



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA

Productos de precipitación-radar en modelos hidro-meteorológicos no agregados

José Luis Cervantes Rodríguez ⁽¹⁾

Lorena Martínez Chenoll ⁽²⁾

(1) Delegación Territorial de AEMET en la Comunidad Valenciana

(2) Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Valencia

“Más fácil me ha sido entender cómo se mueven los cuerpos celestes,
los que están a millones de kilómetros,
que definir el movimiento del agua, que corre frente a mis ojos”.

Galileo Galilei



- Introducción
- Los modelos hidráulicos
- Los modelos hidrológicos
- El campo de precipitación
- La cuenca del Embalse del Regajo

“Más fácil me ha sido entender cómo se mueven los cuerpos celestes,
los que están a millones de kilómetros,
que definir el movimiento del agua, que corre frente a mis ojos”.

Galileo Galilei



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA

Introducción

Planificación Hídrica



Previsión de avenidas



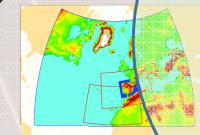
Cambio climático



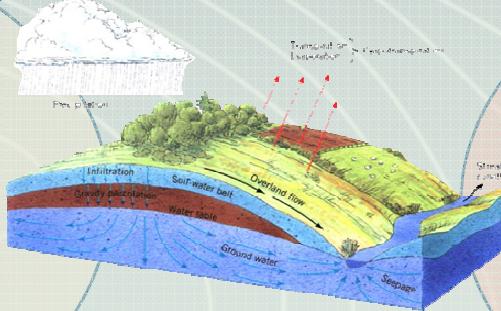


Introducción

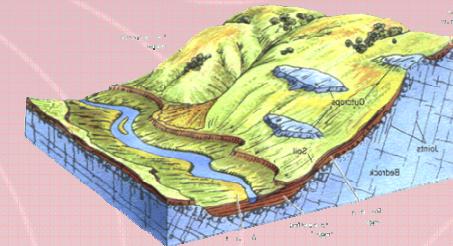
Meteorología



Hidrología



Hidráulica



Planificación Hídrica



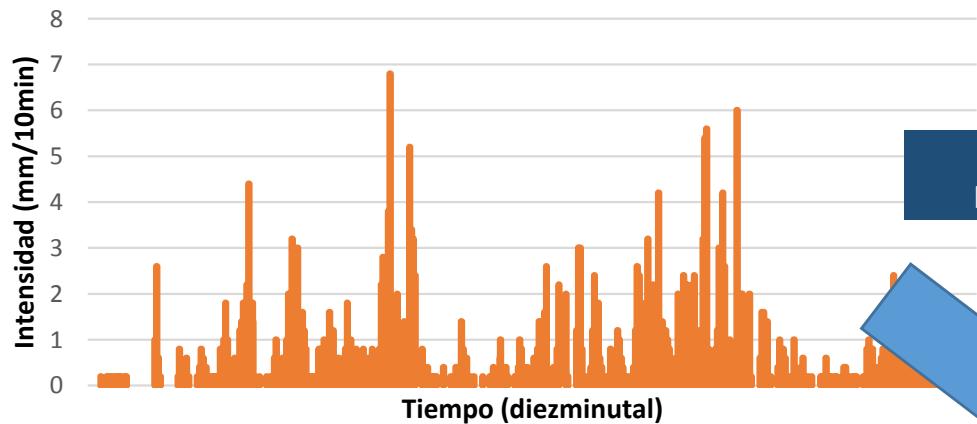
Previsión de avenidas



Cambio climático

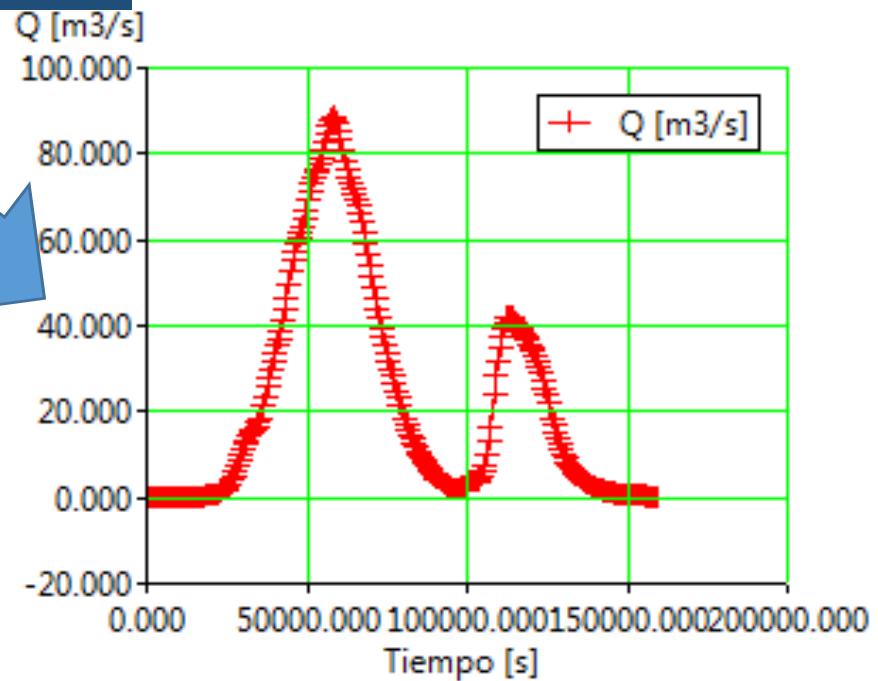


Episodio 16-19 de diciembre de 2016. Carcaixent

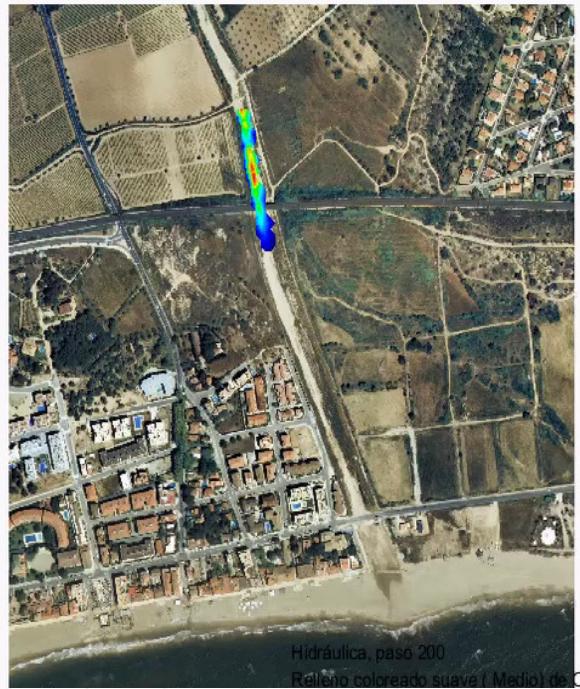


MODELO
HIDROLÓGICO

Caudal Total



MODELO
HIDRÁULICO

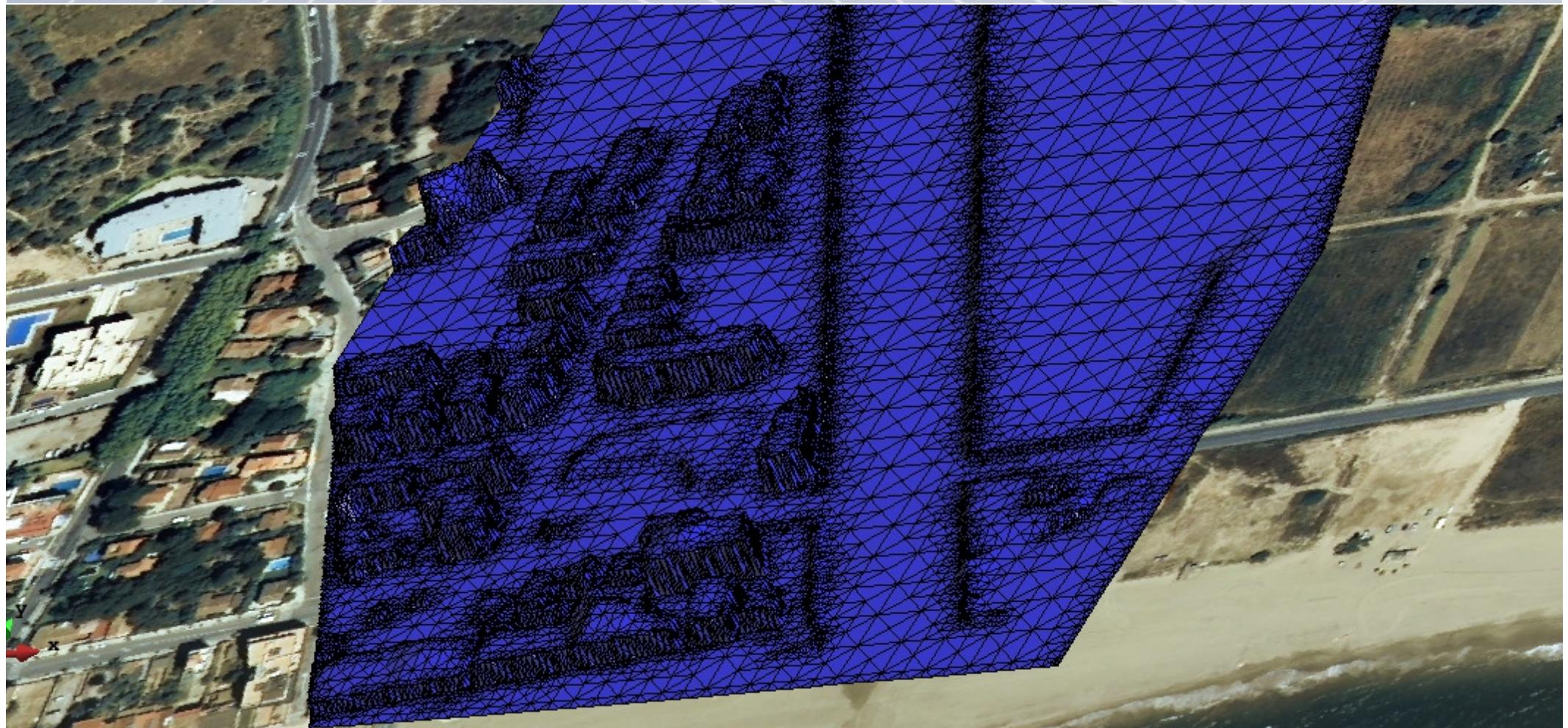


Reconstrucción de evento en la Riera de Bisbal (El Vendrell, Tarragona)@IBER



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA





Los modelos hidráulicos

Modelan el movimiento del agua

Simplificación de la realidad en función del tipo de modelo

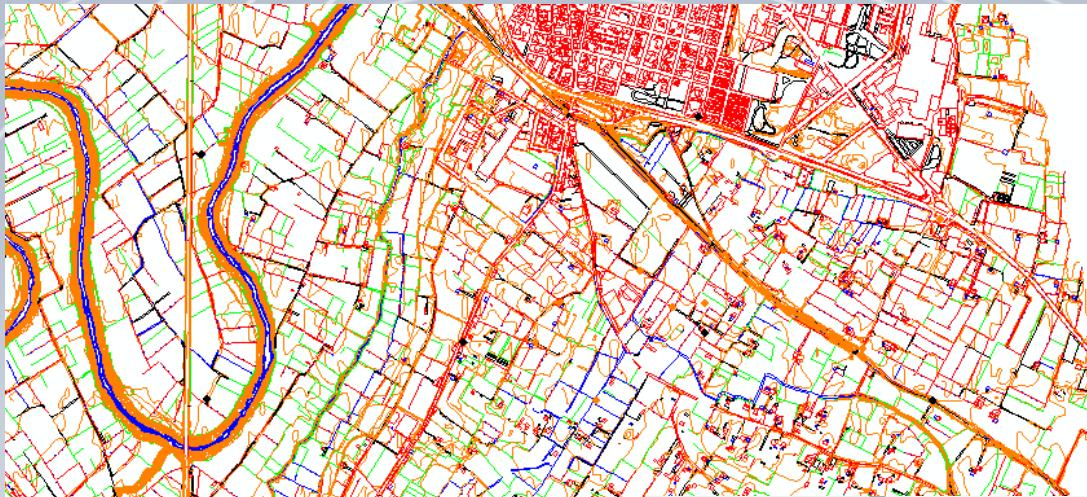




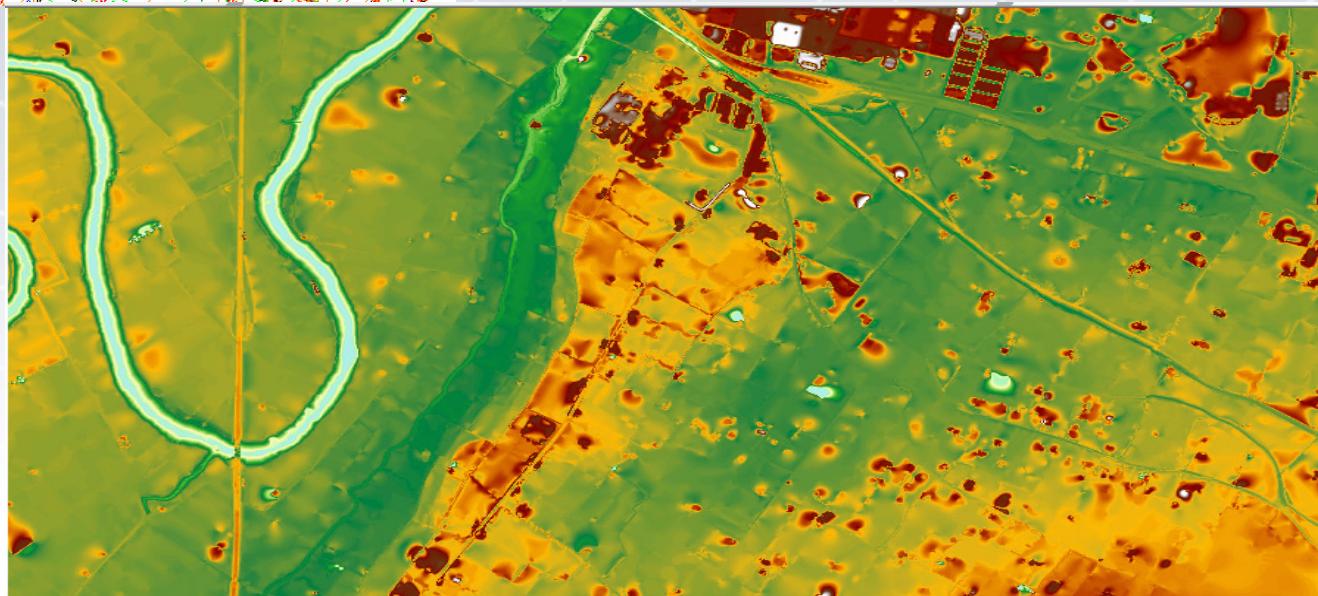
GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA

Los modelos hidráulicos



Creación del modelo
digital



INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA DE PARTIDA:

Cartografía LiDAR

Modelos vectoriales(curvas de nivel y topografía clásica)

MDT

MDE

MDS

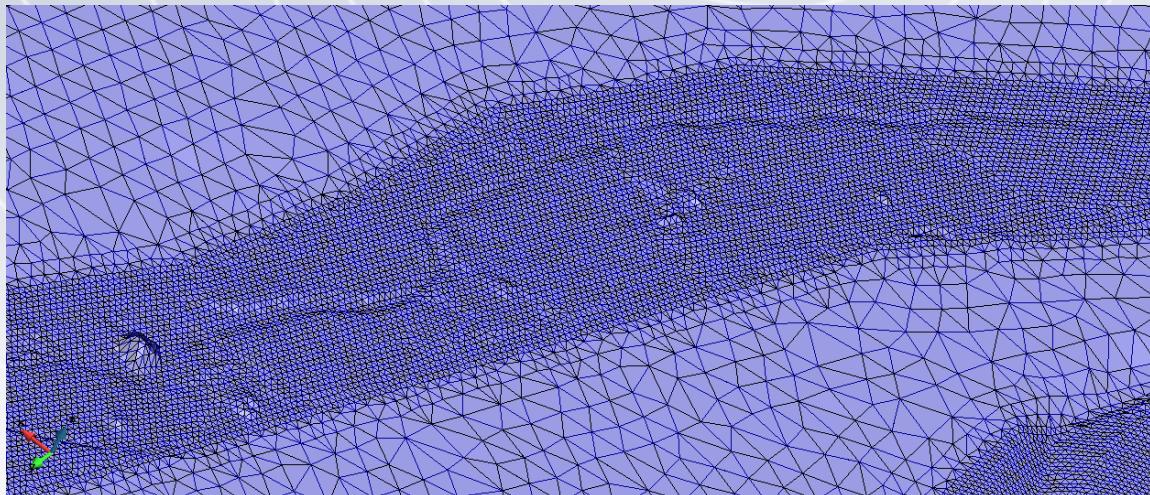
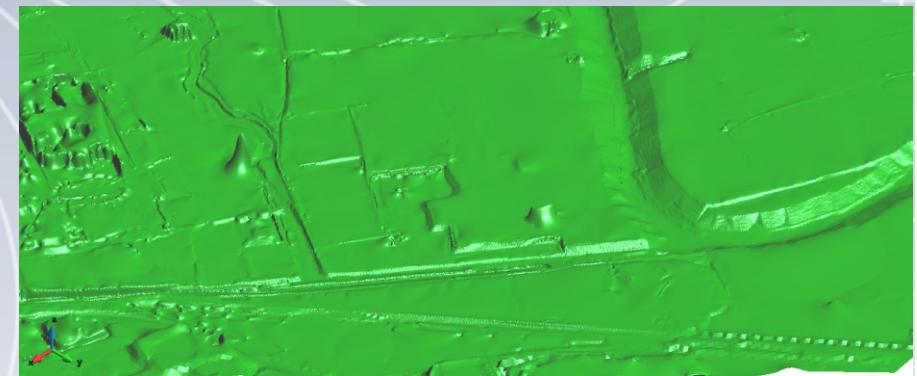
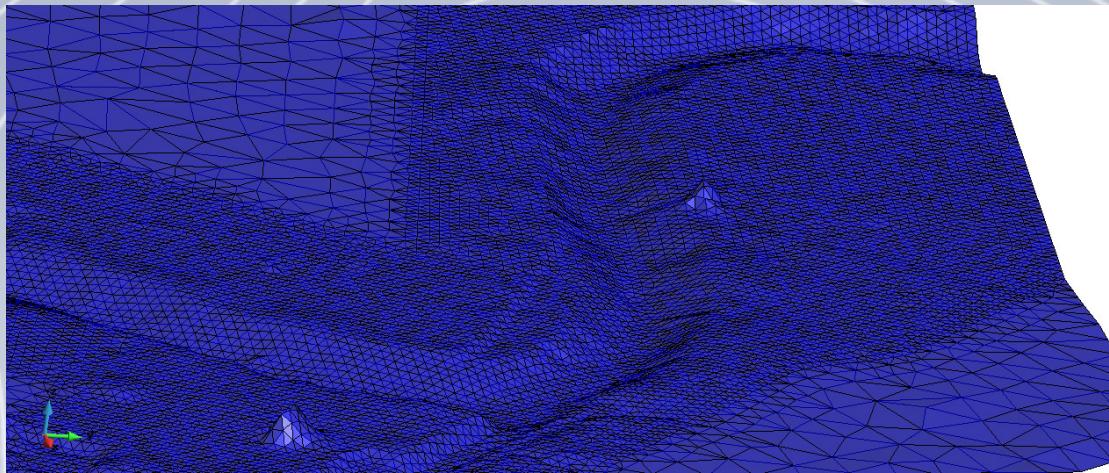


GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA

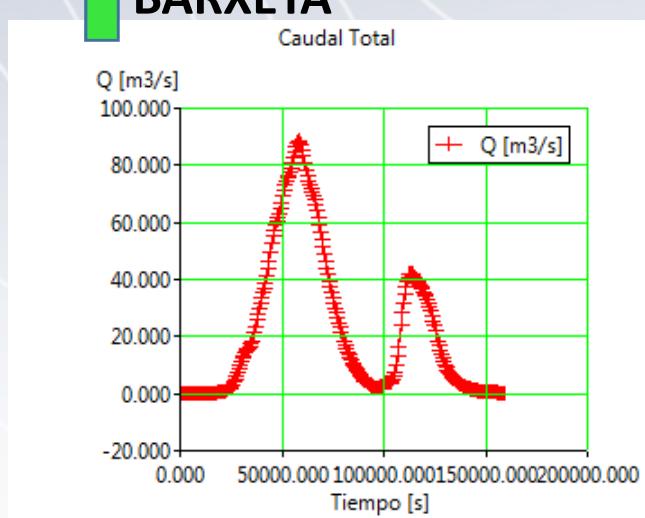
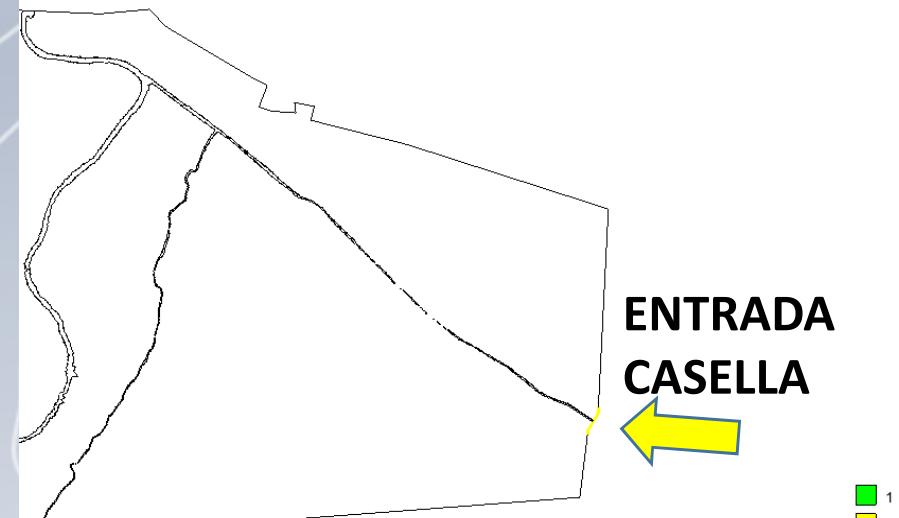
Los modelos hidráulicos

Creación de la malla de cálculo



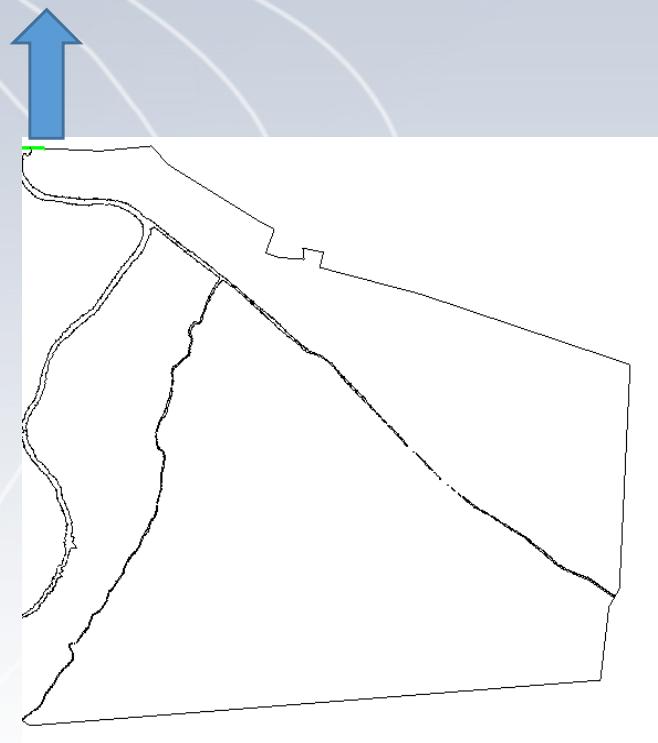
**DETALLE DE LA MALLA EN FUNCIÓN
DEL RELIEVE.**
Diferentes mallados
Mallados por zonas

Los modelos hidráulicos



CONDICIONES
DE CONTORNO

SALIDA JÚCAR





GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA

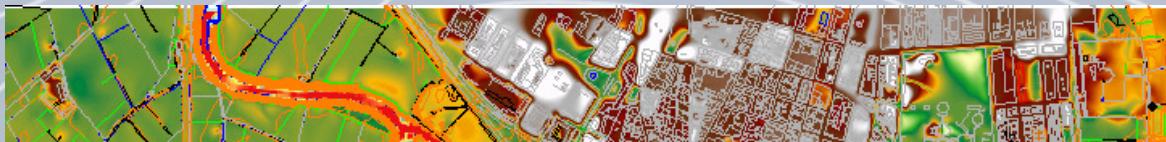
Los modelos hidráulicos



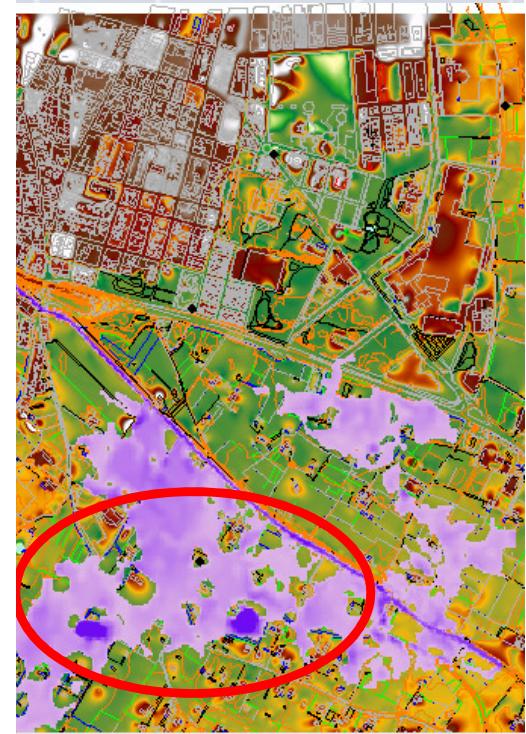
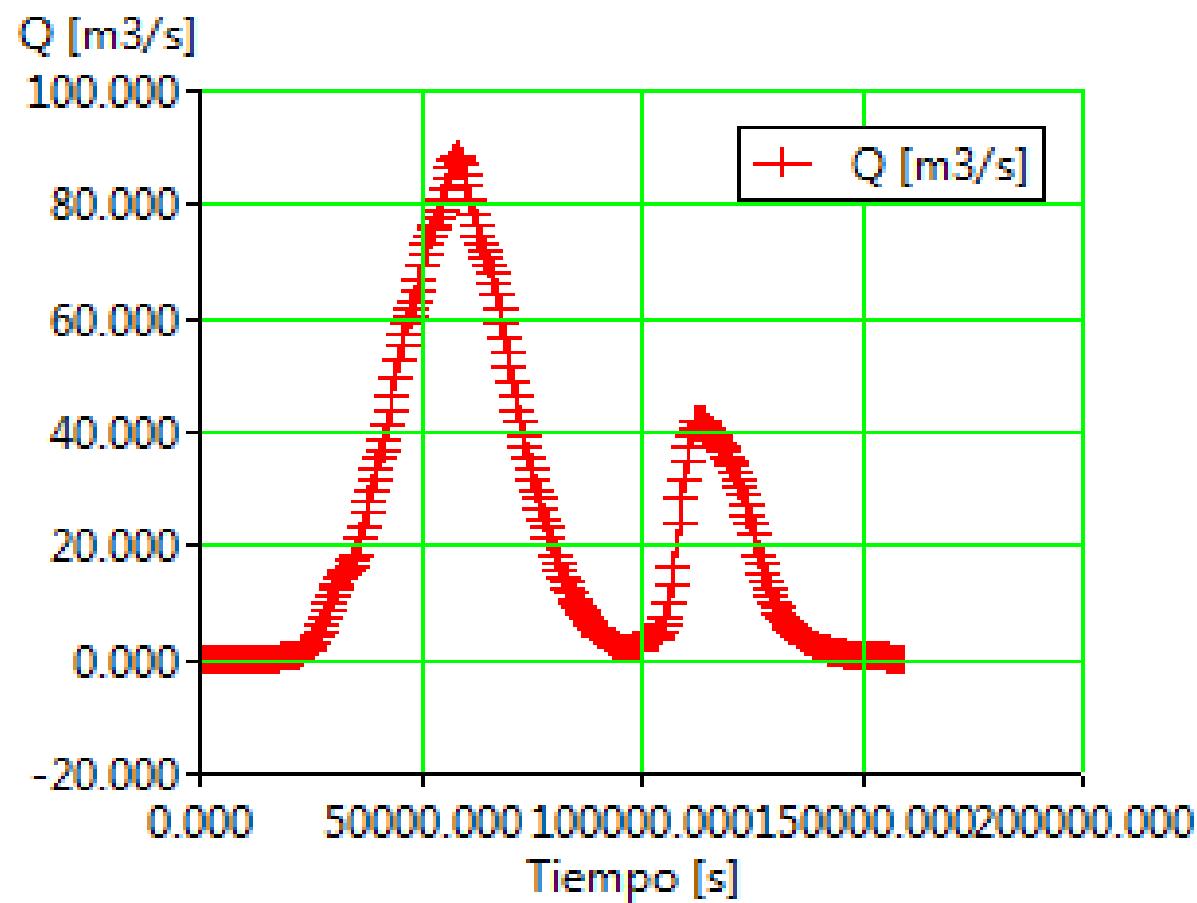
**RESULTADOS del
16dic-19dic 2016**



Los modelos hidráulicos

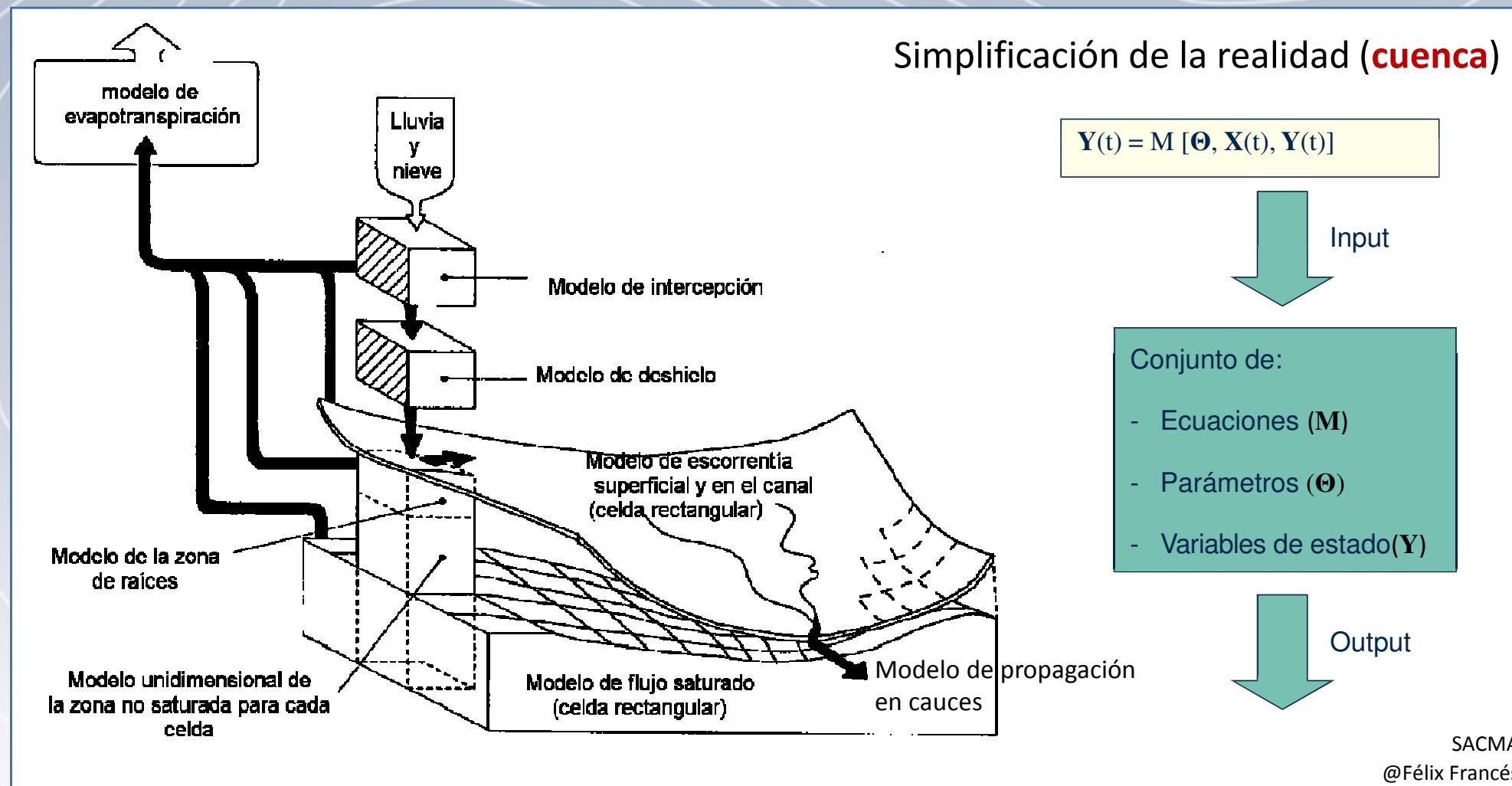


Caudal Total



Los modelos hidrológicos

Modelan la **fase terrestre** del ciclo hidrológico





Los modelos hidrológicos

INPUTS

- Precipitación**
 - Lluvia/granizo
 - Nieve
 - Rocío y nieblas (climas muy húmedos o vientos marinos)
- En fusión de nieve:
 - Temperaturas de atmósfera, precipitación y suelo
 - Radiación neta
- En evapotranspiración:
 - ET0/ETP. O de forma equivalente:
 - Temperatura y humedad atmósfera, velocidad del viento
 - Radiación neta



Los modelos hidrológicos

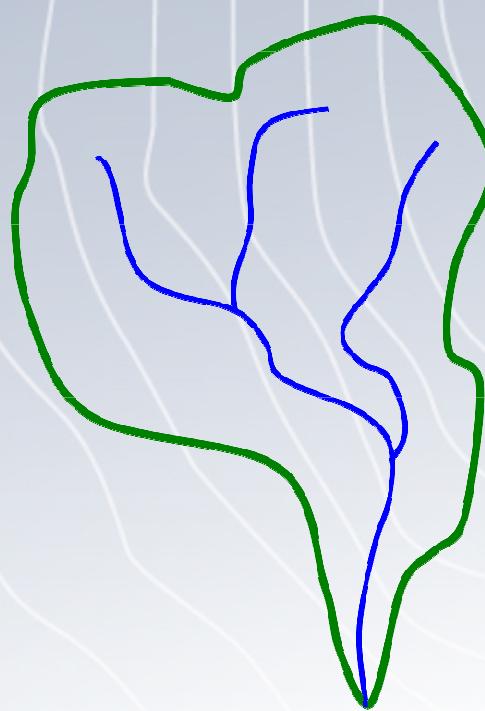
OUTPUTS

- Descarga por el punto de desagüe - **HIDROGRAMA**
 - Normalmente la única v.e. que se mide => para calibración
- Evapotranspiración real
 - Fundamental en evaluación de recursos
 - Se comienza a medir
- Pérdidas subterráneas: flujo que no aparece en el desagüe
 - Difícil estimación por mediciones y balances

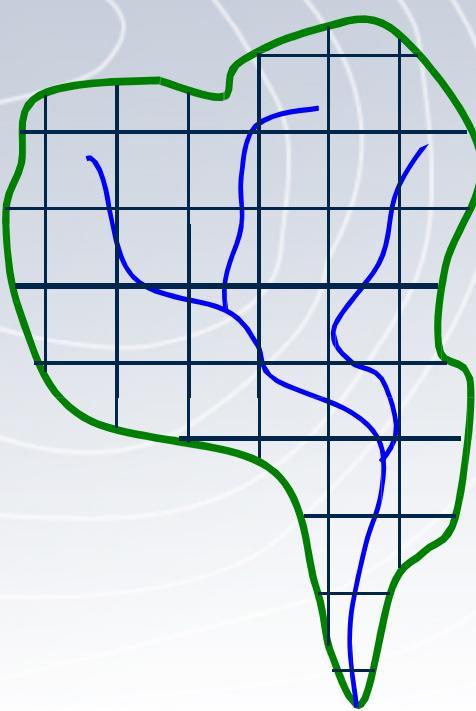
Los modelos hidrológicos

SIMPLIFICACIÓN DE LA REALIDAD - LA CUENCA HIDROGRÁFICA

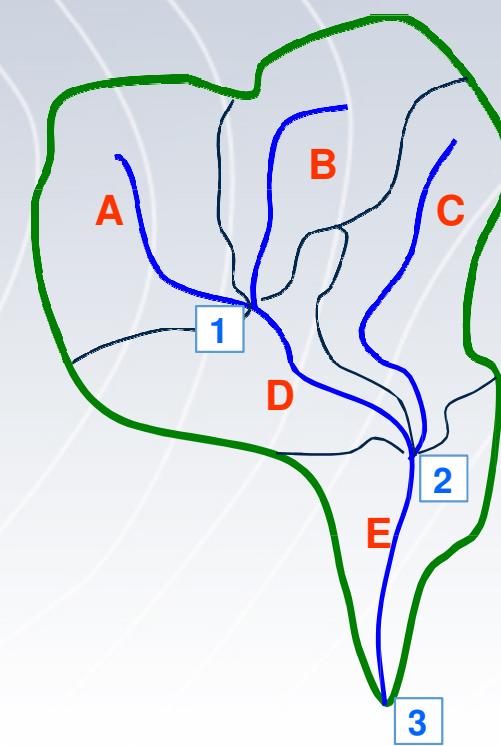
Agregados



Distribuidos



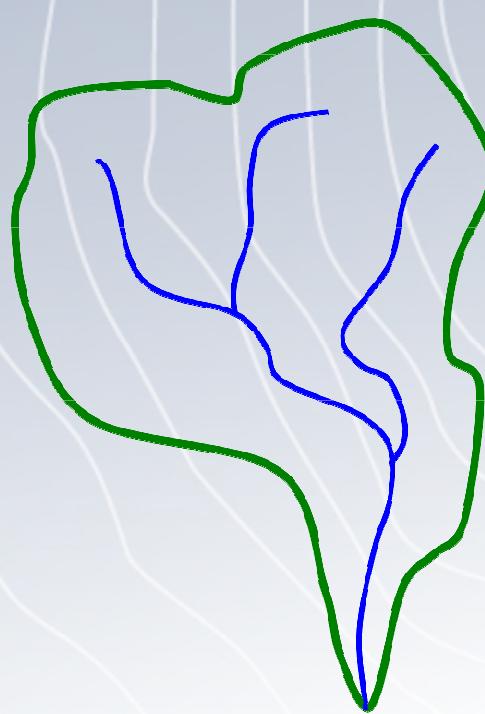
Pseudo-distribuidos



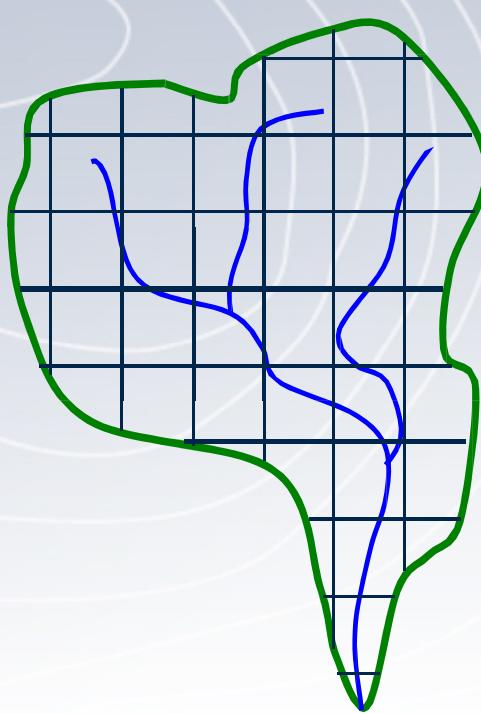
Los modelos hidrológicos

SIMPLIFICACIÓN DE LA REALIDAD - LA CUENCA HIDROGRÁFICA

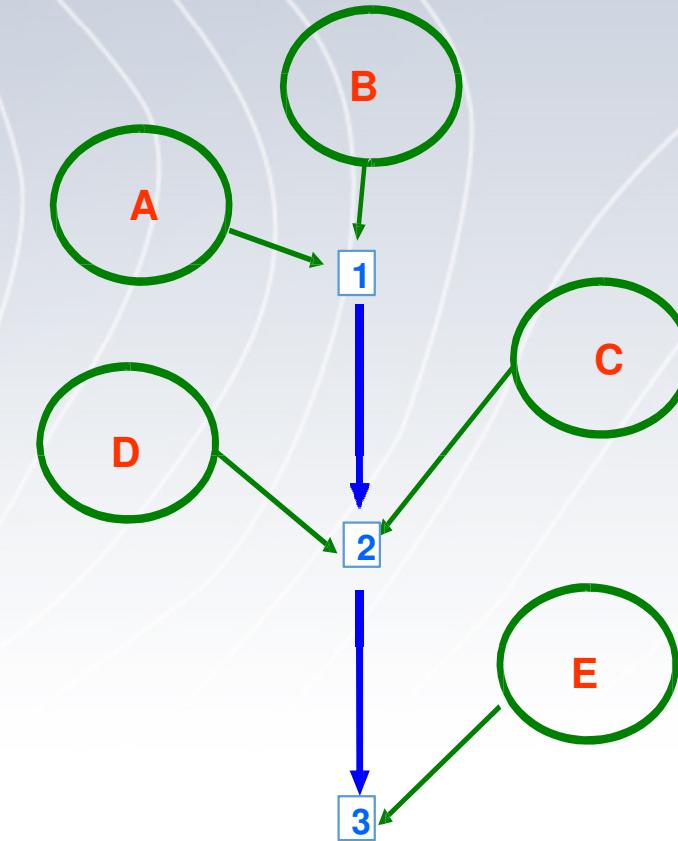
Agregados



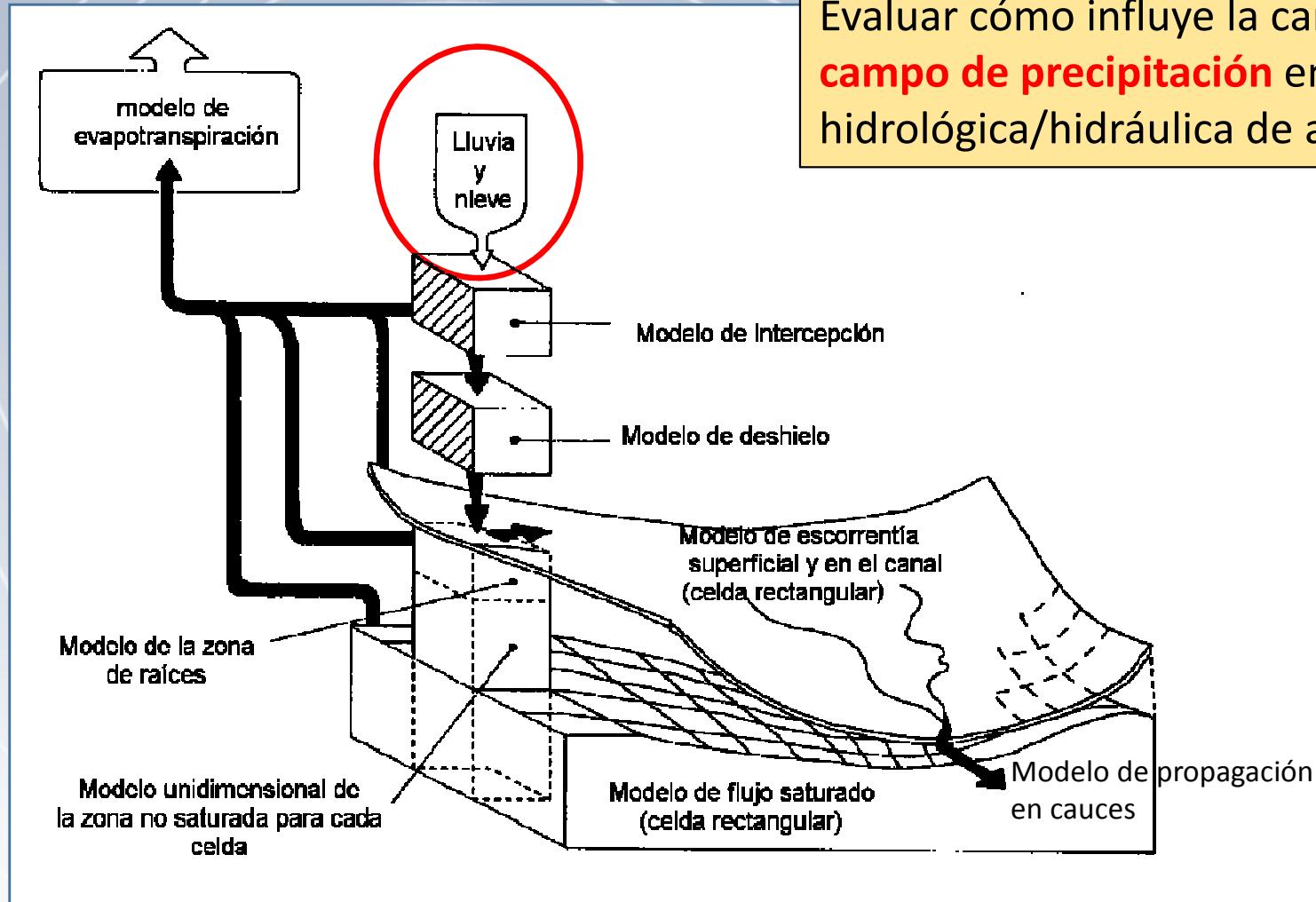
Distribuidos



Pseudo-distribuidos



Los modelos hidrológicos



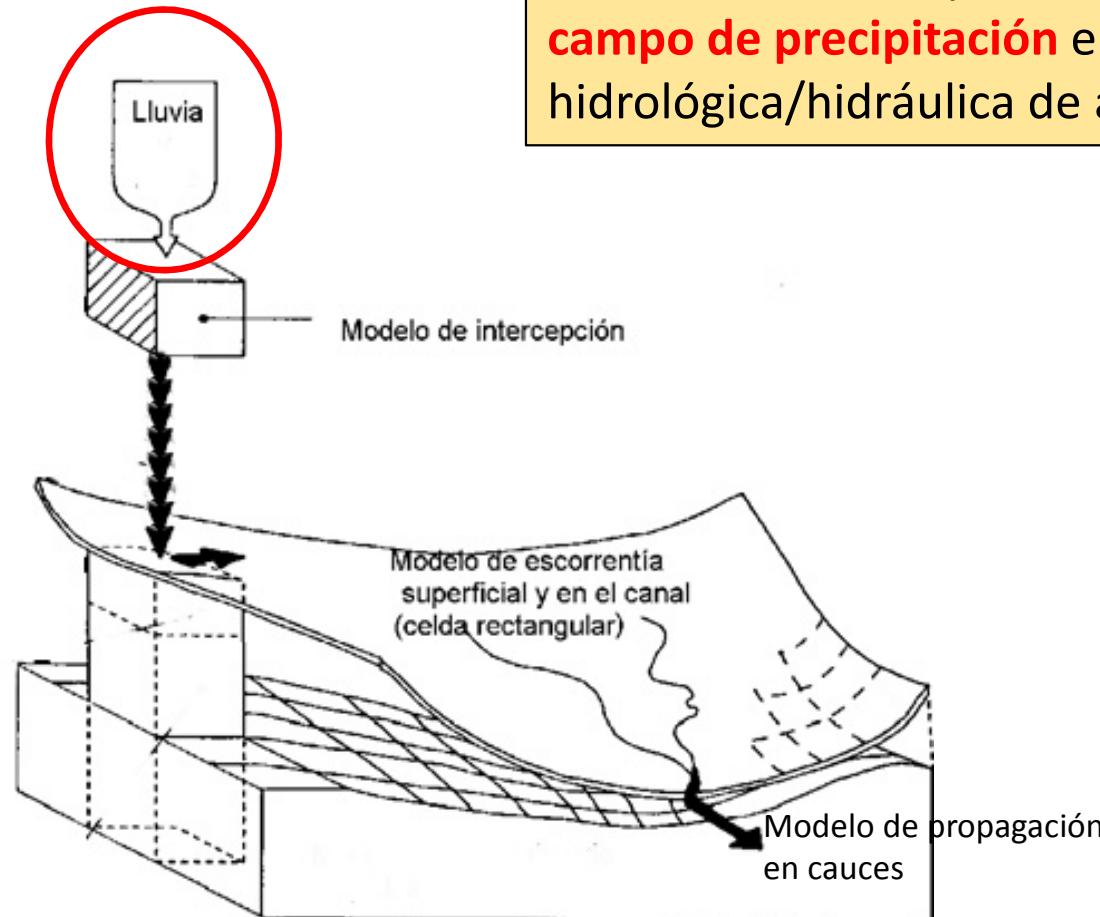
OBJETIVO:

Evaluar cómo influye la caracterización del **campo de precipitación** en la modelación hidrológica/hidráulica de alta resolución.

Los modelos hidrológicos

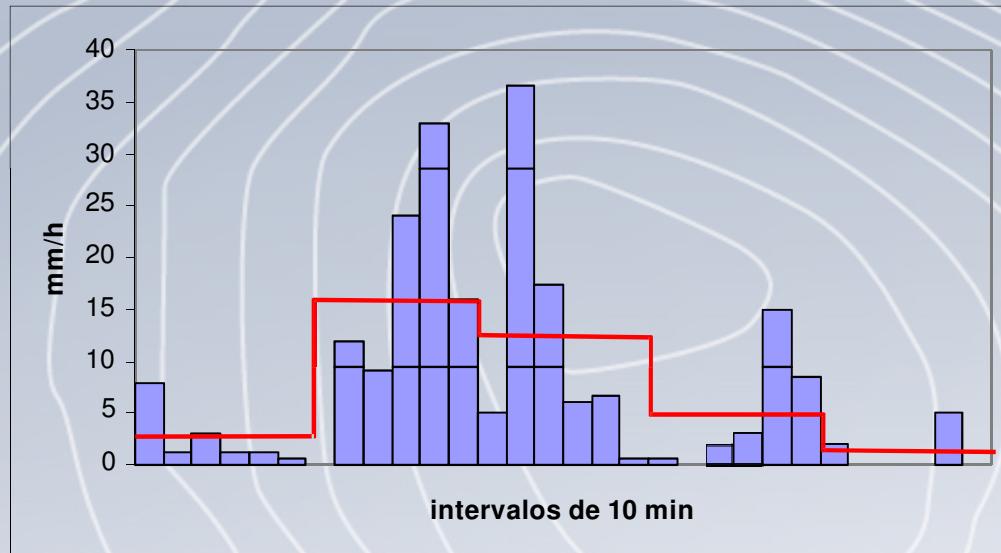
OBJETIVO:

Evaluar cómo influye la caracterización del **campo de precipitación** en la modelación hidrológica/hidráulica de alta resolución.

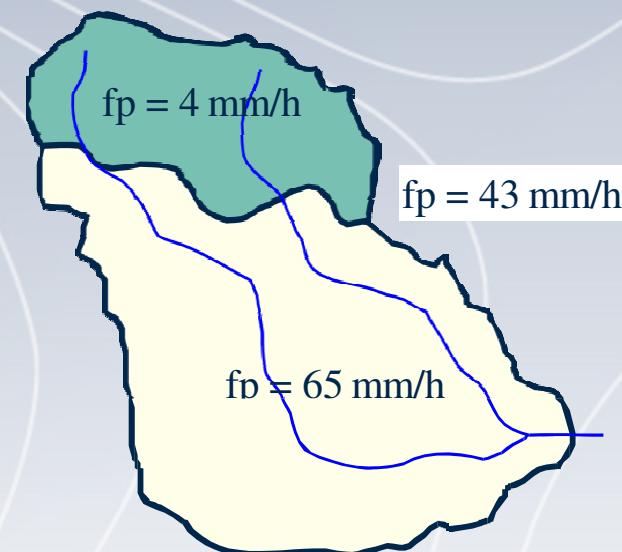


Campo de precipitación

Agregación temporal



Agregación espacial

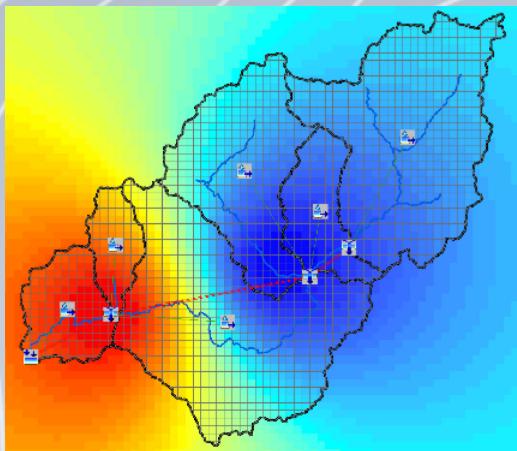


Reducir los efectos de escala:

- Variabilidad temporal => disminuir Δt
- Variabilidad espacial => disminuir Δx

- En la información disponible -- **Máxima resolución es la del CAMPO DE PRECIPITACIÓN**
- **Modelación distribuida con discretización temporal pequeña (al menos pseudodistribuida)**

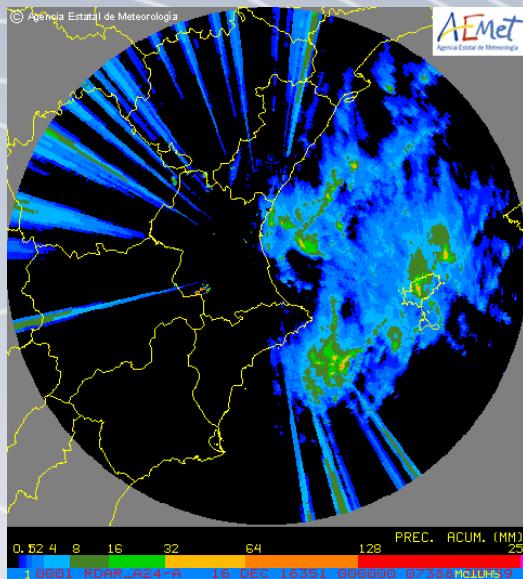
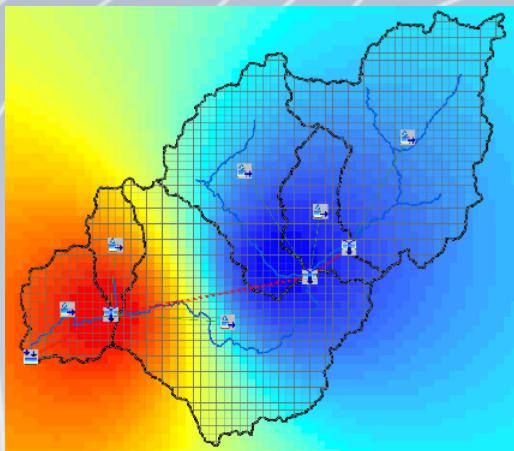
Campo de precipitación



Reducir los efectos de escala:

- Variabilidad temporal => disminuir Δt
- Variabilidad espacial => disminuir Δx
 - En la información disponible -- **Máxima resolución es la del CAMPO DE PRECIPITACIÓN**
 - **Modelación distribuida con discretización temporal pequeña (al menos pseudodistribuida)**

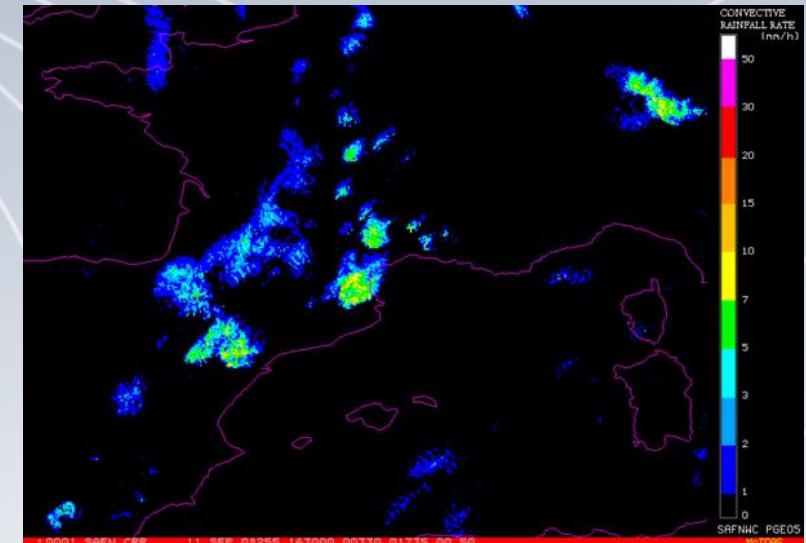
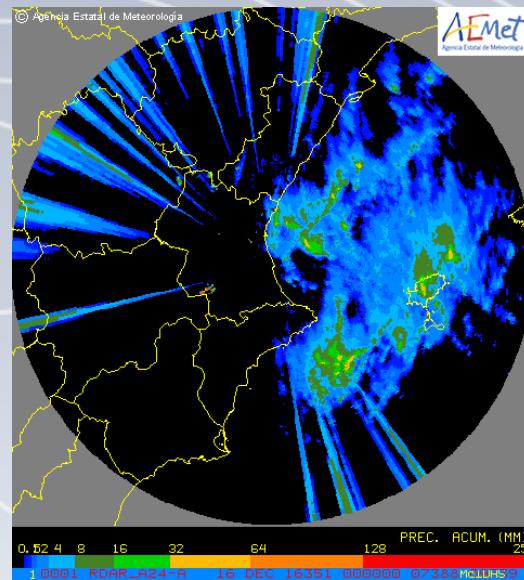
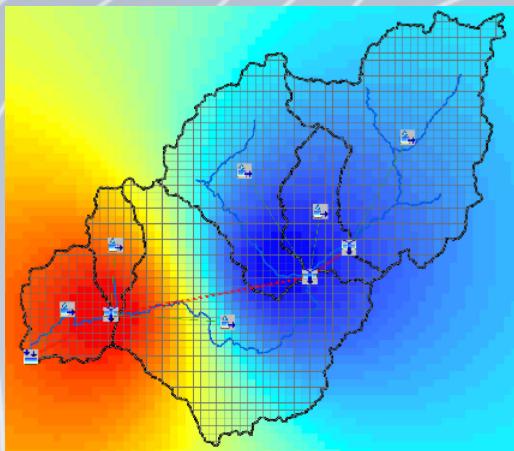
Campo de precipitación



Reducir los efectos de escala:

- Variabilidad temporal => disminuir Δt
- Variabilidad espacial => disminuir Δx
 - En la información disponible -- **Máxima resolución es la del CAMPO DE PRECIPITACIÓN**
 - **Modelación distribuida con discretización temporal pequeña (al menos pseudodistribuida)**

Campo de precipitación

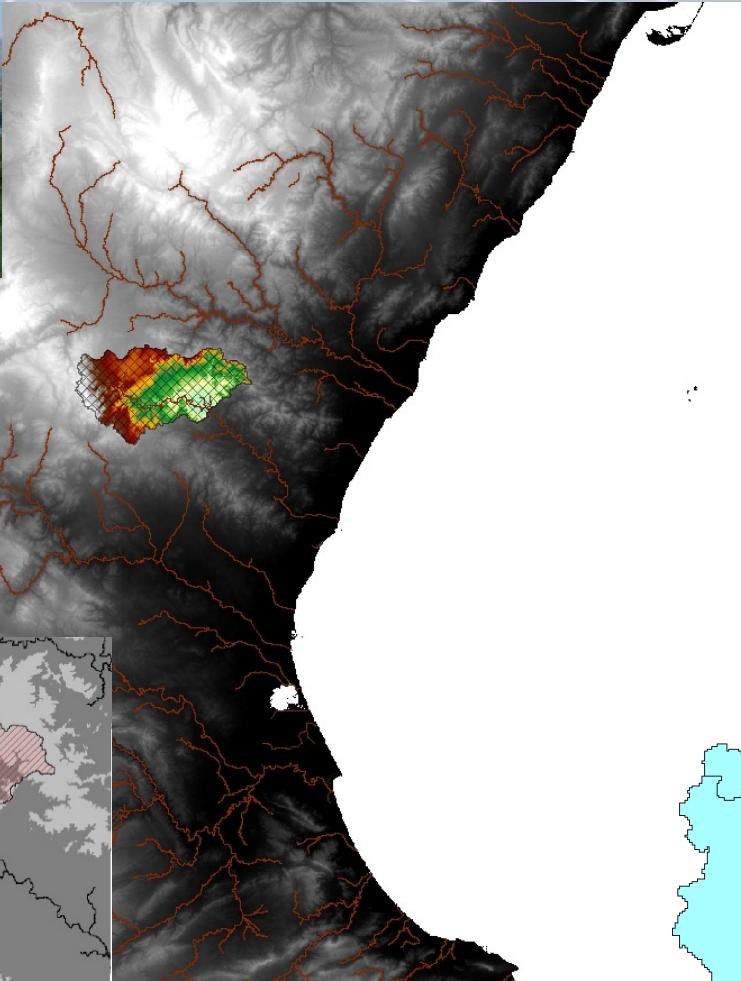
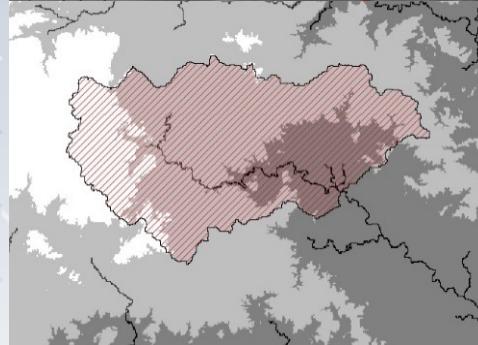
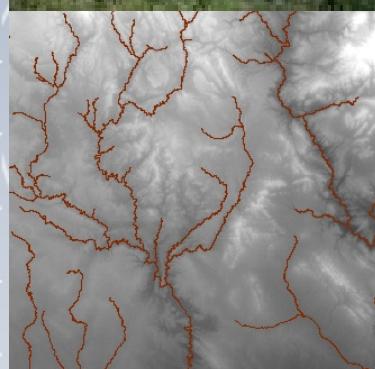


Reducir los efectos de escala:

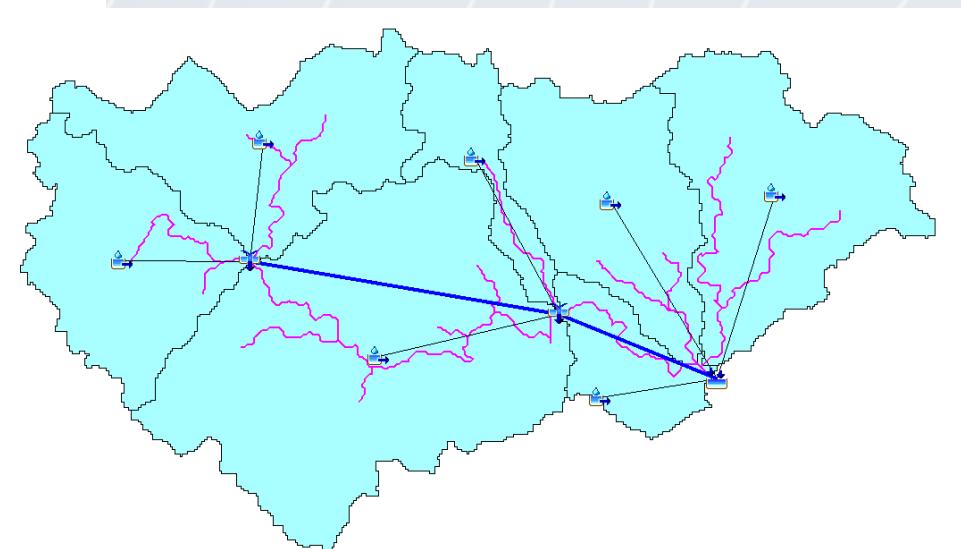
- Variabilidad temporal => disminuir Δt
 - Variabilidad espacial => disminuir Δx
 - En la información disponible -- **Máxima resolución es la del CAMPO DE PRECIPITACIÓN**
 - **Modelación distribuida con discretización temporal pequeña (al menos pseudodistribuida)**



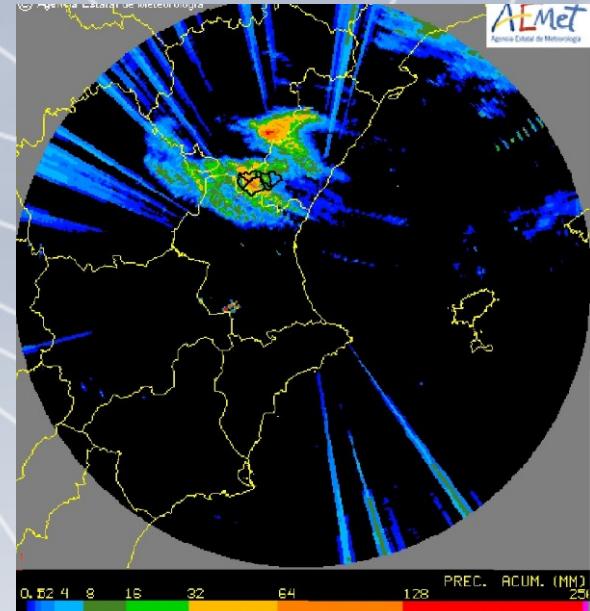
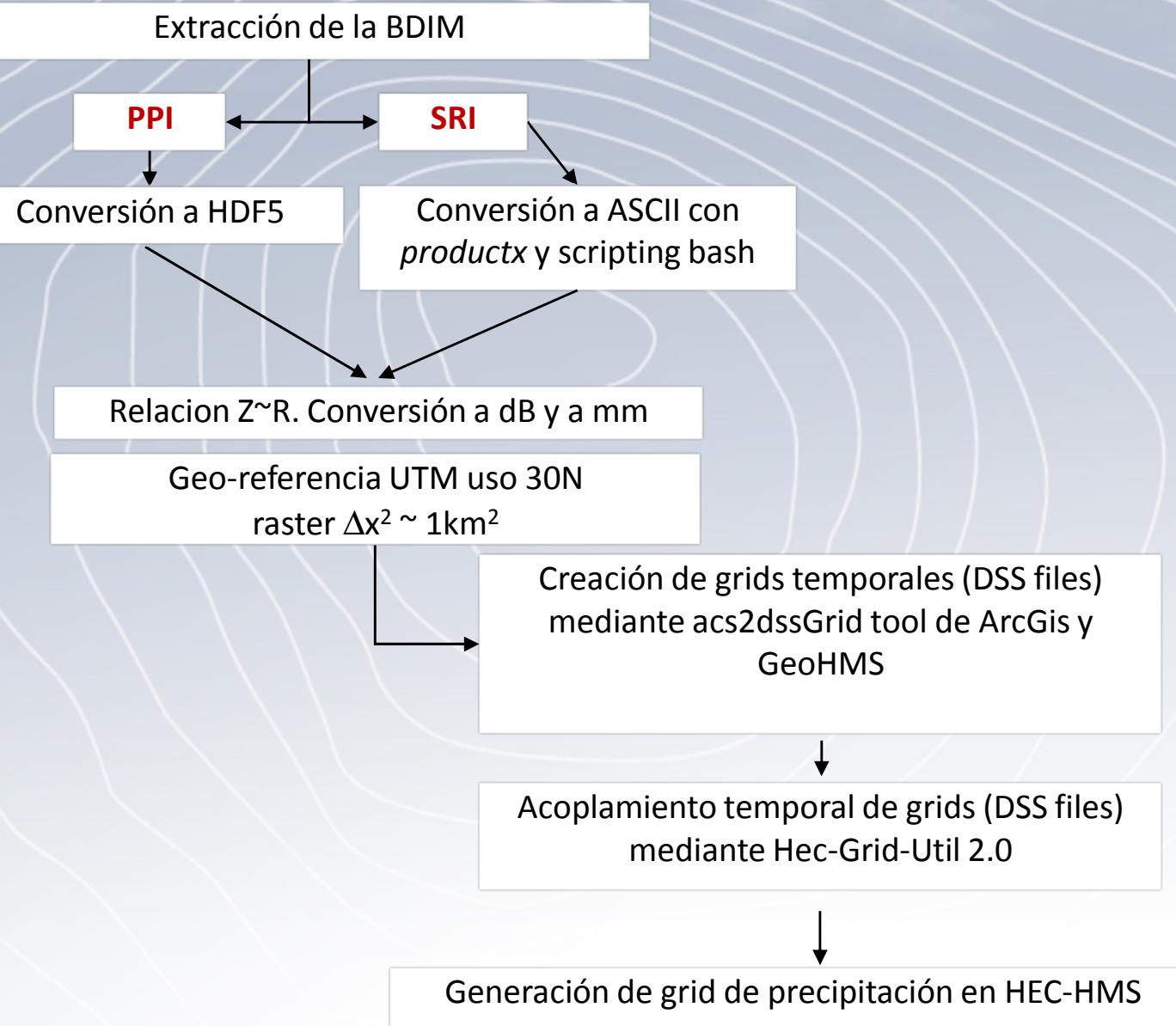
La cuenca del Embalse del Regajo, río Palancia



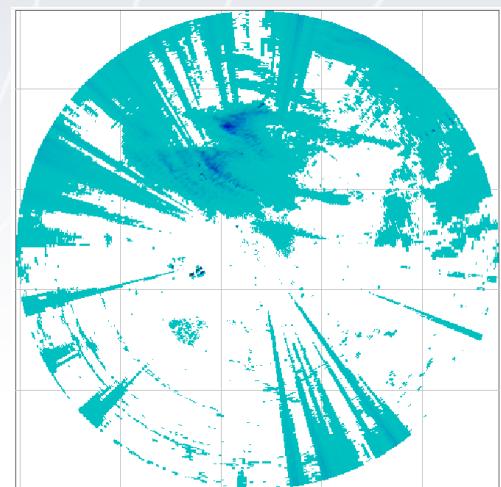
Área de drenaje	474 km ²
Cauce principal	38,7 km
Pendiente media	0.014m/m
Tiempo de concentración	10.8 h
Umbral de Escorrentía	20,4 mm
<i>Subcuencas</i>	7
<i>Tramos</i>	2
<i>Nudos</i>	2 + Exutorio



PROCESADO DEL CAMPO DE PRECIPITACIÓN a partir de DATOS RADAR

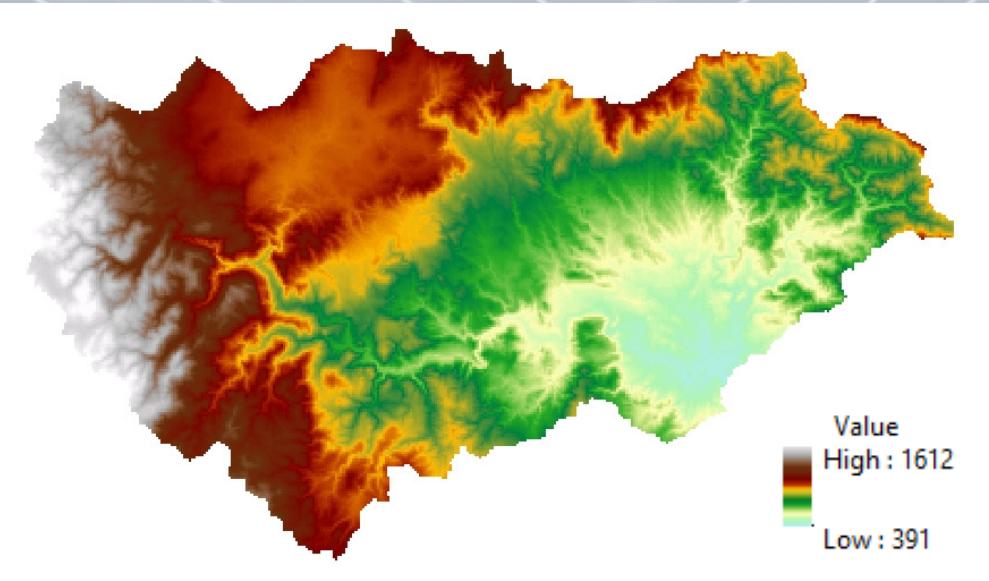


```
NCOLS 480
NRROWS 480
XLLCENTER 497478
YLLCENTER 4100122
CELLSIZE 1000
NODATA -9999
6535 6535 6535 6535 6535 6535 6535 6535 6535 6535
6535 6535 6535 6535 6535 6535 6535 6535 6535 6535
6535 6535 6535 6535 6535 6535 6535 6535 6535 6535
```



PROCESADO DE MODELO DE CUENCA

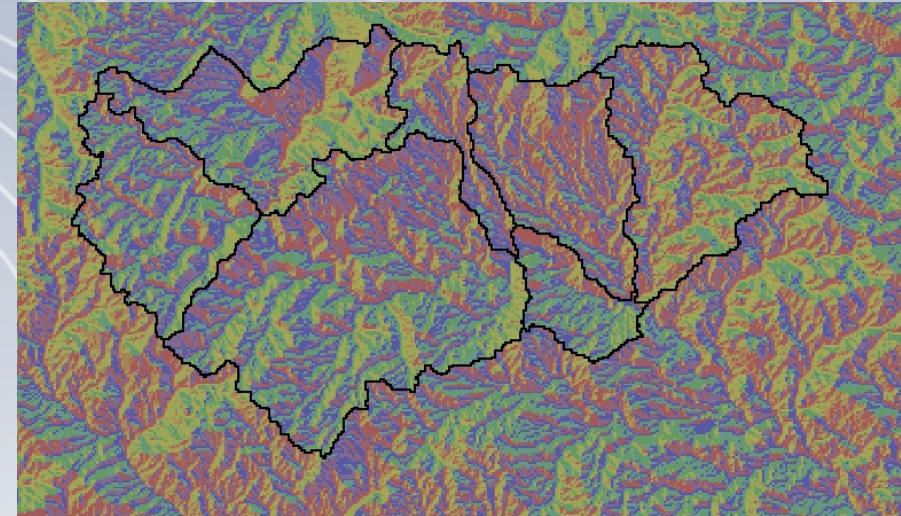
Preparación del Modelo Digital del Terreno



PROCESADO DE MODELO DE CUENCA

Preparación del Modelo Digital del Terreno

Direcciones de flujo y celdas acumuladas



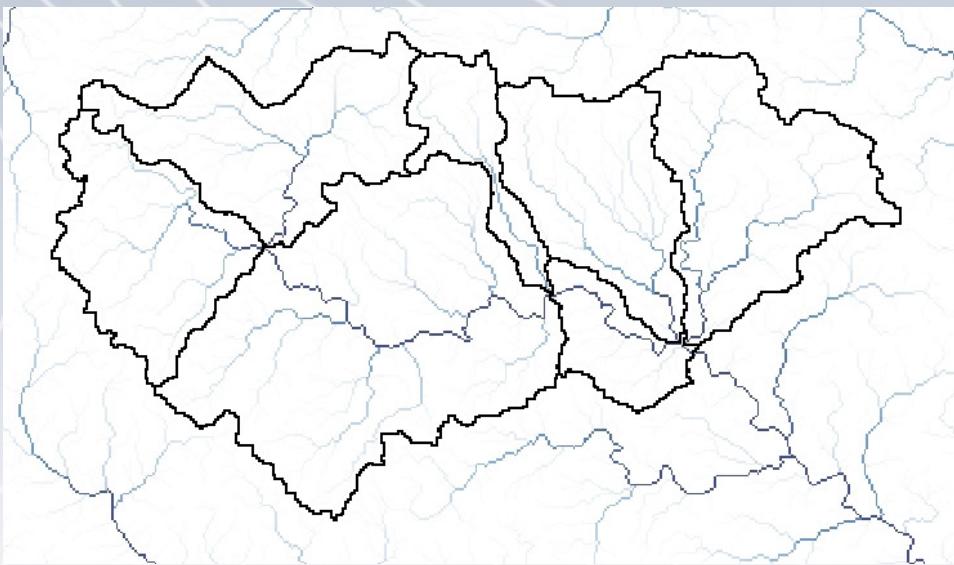
PROCESADO DE MODELO DE CUENCA

Preparación del Modelo Digital del Terreno

Direcciones de flujo y celdas acumuladas

Definición de cauces y alineamiento de sub-cuencas

Definición y caracterización de los cauces principales y características de las subcuencas.



PROCESADO DE MODELO DE CUENCA

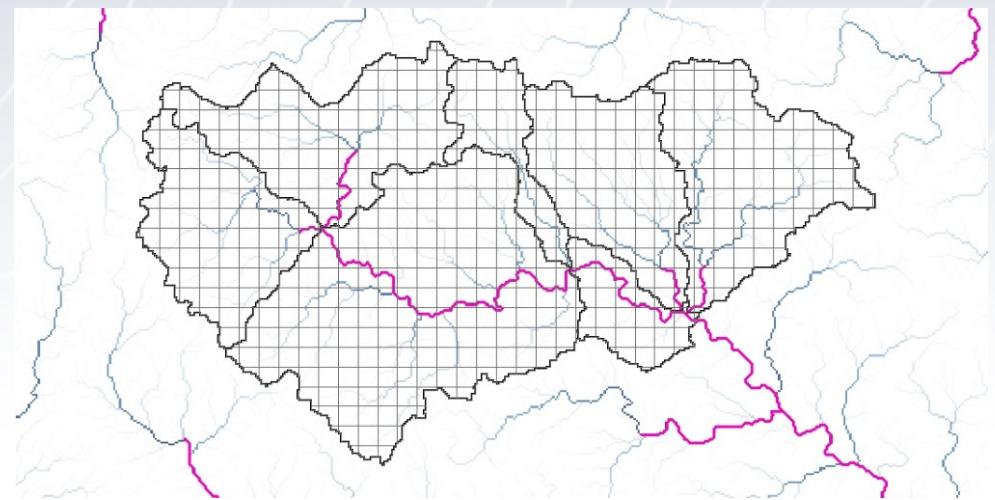
Preparación del Modelo Digital del Terreno

Direcciones de flujo y celdas acumuladas

Definición de cauces y alineamiento de sub-cuencas

Definición y caracterización de los cauces principales y características de las subcuencas.

Establecimiento de la resolución espacial. $\Delta x^2 \sim 1\text{km}^2$



PROCESADO DE MODELO DE CUENCA

Preparación del Modelo Digital del Terreno

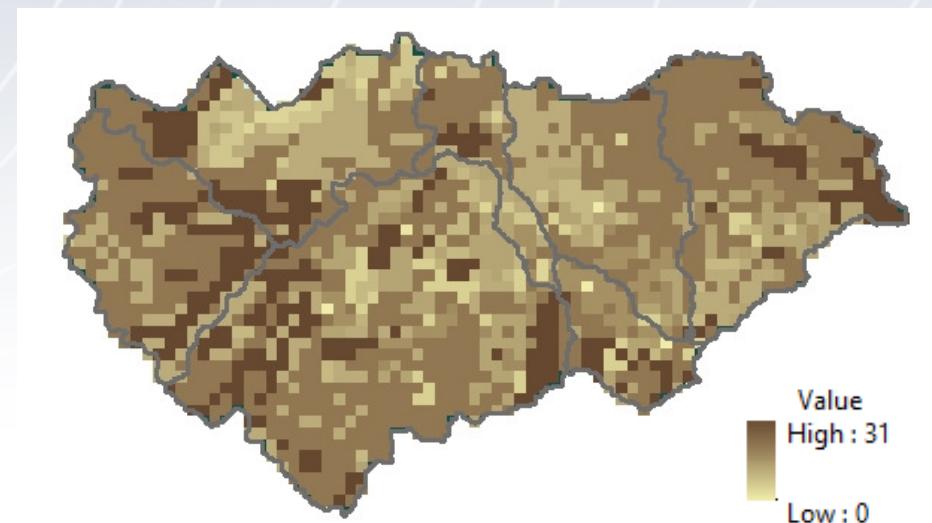
Direcciones de flujo y celdas acumuladas

Definición de cauces y alineamiento de sub-cuencas

Definición y caracterización de los cauces principales y características de las subcuencas.

Establecimiento de la resolución espacial. $\Delta x^2 \sim 1\text{km}^2$

Determinación del Umbral de Escorrentía



PROCESADO DE MODELO DE CUENCA

Preparación del Modelo Digital del Terreno

Direcciones de flujo y celdas acumuladas

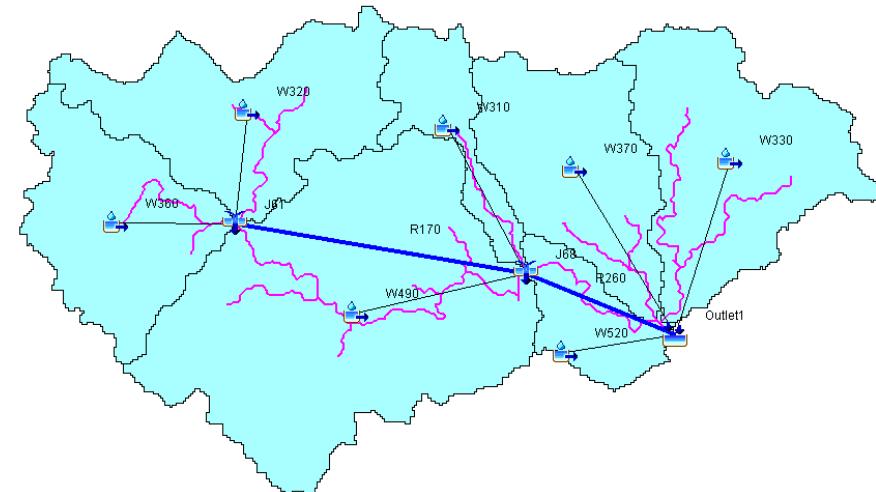
Definición de cauces y alineamiento de sub-cuencas

Definición y caracterización de los cauces principales y características de las subcuencas.

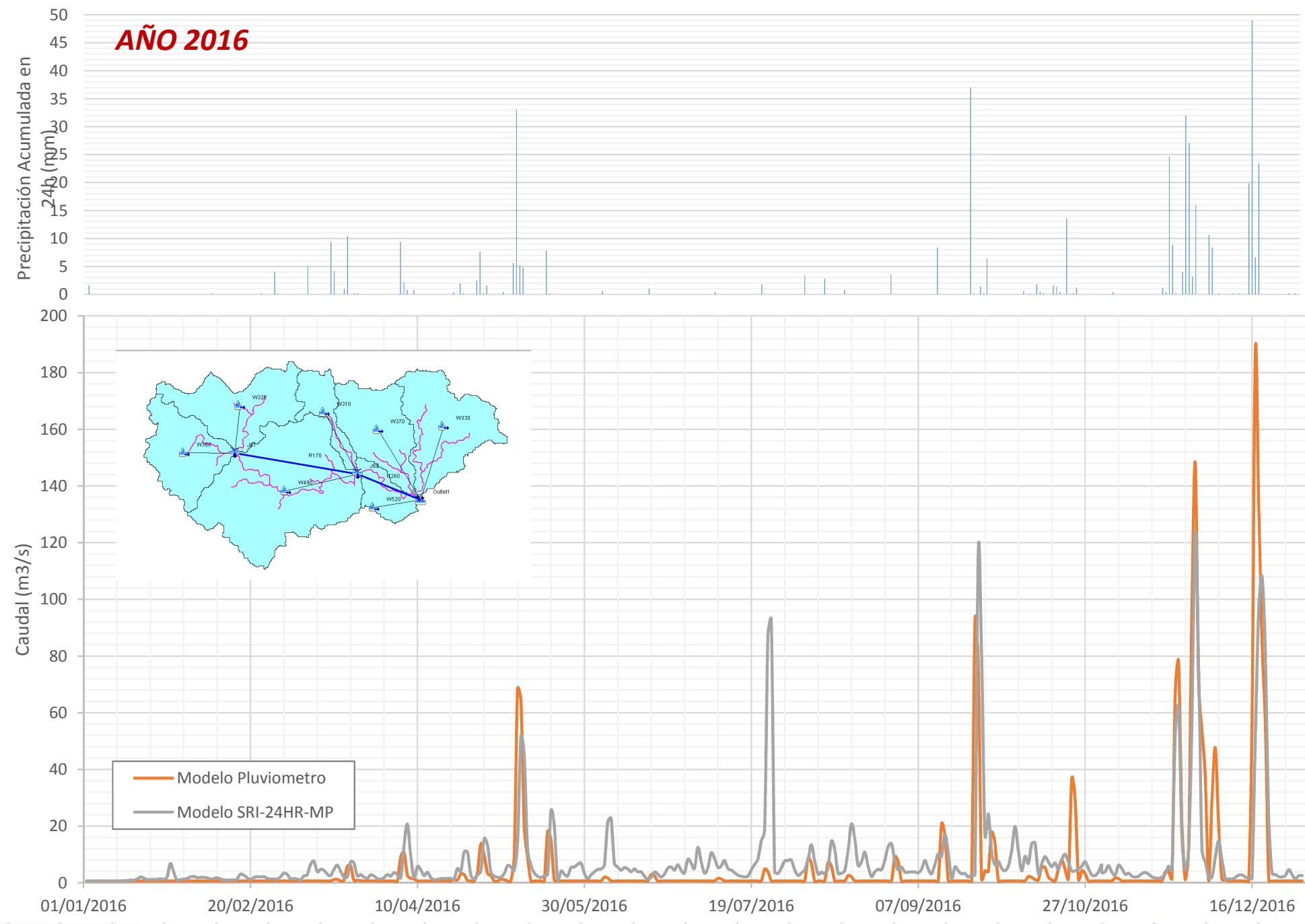
Establecimiento de la resolución espacial. $\Delta x^2 \sim 1\text{km}^2$

Determinación del Umbral de Escorrentía

Generación del modelo de cuenca en HEC-HMS

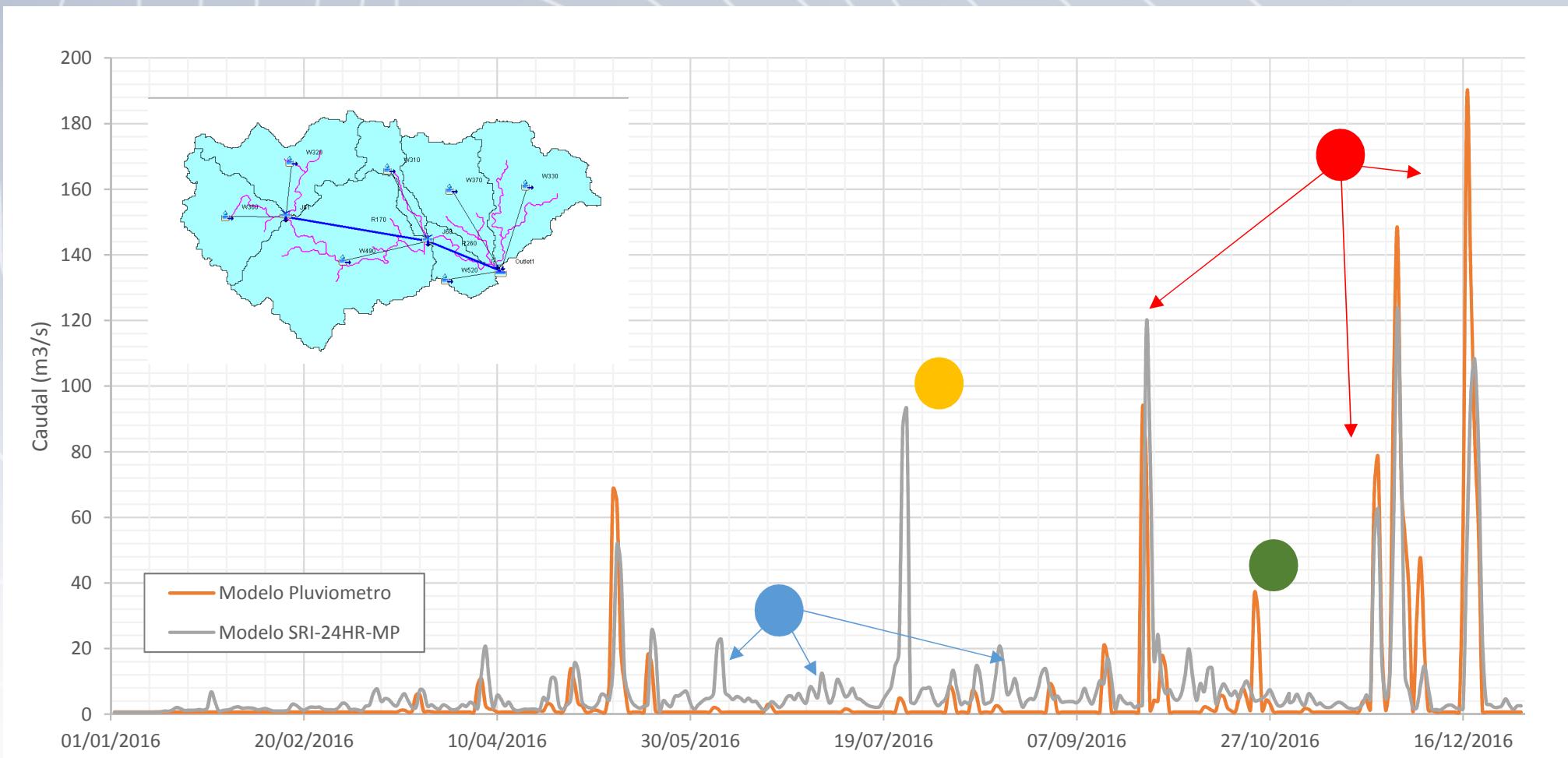


RESULTADOS

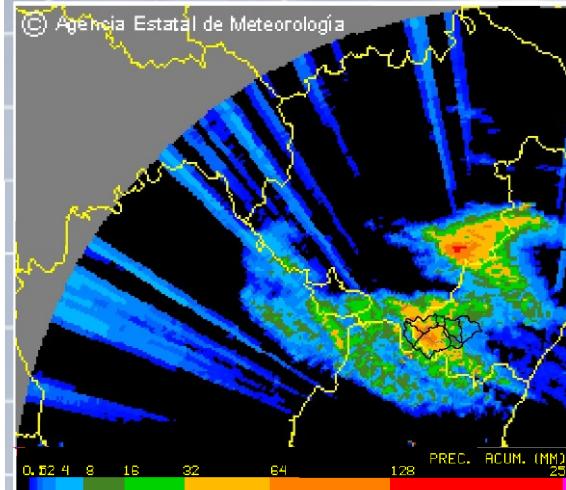


RESULTADOS

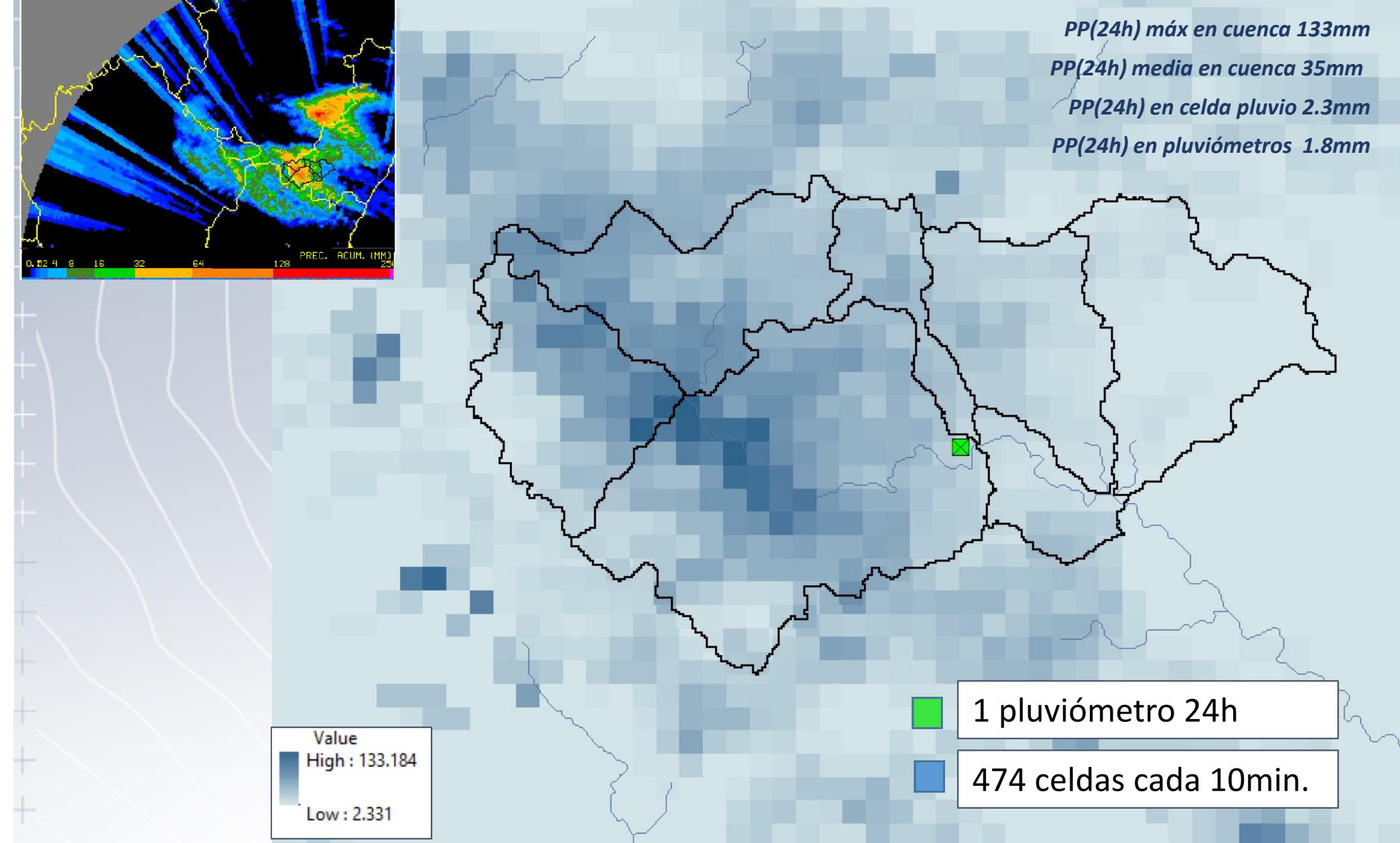
- Las puntas de caudal (avenidas) son bien recogidas por ambos modelos.
- El modelo radar da cuenta de precipitaciones que suponen aportes al embalse procedentes de áreas de la cuenca no representadas por el pluviómetro.
- El 23 de octubre no hay información radar, pero no afecta a la respuesta de la cuenca ($T_c < 24h$)
- La distribución espacial de precipitación en la cuenca es crucial para pronosticar y amortiguar la avenida del 24 de julio
- El modelo *no está calibrado*



RESULTADOS



Campo SRI acumulado 24horas con Z-R de Palmer día **23/07/2016**



PP(24h) máx en cuenca 133mm

PP(24h) media en cuenca 35mm

PP(24h) en celda pluvio 2.3mm

PP(24h) en pluviómetros 1.8mm



Productos de precipitación-radar en modelos hidro-meteorológicos no agregados

- Se muestran las capacidades de los modelos hidro-meteorológicos acoplados con modelos hidráulicos para el pronóstico y evaluación de avenidas de inundación y sus impactos;
- Se ha caracterizado el campo de precipitación con productos radar y pluviómetros, necesario en la modelación hidrológica/hidráulica de alta resolución espacial;
- Se ha modelizado la cuenca alta del río Palancia como ejemplo de modelación hidrológica aplicada a las reglas de operación de un embalse (el del Regajo);

José Luis Cervantes Rodríguez⁽¹⁾ (jcervantesr@aemet.es)

Lorena Martínez Chenoll⁽²⁾ (mamarche@alumni.upv.es)

(1) Delegación Territorial de AEMET en la Comunidad Valenciana

(2) Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Valencia

AGRADECIMIENTOS:

Amparo Moreno

Llorenç Lliso

Julián Palacios

José Ángel Núñez

Cristina Suárez



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA

Productos de precipitación-radar en modelos hidro-meteorológicos no agregados

José Luis Cervantes Rodríguez ⁽¹⁾

Lorena Martínez Chenoll ⁽²⁾

(1) Delegación Territorial de AEMET en la Comunidad Valenciana

(2) Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Valencia

“Más fácil me ha sido entender cómo se mueven los cuerpos celestes,
los que están a millones de kilómetros,
que definir el movimiento del agua, que corre frente a mis ojos”.

Galileo Galilei