

# Propuesta metodológica para el estudio de rotura de presas con presencia de sedimentos

G. Olivares<sup>1</sup>, M. Sanz-Ramos<sup>1</sup>, E. Bladé<sup>1</sup>

gonzalo.olivares@upc.edu

marcos.sanz-ramos@upc.edu

ernest.blade@upc.edu



<sup>1</sup>Instituto Flumen (Universitat Politècnica de Catalunya – CIMNE), Barcelona, España

## INTRODUCCIÓN

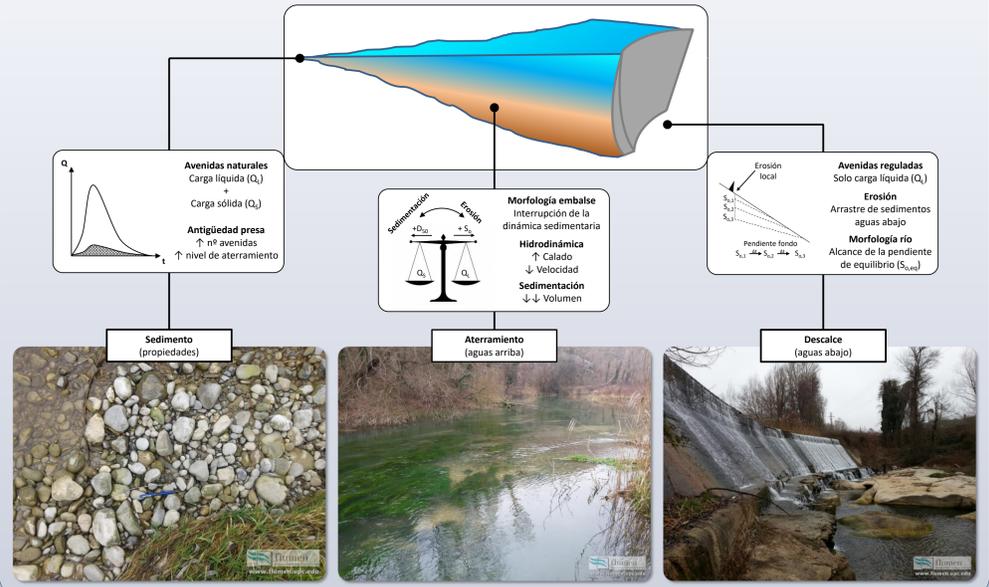
El reciente cambio en la legislación ha obligado a titulares, públicos y privados, a realizar la clasificación de presas y balsas de pequeñas dimensiones (a partir de altura > 5 m y volumen > 100.000 m<sup>3</sup>), tanto existentes como de nueva construcción.

La evaluación del riesgo potencial de inundación frente a un eventual fallo del cuerpo de presa (rotura) se encuentra legislado mediante el “Reglamento Técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses” y la “Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones”. No obstante, ambos son de carácter descriptivo y general, de modo que fue necesaria su transcripción a un documento más pragmático: la “Guía Técnica para la Clasificación de presas en función del riesgo potencial” (en adelante Guía Técnica).

La Guía Técnica describe, entre otras, cómo afrontar la problemática a fin de obtener el hidrograma generado tras la rotura, que a su vez debe servir para alimentar modelos de propagación de avenidas para, finalmente, poder evaluar el riesgo potencial asociado a la eventual rotura de una presa o balsa. Sin embargo, no hace mención expresa de cómo afrontar la clasificación de una presa o balsa cuando ésta se encuentra parcial o totalmente colmatada con sedimentos.

El marco normativo deja cierta libertad para adaptar la metodología, incluso proponer nuevas, para cada caso de estudio (apartado 1, Capítulo III). A continuación se expone una nueva propuesta metodológica para clasificar presas y balsas con aterramiento. Se pone de relieve su utilidad mediante la aplicación en un caso de estudio real.

## PROBLEMÁTICA



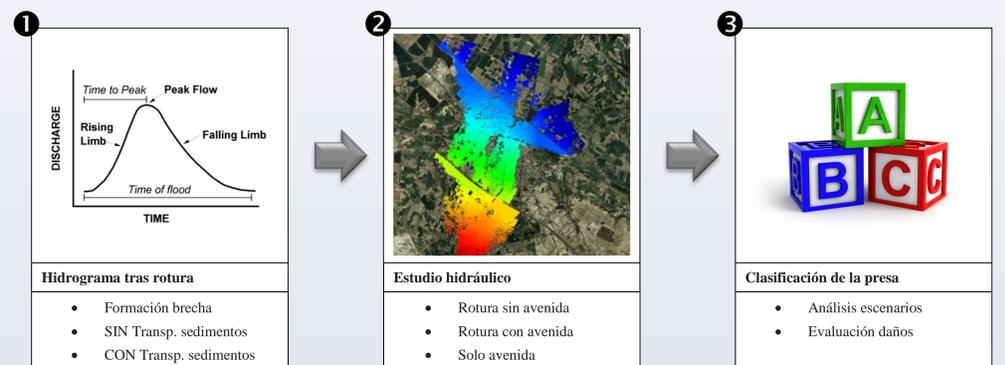
## PROPUESTA METODOLÓGICA

La metodología se centra en el análisis de presas ya existentes (gravedad, contrafuertes o bóveda) que hayan sufrido la reducción de su capacidad de almacenaje por aterramiento de sedimentos.

Los procesos que la integran se dividen en tres:

1. Obtención del hidrograma tras rotura con un modelo que permita generar la brecha teniendo en cuenta el transporte de sedimentos en el embalse (fondo móvil)
2. Estudio hidráulico para determinar la peligrosidad del evento. Nuevo escenario de cálculo: hidrograma tras rotura con transporte de sedimentos.
3. Clasificación de la presa en función del análisis de los distintos escenarios de cálculo

Se basa en lo descrito en el apartado 5.1 del Capítulo III de la Guía Técnica, pudiéndose aplicar de manera integral (1+2 → 3) o por separado (1 → 2 → 3).



### 2. Estudio hidráulico

El hidrograma tras rotura, considerando fondo móvil en el embalse, debe alimentar el modelo hidráulico.

- Evaluación de la hidrodinámica para determinar la peligrosidad del flujo
- Es posible estimar, además, la **afección causada por el volumen de sedimento movilizado**

Debe estudiarse el caso sin considerar transporte de sedimento en el embalse.

### 1. Hidrograma tras rotura

Las características del hidrograma (instante del pico y volumen) dependen de:

- Las características de la brecha (tiempo y forma)
- El nivel de aterramiento en el embalse
- El tipo de sedimento acumulado en el embalse
- La formulación para evaluar el transporte de sedimentos

Se requiere:

- Campaña(s) de campo para la determinación del estado actual de la presa (nivel de aterramiento) y de los parámetros del sedimento (granulometría, porosidad, etc.)
- Análisis de adecuación y sensibilidad de la formulación empleada

### 3. Clasificación de la presa

Se realiza considerando todos los aspectos de la Guía Técnica:

- Análisis de daños para los diferentes escenarios estudiados
- Posibilidad de considerar de los sedimentos en el análisis de daños
- Comparación con la metodología tradicional (fondo fijo)

Selección de la clasificación de presa más desfavorable.

## CASO DE ESTUDIO

La metodología propuesta se aplicó en el estudio de clasificación de una presa de pequeñas dimensiones situada en el río Llobregat (Barcelona).

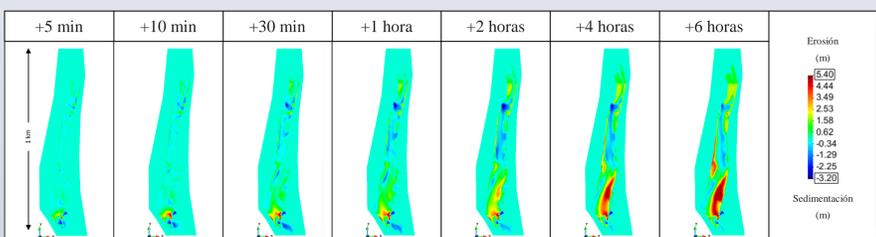
### Características de la presa

- Volumen original: (desconocido)
- Dimensiones: 5.25 m (H) y 70 m (L)
- Aterramiento: > 75 %

### Sedimento

- Tipología: arenas y gravas
- Tamaño medio: 3 cm
- Formulación: Wong y Parker (2006)

La obtención del hidrograma tras rotura con y sin transporte de sedimento se realizó mediante el modelo hidráulico bidimensional Iber (www.iberaula.es).



El estudio hidráulico se llevó a cabo con el modelo unidimensional Hec-Ras proporcionado por la Agència Catalana de l'Aigua dentro del PGRI de la cuenca (ACA, 2009).

La evaluación de daños se hizo de manera cualitativa.

## RESULTADOS

- Para el escenario de rotura con avenida, el caudal punta se incrementó con la metodología propuesta un 4.1 % con respecto a la metodología actual.
- El volumen desembalsado también fue mayor, produciéndose un incremento puntual en la capacidad de almacenaje debido a la movilización del fondo en el embalse.
- Para este caso, ambas metodologías otorgaron la misma clasificación a la presa.

## CONCLUSIONES

La metodología propuesta:

- Cumple con las recomendaciones de la Guía Técnica.
- Ofrece a titulares y técnicos un marco *ad hoc* para afrontar problemas de clasificación de presas con aterramiento parcial o total.
- Permitiría llevar a cabo estudios morfológicos para evaluar el volumen de sedimentos movilizado, así como las zonas de erosión y sedimentación dentro y fuera del vaso del embalse, y los potenciales daños que ocasionaría en caso de rotura.

### Referencias

ACA, 2009. Planificació de l'Espai Fluvial. Estudi d'inundabilitat en l'àmbit del projecte PEFCAT - Memòria específica Conca del Llobregat. Agència Catalana de l'Aigua, Barcelona, España  
 Bladé, E., Ceb, L., Corestein, G., Escolano, E., Puertas, J., Vázquez-Cendón, E., Dolz, J., y Coll, A. (2014). Iber: herramienta de simulación numérica del flujo en ríos. Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería, CIMNE (Universitat Politècnica de Catalunya), 30(1), 1-10  
 Hec-Ras, River Analysis System. Hydraulic Reference Manual (Version 4.1). Davis (CA): U.S. Army Corps of Engineers, 2008  
 Wong, M., Parker, G., 2006. Reanalysis and Correction of Bed-Load Relation of Meyer-Peter and Müller Using Their Own Database. J. Hydraul. Eng. 132, 1159-1168. doi:10.1061/(ASCE)0733-9429(2006)132:11(1159)