

## LOS EMBALSES. GESTIÓN Y CUIDADOS. SU SEGURIDAD DURANTE LA EXPLOTACIÓN

**ABENZA GUILLAMÓN, Francisco**

*Ing. Téc. Agrícola*

*CELESUR, Sistemas de Impermeabilización, S.L.U.*

*E – 03300 ORIHUELA – Alicante*

*Tel. + 34 966 740 344; +34 966 744 654*

*Fax + 34 966 740 376*

*Correo – e: [celesur@celesur.com](mailto:celesur@celesur.com)*

*Pag. web: [www.celesur.com](http://www.celesur.com)*

### 1.- LA GESTIÓN DE UN EMBALSE

#### 1.1.- INTRODUCCION

La tenencia de una balsa para el almacenamiento de agua lleva aparejadas una serie de obligaciones operaciones y responsabilidades que nos permitirán disfrutar la obra en las mejores condiciones y estar a salvo de las responsabilidades civiles derivadas de un siniestro y de los perjuicios directos que se ocasionan al tener que prescindir de unas instalaciones necesarias durante el periodo que se precise para la reparación de la obra.

Las responsabilidades civiles suelen estar compartidas, al menos inicialmente por el promotor público o privado, el proyectista y director de la obra y el constructor, afectando en ocasiones también a los organismos públicos que hubiesen tenido responsabilidad en la autorización o vigilancia de las obras. Compete por tanto a todas las partes involucradas el generar o mejorar los sistemas existentes de verificación, mantenimiento y aseguramiento de las obras.

A través de los años se han venido ejecutando obras en las que por diversas razones las únicas partes involucradas han sido el constructor y el promotor ya que se han ejecutado sin la redacción previa de los proyectos constructivos y además no se han pedido las correspondientes autorizaciones administrativas para la ejecución y/o explotación. A pesar de ello es posible que los organismos a los que hubiese sido necesario pedir autorización se vean involucrados en caso de siniestro si no han ejercido su labor de policía en tales materias.

Es por ello, por lo que entre todas las partes involucradas deberemos encontrar una salida para:

- 1º Tener conocimiento de las obras en esa situación legal.
- 2º Realizar los estudios necesarios para conocer el estado de las obras.
- 3º Adecuarlas cuando sea a las condiciones de seguridad requeridas.

- 4º Dotarlas de los seguros correspondientes.
- 5º Establecer los programas de mantenimiento y control adecuados.
- 6º En función de los informes de control realizados, fijar los periodos máximos de vida útil de la obra y/o el momento de sustitución de alguno de sus componentes.

Es por todo ello por lo que para las obras en la situación legal que hemos comentado uno de los trabajos de mantenimiento deberá ser la adaptación a la mencionada normativa.

DEBEMOS DE TENER EN CUENTA QUE EL SECTOR AGRICOLA NO ESTA PREPARADO PARA SOPORTAR EN OCASIONES EL COSTO DE TALES TRABAJOS Y PODRIA SER UN ASUNTO A CONTEMPLAR EN EL QUE SE ESTABLECIERA ALGUN TIPO DE AYUDAS PARA INCENTIVAR TALES ACCIONES Y PARA MANTENER LA VIABILIDAD DE ALGUNAS EXPLOTACIONES.

## 1.2.- ANTECEDENTES

Una balsa es una estructura compuesta por un vaso que se construye normalmente con la excavación sobre el terreno que ocupará en desmonte terraplén, o más comúnmente equilibrando ambos. Sobre el se aplican diversos geosintéticos para dotarles de sistema de drenaje, control o estanqueidad o son ejecutados sobre o con materiales suficientemente impermeables.



Fig. IV.1 Embalse en terreno agrícola

En otro grupo están, pero no vamos a tratar de ellos en esta comunicación, las obras ejecutadas en hormigón con o sin armaduras, obra de fábrica, módulos prefabricados de hormigón armado y distintos tipos de placas de acero o plásticas.

Cualquier balsa dispone de sistemas de alimentación explotación y rebosadero. En torno a casi todas se suele construir un sistema de cerramiento que impide el paso a cualquier extraño a la explotación.

Hemos hecho esta introducción porque queremos hablar de las condiciones de control y mantenimiento de cada una de las partes de la obra.

**Hacemos una propuesta exigente que como es lógico, no se pueden aplicar a cualquier obra, ya que deberá ser la clasificación de cada obra la que determine el alcance de los controles a realizar.**

## **2.- SOBRE LOS VASOS Y TERRENOS ADYACENTES**

Una balsa para cuya construcción se haya redactado un proyecto en condiciones contará con un estudio geotécnico que habrá permitido hacer un cálculo adecuado de las características de los diques teniendo en cuenta la resistencia del terreno y la naturaleza de los materiales para la construcción de los diques. El estudio aportará una información del entorno que nos informará de la existencia de acuíferos, fallos o formaciones geológicas que por sus naturalezas químicas o físicas puedan ser de interés.

Se dispondrá también de los levantamientos topográficos, que habrán permitido calcular adecuadamente los movimientos de tierra óptimos y las cotas de los elementos mas sensibles de la instalación como son las conducciones y aliviaderos.

Los trabajos de mantenimiento y control en esta unidad de la obra (el vaso) consistirán en crear hitos conocidos geo referenciados, que nos permitirán determinar periódicamente, si en la obra se han producido cambios en las cotas o alineaciones que nos avisen:

- de movimientos diferenciales;
  - o asentamientos en la base de apoyo;
- causados:
- por exceso de carga,
  - por el cambio en los porcentajes de humedad,
  - o por la rotura de estructuras geológicas en el subsuelo.

La observación de los acuíferos, de la que se deberá generar una base de datos de caudales y composición química, nos permitirá conocer si se han incorporado caudales procedentes de la balsa.

Si en los entornos de la obra existen formaciones cársticas yesíferas (Si estos se detectaron antes de hacer la obra debería haberse buscado otra ubicación), la atención a los caudales observados deberán ser extremados ya que posiblemente degenerarán en sifonamientos en las zonas de mayor carga.

Si en los drenajes de la obra aparece agua con conductividades altas y grandes contenidos en sulfatos se deberán adoptar medidas correctoras encaminadas a evitar la entrada del agua al interior del terreno ocupado por la misma, con sondeos fuera de ella y la instalación de bombas de achique en dichos pozos.

Es importantísimo, que en el cálculo de estabilidad de los taludes se haya tenido en cuenta el diferente comportamiento de estos, si trabajan en seco o en húmedo y valorar, si se ha producido un cambio en las condiciones de trabajo y si se deben modificar las características de los mismos.

Las obras bien ejecutadas contarán con unos caminos de coronación convenientemente tratados para evitar la desecación del núcleo, sobre todo si están

construidos con materiales plásticos y si no se han adoptados las medidas adecuadas en la construcción, anualmente se deberá vigilar el estado de hidratación de los muros y corregir las grietas producidas por la retracción de los materiales.

En los caminos que discurran en zonas de desmonte se deberán haber realizado las cunetas para el drenaje superficial, que se mantendrán limpias, y los drenajes profundos que eviten la incorporación a los taludes del agua.

Se deberá vigilar además el estado de la capa de rodadura de los caminos de coronación evitando la formación de baches y blandones y la acumulación en zonas puntuales de los desagües superficiales del camino.

Si la fijación de las láminas se ha hecho en zanja perimetral se deberá vigilar que esta no está recogiendo todas las aguas del camino y si es así se deberá dotarlas de un sistema de drenaje y desagüe.

Todas las obras construidas en desmonte y terraplén habrán recibido un tratamiento superficial de recuperación paisajística y de lucha contra la erosión. Si se ha hecho con una mezcla adecuada de herbáceas y arbustos autóctonos el mantenimiento será mínimo y encaminado al control de la expansión de estas, sobre el ariete de coronación. (Téngase en cuenta, que un incendio de dicha flora, extendida sobre el camino, podría afectar a la impermeabilización, que es combustible a partir de cierto grado de calor.)

Si el tratamiento se ha hecho con especies más exóticas se deberá hacer la reposición en las áreas afectadas por frío sequía incendio etc.

Deberán corregirse y mantenerse los desvíos de aguas construidos en el entorno de la obra y los recalces de los cerramientos perimetrales.

Deberán rellenarse o completarse los rellenos en torno a obras de fábrica (arquetas, casetas de control, pórticos, etc.)

Se hará un estudio exhaustivo de cualquier movimiento de tierra a realizar o hecho en el entorno de la obra, para la puesta en explotación de los terrenos circundantes.

Finalmente se vigilará el estado de los cauces a través de los cuales se deberían producir los desagües de emergencia.

### **3.- SOBRE LOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN**

Una balsa debería contar con al menos cuatro zonas (orientadas con los cuatro puntos cardinales) para la instalación de un probetario, que nos permita la extracción de muestras, para la verificación del estado de envejecimiento de las láminas.



Fig. IV.2 Impermeabilización de balsa

Los parámetros a comprobar serán los recogidos en la ficha técnica de origen y los que se hubiesen incorporado a la caracterización del producto con posterioridad a su instalación.

Para hacernos una idea del estado de las láminas tendríamos que hacerles ensayos de su resistencia a la tracción, y del alargamiento a rotura, ya son estos parámetros, los que con más rapidez podremos conocer y que nos dan una idea del estado de la lámina.

A partir de los datos que se obtengan se podrán ejercer las medidas correctoras oportunas.

Una obra ejecutada con un control de calidad adecuado habrá incluido una localización exacta de todos los módulos extraídos de cada rollo o en su defecto de cada lote de fabricación.

Cuando se detecte un envejecimiento en la lámina, por las analíticas realizadas o por la observación de tensiones no justificadas por asentamientos del terreno, la toma de muestras para su análisis se hará sobre los materiales de las zonas anormalmente tensionadas o agrietadas. ¿Se determina, si el envejecimiento se limita a una zona o es extensivo a la totalidad de las láminas? Conociendo los resultados del, o de los análisis de las propiedades mecánicas de la geomembrana, se adoptan las decisiones oportunas de sustitución total o parcial de la misma.

Cuando la contracción de la lámina no ha comprometido su resistencia a la tracción o al impacto ni al punzonamiento, se podrá colocar fuelles que alargarán la vida de la impermeabilización, si es que la lámina mantiene una mínima capacidad para soldarse.

Sería conveniente, si las instalaciones del promotor lo permiten, mantener una cierta cantidad de lámina y cordón de extrusora en la obra para la colocación de parches en caso de rotura.

La tendencia en la aplicación de geomembranas va en el sentido de aumentar los espesores, ya que se mantienen los precios de estos productos y las reposiciones cuando haya que hacerlas solo suponen, si se han ejecutado correctamente las otras unidades, una parte de la inversión inicial.

Ya existen obras en las que, al hacer la impermeabilización inicial se deja bajo la lámina una banda del mismo material pero de mayor espesor, para no tener que demoler las obras de anclaje cortavientos etc., cuando se tenga que reponer la membrana.

También se suele colocar un doble o triple paño bajo las obras de aliviadero, entrada de agua y en general obras de hormigón.

Un embalse impermeabilizado con membranas plásticas o elastoméricas, de las empleadas normalmente es vulnerable a los ataques de “animales de todo tipo” es por todo ello obligado incluir un programa de inspección visual frecuente y casi continuado, en los periodos en los que se hacen aportaciones masivas.

#### **4.- SOBRE LOS SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN Y RECARGA**

Los sistemas de explotación en la mayoría de las balsas suelen discurrir bajo algunos de los muros y desembocar en una arqueta de control y alojamiento de balsas.

Las partes de de la obra de mas difícil observación suelen ser las piezas especiales de fijación de la lámina y la propia tubería.

Las piezas especiales deben de construirse con aceros especiales o especialmente tratados y deben de permitir la colocación de cierres de emergencia con el empleo de especialista en trabajos subacuaticos.

En cualquier balsa de una cierta entidad se debería de contar con una referencia exacta de las piezas especiales. Si es posible con un sistema de guía y además entre los repuestos de la instalación con bridas ciegas con sistema de alimentación y alivio, que nos permitan cerrar interiormente la salida, con seguridad y restaurar el servicio en condiciones de seguridad.

Los trabajos de mantenimiento y control deberán incluir la inspección visual periódica a embalse vacío, de los sistemas de fijación, que permita la sustitución de cualquier elemento dañado.

##### **4.1.- VIGILANCIA DE LOS CONDUCTOS**

Las válvulas para el cierre exterior deberán ser sustituidas tras el paso del tiempo de vida útil recomendado y garantizado por el fabricante.

Las tuberías cuando no son visitables, se suelen alojar en el interior de alguna estructura de hormigón, que permite la evacuación del agua, si hay un fallo de estanqueidad de la tubería principal. Facilita además la verificación de que no se está produciendo perdida alguna y permite la sustitución de esta, si se producen deterioros, sin necesidad de abrir de nuevo el muro.

El mantenimiento y control del sistema deberá incluir la verificación periódica del sistema de conductos, con la creación además de un registro de tales verificaciones.

##### **4.2.- VIGILANCIA DE LOS SISTEMAS DE RECARGA Y ALIVIO**

Para los sistemas de recarga y alivio, si se han construido a través de tuberías es de aplicación lo dicho hasta ahora para el resto de conducciones.

En los casos en que las recargas y rebosaderos se hacen a través de canales abiertos, es necesario que el mantenimiento y control se haga sobre los tratamientos impermeables, que se hacen sobre los canales ya que al menos los canales de los aliviaderos casi nunca se utilizan y cuando se hace a veces nos encontramos con que estos están fisurados y parte del agua corre hasta el pie del talud, sobre el propio talud originando descalces de las obras de fabrica o hormigón llegando estas a romper.

Ni que decir, que es preciso verificar que están abiertos los aliviaderos, si es que hay algún sistema que permita variar su altura.

En las entradas que comúnmente, si los caudales de llenado son bajos, se hacen con un sobrepaño, hay que verificar que estos están correctamente fijados, y que, si se han soltado no han dañado la impermeabilización principal.

Cuando las entradas cuentan con desarenadores o rejillas de desbaste habrá que verificar el estado y limpieza de estos.

Si los aliviaderos y los desagües de emergencia vierten a cauces abiertos habrá que verificar el estado de estos.

En caso de algunas membranas (pe. de PVC) es necesario tener un control sobre roedores.

## **5.-SOBRE LOS CERRAMIENTOS DE SEGURIDAD Y OBRAS COMPLEMENTARIAS**

### **5.1.- EXPERIENCIAS CON CERRAMIENTOS**

El cerramiento de una balsa debe garantizarnos que el recinto es difícilmente violable. Poco tenemos que decir al respecto salvo que es necesario verificar la base del cerramiento (Todos los cerramientos deberían contar con un suncho de hormigón en la base que impida el acceso entre la malla y el suelo.



Fig. IV. 3 Cerramiento de balsa

No queremos sin embargo dejar en el tintero, un par de causas que muy comúnmente generan problemas estacionales en ciertas zonas.

En la comarca del valle del Vinalopó, en Alicante en la que el cultivo mayoritario es la uva de mesa, embolsada, en otoño, coincidiendo con la recolección es frecuente, que la gran cantidad de pámpano y de bolsas de papel, que suelen volarse, se acumulan en ciertas zonas de los cerramientos.

Hay casos en que la causas son atribuidas a un defecto en el anclaje de los postes, pero lo cierto es, que conocemos casos en que estos no de han volcado, sino que han sido doblados e incluso degollados.

Situaciones similares hemos encontrado en Castilla la Mancha coincidiendo con la recolección del maíz y en algunas zonas de Andalucía coincidiendo con la retirada de los plásticos de acolchado.

## **5.2.- OBRAS COMPLEMENTARIAS, LAS CAUSAS MÁS FRECUENTES DE PROBLEMAS**

Dentro de las obras complementarias, las causas más frecuentes de problemas suelen estar relacionadas con el mantenimiento de bombas de achique de los sistemas de drenaje, y con los asentamientos diferenciales de las obras de alojamiento de válvulas.

Es importantísimo adoptar las decisiones técnicas adecuadas para la construcción de estas obras de fábrica.

En la mayoría de las obras el colector de drenaje y todas las demás tuberías de explotación, desagüe e incluso de llenado atraviesan el muro por la misma zona y constituyen pesadas estructuras, que cargan el terreno a veces por encima de lo deseable.

Hay además ocasiones en que se producen salidas de agua en cantidades casi imperceptibles a través de la discontinuidad hormigón y suelo, a pesar de ser a través del colector, por donde sale el agua. Estas humedades a veces alteran las condiciones del subsuelo y de ello se ve afectada su resistencia ocasionándose a veces leves y otras no tan leves movimientos de la estructura, que alberga las válvulas.

Es conveniente en las inspecciones periódicas verificar el estado de los carretes pasamuros y las solicitaciones que están soportando las uniones, preferiblemente elásticas que se habrán instalado.

Parece casi una tontería comentar, que hay que hacer la reposición y el mantenimiento de los elementos de cierre de estas instalaciones, pero si nos diéramos una vuelta por muchas balsas importantes, que están en explotación, nos daríamos cuenta de la cantidad de arquetas de válvulas que no tienen ni un candado para cierre.

## **6.- SISTEMAS DE SEGURIDAD Y VERIFICACION**

Es preceptivo que cualquier balsa cuente con salvavidas en el interior de la obra que permitan a cualquier persona, que de manera fortuita caiga en el interior. El salvavidas debería de ir sujeto a una cuerda anclada en coronación, ya que si no es de esta manera, una persona sola difícilmente podrá salir de la balsa y además en determinada época. perecerá no por ahogamiento sino por hipotermia.



Las visitas de mantenimiento incluirán la revisión de estos elementos y la existencia de los carteles que avisen del riesgo de entrar en la obra y la prohibición de bañarse.

Si el cerramiento de seguridad no es suficientemente bueno deberemos preparar un buen presupuesto para cuerdas y salvavidas, porque suelen desaparecer frecuentemente.

Finalmente con respecto a este tema deberemos **avisar a todos los operarios de la explotación, por escrito del riesgo de entrar a la balsa solo, o si se va acompañado, sin los elementos de salvamento adecuados, e informarles también por escrito de la prohibición de bañarse. Si una obra se hace para poder utilizarse para baño deberá contar con los elementos de seguridad adecuados a ese menester!**

#### **6.1.- DETECTORES DE FLUJO**

Existen obras en las que se están instalando sistemas de seguridad que avisarán si existen fugas en el sistema de estanqueidad, detectores de flujo, que avisan que en conducciones normalmente secas empieza a circular agua, cuantificando la cantidad y el sector del que proviene y son capaces de transmitir la información a distancia. El mantenimiento de estas instalaciones o elementos de seguridad deberá atenerse a lo previsto por el suministrador de los equipos.

#### **6.2.- DETECTORES DE MOVIMIENTO**

Hay además equipos que nos detectarán movimiento en el interior del recinto y pueden disponerse de cámaras de vigilancia que transmitirán la imagen de forma remota. Estos sistemas se están imponiendo por la frecuencia con la que se están dando incidencias de animales que entran a la obra o intrusos. También para estos equipos será necesario hacer el mantenimiento previsto por el fabricante.

#### **7.-COBERTURAS DE SEGUROS**

Es preciso que se revise periódicamente el sistema de coberturas de seguro contratadas y la adecuación de estas a la legislación vigente.

#### **RESUMEN.**

*El propietario de una balsa incurre en una serie de responsabilidades por el mero hecho de su tenencia.*

*Los siniestros pueden evitarse con la construcción de obras correctamente diseñadas.*

*Todos los equipos e instalaciones requieren de un control y mantenimiento.*

*Hay que hacer un protocolo de revisión y de mantenimiento y llevarlo a rajatabla.*

*Hay que generar los registros de que dichos trabajos se han hecho.*

*Es necesario contar con coberturas de seguro adecuadas.*

*Si a pesar de todo el siniestro se produce, hay que demostrar que a veces aún haciendo las cosas de la mejor forma conocida, es inevitable una desgracia pero que esta si se produce no se ha debido a que le hemos sido negligentes con respecto a nuestras obligaciones.*