



JORNADA SOBRE MODELACIÓN NUMÉRICA EN INGENIERÍA DE PRESAS

# LA MODELACIÓN NUMÉRICA DE PRESAS EN LAS FASES DE PROYECTO

Luis Altarejos García

Comité Técnico de Modelos Numéricos – SPANCOLD

Grupo I+D+i Hidr@m - Universidad Politécnica de Cartagena

*“The basic goal of the numerical analysis is to provide adequate answers to a set of relevant questions related to the performance (expected for dams under design or observed for existing structures) of a dam.”*

*Guidelines for Use of Numerical Models in Dam Engineering  
(ICOLD, 2013)*



# INDICE

- 1.- GUÍA USO DE MODELOS NUMÉRICOS EN INGENIERÍA DE PRESAS (BOLETÍN 155 ICOLD, 2013)
- 2.- USO ACTUAL
- 3.- USO FUTURO
- 4.- CUESTIONES PARA DEBATE



# 1.- GUIA DE USO DE MODELOS NUMÉRICOS (B155, 2013)

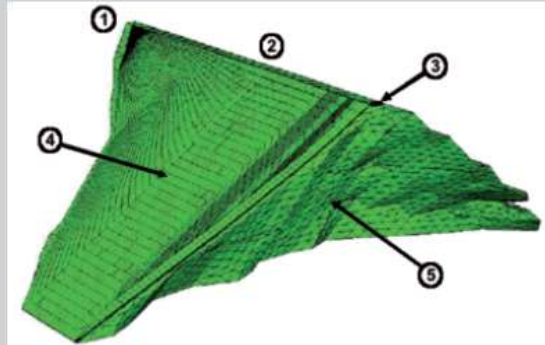
*“The need for the present bulletin arose from observation by several members of the committee, in the frame of their professional experience, that even good engineers, using well validated software in a pertinent field of application, may lose much time and sometimes miss the objective of their computational activity.”*

*“The main reason seems to be that software now available have more and more capabilities and offer a wide range of options, which require users to make adequate choices when preparing and operating their models.”*

## GUIDELINES FOR USE OF NUMERICAL MODELS IN DAM ENGINEERING

## DU BON USAGE DES MODÈLES NUMÉRIQUES DANS L'INGÉNIERIE DES BARRAGES

Bulletin 155



# 1.- GUIA DE USO DE MODELOS NUMÉRICOS (B155, 2013)

1.- INTRODUCTION

2.- NUMERICAL MODELS FOR NEW DAMS

3.- PARTICULAR ISSUES ON EXISTING DAM MODELING

4.- LESSONS FROM PAST EXPERIENCE CASE HISTORIES

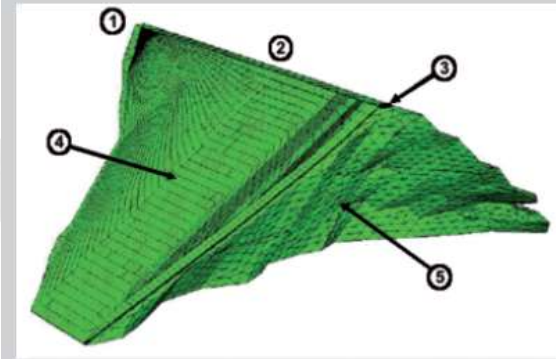
5.- INTEGRATION OF NUMERICAL MODELS INTO THE  
GLOBAL ENGINEERING APPROACH

6.- CONCLUSION

**GUIDELINES FOR USE OF NUMERICAL  
MODELS IN DAM ENGINEERING**

**DU BON USAGE DES MODÈLES  
NUMÉRIQUES DANS L'INGÉNIERIE  
DES BARRAGES**

Bulletin 155



# 1.- GUIA DE USO DE MODELOS NUMÉRICOS (B155, 2013)

## 2.- NUMERICAL MODELS FOR NEW DAMS

2.1.- *General considerations and process*

2.2.- *Loadings*

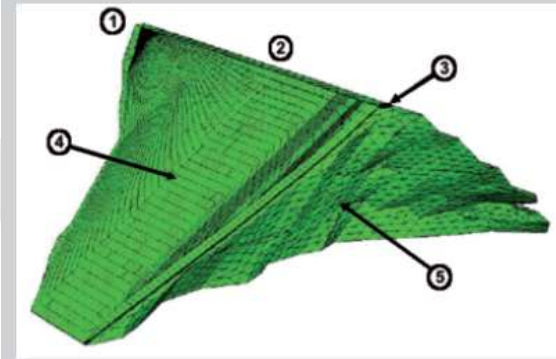
2.3.- *Precautions with non-linear analysis*

2.4.- *Modeling for design optimisation*

**GUIDELINES FOR USE OF NUMERICAL  
MODELS IN DAM ENGINEERING**

**DU BON USAGE DES MODÈLES  
NUMÉRIQUES DANS L'INGÉNIERIE  
DES BARRAGES**

Bulletin 155



# 1.- GUIA DE USO DE MODELOS NUMÉRICOS (B155, 2013)

## 2.- NUMERICAL MODELS FOR NEW DAMS

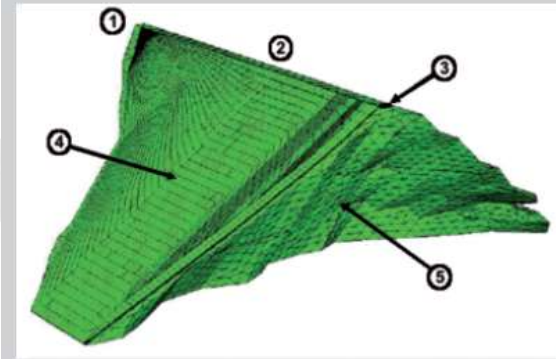
### 2.1.- General considerations and process

- 1º *Domain definition and grid size and refinement*
- 2º *Inclusion of discontinuities*
- 3º *Definition of initial stress-strain state*
- 4º *Simulation of consolidation treatment of foundations*

### **GUIDELINES FOR USE OF NUMERICAL MODELS IN DAM ENGINEERING**

### **DU BON USAGE DES MODÈLES NUMÉRIQUES DANS L'INGÉNIERIE DES BARRAGES**

Bulletin 155



# 1.- GUIA DE USO DE MODELOS NUMÉRICOS (B155, 2013)

## 2.- NUMERICAL MODELS FOR NEW DAMS

### 2.1.- General considerations and process

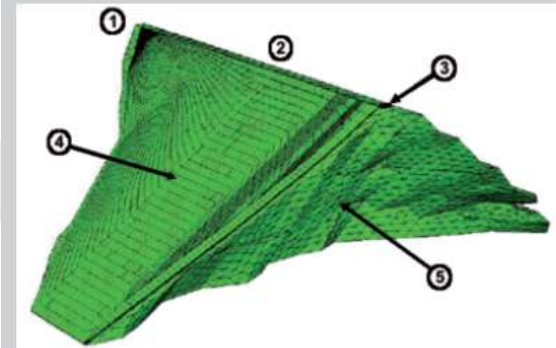
#### 2.1.1.- Types of analyses for new projects

- *Dams that remain within precedents*
- *Dams beyond dam engineering precedents*

### **GUIDELINES FOR USE OF NUMERICAL MODELS IN DAM ENGINEERING**

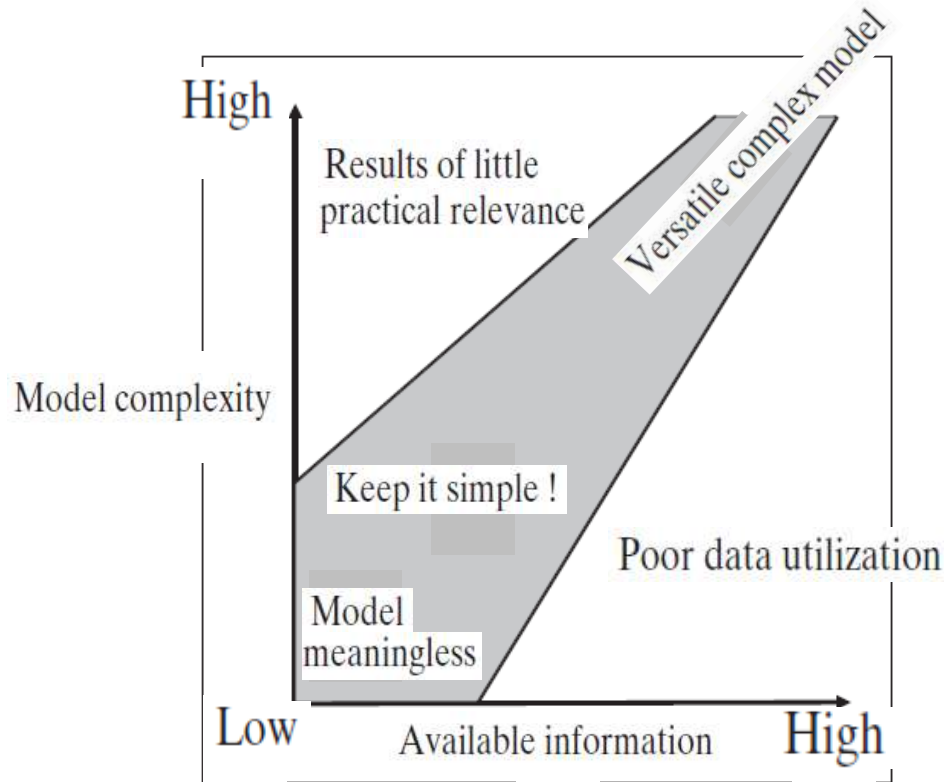
### **DU BON USAGE DES MODÈLES NUMÉRIQUES DANS L'INGÉNIERIE DES BARRAGES**

Bulletin 155





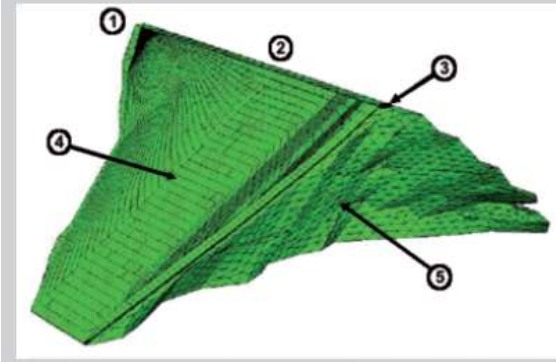
# 1.- GUIA DE USO DE MODELOS NUMÉRICOS (B155, 2013)



## GUIDELINES FOR USE OF NUMERICAL MODELS IN DAM ENGINEERING

## DU BON USAGE DES MODÈLES NUMÉRIQUES DANS L'INGÉNIERIE DES BARRAGES

Bulletin 155



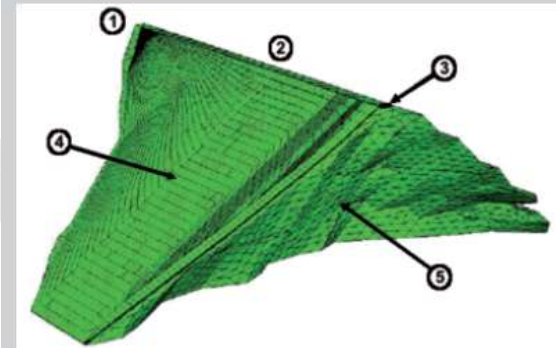
# 1.- GUIA DE USO DE MODELOS NUMÉRICOS (B155, 2013)

*“It is important to point out that the use of numerical models is not to try to replicate all of nature’s and artifact’s complexities. The highest performance in modeling is the ability to develop a representation of the physical reality only as complicated as required, in order to sufficiently understand the behavior required for a particular dam design.”*

## GUIDELINES FOR USE OF NUMERICAL MODELS IN DAM ENGINEERING

## DU BON USAGE DES MODÈLES NUMÉRIQUES DANS L'INGÉNIERIE DES BARRAGES

Bulletin 155



## 2.- USO ACTUAL DE LOS MODELOS NUMÉRICOS

### ESTRUCTURAL

#### **Presa, cimiento, túneles, estructuras**

- Tenso-deform.
- Térmicos
- Filtración
- Estabilidad taludes / laderas
- Fisuración
- Procesos constructivos
- Degradación / envejecimiento / deterioro

### HIDRÁULICA

#### **Vertederos, desagües**

- Tomas (laberintos, PK-weirs)
- Conducciones lámina libre
- Cuencos de amortiguación
- Lanzamientos
- Conducciones en presión

### EMBALSE

- Procesos de sedimentación
- Gestión de sedimentos (flushing, sluicing) y diseño de dispositivos de desagüe

### SEGURIDAD

- Procesos de sobrevertido
- Formación de brechas
- Hidrogramas de rotura
- Propagación de hidrogramas y mapas de inundación
- Estimación de consecuencias

## 2.- USO ACTUAL DE LOS MODELOS NUMÉRICOS

### ESTUDIO PRE-FACTIBILIDAD

- Criterios de diseño
- Análisis de opciones técnicas
- Coste/beneficio aproximado

No necesarios /  
modelos muy sencillos

### ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

- Evaluación técnica de la alternativa seleccionada
- Definición de la solución óptima
- Coste/beneficio más preciso

Uso inevitable de  
modelos numéricos

### DISEÑO DE DETALLE

- Definición completa de las actuaciones de todos los lotes
- Definición de un calendario para la construcción

Uso inevitable de  
modelos numéricos  
con/sin combinación  
con modelos físicos

### CONSTRUCCIÓN

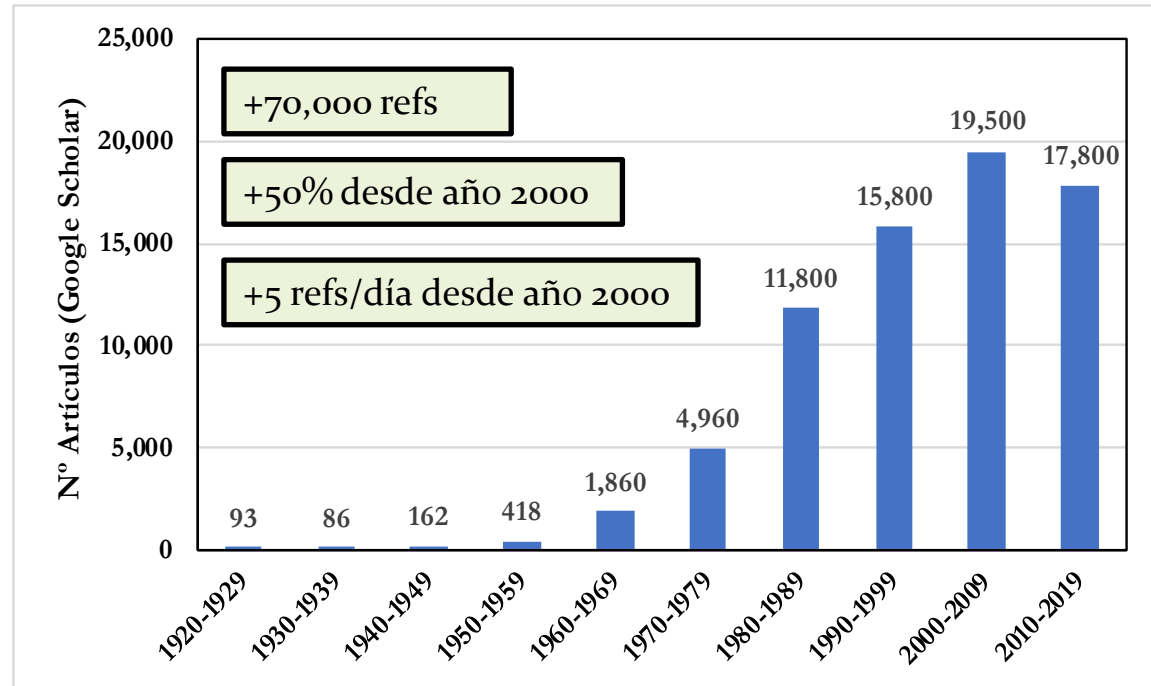
- Control de cambios
- Planificación de actuaciones y secuencias constructivas

Uso prácticamente  
inevitable de  
modelos numéricos  
para validar cambios

## 2.- USO ACTUAL DE LOS MODELOS NUMÉRICOS

### Búsqueda en Google Académico: “*Dam Engineering Numerical Models*”

**Google Académico** (en inglés, **Google Scholar**) es un **buscador** de **Google** enfocado y especializado en la búsqueda de contenido y bibliografía científico-académica.<sup>1</sup> El sitio indexa editoriales, bibliotecas, repositorios, bases de datos bibliográficas, entre otros; y entre sus resultados se pueden encontrar citas, enlaces a **libros, artículos de revistas científicas, comunicaciones y congresos, informes científico-técnicos, tesis, tesinas y archivos** depositados en repositorios.



## 3.- USO FUTURO DE LOS MODELOS NUMÉRICOS

### Conexión de los modelos numéricos con BIM (Building Information Modeling)

Metodología de trabajo basada un modelo 3D que incorpora tanto geometría como datos.

En el modelo 3D de BIM existe vinculación, en todo momento, con la base de datos, ayudando así a la toma de decisiones a lo largo de todo el ciclo de vida, desde la fase de diseño, hasta la construcción e instalación.

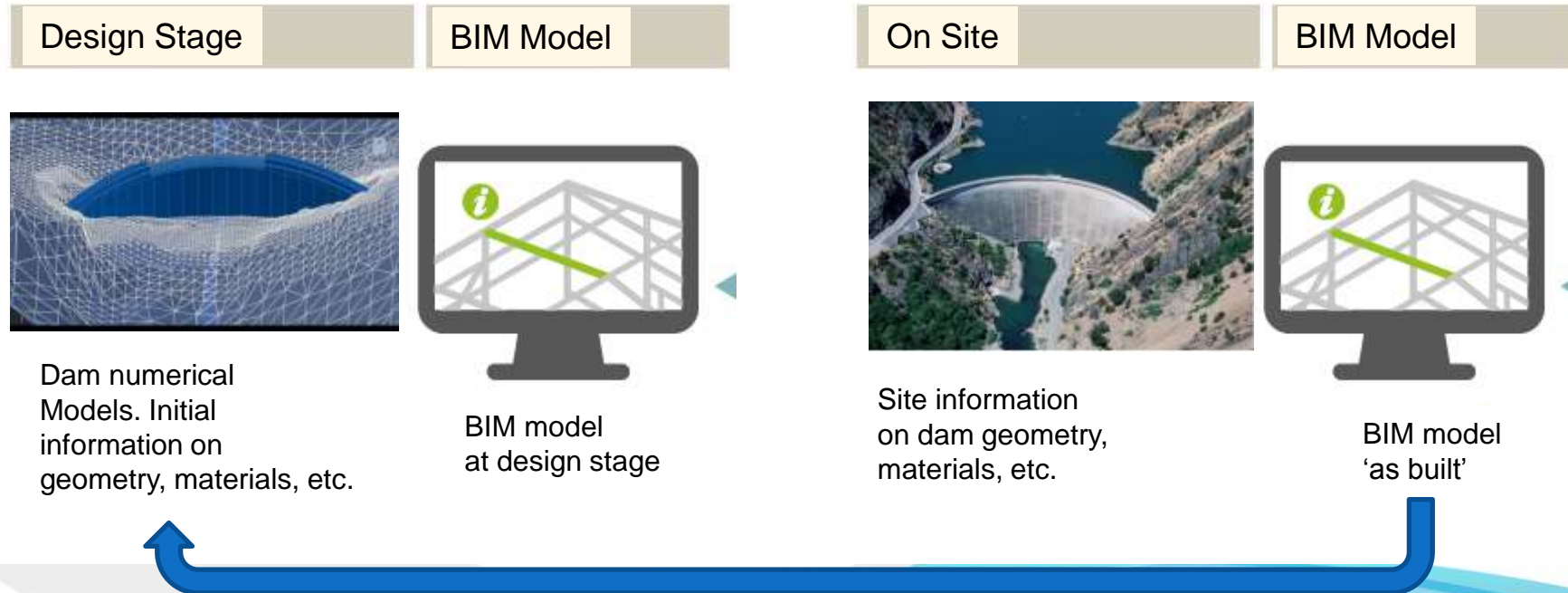
#### Potential dimensions of BIM<sup>45</sup>



45 Kevin O'Grady (2018): The age of 'Total Design', Passenger Terminal Today, 11th September 2018.

### 3.- USO FUTURO DE LOS MODELOS NUMÉRICOS

#### Conexión de los modelos numéricos con BIM (Building Information Modeling)



## 3.- USO FUTURO DE LOS MODELOS NUMÉRICOS

### Conexión de los modelos numéricos con BIM + DIGITAL TWINS

- GEMELO DIGITAL: representación digital realista de un activo, proceso o sistema del medio físico.
- GEMELO DIGITAL: conexión total con GEMELO FÍSICO.
- GEMELO DIGITAL da soporte a la toma de decisiones y permite crear una retroalimentación positiva sobre el GEMELO FÍSICO

**El concepto no es nuevo. Sin embargo, la 4ª revolución industrial (IoT) está posibilitando que estos sistemas sean accesibles y tengan utilidad práctica.**

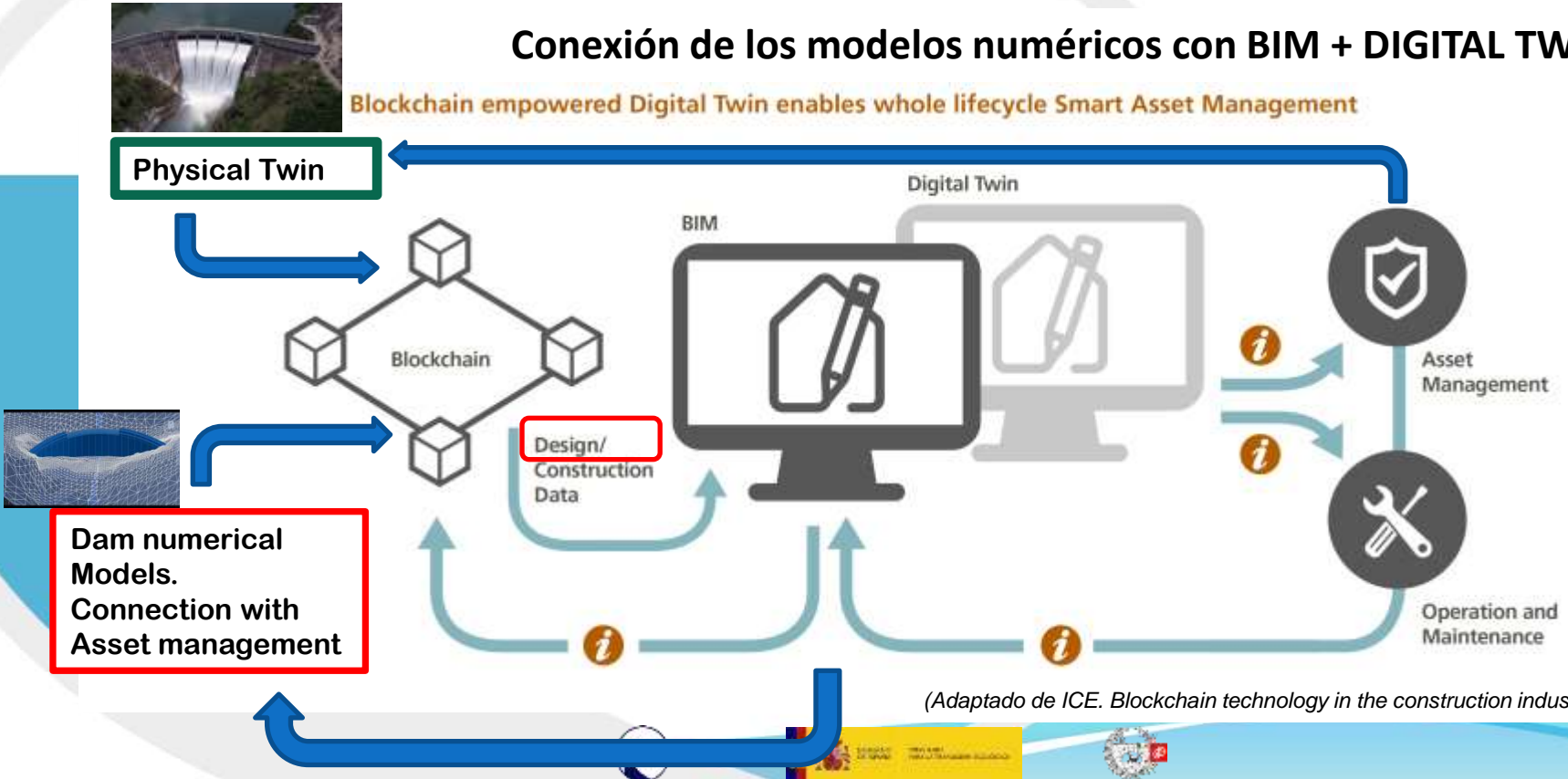




### 3.- USO FUTURO DE LOS MODELOS NUMÉRICOS

#### Conexión de los modelos numéricos con BIM + DIGITAL TWINS

Blockchain empowered Digital Twin enables whole lifecycle Smart Asset Management



(Adaptado de ICE. Blockchain technology in the construction industry, 2018)

## 4.- CUESTIONES PARA DEBATE

- 1.- *¿Sería pertinente/útil/conveniente elaborar en el marco de SPANCOLD, mediante contribuciones técnicas desde todas las partes interesadas, un documento/catálogo/guía sobre el uso de modelos numéricos en las distintas fases de proyecto?*
- 2.- *¿Sería pertinente/útil/conveniente plantear la elaboración de modelos numéricos en fase de proyecto teniendo presente su posible ampliación, evolución y uso posterior a lo largo del ciclo de vida del proyecto?*
- 3.- *¿Sería pertinente/útil/conveniente/ (...inevitable?) abordar/liderar desde el mundo de la modelación numérica la conexión con los Digital Twins para mejorar la gestión de las presas?*



JORNADA SOBRE MODELACIÓN NUMÉRICA EN INGENIERÍA DE PRESAS

# LA MODELACIÓN NUMÉRICA DE PRESAS EN LAS FASES DE PROYECTO

Luis Altarejos García

Comité Técnico de Modelos Numéricos – SPANCOLD

Grupo I+D+i Hidr@m - Universidad Politécnica de Cartagena

[luis.altarejos@upct.es](mailto:luis.altarejos@upct.es)