS Y PENALES POR QUEBRANTO DE LEGISLACION ESPECIFICA

Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social, en lo que respecta a prevención de riesgos laborales que pueden ir desde 2.046 € a 40.985 €, además de significativos recargos en las cuotas empresariales a la seguridad social.

Código Penal respecto de los delitos medioambientales, que puede conllevar pena de prisión de hasta dos años a la persona física y multa para la persona jurídica que la contrató, para algunas actuaciones contra la fauna, flora y contaminación.

Consecuencia de:

- 1. Contratos laborales o mercantiles no adecuados o ausencia de ellos.
2. Falta de cualificación profesional o formación específica del personal.
3. Falta de Plan de prevención y/o procedimientos adecuados a la actuación.
4. No coordinación de actividades
5. Equipamientos personales / colectivos no adecuados
6. Instalación o maquinaria no autorizada.
7. Vertido de lodos en acequias y desagües
8. En su caso, por no gestión de residuos y contaminación ambiental
9. En su caso, por destrucción de especies protegidas o de su hábitat

ASUNCION DEL PROPIETARIO A LOS DAÑOS QUE EL PERSONAL BAJO SU DIRECCION PUEDA REALIZAR A LAS INSTALACIONES

Los seguros de Responsabilidad Civil no suelen cubrir daños en infraestructuras propias.

Los seguros de todo riesgo propios deberán considerar expresamente daños en las infraestructuras por actuaciones propias no cotidianas, para cubrir un siniestro

Los seguros RC de contratados que realizan parte de la actividad, es difícil que se hagan cargo, o que se les obligue judicialmente, por un daño en el que han participado junto a otras y bajo la dirección / coordinación del Propietario

Los autónomos del régimen agrario no suelen tener seguros RC, y aunque lo tuvieran, difícilmente atenderían un daño producido en estas condiciones.

Es comprometida, de cara a riesgos laborales, la utilización de personal a través de una ETT para trabajos de tan elevada penosidad. En cuanto a los daños que pudieran producir en la ejecución, no hay seguro que los cubra.

Consecuencia de:

- 1. Por pinchazos y rasgadas en lámina impermeable
2. Por despegue de las uniones soldadas, consecuencia de chorros de agua o empuje de cepillos
3. Por rotura de los encuentros de la lámina impermeable con obras de fábrica
4. Por levantamiento de lámina por viento (efecto vela)
5. Por taponamiento de conductos de desagüe.
6. Por introducción de elementos rígidos por el desagüe
7. Por rotura de la maquinaria alquilada o mala utilización de la misma



Dossier elaborado con la Asistencia Profesional de Balmar Servicio de Prevención. www.balmarprevencion.com Edición diciembre de 2017



7. Métodos de limpieza en Mercado, para ejecución a contrata

a. Extracción por vía seca.

Para balsas pequeñas, de un único propietario, y que pueden estar **vacías varios meses**, la extracción de sedimentos suele realizarse por vía seca, utilizando manualmente rastrillos, escobones y palas. Finalmente, se suelen lavar con lanzas de agua a alta presión. También para balsas en las que la elevada **cota de sedimento impide su extracción por otros métodos**

El riesgo de **dañar la lámina** por los tacones de las botas al andar y de las palas al cargar es elevado, aun suponiendo que la operativa de extracción de las sacas, o contenedores, con los sedimentos se haga con una auto grúa y que ningún vehículo autopropulsado pise la lámina impermeable.

Existe amplia **oferta en el Mercado local** para la prestación de este tipo de servicios de extracción de sedimentos con la balsa seca.



b.Extracción por vía húmeda.

En la extracción por vía húmeda, esto es desembalsando y retirando los sedimentos en dispersión mecánica, el riesgo disminuye con respecto a la vía seca, siempre que no se introduzcan elementos de tracción mecánica (mini cargadoras, tractores, etc.) para empujarlos hasta el punto de succión o evacuación.



La utilización de elementos con ruedas motrices conlleva un rápido y prematuro envejecimiento de las láminas, pues ninguna subbase está perfectamente refinada para mover, arrastrando o cargado, el sedimento. Téngase en cuenta que cada m³ pesa entre 1.100 a 1.600 kg, dependiendo de los áridos gruesos que lo compongan, y que las dos ruedas motrices lo van a trasladar, en una buena medida, a





esfuerzos tangenciales sobre la lámina, lo cual va a producir importantes tensiones puntuales con los áridos que sobresalgan de la subbase. Este sobreesfuerzo se multiplica en los cambios de dirección con el volante; y hay que tener en cuenta que los puntos de concentración en el vaso para la extracción suelen ser uno, o un par a lo máximo, para toda la balsa; lo que implica que, por las zonas próximas a la evacuación, los viajes con carga pueden ser cientos para una sola extracción periódica, y quede literalmente machacada una amplísima superficie de la lámina del fondo.

Las consecuencias de estas actuaciones sobre la lámina son algunos pinchazos que, para visualizarlos, requieren lavar la lámina con lanzas de agua a media-alta presión. Otro riesgo más, si no se sigue el sentido favorable de las soldaduras, pues la presión ejercida por el agua puede abrir una soldadura cuando se coge a contrapelo. Y si al construir la balsa no se pensó en realizar todas las soldaduras en un mismo sentido de solape para que no se dañen con esta acción de empuje a la zona más profunda, está asegurado que algún tramo se lavará a contrapelo.



El problema causado, no se ha hecho patente solo con los pinchazos citados y se ha solucionado con el parcheo; sino que habrá otros muchos puntos que se habrán tensionado, sin llegar a rasgarse, desaparecerá aceleradamente el negro de humo de esa área de la lámina, se oxidará y, recuérdese, que el guijarro sigue debajo, el agua se mueve y la lámina también; por lo que se perforará en cualquier momento posterior, mucho antes de alcanzar la vida útil que previó el fabricante.

Tampoco es solución cambiar la lámina del fondo de la balsa y mantener las de los taludes, pues por muy bien que se hagan los pliegues de dilatación y la soldadura, siempre van a quedar tensiones, que terminarán produciendo fisuras en la lámina primigenia junto al encuentro soldado.

En el Mercado nacional existe suficiente oferta para realizar la extracción por vía húmeda, si bien queda limitada por su propia concepción a balsas pequeñas y medianas ($< 1 \text{ H}^{\text{a}}$ de superficie impermeabilizada), y con espesor de sedimentos inferior a los 30 cm.

c. Extracción sin desembalsar.

Se utiliza **robots submarinos**, algunos de ellos con tracción motriz directa sobre la lámina, otros traccionan sobre cadenas de goma, y los de mayor potencia llevan ruedas locas, traccionándolos desde la pista perimetral.

Se caracterizan por **succionar el sedimento disperso en agua**, pero sin arrastrarlo por el fondo, con lo que las acciones verticales sobre la lámina son mínimas (en todos los casos menor que el esfuerzo transmitido por el tacón de una bota); y los esfuerzos tangenciales, admisibles en el caso de tracción directa con un buen operador; y nulos, cuando el avance es a través de una oruga o con ruedas locas.



Suelen contar con **circuito cerrado de televisión** (CCTV), aunque la visión es limitada en aguas con partículas en suspensión o elevado contenido en

algas y fitoplancton, por lo que puede darse el caso de que en algún momento arrastren algún elemento solido (bordillo, piedra grande, perfil metálico) que se encuentre en el fondo, y al que nunca debiera haber llegado.

En el **Mercado nacional** existieron en la última década varias empresas que ofrecían este tipo de servicios. Hoy solo se ha encontrado una que lo siga ofreciendo. Parece ser que para balsas grandes ($>1H^a$) ha logrado una alta eficiencia que repercute en unos precios unitarios algo más económicos que los que se obtienen para la vía húmeda.



Referencia: Bastante Ceca y Guillen Torres. *Extracción periódica de los sedimentos depositados en balsas de agua bruta Libre acceso y difusión a través de DEHESA, Repositorio Institucional de la Universidad de Extremadura:* <http://dehesa.unex.es/handle/10662/9199>; URL: <https://doi.org/10.17398/AERYD.2019> DOI: [10.17398/AERYD.2019](https://doi.org/10.17398/AERYD.2019)

d. Parámetros a considerar para seleccionar el método de limpieza

1. Riesgo físico para las personas.
2. Interferencias a la operativa de explotación (infraestructura sin servicio).
3. Limpieza (lavado de lámina) o solo extracción de plantas y sedimentos.
4. Tamaño, morfología de la balsa, y elementos en fondo
5. Espesor de sedimentos y presencia, o no, de plantas acuáticas
6. Agresión mecánica para la lámina.
7. Riesgo congelación (en PVC), de perforación por pedrisco, efecto vela.
8. Sometimiento a presiones ascendentes a la lámina (nivel freático)
9. Despilfarro de agua.
10. Obturación de conductos toma y desagüe.
11. Sostenibilidad de la biodiversidad faunística existente.
12. Mantenimiento biodiversidad acequias de desagüe.
13. Trazabilidad de la actuación proyectada.
14. Historial de daños producidos en actuaciones anteriores del método.
15. Seguros y Garantías ciertas (monetarias) ante eventuales daños
16. Precio completo de la actuación y por todos los conceptos



Oferta del Mercado Ibérico, a marzo 2019, para la extracción de sedimentos

M ² Superficie	Espesor (cm)	Método	Oferta	€/m ³ estándar	Observaciones
irrelevante	irrelevante	Seco	Numerosa	18 a 62	No recomendable
< 500 m ²	< 20	Húmedo	Amplia	31	Sin plantas acuáticas
500 a 2.000	< 20-30	Húmedo	Suficiente	26	Sin plantas acuáticas
2.000 a 6.000	< 20-30	Húmedo	Escasa	21	Sin plantas acuáticas
	< 20-40	Sin desembalsar	Única	20 a 26	+ plantas acuáticas
6.000 a 10.000	< 20-30	húmedo	Mínima	16	Sin plantas acuáticas
	< 20-50	Sin desembalsar	Única	14 a 23	+ plantas acuáticas
> 10.000 m ²	< 20-30	Sin desembalsar	Única	11	+ plantas acuáticas
> 10.000 m ²	50 a 275	Sin desembalsar	Única	15 a 29	Min. 3 m cota agua



8. Periodicidad de la limpieza

Es una **obligación y un derecho (no potestativo)** mantener la infraestructura operativa y también la calidad del agua embalsada concesionada. Ello implica retirar los sedimentos de forma periódica.

La periodicidad es un **parámetro propio e intrínseco para cada infraestructura**, sin perjuicio de lo que los gestores de la misma quieran **imponer por criterios no técnicos**, y siempre que se quiera mantener la lámina durante toda la vida útil que puede alcanzar en condiciones normales (> 50 años).

En general, el **precio final unitario de extracción** de los sedimentos por contrata, suele ofrecer un mínimo entre los 15 y 20 cm de espesor, llegando a duplicar ese unitario cuando el espesor supera los 60 cm. y a triplicarlo cuando pasa de los 120 cm, añadiéndose la restricción de que la oferta de Mercado, con empresas capaces de realizar el servicio con garantía, disminuye a medida que sube el espesor.

Se conocen balsas que se limpian cada año, y otras cada 6, la **periodicidad más extendida** para balsas concesionadas con agua de río, suele estar entre 3 y 5 años.



9. Impacto del diseño y explotación de la infraestructura en el encarecimiento del coste de limpieza

9.1. Morfología y pista de servicio

- Formas alejadas del rectángulo
- Bajas pendientes de talud interior
- Bermas interiores
- Fondo con pendientes elevadas, contrapendientes, o no uniformes
- Subbase poco compactada, zahorra de cantera machacada, o no refinada
- Elementos hormigonados no móviles en el encuentro vaso-pista perimetral
- Pista de servicio menor de 5 m ancha y radios interiores inferiores a 25 m
- Vallado perimetral inadecuado que permite la entrada de capitanas (Salsola kali) y/o pequeños mamíferos.



9.2. Elementos en interior del vaso

- Toma de salida no lateral
- Toma de salida flotante
- Riostras radiales
- Elementos de control sobre fondo





- Bordillos, muertos, lastres o aceras, en el interior vaso
- Drenajes poco segmentados o con salidas a pie de arqueta.
- Pliegues de lámina excesivos y/o distribuidos de forma no homogénea
- Soldaduras de lámina alejadas de los bordes

9.3. Ausencia elementos para minorar arrastre con agua de entrada

- Rejas y filtros mecánicos
- Desarenadores
- Decantadores cuando es irremisible captar aguas turbias



9.4. Presencia de vegetación.

- Plantas filamentosas
- Plantas plurianuales leñosas



9.5. Presencia de bivalvos.

- Almeja asiática, náyades
- Mejillón cebra (en obras de fábrica y elementos metálicos)

Jesús Guillén Torres

Tel 614 414 184

jguitor@unizar.es

D. Jesús Guillén (Sariñena 1961), es Ingeniero Agrónomo por la Universidad Politécnica de Valencia, Dr. Ingeniero agrónomo por la Universidad Politécnica de Madrid, Director de Proyectos Nivel B por el modelo 4-L-C de Certificación en Dirección de Proyectos de la International Project Management Association (IPMA), e Ingeniero Profesional Experto certificado por la Asociación de la Ingeniería Profesional Española (AIPE).

Profesor titular de la Universidad de Zaragoza impartiendo docencia en la asignatura de Proyectos, a grados y masters de ingeniería agrónoma, desde su creación. Vicepresidente y Tesorero de la Asociación Española de Dirección e Ingeniería de Proyectos, Certificado Nivel B como Director de Proyectos del sistema 4LC de IPMA.

De origen agricultor, desempeñó durante 20 años el cargo de presidente de la Comunidad de Regantes de Lasesa, etapa en la que se pusieron en riego por aspersión 9.800 Hectáreas en los Monegros de Huesca, que convirtieron un desierto a unas tierras que aseguran dos cosechas anuales. En esa etapa también promovió y construyó 13 MW de energías renovables, que aportan una importante renta anual para la Comunidad, así como la modernización de toda la red hidráulica, con varias balsas de regulación y un embalse de 9,8 hectómetros cúbicos.

Actualmente combina su actividad pública, como profesor titular universitario, con la actividad empresarial privada, formando parte de los órganos de administración de varias empresas que operan en el sector medioambiental.