

An aerial photograph of a large, dark blue reservoir situated in a dry, mountainous landscape. The reservoir is surrounded by rugged, brownish hills and valleys. The sky is clear and blue. The text is overlaid on the top half of the image.

Jornada Técnica
***GESTIÓN EN GRANDES INFRAESTRUCTURAS
PARA EL RIEGO***

**Francisco Zapata Raboso. Jefe de la Sección de Estrategia y Planificación Hidráulica.
Dirección General del Agua. Consellería de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y
Desarrollo Rural. Generalitat Valenciana.**



INDICE

I.- INTRODUCCIÓN

- 1.- Consideraciones previas
- 2.- Evolución técnica
- 3.- Situación actual: las balsas en el regadío

II.- CAUSAS DE SU PROLIFERACIÓN

- 1.- Causas internas: por sus propias características
- 2.- Causas externas: el desarrollo tecnológico

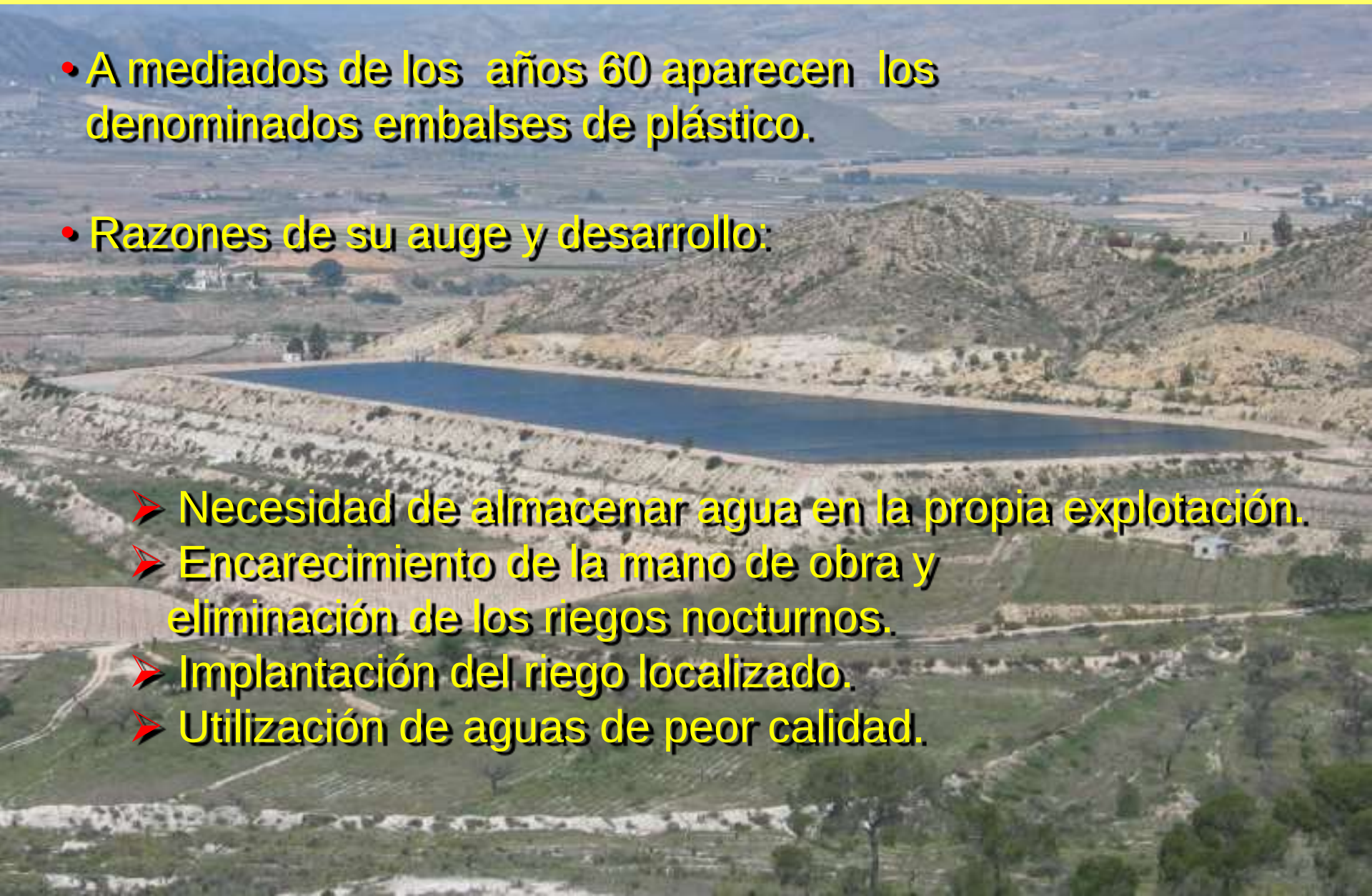
III.- SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN

IV.- PLANTEAMIENTO DE LA GESTIÓN

- 1.- La situación administrativa
- 2.- Los aspectos técnicos: explotación normal y de emergencia
- 3.- La rehabilitación de balsas

I.- INTRODUCCIÓN.

1.- CONSIDERACIONES PREVIAS: ORIGEN DE LAS BALSAS .

- A mediados de los años 60 aparecen los denominados embalses de plástico.
 - Razones de su auge y desarrollo:
 - Necesidad de almacenar agua en la propia explotación.
 - Encarecimiento de la mano de obra y eliminación de los riegos nocturnos.
 - Implantación del riego localizado.
 - Utilización de aguas de peor calidad.
- 

I.-INTRODUCCIÓN:

1.- CONSIDERACIONES PREVIAS: MARCO GENERAL

MARCO GENERAL:

Las balsas de tierra, para riego, están muy condicionadas en su origen y evolución, por el sector económico al que pertenecen:
EL SECTOR AGRARIO.



I.- INTRODUCCIÓN

1.- CONSIDERACIONES PREVIAS: PRESAS Y BALSAS

	PRESAS DE TIERRA	BALSAS
CAUDALES RECIBIDOS	Muy variables	Regulados y controlados
IMPERMEABILIZACIÓN DEL VASO	Sólo presa y cimiento	Se extiende por todo el vaso
MATERIALES DE LOS TERRAPLENES	Seleccionados y colocados cada uno en diferentes zonas del terraplén	Sin seleccionar y procedentes directamente de la excavación del vaso

I.- INTRODUCCIÓN

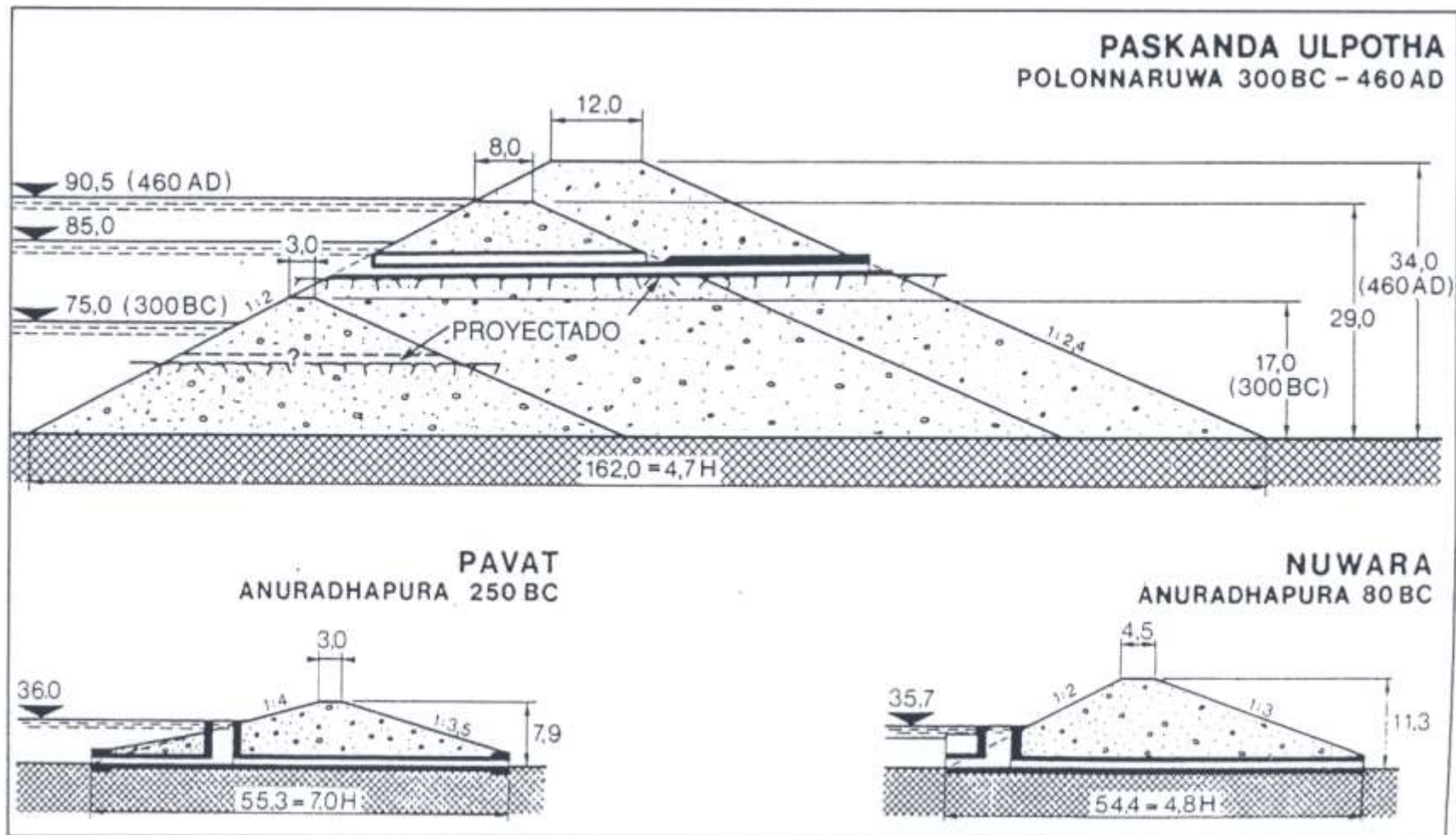
2.- EVOLUCIÓN TÉCNICA: (I) LOS REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

1.- EL REQUERIMIENTO ESTRUCTURAL

2.- EL REQUERIMIENTO DE IMPERMEABILIZACIÓN

3.- EL REQUERIMIENTO DE LA EXPLOTACIÓN





Secciones transversales de tres presas antiguas de Sri-Lanka

1.- INTRODUCCIÓN

2.- EVOLUCIÓN TÉCNICA: CAUSAS DE SU APARICIÓN (I)



**CAUSAS QUE PERMITIERON LA APARICIÓN DE LAS BALSAS DE TIERRA
(desde el punto de vista tecnológico)**

- Aparición a mediados de los años 50 de las láminas de polímeros plásticos, estables frente a la radiación solar.
- Aparición masivamente de la mecanización agraria.

2.- EVOLUCIÓN TÉCNICA (II)

El desarrollo tecnológico que permitió a partir de mediados de los años 50 del siglo XX la fabricación de láminas plásticas impermeables y suficientemente estables, para soportar durante años la exposición a la radiación solar y a los diversos agentes atmosféricos, fue la solución técnica que resolvía el requerimiento de impermeabilización que históricamente necesitaban las balsas. Así mismo, y para aprovechar estos nuevos materiales plásticos, se planteó para el requerimiento estructural la construcción de diques de tierra, formando la balsa a partir de un vaso en parte excavado y en parte limitado por los diques, construidos con la propia tierra procedente de la excavación del vaso. La sencillez constructiva y el bajo coste económico que suponía, explican la enorme proliferación de este tipo de obras.



I.- INTRODUCCIÓN

2.- EVOLUCIÓN TÉCNICA (III).

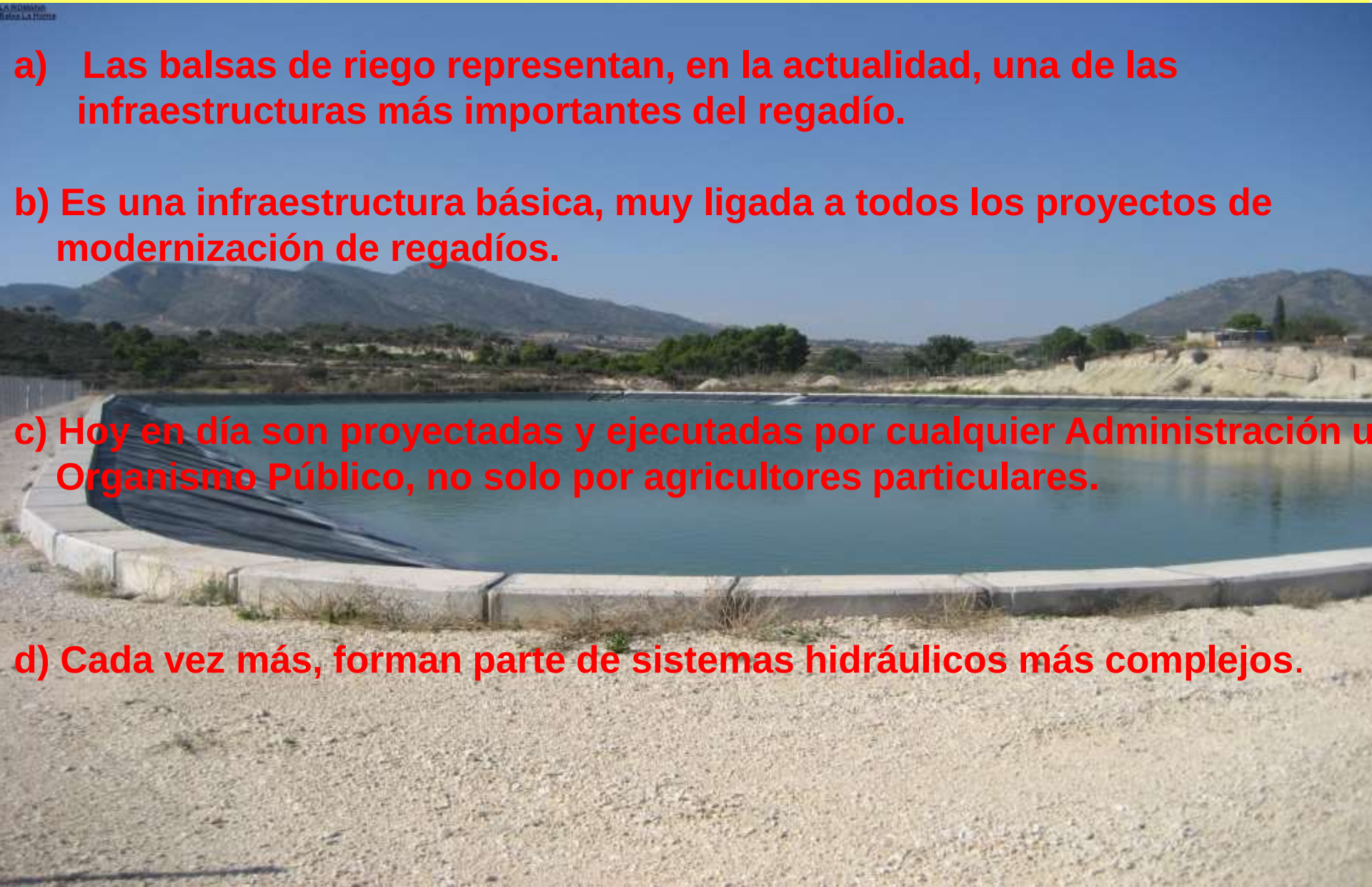
El panorama que han presentado la balsas de riego, desde el punto de vista técnico y legislativo, se puede resumir en los siguientes aspectos:

- Ausencia de legislación específica (la que existe es propiamente para presas).
- Gran confusión administrativa, lo que ha llevado consigo la escasa aplicación de la legislación.
- Planteamientos técnicos diversos, confluyendo la tecnología propia de presas, con las más simples soluciones adoptadas por los propios agricultores.
- Necesidad de unificar criterios, coordinar los procedimientos administrativos y considerar las balsas de riego como parte importante del conjunto de las obras hidráulicas.

I.- INTRODUCCIÓN

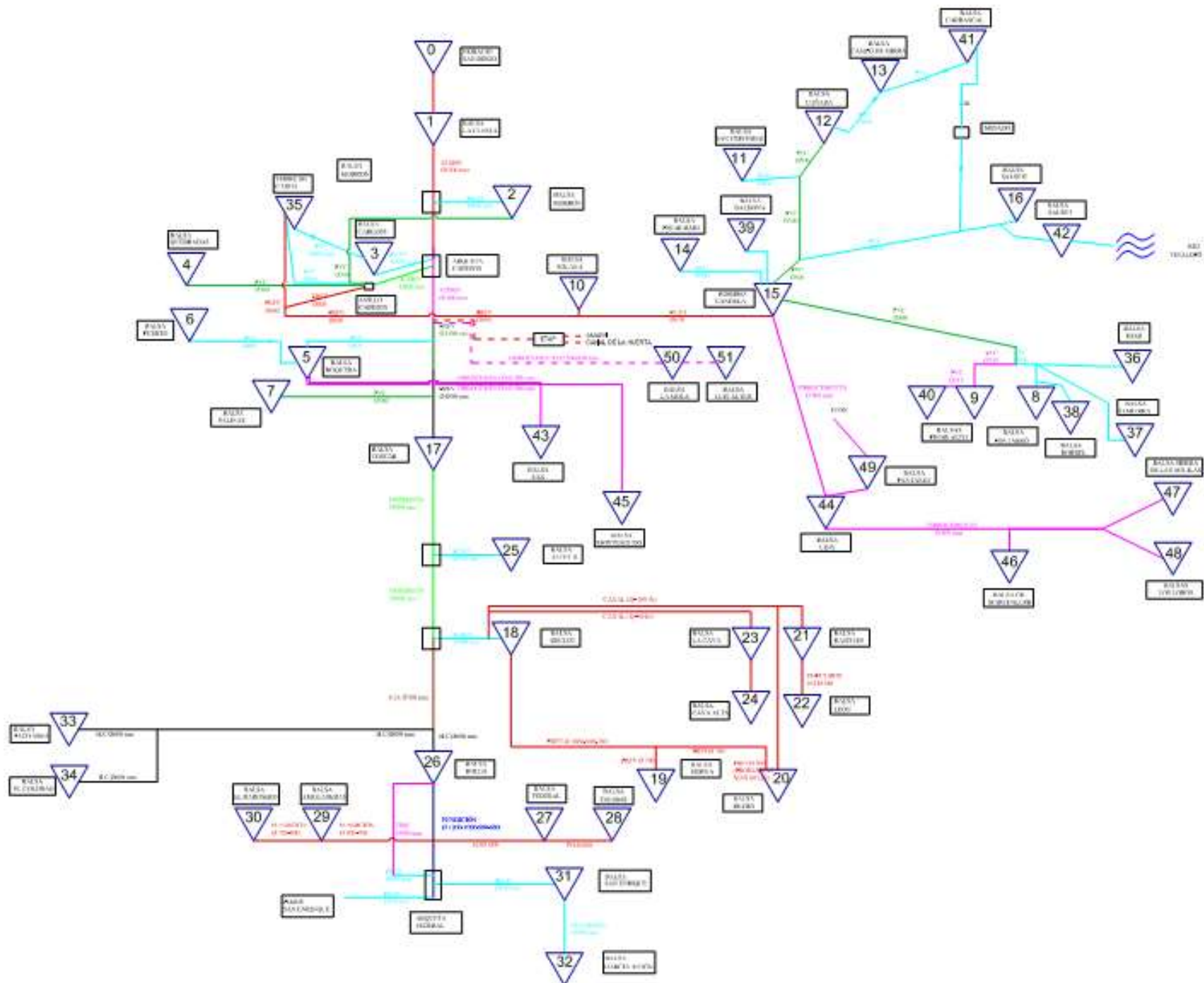
3.- SITUACIÓN ACTUAL: LAS BALSAS EN EL REGADÍO

- a) Las balsas de riego representan, en la actualidad, una de las infraestructuras más importantes del regadío.
- b) Es una infraestructura básica, muy ligada a todos los proyectos de modernización de regadíos.
- c) Hoy en día son proyectadas y ejecutadas por cualquier Administración u Organismo Público, no solo por agricultores particulares.
- d) Cada vez más, forman parte de sistemas hidráulicos más complejos.





¿COMO SE RELACIONA CON EL SISTEMA DE RIEGO Y CON EL RESTO DE INFRAESTRUCTURAS HIDRAULICAS ?



II.- CAUSAS DE SU PROLIFERACIÓN

1.- CAUSAS INTERNAS

CAUSAS INTERNAS: Debido a las características propias de este tipo de obras.
“LAS BALSAS SE CONSTRUYEN DONDE SE NECESITAN”



Las balsas se construyen donde hacen falta. Con este principio queremos señalar que, en un sentido técnico, no existen emplazamientos inviables. Sin embargo, no quiere decirse que cualquier emplazamiento sea igual de adecuado para las necesidades concretas de nuestro caso, ni que resulte desde el punto de vista económico y de la explotación y mantenimiento posterior igualmente eficientes.

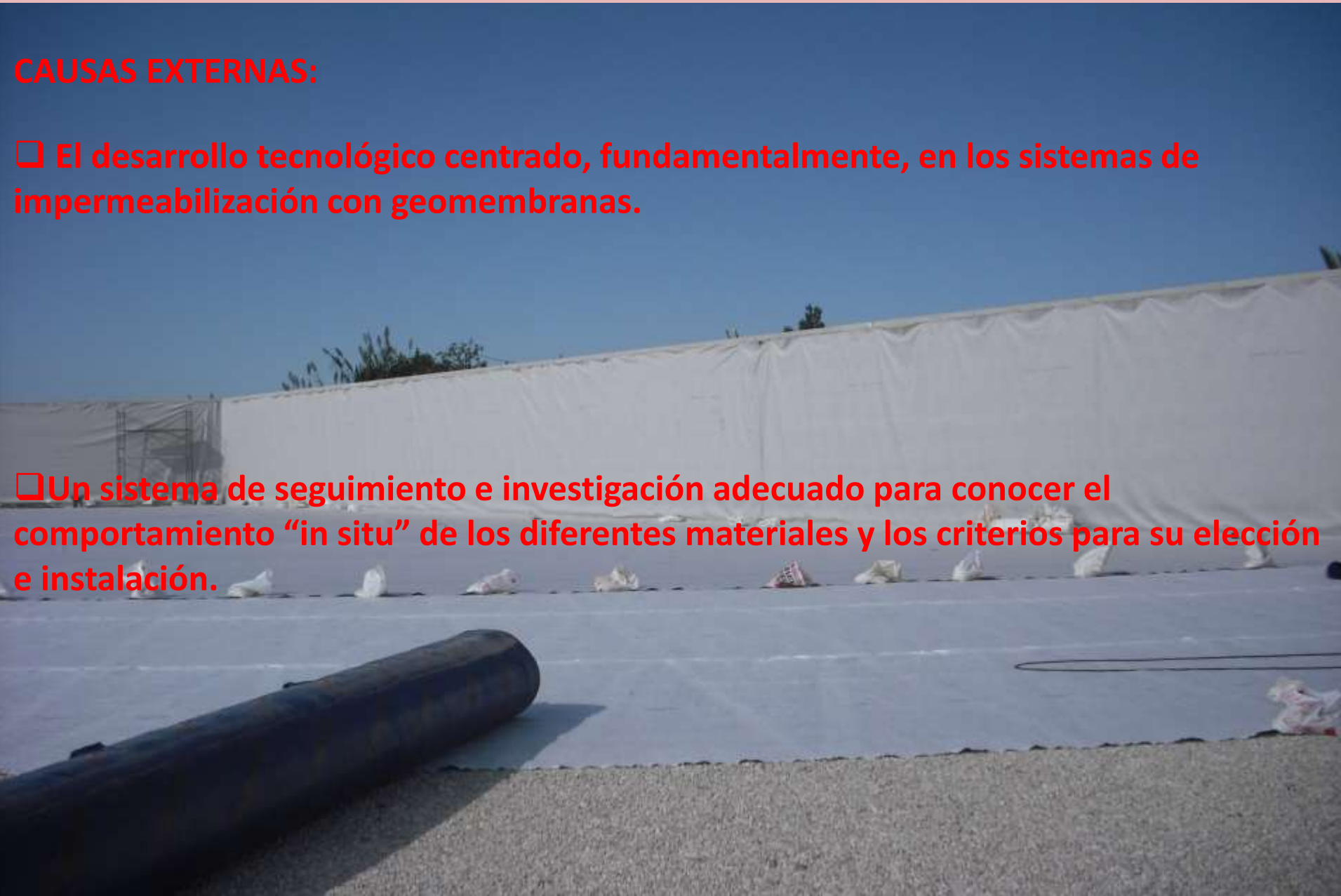
II.- CAUSAS DE SU PROLIFERACIÓN

2.- CAUSAS EXTERNAS

CAUSAS EXTERNAS:

☐ El desarrollo tecnológico centrado, fundamentalmente, en los sistemas de impermeabilización con geomembranas.

☐ Un sistema de seguimiento e investigación adecuado para conocer el comportamiento “in situ” de los diferentes materiales y los criterios para su elección e instalación.



III.- SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN

1.- GENERAL

1.- BALSAS IMPERMEABILIZADAS CON ARCILLA

2.- BALSAS IMPERMEABILIZADAS CON HORMIGÓN

3.- BALSAS IMPERMEABILIZADAS CON ASFALTO

**4.- BALSAS IMPERMEABILIZADAS CON
GEOMEMBRANA**

III.- SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN

2.- Tipos de geomembrana.

TERMOPLÁSTICOS

Polidoruro de vinilo plastificado	PVC-P
Pdietileno de baja densidad	PEDB
Pdietileno de alta densidad	PEAD
Pdietileno clorado	CPE
Pdiisobutileno	PIB
Pdipropileno	PP
Copolímero de acetato de vinilo y etileno	EVA/C

ELASTÓMEROS

Caucho de cloropreno (Neopreno)	CR
Caucho terpolímero de etileno/propileno/monómero diénico	EPDM
Caucho butilo	IIR
Caucho de acrilonitrilo/butadieno	NBR

CAUCHOS TERMOPLÁSTICOS

Copolímero de etileno/propileno	E/P
Pdietileno clorosulfonado (Hypalon)	CSM

III.- SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN

3.- Tipos de uniones de geomembranas.

GEOMEMBRANA	TIPOS DE UNIÓN	CONTROL	OBSERVACIONES
EPDM	Vulcanizado en caliente	Inspección visual	Muy buena. En fábrica
	Vulcanizado en frío	Aguja roma	Irregular. En combinación con adhesivos
PVC	En disolvente	Inspección visual y manual	Irregular. Muy dependiente del operario
	Soldadura - Alta frecuencia - Cuña caliente - Aire caliente - Aire caliente con canal de comprobación	Aire a presión	- Buena. En fábrica - Buena - Buena - Buena. Permite la correcta comprobación
PEAD	Soldadura por extrusión	Potenciómetro Campana de vacío	En reparaciones o refuerzo de uniones
	Soldadura por termofusión	Aire a presión	Aconsejable para grandes longitudes

III.- SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN

4.-Solicitaciones de las geomembranas

SOLICITACIONES MECÁNICAS

- Deformación diferencial del soporte.Unión a puntos rígidos.
- Punzonamiento
- Impacto
- Dilataciones
- Succión provocada por el viento

ATAQUE FÍSICO,QUÍMICO Y BIOLÓGICO

- Calor
- Radiación ultravioleta
- Acción de roedores o microorganismos.

III.- SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN

5.- Ventajas de las geomembranas.

- Estanqueidad.
- Elevado alargamiento en rotura, lo que permite adaptarse fácilmente al terreno y sus movimientos.
- Se trata de un producto de fabricación industrial.
- Fácil instalación.
- Fácil unión a conducciones y obras de fábrica.
- Bajo coste.

III.- SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN

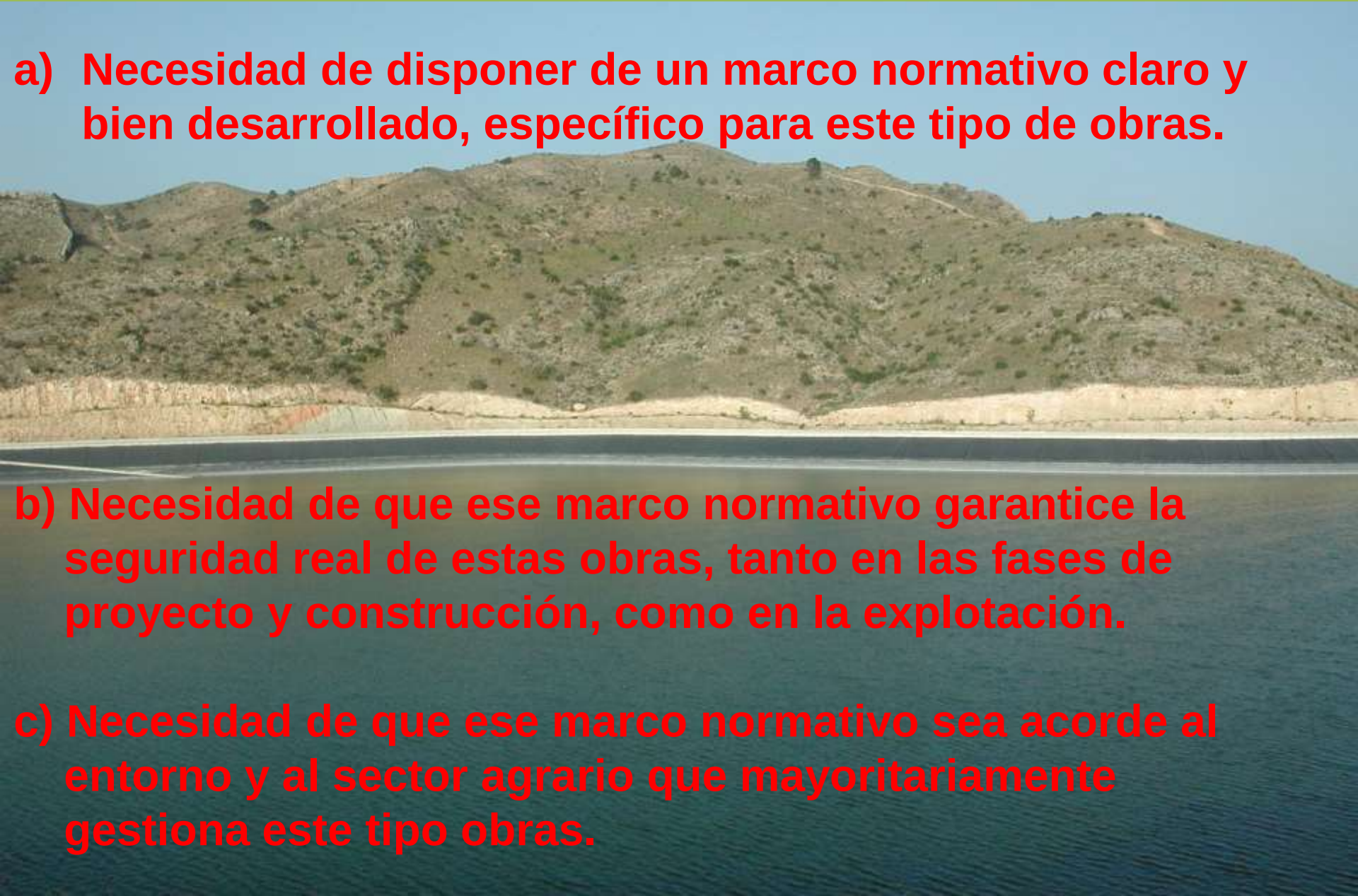
6.- Duración y envejecimiento de geomembranas.

- ☐ La vida útil del embalse viene determinada por el diseño y ejecución correctos de todos los elementos del embalse, no sólo por la duración de la geomembrana.
- ☐ La propia vida útil del sistema de impermeabilización no depende sólo de la resistencia al envejecimiento de la geomembrana sino del comportamiento de las uniones.
- ☐ El envejecimiento es un problema de explotación y, por tanto, económico.
- ☐ La instalación de capas de protección debe retrasar el envejecimiento, pero no se dispone de la investigación necesaria para cuantificar esa mayor duración.

IV.- PLANTEAMIENTO DE LA GESTIÓN

1.- La situación administrativa

- a) Necesidad de disponer de un marco normativo claro y bien desarrollado, específico para este tipo de obras.**
- b) Necesidad de que ese marco normativo garantice la seguridad real de estas obras, tanto en las fases de proyecto y construcción, como en la explotación.**
- c) Necesidad de que ese marco normativo sea acorde al entorno y al sector agrario que mayoritariamente gestiona este tipo obras.**



IV.- PLANTEAMIENTO DE LA GESTIÓN

2.- Los aspectos técnicos

• EXPLOTACIÓN DE LAS BALSAS



EXPLOTACIÓN NORMAL

- Elementos e instalaciones necesarias**
- Procedimientos de actuación**



EXPLOTACIÓN DE EMERGENCIA

IV.- PLANTEAMIENTO DE LA GESTIÓN

2.- Los aspectos técnicos: la explotación normal

I.-EXPLOTACIÓN NORMAL

- 1.- Explotación hidráulica**
- 2.- Vigilancia del sistema de impermeabilización**
- 3.- Vigilancia de los diques**

II.- REVISIONES DE SEGURIDAD

En todos los casos ausencia de un seguimiento de las obras



IV.- PLANTEAMIENTO DE LA GESTIÓN

2.- Aspectos técnicos: explotación de emergencia (I)

Diferentes niveles de actuación:

- Detección del fallo o incidencia.
- Actuación ante el fallo detectado.
- Disminución de los efectos que el fallo puede provocar
- Disminución de la probabilidad de ocurrencia del fallo

IV.-PLANTEAMIENTO DE LA GESTIÓN

2.-Explotación de emergencia: Detección del fallo .

1.- RED DE DRENAJE

SISTEMA DE DETECCIÓN

- Sectorización independiente
- Separación del drenaje de nivel freático
- Recogida de datos y posibles fugas

SISTEMA DE SEGURIDAD
(evacuación controlada
de las fugas)

2.- OTROS SISTEMAS



IV.- PLANTEAMIENTO DE LA GESTIÓN

2.- Explotación de emergencia: Actuación ante el fallo detectado.

DESAGÜES DE EMERGENCIA

Funcion:descensos rápidos del nivel de agua del embalse

Ventajas:

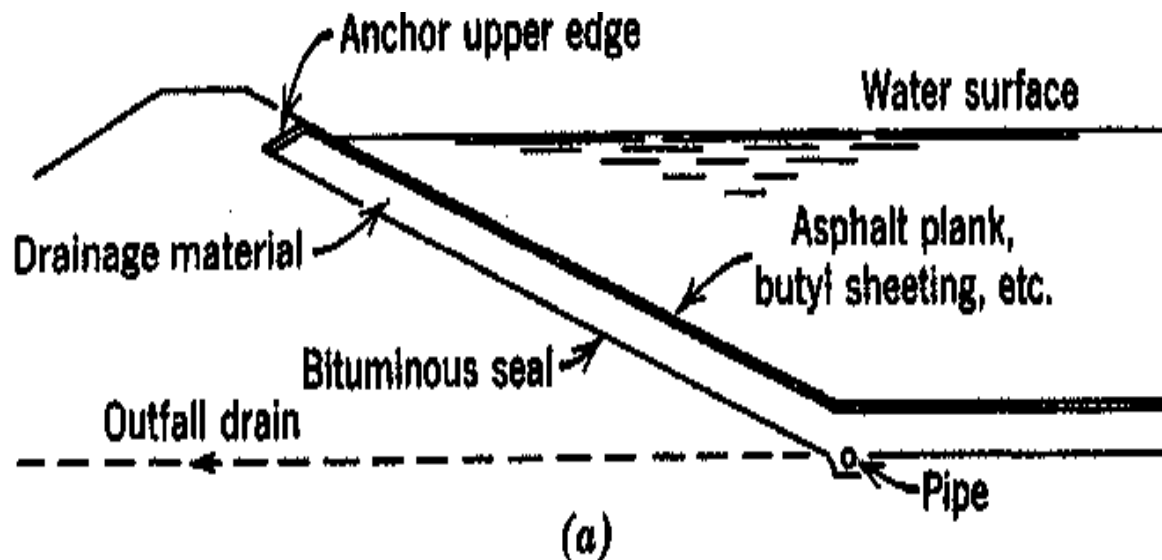
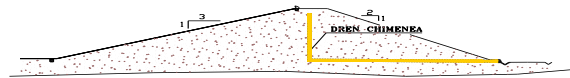
- Evita filtraciones
- Disminuye el gradiente hidráulico de la filtración

Criterios de diseño:

- Tiempo de vaciado completo:72 horas
- Caudal de diseño: caudal máximo
- Conducciones a emplear:conducciones exclusivas o compartidas con otros usos

IV.- PLANTEAMIENTO DE LA GESTIÓN

2.- Explotación de emergencia: Disminución de los efectos que el fallo puede ocasionar (I) Drenes chimenea



- Dren chimenea adoptado en el embalse de “Los Cabezos” (Villena)

- Dren de dique sobre el talud interior y fondo
- (R.Cedergren)

IV.- PLANTEAMIENTO DE LA GESTION

2.- Explotación de emergencia: Disminución de los efectos que el fallo puede ocasionar. (II) Galerías y tuberías de protección.



IV.- PLANTEAMIENTO DE LA GESTIÓN

2.- Explotación de emergencia: Disminución de la probabilidad de ocurrencia de fallo.

1.- INSTALACIÓN DE CAPA DE PROTECCIÓN

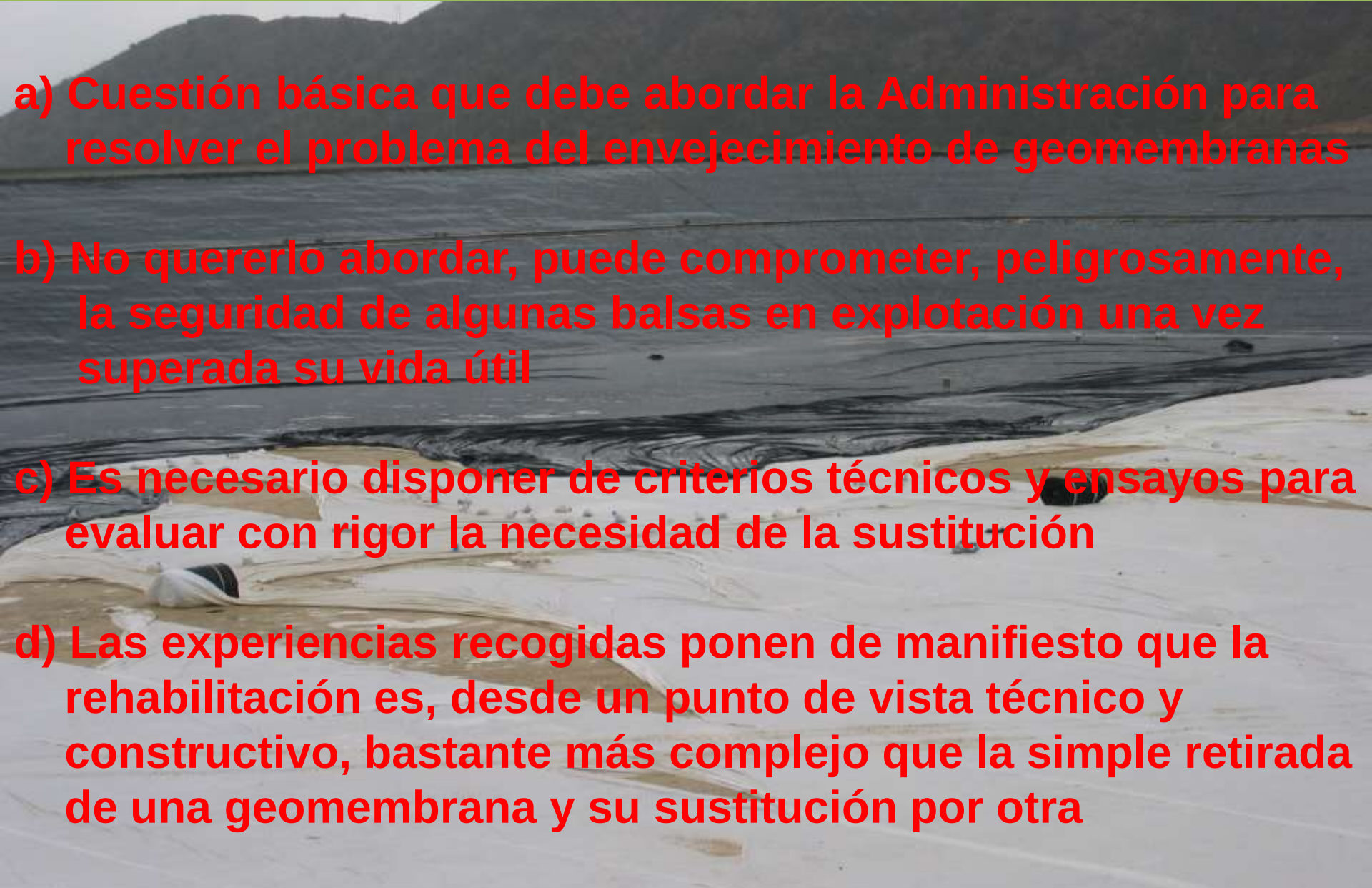
- Materiales: granulares, rip-rap, piezas de hormigón
- Problemática:
 - Dificultades de ejecución.
 - Estabilidad de las capas sobre el talud.
 - Garantizar la ausencia de fallos en la geomembrana.
 - Incertidumbre sobre el comportamiento mecánico de la geomembrana protegida.

2.- INSTALACIÓN DE DOBLE GEOMEMBRANA

- Necesidad de instalar drenaje entre láminas.
- Propuesta: utilización en terrenos con problemas específicos (yesos, arcillas expansivas, etc.)

IV.- PLANTEAMIENTO DE LA GESTIÓN

3.- Rehabilitación de balsas.

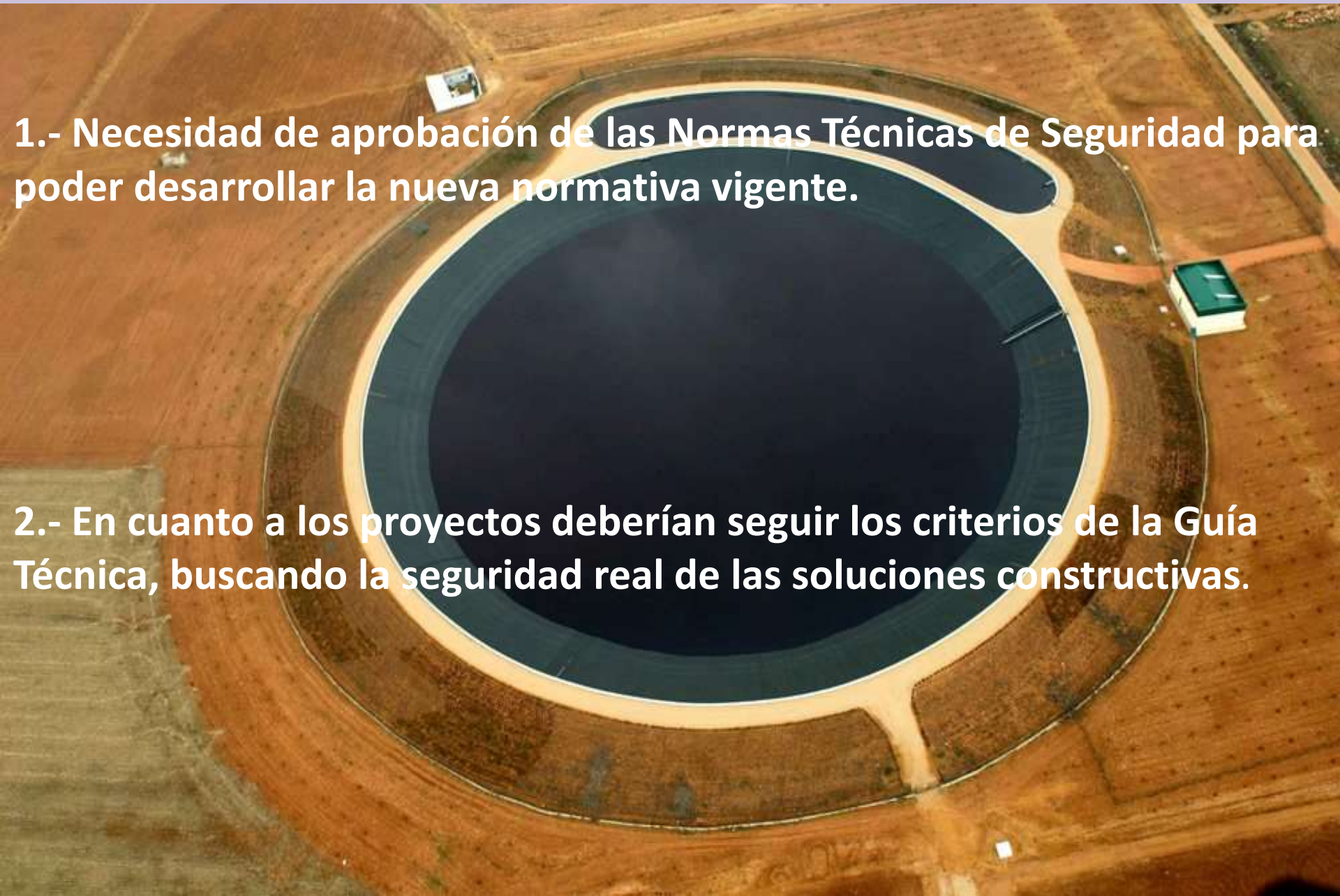


- a) Cuestión básica que debe abordar la Administración para resolver el problema del envejecimiento de geomembranas
- b) No quererlo abordar, puede comprometer, peligrosamente, la seguridad de algunas balsas en explotación una vez superada su vida útil
- c) Es necesario disponer de criterios técnicos y ensayos para evaluar con rigor la necesidad de la sustitución
- d) Las experiencias recogidas ponen de manifiesto que la rehabilitación es, desde un punto de vista técnico y constructivo, bastante más complejo que la simple retirada de una geomembrana y su sustitución por otra

V.- CONCLUSIONES

1.- Necesidad de aprobación de las Normas Técnicas de Seguridad para poder desarrollar la nueva normativa vigente.

2.- En cuanto a los proyectos deberían seguir los criterios de la Guía Técnica, buscando la seguridad real de las soluciones constructivas.



V.- CONCLUSIONES

3.- En cuanto a las balsas existentes:

- 3.1.- Es necesario establecer unas prioridades y determinar los medios que la Administración va a necesitar para desarrollar toda esta nueva normativa, que puede suponer una importante carga de trabajo.
- 3.2.- Es necesario fijar los protocolos de explotación y de inspección para su conocimiento y valoración , tanto por parte de los titulares como por parte de la propia Administración.
- 3.3.- Es necesario un desarrollo sensato y adecuado al ámbito agrario para la implantación de los Planes de Emergencia. De lo contrario se producirá un rechazo social por su elevado coste económico y su absoluta ineficacia.
- 3.4.- La organización administrativa que la gestión de las balsas conlleva al aplicar la nueva normativa exige un esfuerzo de formación en los técnicos y responsables, tanto de la Administración, como de las entidades de riego.
- 3.5.- Todo el desarrollo de esta nueva normativa debería abordarse con rigor, sin caer en intereses económicos corporativistas o locales, habida cuenta que lo que se pretende es la mayor seguridad de las balsas.