



JORNADA SOBRE PLANES DE EMERGENCIA DE PRESAS.

AVANCES EN LA MODELIZACIÓN HIDRÁULICA PARA PLANES DE EMERGENCIA: DEL 1D AL 2D

Eduardo Bueno Alfaro
Mayo 2025

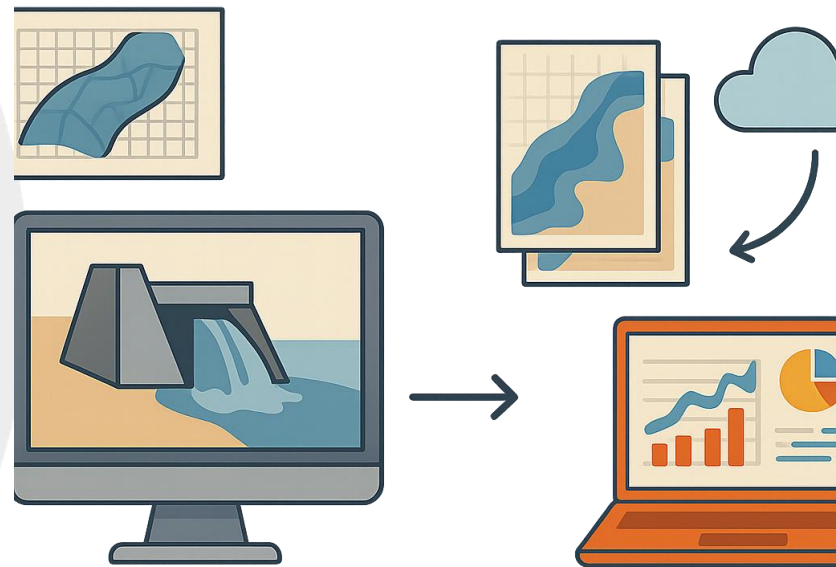


Uso de modelos 2D frente a modelos 1D

- Principales diferencias
- Evolución del software
- Comparación de un modelo 1D frente a 2D

Otras posibilidades de los modelos 2D

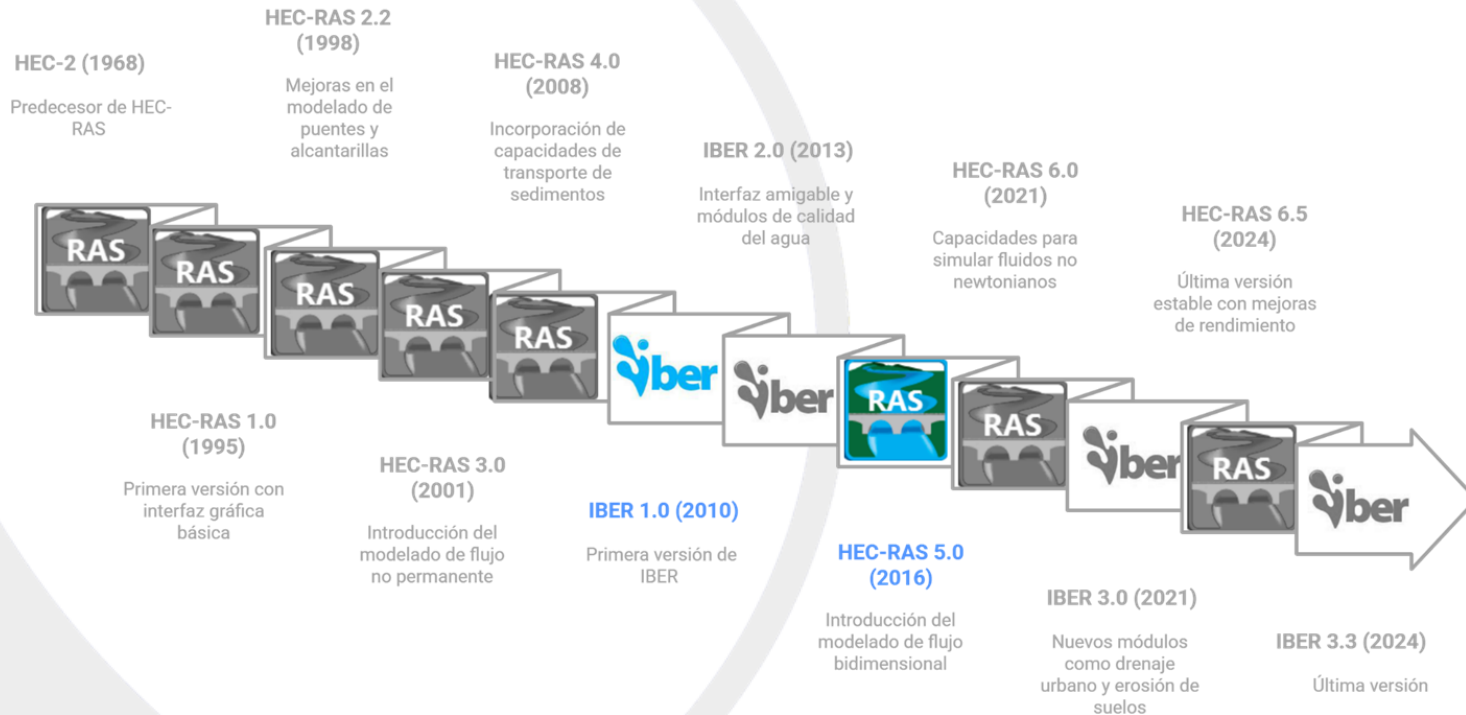
- Ejemplo de uso en HEC-RAS
- Ejemplo de uso en IBER



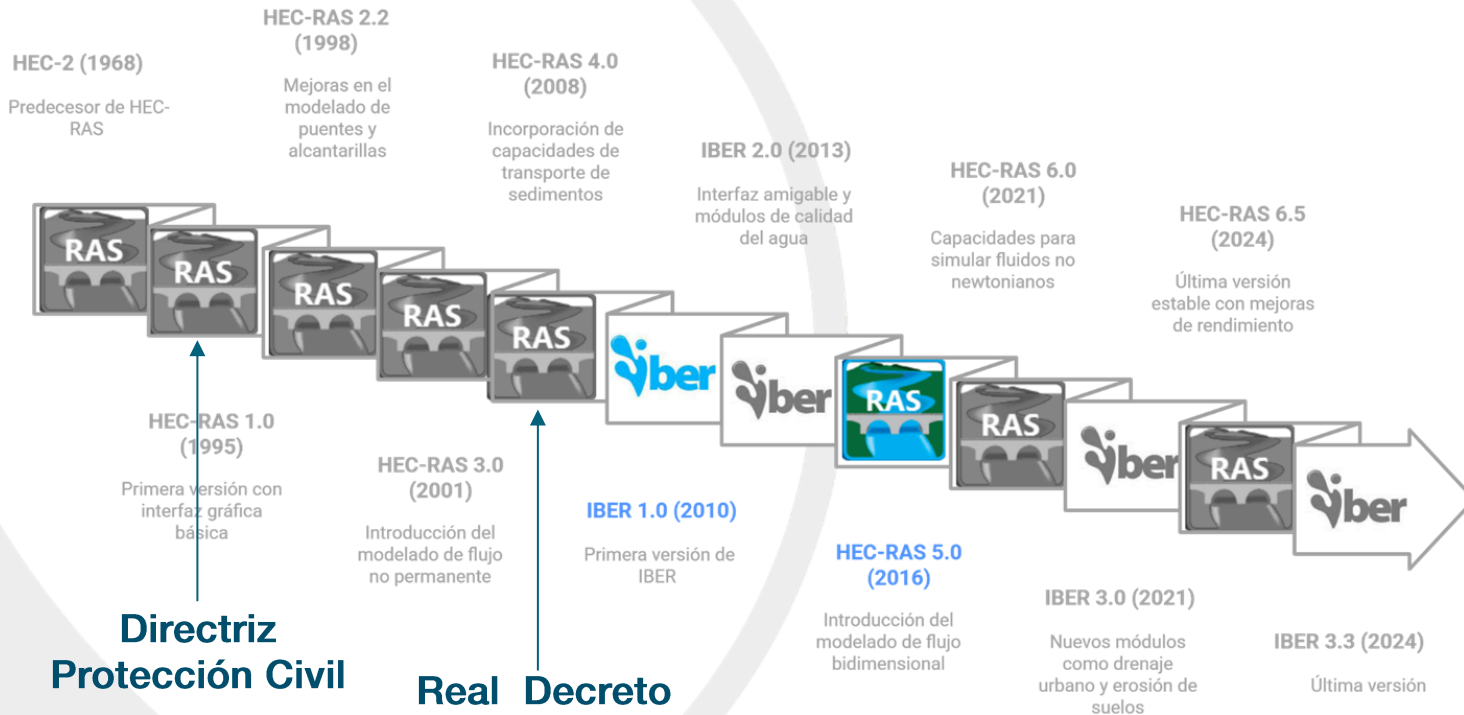
PRINCIPALES DIFERENCIAS: 1D - 2D

Característica	Modelo 1D	Modelo 2D
Dirección del Flujo	Longitudinal	Longitudinal y Transversal
Ecuaciones Gobernantes	Saint-Venant 1D	Saint-Venant 2D
Requisitos de Datos	Menos datos requeridos	Datos topográficos más detallados
Demanda Computacional	Baja	Alta
Precisión	Limitada en terrenos complejos	Más precisa y realista
Propagación Lateral	Baja representación	Buena representación
Mejores Casos de Uso	Cauces bien definidos, estudios rápidos	Terrenos complejos, análisis detallado

EVOLUCIÓN EN LA MODELIZACIÓN: HEC-RAS / IBER

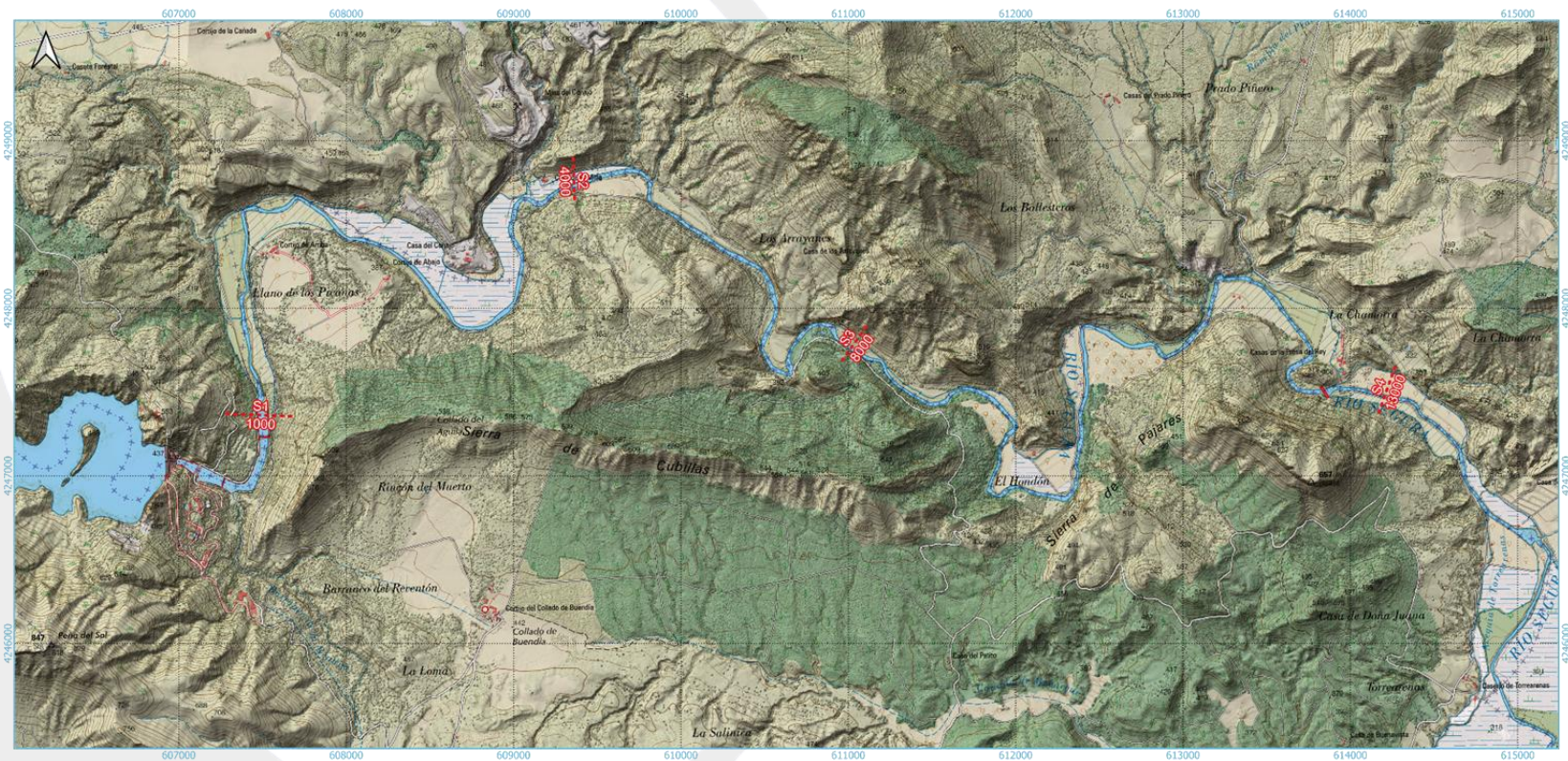


EVOLUCIÓN EN LA MODELIZACIÓN: HEC-RAS / IBER

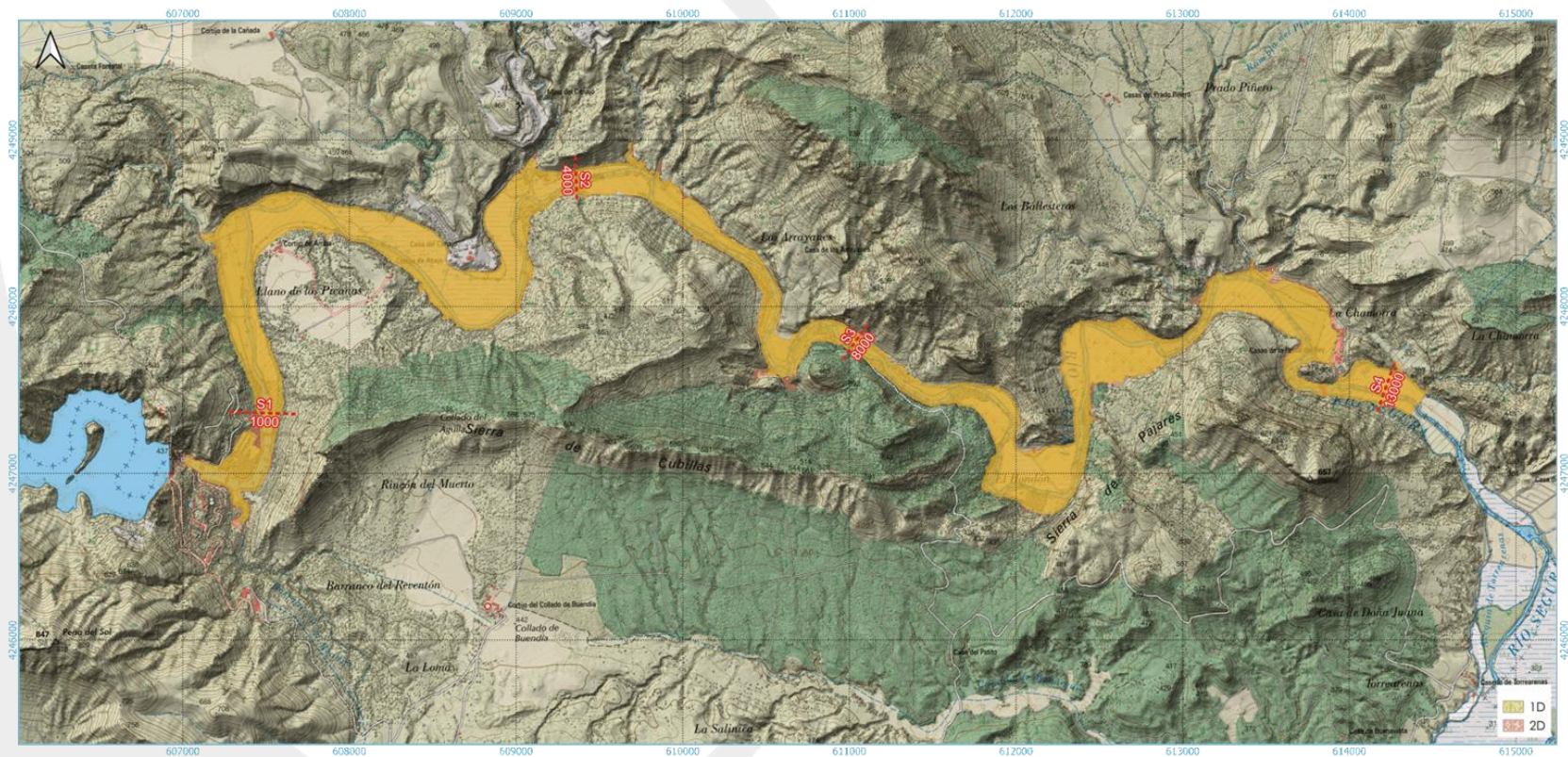


JORNADA SOBRE PLANES DE EMERGENCIA DE PRESAS
AVANCES EN LA MODELIZACIÓN HIDRÁULICA PARA PLANES DE EMERGENCIA: DEL 1D AL 2D

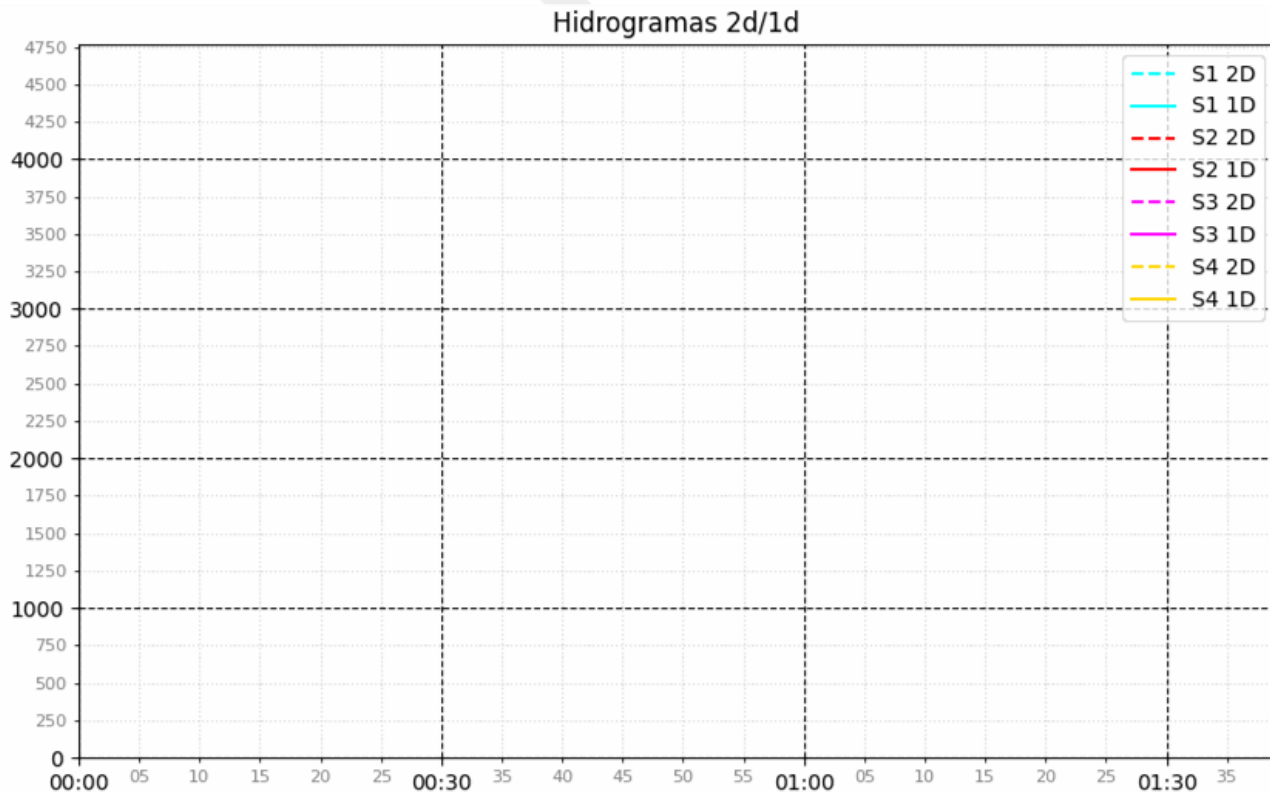
UN CASO PRÁCTICO: 1D Vs 2D



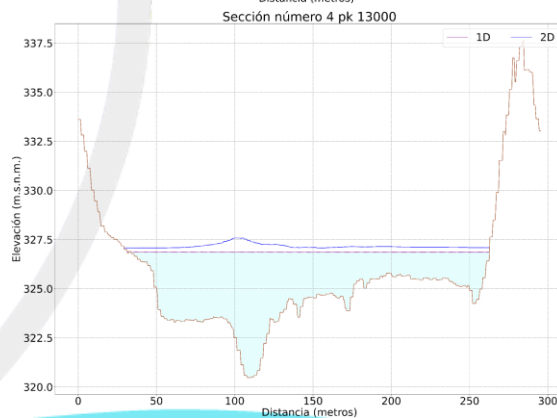
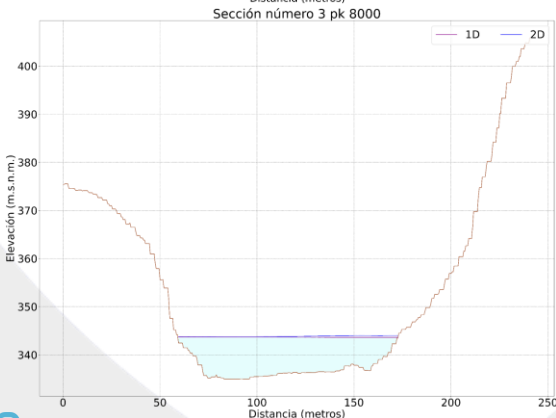
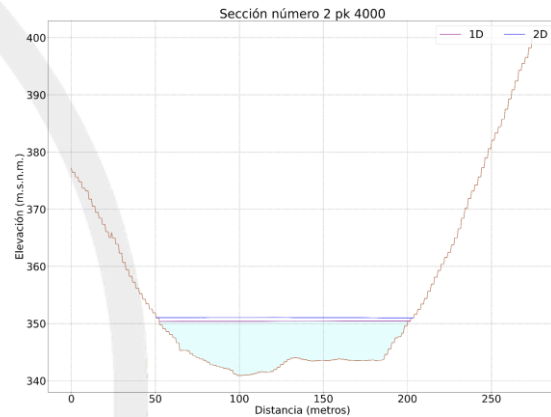
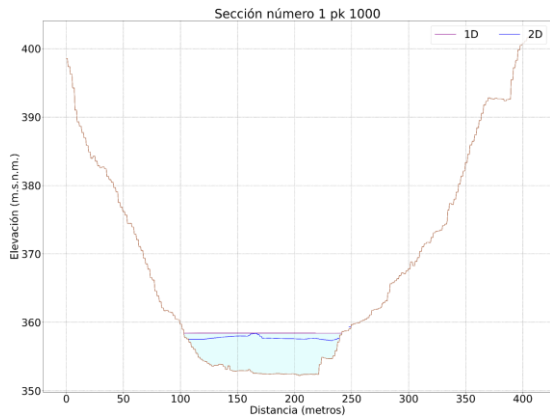
UN CASO PRÁCTICO: 1D Vs 2D



UN CASO PRÁCTICO: 1D Vs 2D



UN CASO PRÁCTICO: 1D Vs 2D



RESUMEN: 1D - 2D

Modelo 1D cuando el sistema es lineal, simple, y cuando la variabilidad en la dirección transversal del flujo es mínima (ej. canales rectos, ríos grandes con poca variabilidad lateral).

Modelo 2D cuando el sistema es complejo, con geometría irregular, y cuando se necesita capturar detalles del flujo lateral y las interacciones complejas entre el flujo y el entorno (ej. zonas urbanas, zonas con baja pendiente).



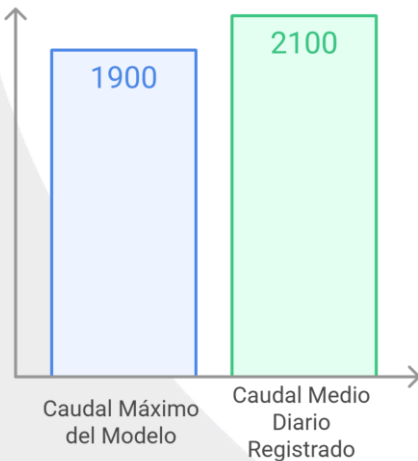
¿Puedo validar mi modelo?



UN CASO PRÁCTICO: Modelo Vs Realidad

¿Puedo validar mi modelo?

Caudal (m^3/s)



MÁS ALLÁ DEL 2D: VENTAJAS



Información Detallada

Proporciona datos precisos y completos sobre las condiciones hidráulicas



Automatización

Permite simulaciones eficientes y escalables a través de scripts en Python



Integración

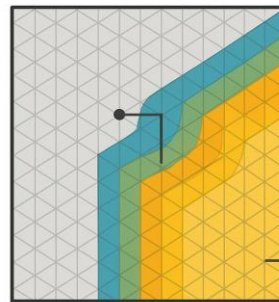
Facilita la interoperabilidad con otros sistemas de análisis



Reducción de Errores

Minimiza los errores humanos y mejora la consistencia de los resultados

VENTAJAS DE LOS NUEVOS MODELOS HIDRÁULICOS 2D



MAYOR VOLUMEN DE INFORMACIÓN
POR PUNTO



AUTOMATIZACIÓN
MEDIANTE SCRIPTS
DE PYTHON

MÁS ALLÁ DEL 2D: LECTURA DE FICHEROS DE RESULTADOS HEC-RAS

Almacenamiento de resultados en HEC-RAS utilizando ficheros HDF (Hierarchical Data Format) es una opción avanzada que permite gestionar grandes cantidades de datos generados por las simulaciones hidráulicas, de forma eficiente y organizada. El formato HDF es un formato estándar y flexible que se utiliza para almacenar y organizar **grandes volúmenes de datos**

```

1  # Importar librerías
2  import pandas as pd
3  import numpy as np
4  import matplotlib.pyplot as plt
5  import sys
6  import os
7  import h5py
8  import h5netcdf
9  import h5py
10 import h5netcdf
11 import h5py
12 import h5netcdf
13 import h5py
14 import h5netcdf
15 import h5py
16 import h5netcdf
17 import h5py
18 import h5netcdf
19 import h5py
20 import h5netcdf
21 import h5py
22 import h5netcdf
23 import h5py
24 import h5netcdf
25 import h5py
26 import h5netcdf
27 import h5py
28 import h5netcdf
29 import h5py
30 import h5netcdf
31 import h5py
32 import h5netcdf
33 import h5py
34 import h5netcdf
35 import h5py
36 import h5netcdf
37 import h5py
38 import h5netcdf
39 import h5py
40 import h5netcdf
41 import h5py
42 import h5netcdf
43 import h5py
44 import h5netcdf
45 import h5py
46 import h5netcdf
47 import h5py
48 import h5netcdf
49 import h5py
50 import h5netcdf
51 import h5py
52 import h5netcdf
53 import h5py
54 import h5netcdf
55 import h5py
56 import h5netcdf
57 import h5py
58 import h5netcdf
59 import h5py
60 import h5netcdf
61 import h5py
62 import h5netcdf
63 import h5py
64 import h5netcdf
65 import h5py
66 import h5netcdf
67 import h5py
68 import h5netcdf
69 import h5py
70 import h5netcdf
71 import h5py
72 import h5netcdf
73 import h5py
74 import h5netcdf
75 import h5py
76 import h5netcdf
77 import h5py
78 import h5netcdf
79 import h5py
80 import h5netcdf
81 import h5py
82 import h5netcdf
83 import h5py
84 import h5netcdf
85 import h5py
86 import h5netcdf
87 import h5py
88 import h5netcdf
89 import h5py
90 import h5netcdf
91 import h5py
92 import h5netcdf
93 import h5py
94 import h5netcdf
95 import h5py
96 import h5netcdf
97 import h5py
98 import h5netcdf
99 import h5py
100 import h5netcdf

```

Script lectura de resultados Hec-Ras

Característica	Descripción
 Formato jerárquico	Facilita el acceso y la organización de datos
 Grandes volúmenes de datos	Almacena grandes cantidades de información de manera eficiente
 Resultados de simulación	Almacena caudal, velocidad, caudal, etc.
 Tipos de datos	Almacena matrices, series temporales y otros datos
 Interoperabilidad	Compatible con otros programas y herramientas

MÁS ALLÁ DEL 2D: LECTURA DE FICHEROS DE RESULTADOS HEC-RAS

Tabla Zonas Potencialmente Inundables

Identificación de la afección								Resultados del modelo hidráulico								
ID	Descripción	Provincia	T.M.	Tipo de elemento	Distancia a la presa (km)	Margen	Coordenadas UTM		En escenario XX							
							X	Y	Cota (m.s.n.m.)	Caudal máximo (m³/s)	Cota máxima de agua (m.s.n.m.)	Tiempo llegada onda (h:mm)	Tiempo valores máximos (h:mm)	Calado máximo (m)	Véloc. Máxima (m/s)	

Fuente: Guía Técnica para la Elaboración de Planes de Emergencia de Presas

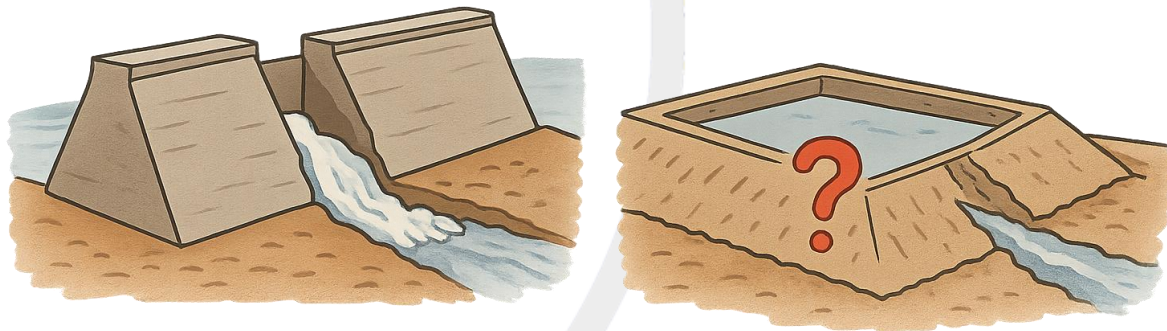


Section A: Patient Information										Section B: Clinical Data										Section C: Laboratory Results																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
ID	Name	Age	Gender	DOB	Admission Date	Discharge Date	Room No.	Ward	Physician	Vital Signs					Lab Tests					Imaging					Notes																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
										Temp	HR	BP	SpO2	Glucose	HbA1c	Cholesterol	Triglycerides	Urea Nitrogen	Creatinine	ALT	AST	Alkaline Phosphatase	Gamma-GT	Prothrombin Time		Partial Thromboplastin Time																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
001	John Doe	45	Male	1980-01-15	2023-10-27	2023-11-03	101	Cardiology	Dr. Smith	36.5	72	120/80	98	100	150	5.5	1.2	1.0	0.8	1.5	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	

MÁS ALLÁ DEL 2D: AUTOMATIZACIÓN EN LA GENERACIÓN DE BRECHAS EN IBER

Rotura de presas: estructuras monolíticas, diseñadas con elementos claramente identificables y puntos críticos predecibles desde las etapas iniciales de planificación.

Rotura de balsas: sus taludes perimetrales no permiten determinar con precisión el punto más vulnerable, ya que el fallo estructural puede desencadenarse en cualquier lugar.



MÁS ALLÁ DEL 2D: AUTOMATIZACIÓN EN LA GENERACIÓN DE BRECHAS EN IBER

Localización



MÁS ALLÁ DEL 2D: AUTOMATIZACIÓN EN LA GENERACIÓN DE BRECHAS EN IBER

Balsa analizada



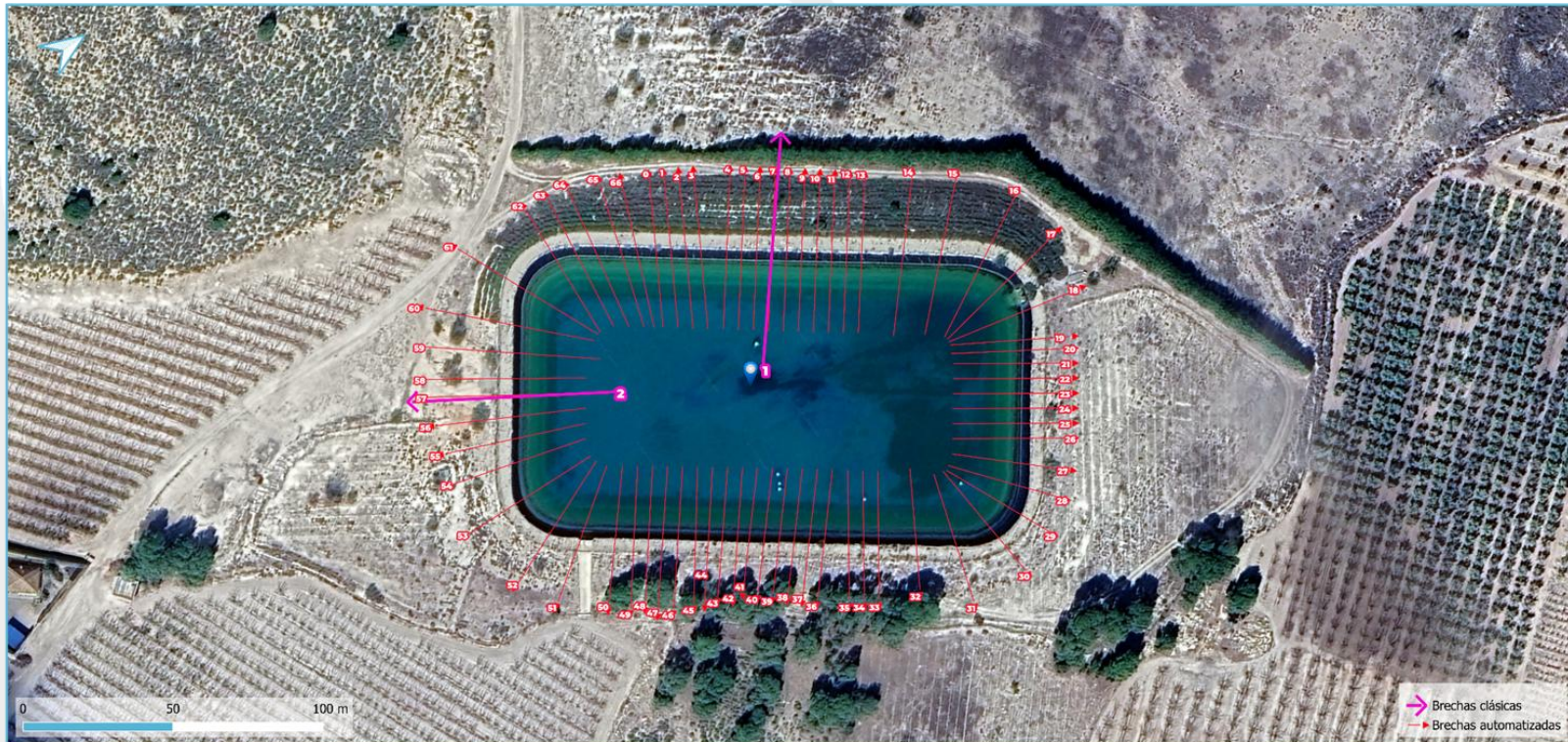
MÁS ALLÁ DEL 2D: AUTOMATIZACIÓN EN LA GENERACIÓN DE BRECHAS EN IBER

Vivienda aislada cercana a la balsa



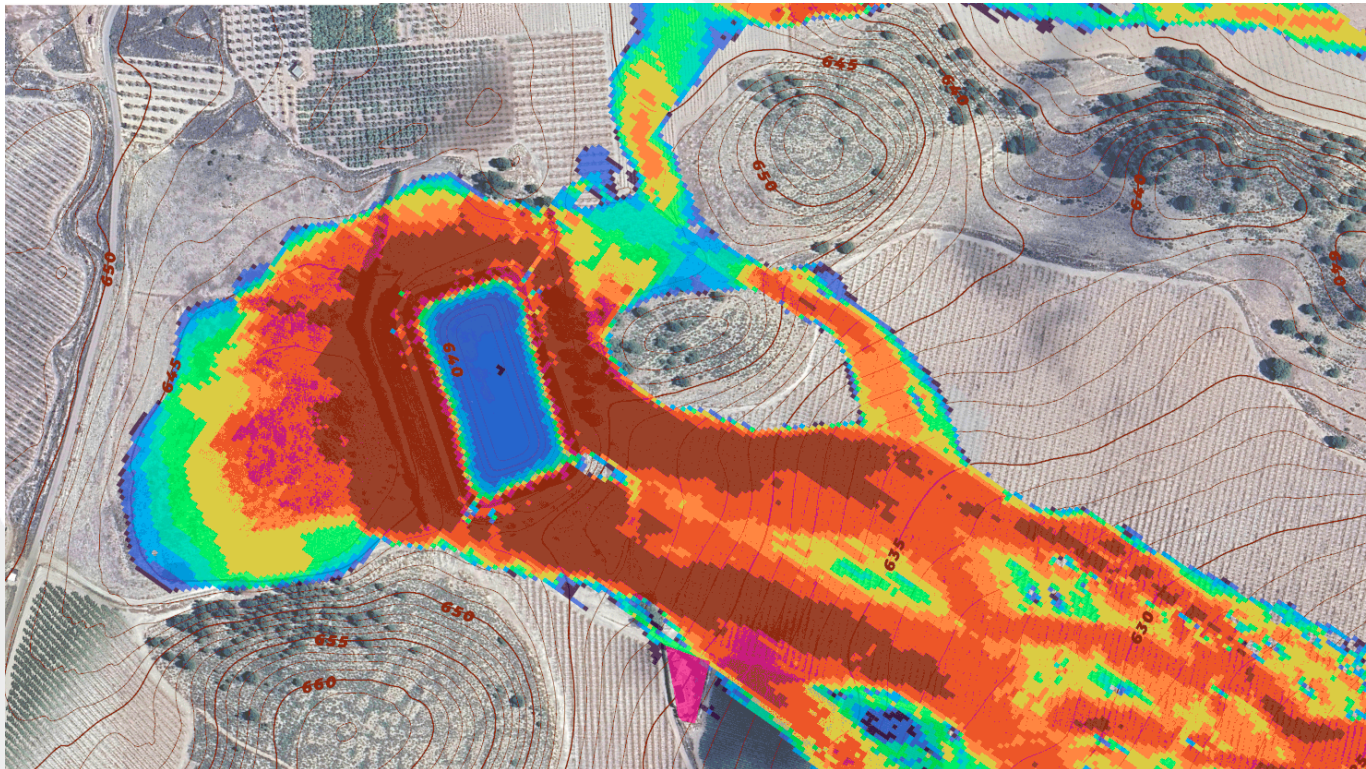
MÁS ALLÁ DEL 2D: AUTOMATIZACIÓN EN LA GENERACIÓN DE BRECHAS EN IBER

Brechas analizadas. Roturas clásicas - Roturas automatizadas



MÁS ALLÁ DEL 2D: AUTOMATIZACIÓN EN LA GENERACIÓN DE BRECHAS EN IBER

Envolventes máximas. Roturas clásicas - Roturas automatizadas



MÁS ALLÁ DEL 2D: AUTOMATIZACIÓN EN LA GENERACIÓN DE BRECHAS EN IBER

Probabilidad de que la afección sea grave



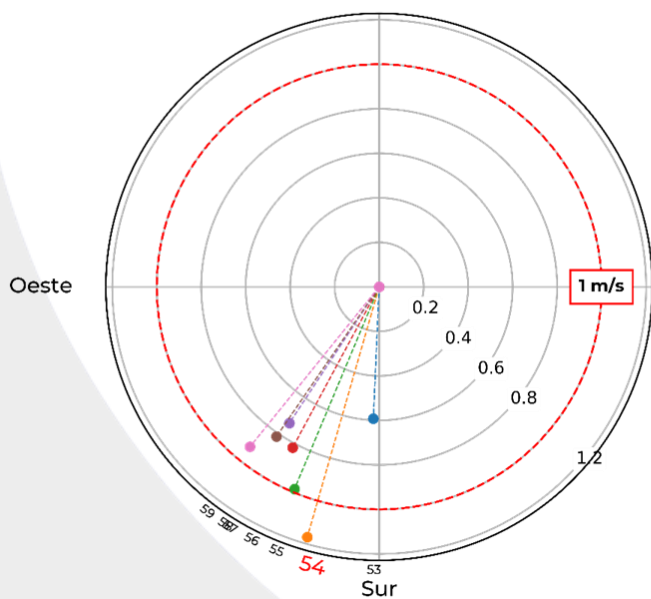
MÁS ALLÁ DEL 2D: AUTOMATIZACIÓN EN LA GENERACIÓN DE BRECHAS EN IBER

Afección a la vivienda aislada

Valores de velocidad y calado para cada una de las brechas

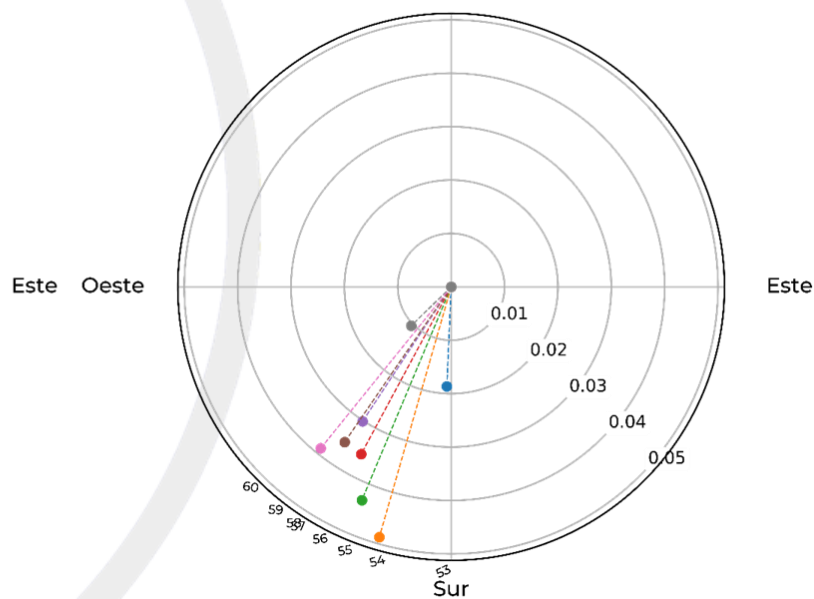
Velocidades máximas (m/s)

Norte



Calados máximos (m)

Norte



JORNADA SOBRE PLANES DE EMERGENCIA DE PRESAS.

AVANCES EN LA MODELIZACIÓN HIDRÁULICA PARA PLANES DE
EMERGENCIA: DEL 1D AL 2D

GRACIAS POR SU ATENCIÓN



Eduardo Bueno Alfaro
Mayo 2025