

Oswaldo Raul Zeid

Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Especialidad Hidráulica y Regadíos Promoción 1998. Mendoza. Argentina. Homologado por la Univ. Politécnica de Madrid, Octubre del 2003.

Especialización

- Gestión de Contratos FIDIC, Fidic Madrid, enero 2013.
- Formación Financiera para Directivos, Instituto de Empresa, IE, Madrid, noviembre 2012 a julio 2013.
- Gestión en Negocios Energéticos y Políticas Medioambientales, Instituto Español de la Energía, octubre 2010 a enero 2012.
- Master en Sistemas de Información Geográficos. Cibernos Consulting y Universidad Complutense de Madrid. Del 16 de octubre de 2000 al 30 de junio de 2001 (720 horas).

- Master en Ingeniería de Regadíos. Centro de Estudios Hidrográficos (C.E.H.) del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (C.E.D.E.X.). Madrid. Becario de la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI). Duración: 1 de febrero al 30 de Junio de 1999. (500 horas)

Ocupación actual

- ACUAMED. Sociedad Estatal, Aguas de las Cuencas Mediterráneas. Duración: Julio de 2006 a la Actualidad

ASPECTOS RELATIVOS A LA SEGURIDAD DE LAS PRESAS EN ESPAÑA

Raul Zeid Jan

Responsable de Proyectos Internacionales



INDICE

- **1. ACUAMED**
- **2. MARCO FÍSICO DE ESPAÑA**
- **3. LAS PRESAS EN ESPAÑA**
- **4 . PLANES DE EMERGENCIA DE PRESAS**
- **5. CONCLUSIONES**

1. ¿QUÉ ES ACUAMED?

Capital social

ACUAMED es una Sociedad mercantil participada al 100% por el Estado español

Capital social: 1.605 millones €.

Fondos propios: 1.704 millones €.

Objetivos

ACUAMED es un instrumento de la Administración General del Estado constituido para **dar solución a complejidad de la gestión** del agua en las cuencas del arco mediterráneo **con eficiencia y criterios de gestión empresarial** a través del desarrollo de las inversiones que tiene encomendadas.

Programa de inversiones

- **Inversión ejecutada** 2.790 millones €.
- **Inversión programada** 3.614 millones €. (horizonte 2018).
- **Financiación del programa** 600 millones € deuda.

1. ¿QUÉ ES ACUAMED?

ACUAMED promueve 5 programas de inversiones con dos líneas básicas:

Generación de nuevos recursos

Desalación

Reutilización de aguas residuales

Mejoras de gestión y protección del medio

Mejora de la gestión de recursos hídricos

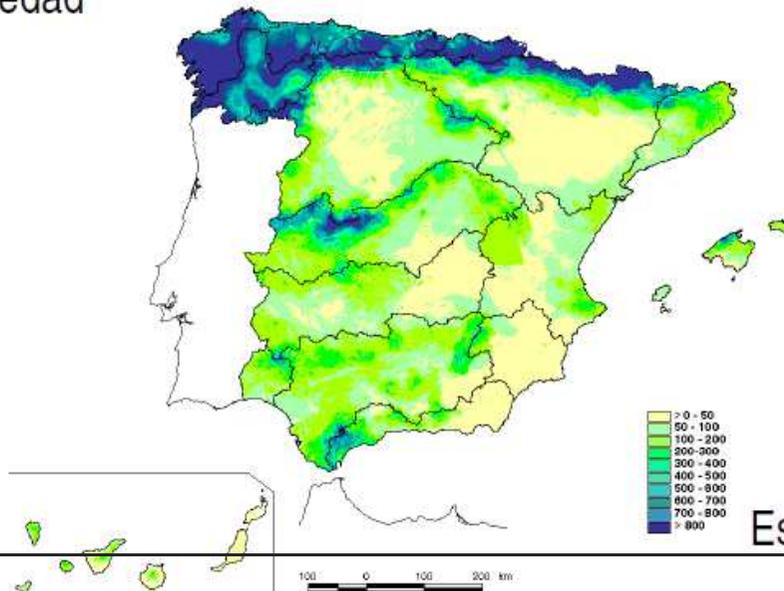
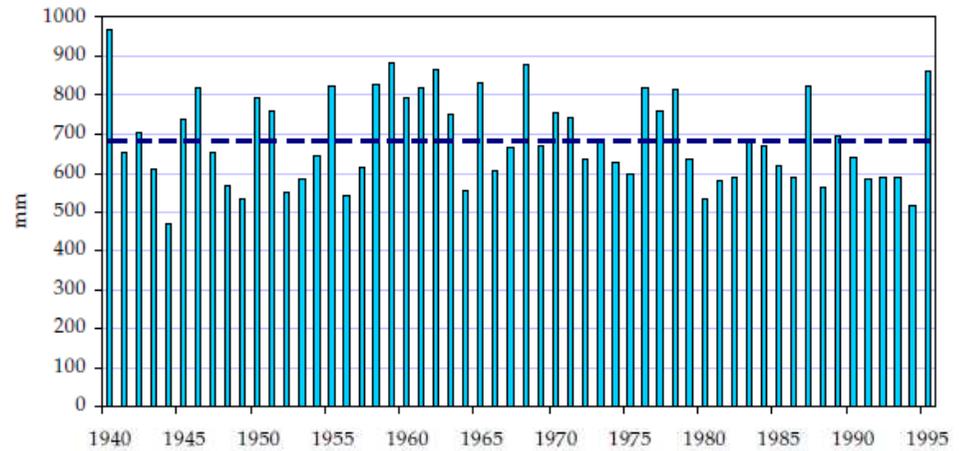
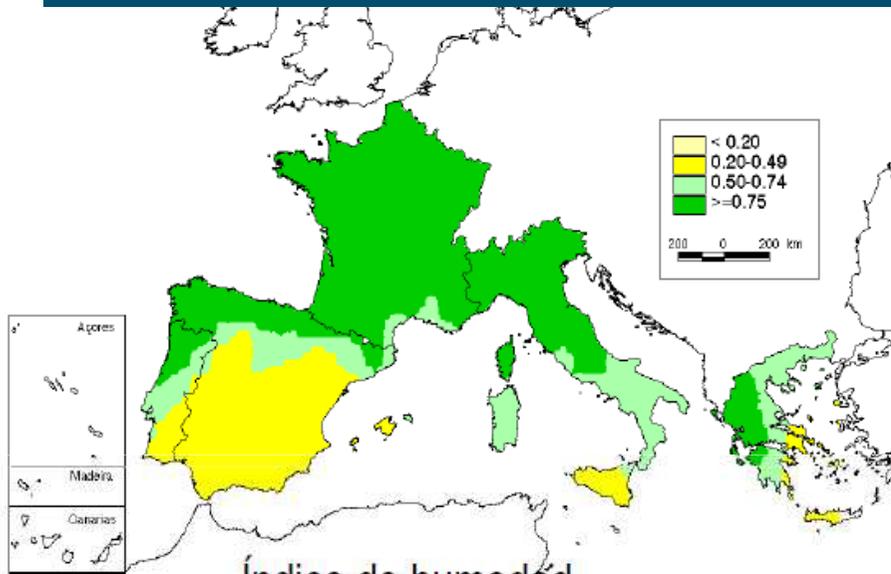
Mejora de regadíos

Mejora de la calidad del agua, protección frente a inundaciones y restauración ambiental

INDICE

- **1. ACUAMED**
- **2. MARCO FÍSICO DE ESPAÑA**
- **3. LAS PRESAS EN ESPAÑA**
- **4 . PLANES DE EMERGENCIA DE PRESAS**
- **5. CONCLUSIONES**

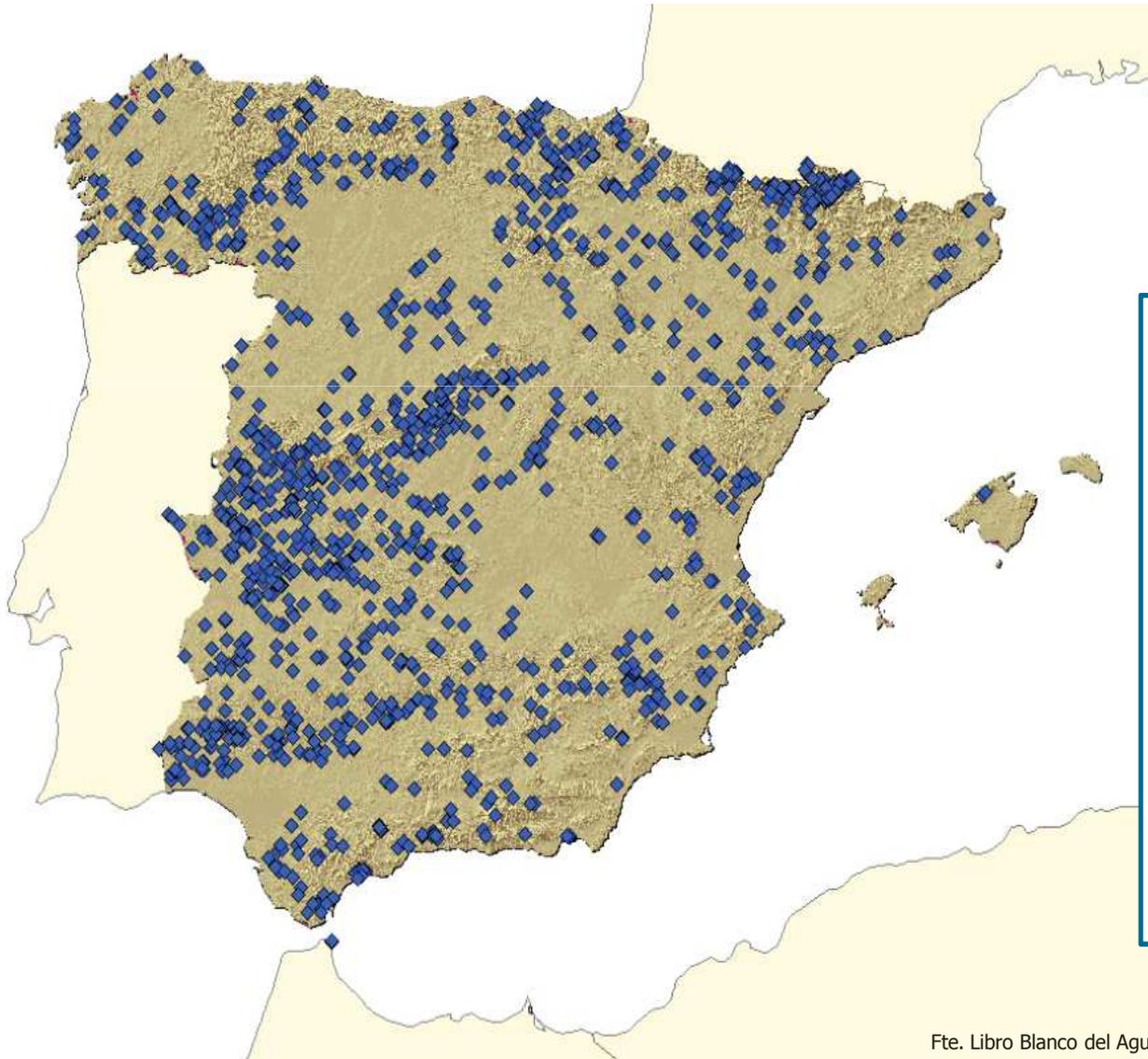
2. MARCO FÍSICO



INDICE

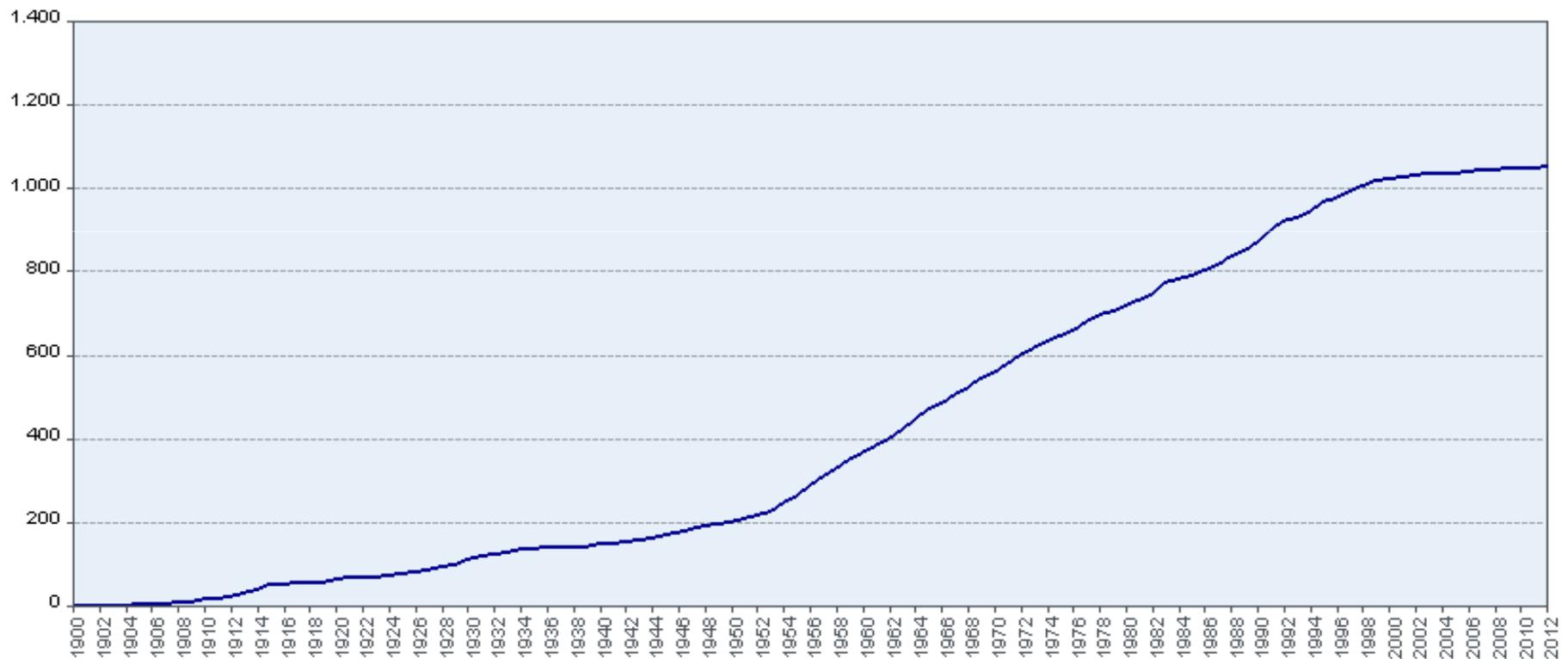
- **1. ACUAMED**
- **2. MARCO FÍSICO DE ESPAÑA**
- **3. LAS PRESAS EN ESPAÑA**
- **4 . PLANES DE EMERGENCIA DE PRESAS**
- **5. CONCLUSIONES**

3. LAS PRESAS EN ESPAÑA

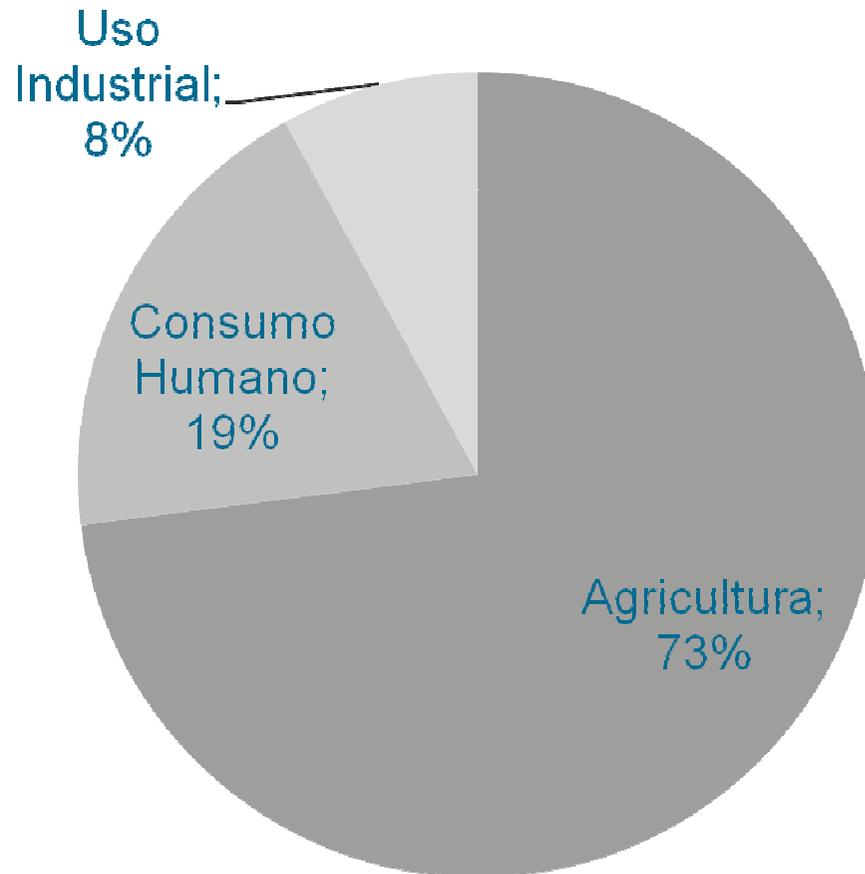


- Más de 1100 presas
- Capacidad de almacenamiento superior a 55.000 hm³
- España es el 5º país en el mundo después de China, USA, India and Japón.

3. LAS PRESAS EN ESPAÑA



3. LAS PRESAS EN ESPAÑA



**Demanda Media
en España
24.600 hm³/año**

3. LAS PRESAS EN ESPAÑA

- Mas de 1100 grandes presas se reparten por todo el territorio.
- Paulatino envejecimiento de las infraestructuras, construido fundamentalmente entre 1955 y 1970.
- La edad media de las presas está en 35 años, un 20 % de las mismas lleva 50 años en explotación (período máximo para la amortización económica).
- El nivel de seguridad de las presas es muy elevado, con un nivel de accidentes menor a la media mundial.



CLASIFICACIÓN DE LAS PRESAS Requisito Básico de Seguridad

http://www.magrama.gob.es/es/agua/publicaciones/clasificacion_presas_tcm7-28834.pdf

3. LAS PRESAS EN ESPAÑA

CLASIFICACIÓN PRESAS Y EMBALSES

a) SEGÚN SUS DIMENSIONES:

GRAN PRESA



$H > 15 \text{ m}$

$10 \text{ m} < H < 15 \text{ m}$ y $V_{\text{emb}} > 1 \text{ Hm}^3$

b) SEGÚN SU RIESGO POTENCIAL DERIVADO DE UNA POSIBLE ROTURA O FUNCIONAMIENTO INCORRECTO :

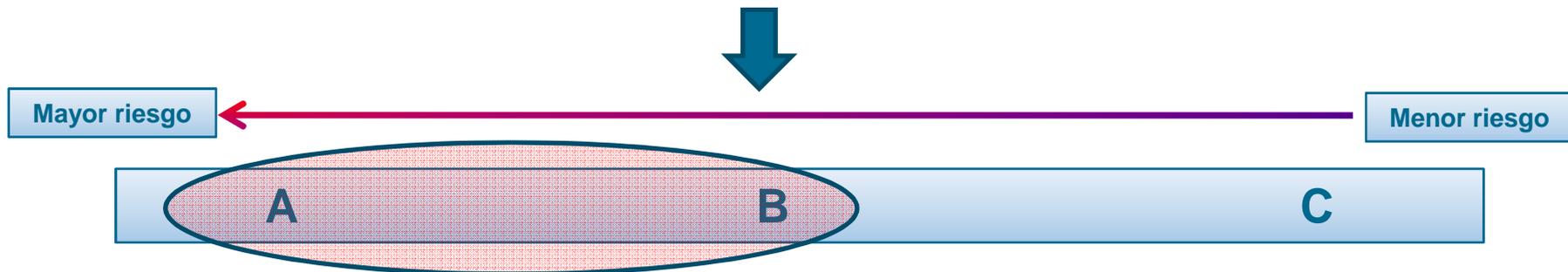
- **A:** Afección grave a núcleos urbanos o servicios esenciales, o daños materiales o medioambientales muy importantes.
- **B:** Afección a reducido nº viviendas o daños materiales o medioambientales importantes.
- **C:** Daños materiales moderados e incidentalmente pérdidas de vidas humanas. Todas aquellas no incluidas en categoría A y B.

Guía de Clasificación (Reglamento Técnico Seguridad Presas y Embalses 1996)

GRAN PRESA \rightarrow $10 \text{ m} < H < 15 \text{ m}$ \rightarrow Cap. desagüe $> 2000 \text{ m}^3/\text{s}$ Long. Coron. $> 500 \text{ m}$

3. LAS PRESAS EN ESPAÑA

CLASIFICACIÓN PRESAS Y EMBALSES



- Archivo técnico.
- Normas explotación.
- **Plan de emergencia.**
- Proyecto implantación plan de emergencia.
- Implantación Plan Emergencia.
- Revisión de Seguridad cada 5 años (o 3 años*).
- Comprobar cumplimiento de puesta en carga

- Archivo técnico.
- Normas explotación.
- **Plan de emergencia.**
- Proyecto implantación plan de emergencia.
- Implantación Plan Emergencia.
- Revisión de Seguridad cada 10 años (o 4 años*).
- Comprobar el cumplimiento de puesta en carga.

- Archivo técnico simplificado.
- Normas explotación.
- Revisión de Seguridad cada 10 años (o 6 años*).

3. LAS PRESAS EN ESPAÑA. ACUAMED

Azud de Terrateig, Valencia



Después de completar
el estudio de Seguridad



Balsa de San Diego
(20 Hm³)
C.H. Los Alcorines

- Categoría en función del riesgo potencial: A
- Presa de gravedad de planta recta de hormigón vibrado
- Número de aliviaderos 3
- Altura sobre el cauce: 22,5 m
- Altura sobre cimientos: 28,0 m
- Longitud de coronación: 423 m

INDICE

- **1. ACUAMED**
- **2. MARCO FÍSICO DE ESPAÑA**
- **3. LAS PRESAS EN ESPAÑA**
- **4 . PLANES DE EMERGENCIA DE PRESAS**
- **5. CONCLUSIONES**

4. PLANES DE EMERGENCIA DE PRESAS

METODOLOGÍA A SEGUIR PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIA DE UNA PRESA

- ANTECEDENTES NORMATIVOS
- DEFINICIÓN DEL PLAN
- CONTENIDO DEL PLAN

http://www.magrama.gob.es/es/agua/publicaciones/guia_planes_emergencia_tcm7-28835.pdf

Rotura de la presa de Vega de Tera, Sanabria



ANTECEDENTES NORMATIVOS

- A) Instrucción para el Proyecto, Construcción y Explotación de Grandes Presas (1967) (consecuencia de la rotura de la presa de la Vega del Tera)**
- B) Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el riesgo de inundaciones (1995)**
- C) Reglamento Técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses (1996)**
- D) Guía Técnica para la elaboración de Planes de Emergencia de Presas, (2001)**



CONTENIDO DEL PLAN

1. ANÁLISIS DE SEGURIDAD

**2. ZONIFICACIÓN TERRITORIAL Y ANÁLISIS DE RIESGOS GENERADOS
POR LA ROTURA DE LA PRESA**

3. NORMAS DE ACTUACIÓN

4. ORGANIZACIÓN

5. MEDIOS Y RECURSOS

ANÁLISIS DE SEGURIDAD

a) Causas desencadenantes, posibles efectos e indicadores asociados

b) Definición de umbrales a partir de los cuales hay que activar el Plan de emergencia y establecer el escenario adecuado

- Seguridad hidrológica

- Seguridad frente a sismos

- Seguridad en relación con la inspección

- Seguridad en relación con la auscultación

- Seguridad frente a precipitaciones extremas

- Otras causas

Análisis de Seguridad

a) Causas desencadenantes, posibles efectos e indicadores asociados

FENÓMENOS DESENCADENANTES	POSIBLES EFECTOS	INDICADOR ASOCIADO
<ul style="list-style-type: none"> - Tormentas extremas. - Avenidas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Posible rebosamiento de la presa. - Interrupción de accesos. - Deslizamiento de laderas. - Fallo en alimentación eléctrica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Datos meteorológicos - Escala de nivel de embalse.
<ul style="list-style-type: none"> - Agrietamiento. - Deterioro del hormigón. - Porosidad del hormigón. 	<ul style="list-style-type: none"> - Lavado del hormigón. - Pérdida de resistencia. - Incremento de filtraciones. 	<ul style="list-style-type: none"> - Humedad en paramentos.
<ul style="list-style-type: none"> - Agrietamiento. - Movimientos diferenciales. - Apertura de juntas. - Subpresión elevada. - Fugas en conductos. - Cegado de drenes. - Erosión del hormigón. - Lavado del hormigón. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdida de la integridad estructural. - Incremento de subpresiones. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aforadores. - Drenes. - Medidores de juntas.

ANÁLISIS DE SEGURIDAD HIDROLÓGICA (I)

- i) **Escenario 0.** Obliga a incrementar la vigilancia en la presa y a la presencia en la presa de personal capaz de manejar los órganos de desagüe.

Circunstancias que provocan la declaración del escenario 0:

- Se prevé alcanzar el *nivel máximo registrado* en la vida de la presa sin riesgo para su seguridad
- Se prevé alcanzar el *caudal máximo vertido registrado* en la vida de la presa sin riesgo para su seguridad
- Con el embalse a su Nivel Máximo Normal, se prevé que entre en el embalse una avenida próxima pero inferior a la avenida de proyecto
- Con el embalse a su nivel actual, con la avenida entrante y sus previsiones, junto a las medidas de explotación y desembalse, se prevé llegar, pero no superar, el nivel de avenida de Proyecto

ANÁLISIS DE SEGURIDAD HIDROLÓGICA (II)

ii) **Escenario 1.** Obliga a modificar la forma de explotación prevista en el embalse, maximizando las sueltas.

Circunstancias que provocan la declaración del escenario 1:

- Con el embalse a su Nivel Máximo Normal, se prevé que entre en el embalse una avenida superior a la avenida de proyecto, sin llegar a la avenida extrema
- Con el embalse a su nivel actual, con la avenida entrante y sus previsiones, junto a las medidas de explotación y desembalse, se prevé superar, el nivel de avenida de Proyecto pero no agotar los resguardos
- Se prevé el vertido sobre compuertas por la imposibilidad de su accionamiento, pero no su rotura, por estar diseñadas para soportar la altura de vertido prevista

ANÁLISIS DE SEGURIDAD HIDROLÓGICA (III)

iii) **Escenario 2.** Obliga a aplicar medidas extraordinarias para incrementar la capacidad de desagüe o para defender la zona previsiblemente afectada por el rebosamiento.

Circunstancias que provocan la declaración del escenario 2:

- Con el embalse a su Nivel Máximo Normal, se prevé que entre en el embalse una avenida igual o superior a la avenida extrema
- Con el embalse a su nivel actual, con la avenida entrante y sus previsiones, junto a las medidas de explotación, desembalses y medios disponibles, no se puede asegurar que no se agoten los resguardos existentes y se produzca rebosamiento de la presa
- Se prevé el vertido sobre compuertas por la imposibilidad de su accionamiento, junto a su rotura, por no estar diseñadas para soportar dicho vertido

ANÁLISIS DE SEGURIDAD HIDROLÓGICA (IV)

iv) Escenario 3. La declaración del escenario 3 no implica conceptualmente ninguna actuación adicional a las correspondientes al escenario 2, a excepción de la activación de avisos a la población situada en la zona de inundación de la 1ª 1/2 h, por la inminente rotura de la presa,

Circunstancias que provocan la declaración del escenario 3:

- Con el embalse a su nivel actual, con la avenida entrante y sus previsiones, junto a las medidas de explotación, desembalses y medios disponibles, se prevé que se produzca rebosamiento de la presa y su rotura
- Se está produciendo rebosamiento de la presa y se prevé o ya se ha iniciado la rotura de la presa



UNIÓN EUROPEA



MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



ZONIFICACIÓN TERRITORIAL Y ANÁLISIS DE RIESGOS GENERADOS POR LA ROTURA DE LA PRESA

a) Establecimiento de hipótesis de rotura

b) Rotura encadenada de presas

c) Características de la rotura

Datos básicos para el estudio de la propagación de la onda de rotura

Selección del modelo numérico

Caracterización del cauce

Modelo hidráulico

ZONIFICACIÓN TERRITORIAL Y ANÁLISIS DE RIESGOS GENERADOS POR LA ROTURA DE LA PRESA

Establecimiento de hipótesis de rotura

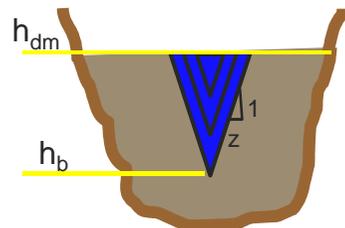
Definición de la Hipótesis	Parámetros
H1 Rotura sin avenida	Embalse en N.M.N.
H2 Rotura con avenida	Embalse en N.A.P. y desaguando la Avenida de Proyecto /Avenida de Proyecto en cauce aguas abajo
A1 Rotura de compuertas	Embalse en N.M.N. Rotura de compuertas secuencial y progresiva de 5 a 10 minutos para la totalidad de las compuertas

Rotura encadenada de presas

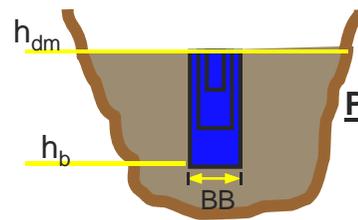
- Cuando una presa pueda verse afectada por la rotura de presas aguas arriba, contemplará en la elaboración de su P.E. la hipótesis de rotura encadenada.
- Se analizará si el embalse es capaz de retener la onda de rotura de aguas arriba o si se puede producir rebosamiento
- Ejemplo: Presas del Nihuil

ZONIFICACIÓN TERRITORIAL Y ANÁLISIS DE RIESGOS GENERADOS POR LA ROTURA DE LA PRESA

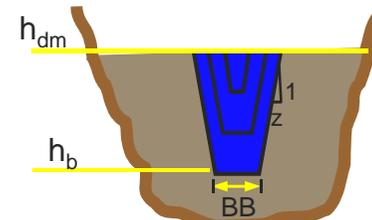
Características de la rotura



Brecha triangular
 $Z > 0$ $BB = 0$



Brecha rectangular
 $Z = 0$ $BB > 0$



Brecha trapezoidal
 $Z > 0$ $BB > 0$

Presas de Hormigón

Presas de Materiales Suelos

Estudio de la propagación de la onda de rotura. Selección del modelo numérico

Modelos hidráulicos que resuelvan las Ecuaciones de Saint Venant del movimiento en régimen variable de la propagación de la onda de rotura.

Se utilizan modelos unidimensionales como:

1. MIKE 11 del Danish Hydraulic Institute
2. DAMBRK de BOSS (versión windows)
3. FLDWAV del National Weather Service (E.E.U.U.)

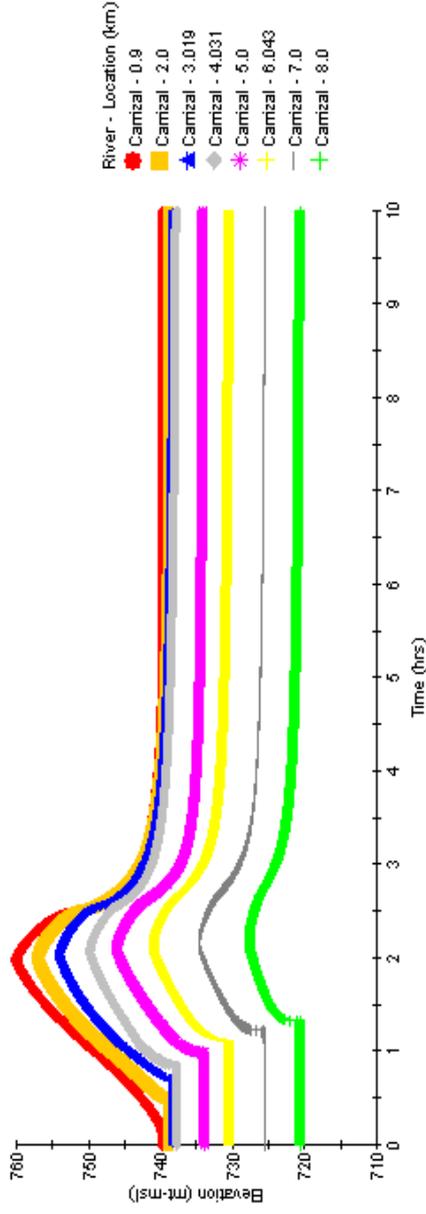
Carrizal

River	XSections	Times	Warnings	Location (km)
Carrizal				5.657
Carrizal				5.722
Carrizal				5.786
Carrizal				5.850
Carrizal				5.914
Carrizal				5.979
Carrizal				6.043
Carrizal				6.107
Carrizal				6.172
Carrizal				6.236
Carrizal				6.300
Carrizal				6.400
Carrizal				6.500
Carrizal				6.600
Carrizal				6.700
Carrizal				6.800
Carrizal				6.900
Carrizal				7.000
Carrizal				7.100
Carrizal				7.200
Carrizal				7.300
Carrizal				7.400
Carrizal				7.500
Carrizal				7.600
Carrizal				7.700
Carrizal				7.800
Carrizal				7.900
Carrizal				8.000
Carrizal				8.100

Water Surface

Options

Graph Table Print



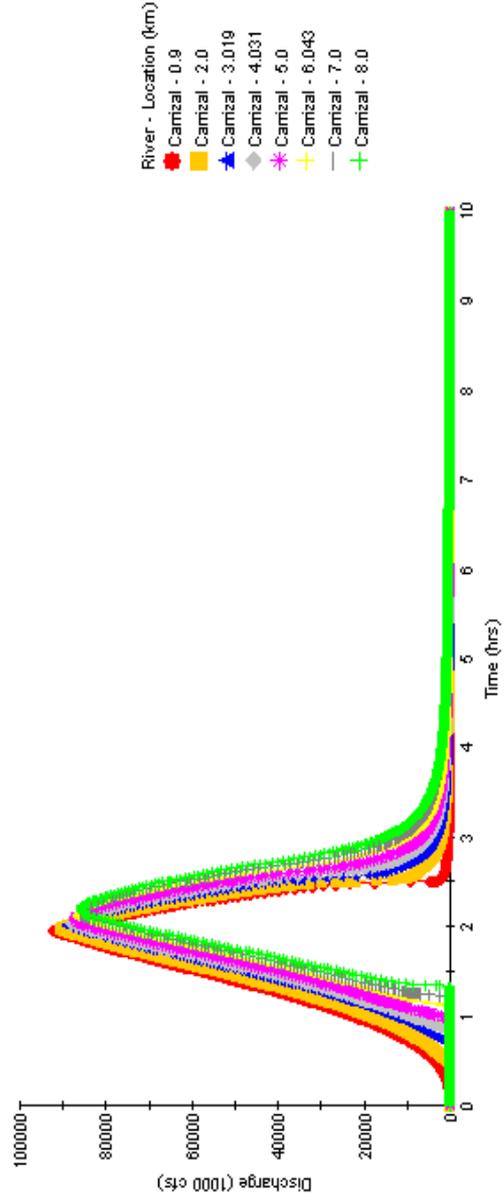
X: 2.53

Y: 753.35

Discharge

Options

Graph Table Print



X: 4.43

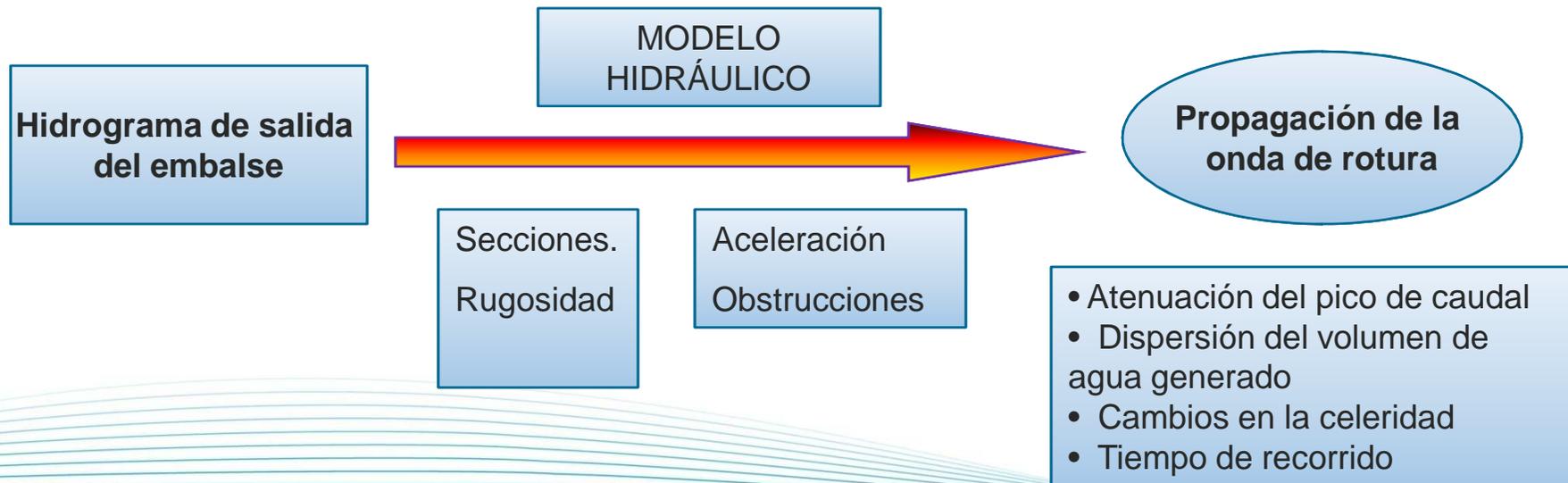
Y: 105785.12

ZONIFICACIÓN TERRITORIAL Y ANÁLISIS DE RIESGOS GENERADOS POR LA ROTURA DE LA PRESA

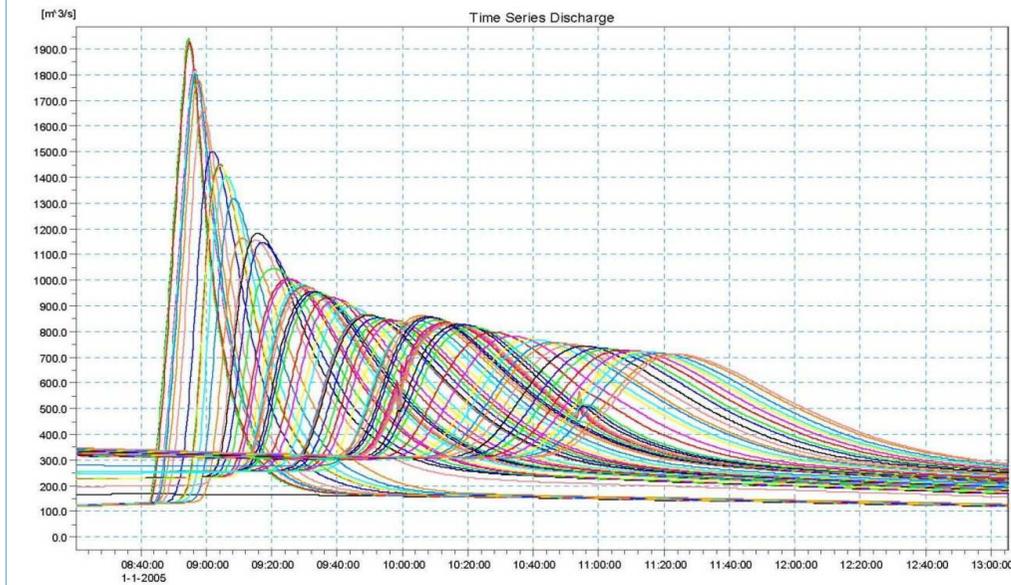
Estudio de la propagación de la onda de rotura. Caracterización del cauce

- Cartografía actualizada. Localización de poblaciones, vías de comunicación, centros asistenciales, vuelos específicos, obtención de perfiles transversales....
- Análisis de obras singulares: Puentes, terraplenes... que generen obstrucciones significativas en el cauce

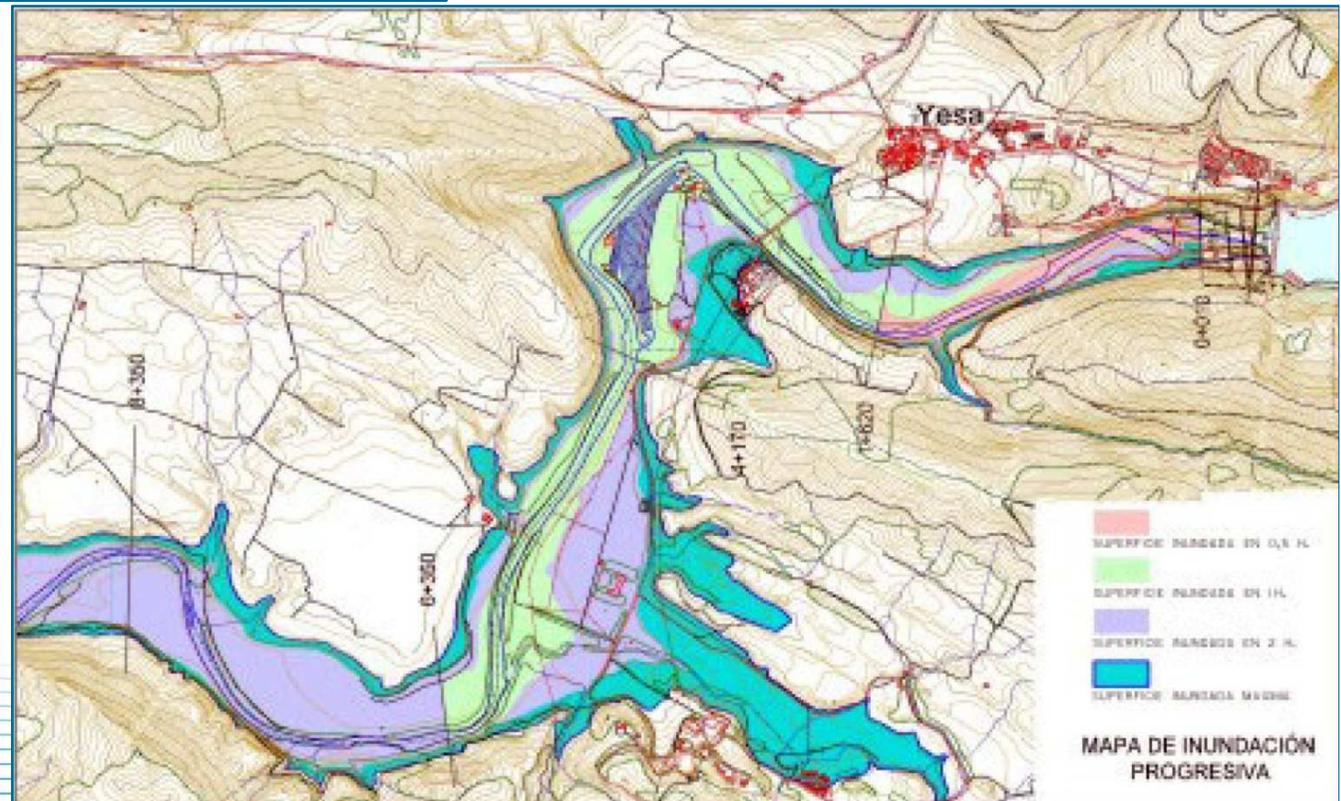
Estudio de la propagación de la onda de rotura. Modelo hidráulico



Hidrogramas resultantes a lo largo del cauce



Láminas de inundación

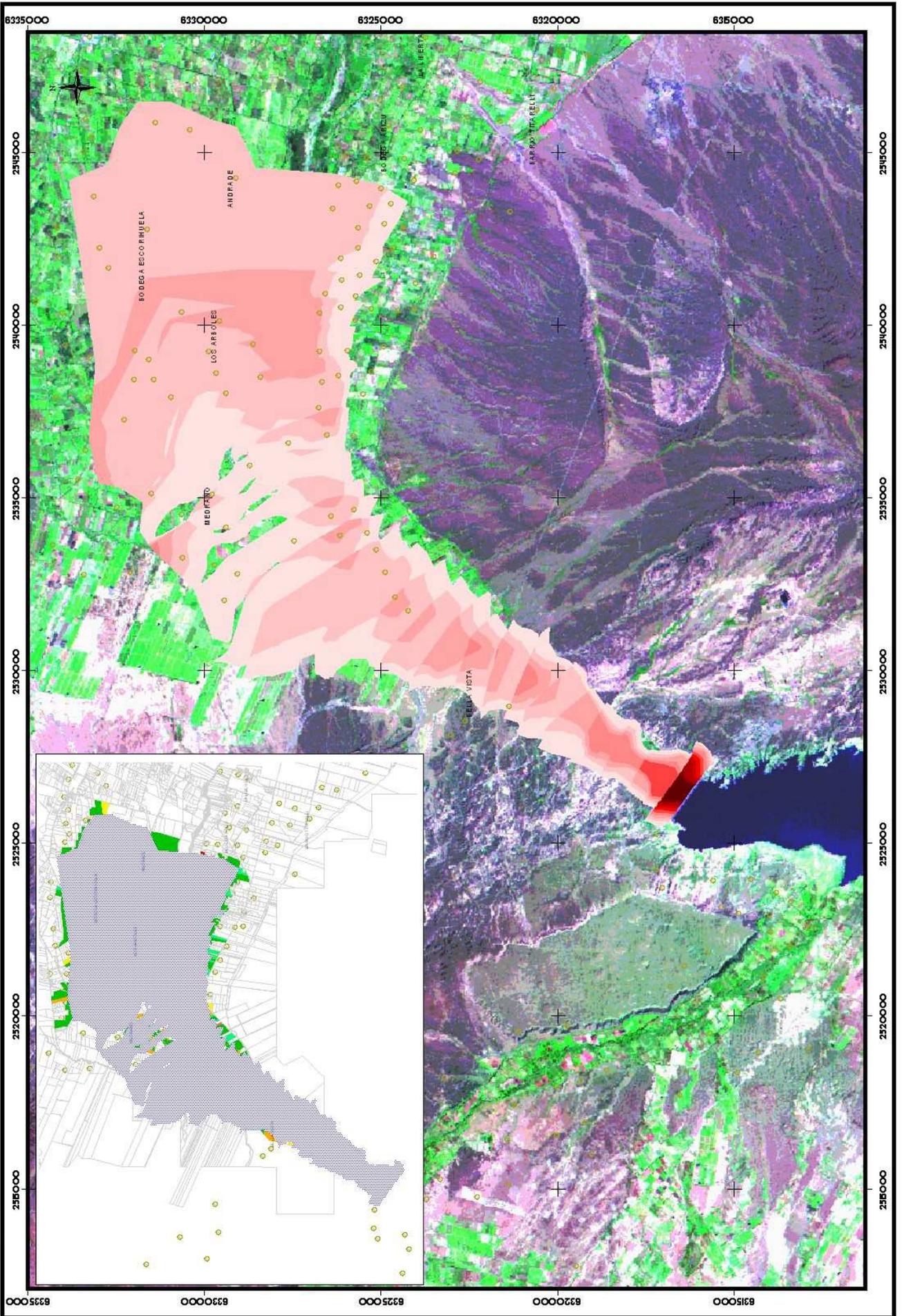




UNIÓN EUROPEA



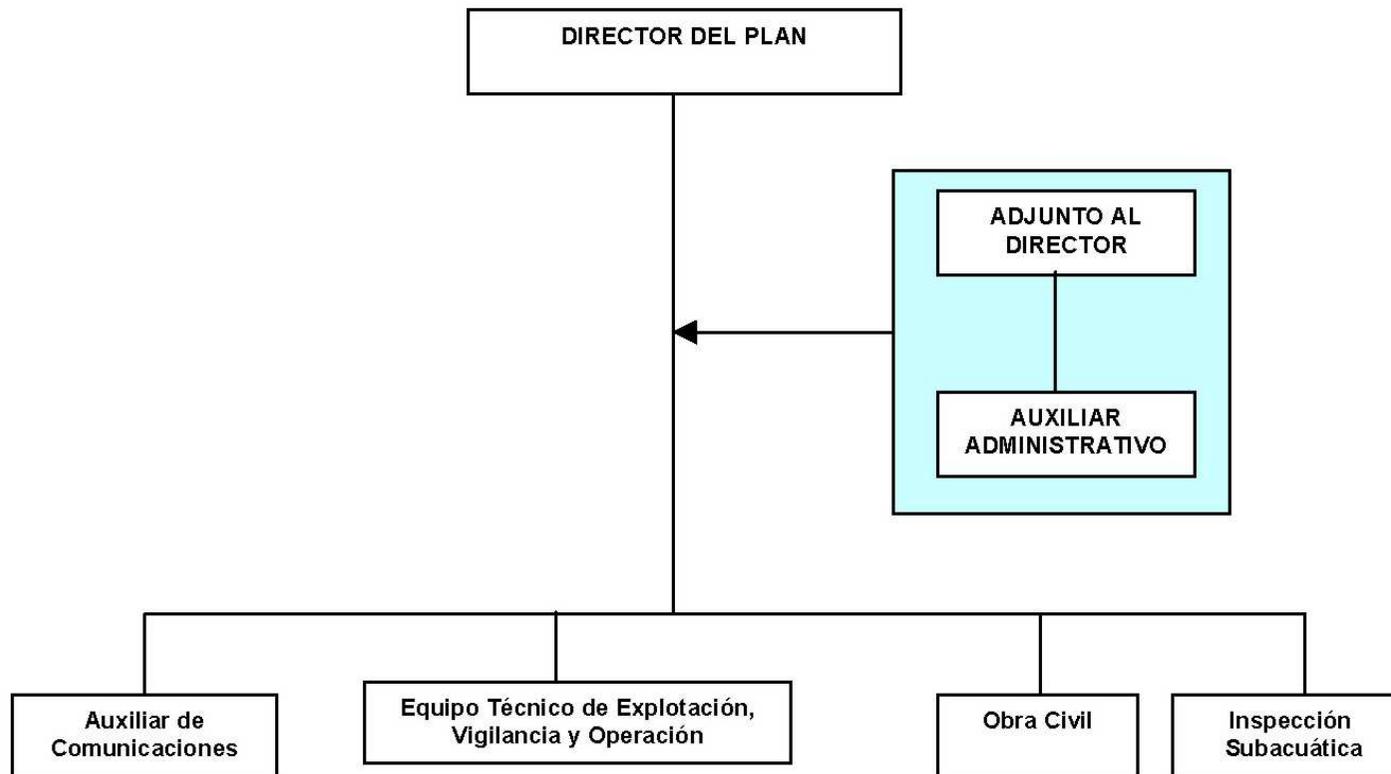
MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



ORGANIGRAMA DE COMUNICACIONES



ORGANIZACIÓN



5. CONCLUSIONES

La elaboración de los Planes de Emergencia de Presas en España se han uniformizado para conseguir una estructura común siguiendo las pautas establecidas en la Guía Técnica del 2001.

Para que los Planes de emergencia de Presas resulten operativos además es necesario lo siguiente:

- Disponibilidad de medios materiales y humanos cualificados.
- Coordinación entre administraciones competentes: Administración Hidráulica central, autonómica y local, Protección Civil, etc.
- Planificación en las comunicaciones.
- Integración con las Normas de Explotación de la presa.
- Actualización permanente

An aerial photograph of a large dam and reservoir. The dam is a long, curved concrete structure that follows the contour of a valley. The reservoir is filled with dark blue water. The surrounding landscape is semi-arid, with sparse green vegetation and brownish soil. In the foreground, there are rocky outcrops and a small bridge or structure crossing the water. The sky is clear and blue.

MUCHAS GRACIAS!!!

Raul Zeid Jan
Responsable de Proyectos Internacionales