

# Infloodmed: sistemas de alerta temprana frente a inundaciones a escala local

**Dr. Joan Estrany Bertos**

Director de l'Observatori de Riscos Naturals i Emergències de les Illes  
Balears / Universitat de les Illes Balears



**Universitat**  
de les Illes Balears

Departament  
de Geografia



**RiscBal**  
OBSERVATORI DE RISCOS NATURALS  
I EMERGÈNCIES DE LES ILLES BALEARS



Institut d'Investigacions Agroambientals  
i d'Economia de l'Aigua

**CONAMA**



**Diputació  
Barcelona**



01

Inundaciones imposibles,  
tecnologías y limitaciones

02

Islas Baleares, espacio mediterráneo insular  
afectado por riesgos naturales

03

Observatori de Riscos Naturals  
i Emergències de les Illes  
Balears - RiscBal

04

RiscBal-Avisos y plataformas  
de visualización



01

# Inundaciones imposibles, tecnologías y limitaciones



# Inundaciones imposibles

## Definición de inundaciones imposibles

Son eventos que superan registros históricos y se consideran improbables pero posibles según la ciencia.

## Causas físicas

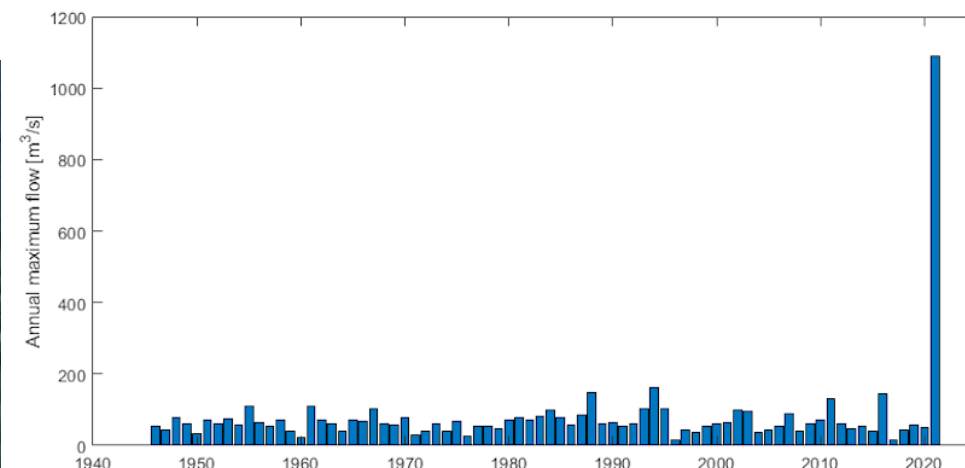
Incluyen variación del uso del suelo, humedad del suelo, intervenciones hidráulicas y alta intensidad de precipitaciones.

## Causas psicológicas y sociales

El desconocimiento del riesgo y la falsa seguridad aumentan vulnerabilidad social y falta de preparación.

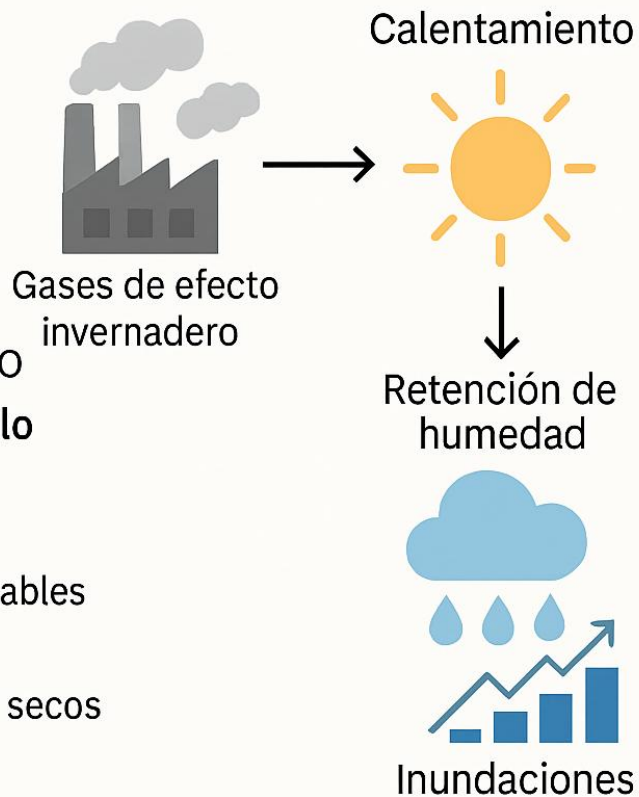
## Causas socioeconómicas

Medidas preventivas se aplazan por subestimación del riesgo en periodos sin eventos y se sobreestiman tras inundaciones.

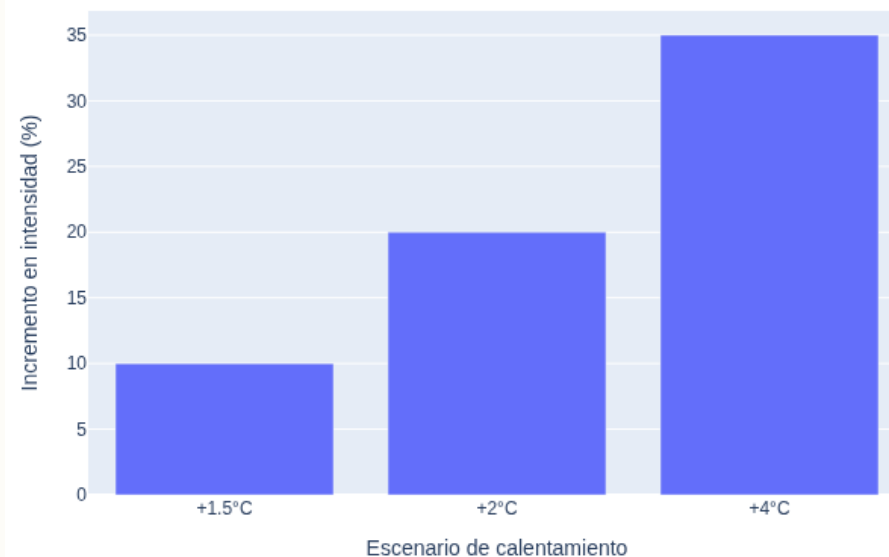


# Causas del cambio en las inundaciones en un clima cambiante

- **Aumento de gases de efecto invernadero**  
Incremento de CO<sub>2</sub> y otros gases, atrapando más calor
- **Mayor capacidad de retención de humedad**  
Un 7% más por cada grado de calentamiento
- **Cambios en la circulación atmosférica**  
Variaciones en fenómenos como El Niño y la NAO
- **Reducción de la cobertura nival y del deshielo**  
Menos inundaciones por fusión de nieve
- **Urbanización y cambios en el uso del suelo**  
Expansión urbana sobre torrentes y zonas inundables
- **Alternancia entre sequía e inundación**  
Transiciones abruptas entre eventos húmedos y secos



Proyección de incremento en lluvias extremas en la región mediterránea

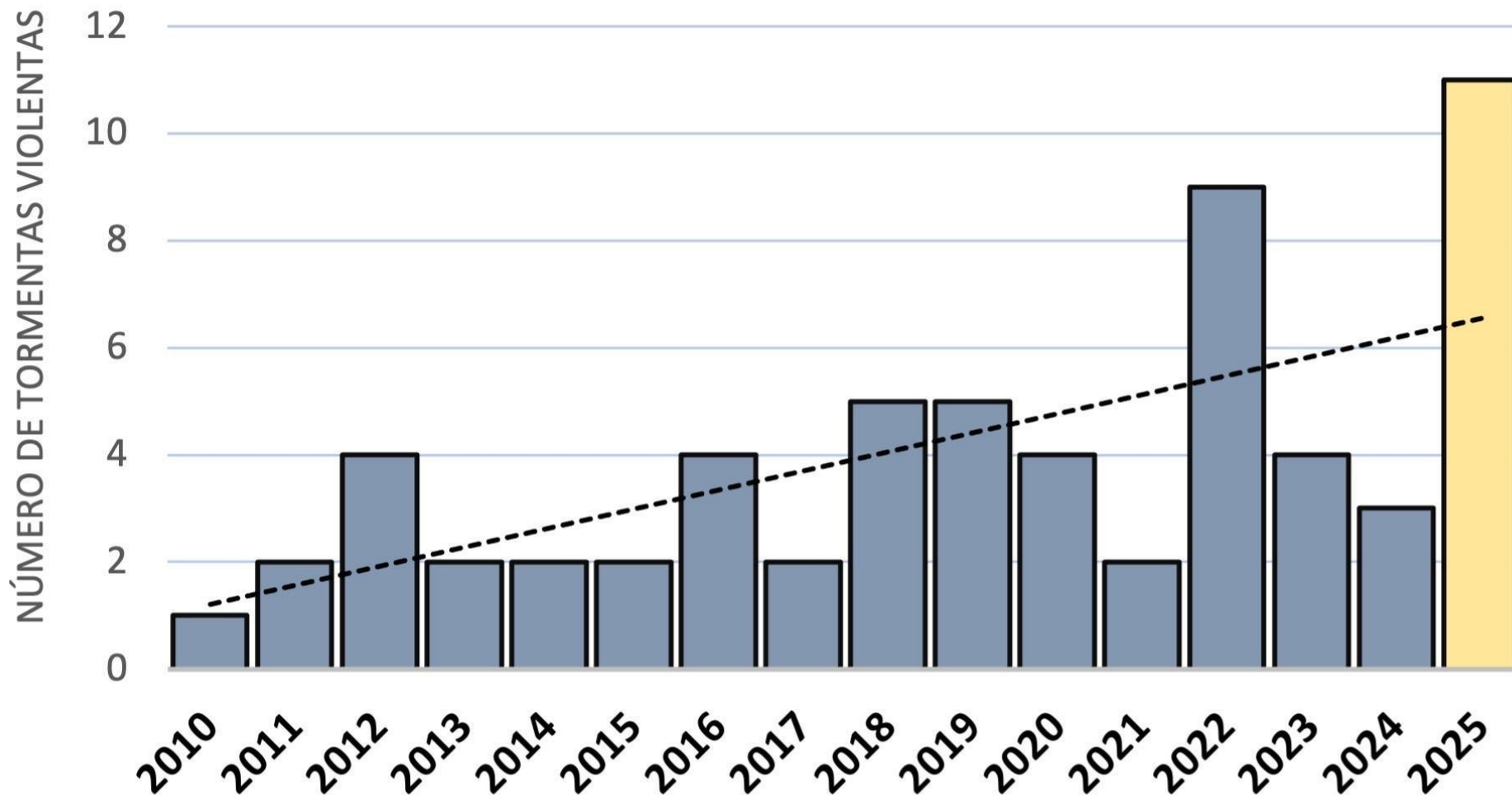




## Número de tormentas violentas en Baleares

(Granizo  $\geq 2$  cm, rachas  $\geq 90$  km/h y/o tornado en tierra)

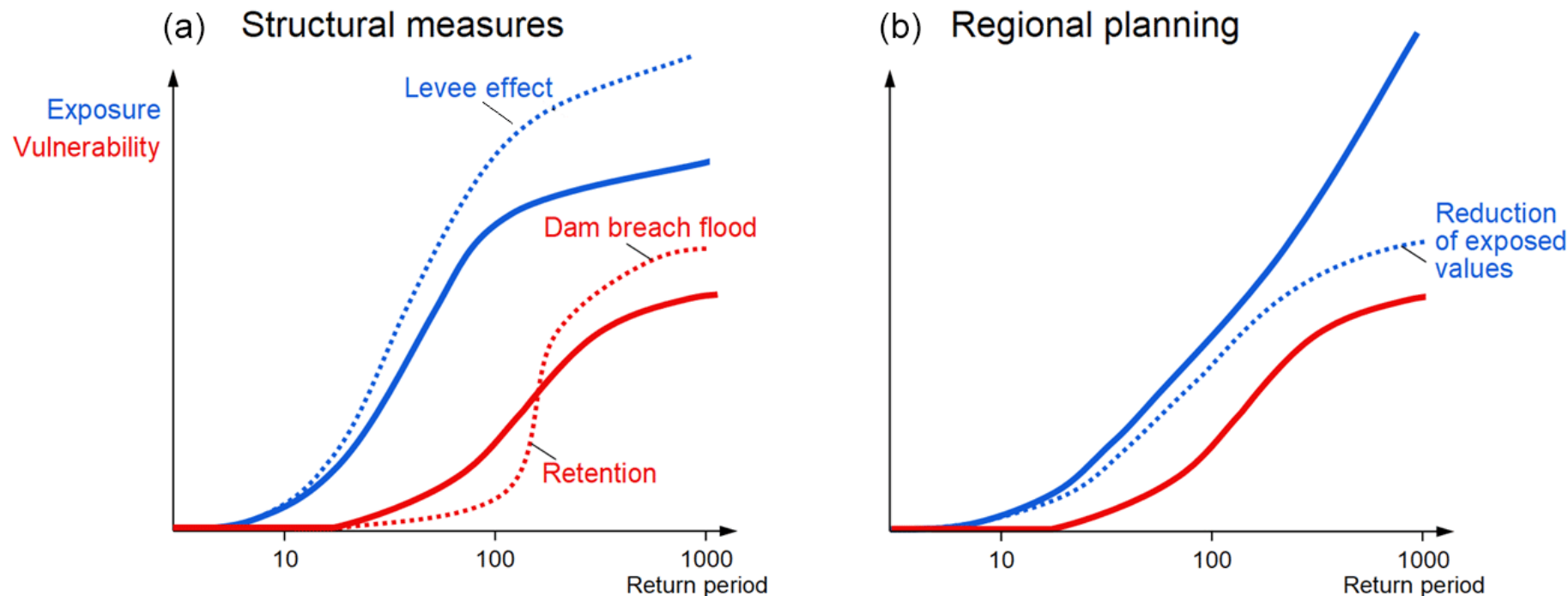
Duncan Wingen







# Exposición y vulnerabilidad: estructuras vs planificación



Las **intervenciones estructurales**, como diques y presas, reducen la vulnerabilidad solo hasta cierto punto, pero pueden aumentar el riesgo en caso de inundaciones mayores al diseño previsto.

Por otro lado, la **planificación urbana** que reduce la exposición es eficaz ante inundaciones extremas, aunque sus altos costos sociales pueden dificultar su implementación sin una visión a largo plazo y consenso científico.

# Tecnologías aplicadas y limitaciones



## Tecnologías para gestión de riesgos

Innovaciones como teledetección, inteligencia artificial y redesIoT mejoran la preparación frente a riesgos naturales y ambientales.

## Limitaciones en planificación urbana

Menos del 15% de ciudades europeas usan modelos dinámicos de transporte de sedimentos, aumentando riesgos ambientales.

## Sesgos y equidad en datos de riesgos

Bases de datos presentan sesgos con falta de conocimiento local, afectando la equidad y la efectividad en respuestas.

## Colaboración transdisciplinaria

Integrar tecnología con ética y cultura es clave para superar limitaciones y mejorar la gestión de riesgos.





**02**

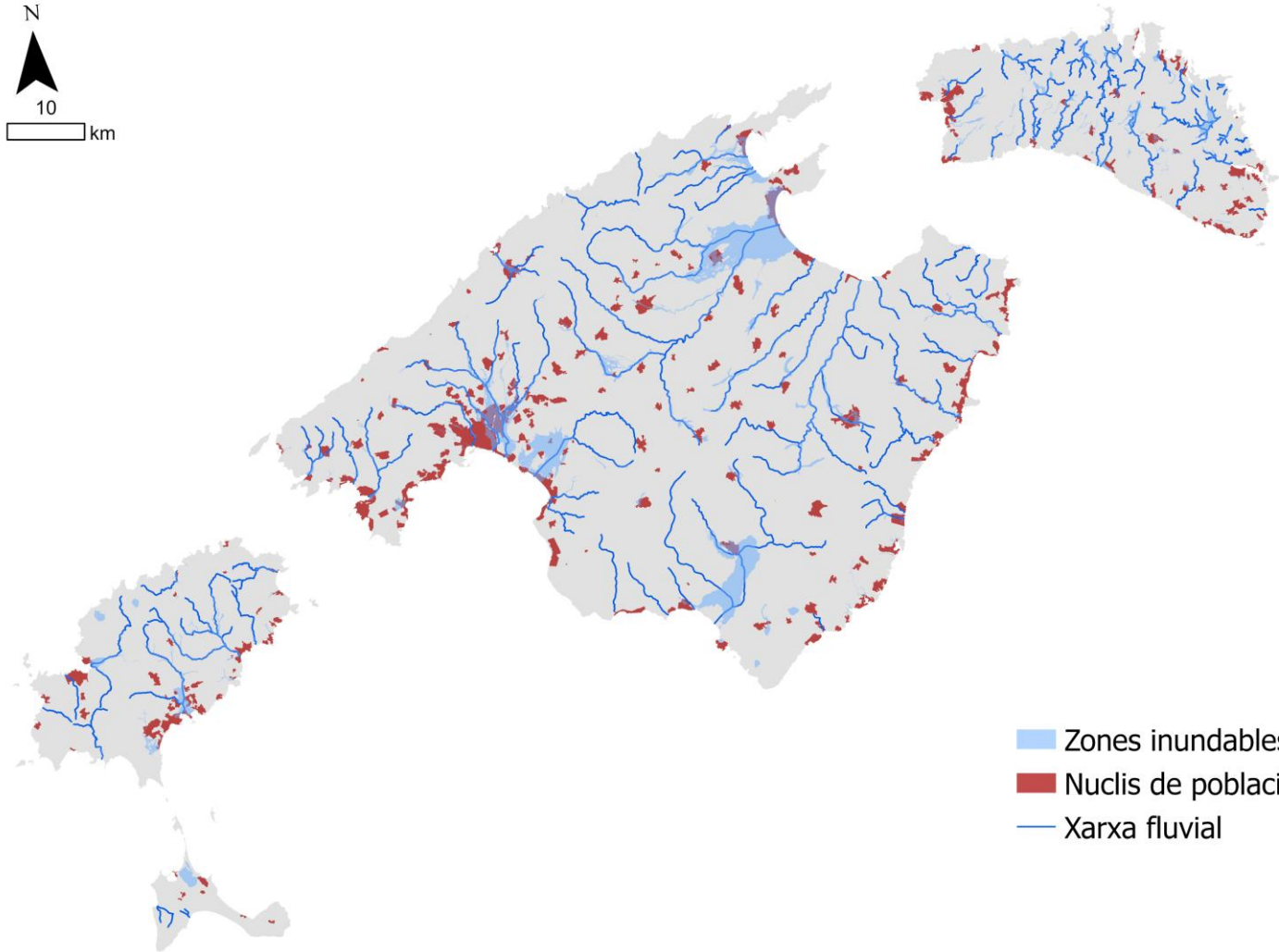
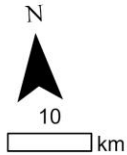
**Islas Baleares,  
espacio  
mediterráneo  
insular afectado  
por riesgos  
naturales**






## Inundaciones



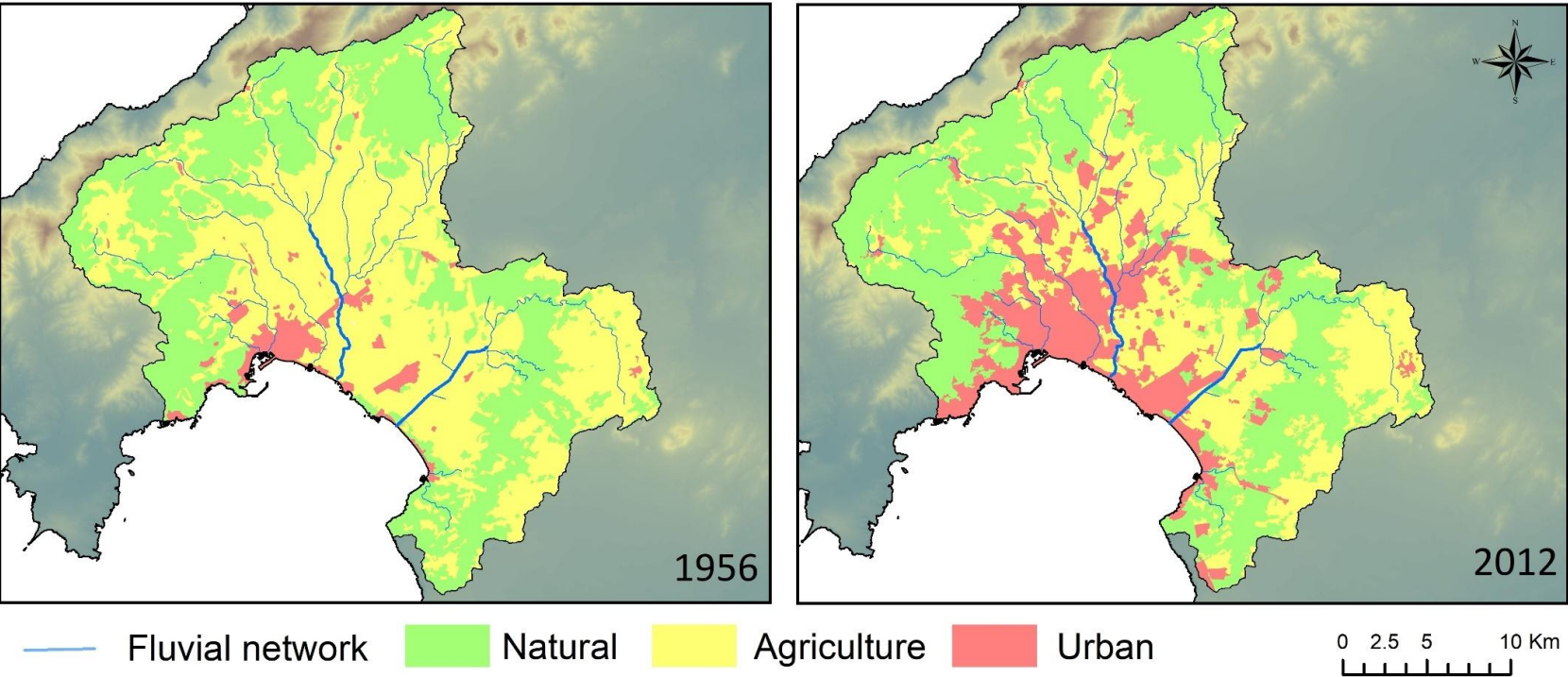


- Zones inundables
- Nuclis de població
- Xarxa fluvial

Período de retorno de 500 años				
Inundaciones	Superficie inundable	ARPSI	Edificios	Palma-Marratxí Habitantes
	19.014 ha (3,8%)	2.850 ha (0,5%)	91.085 (16%)	165.000 (35,6%)

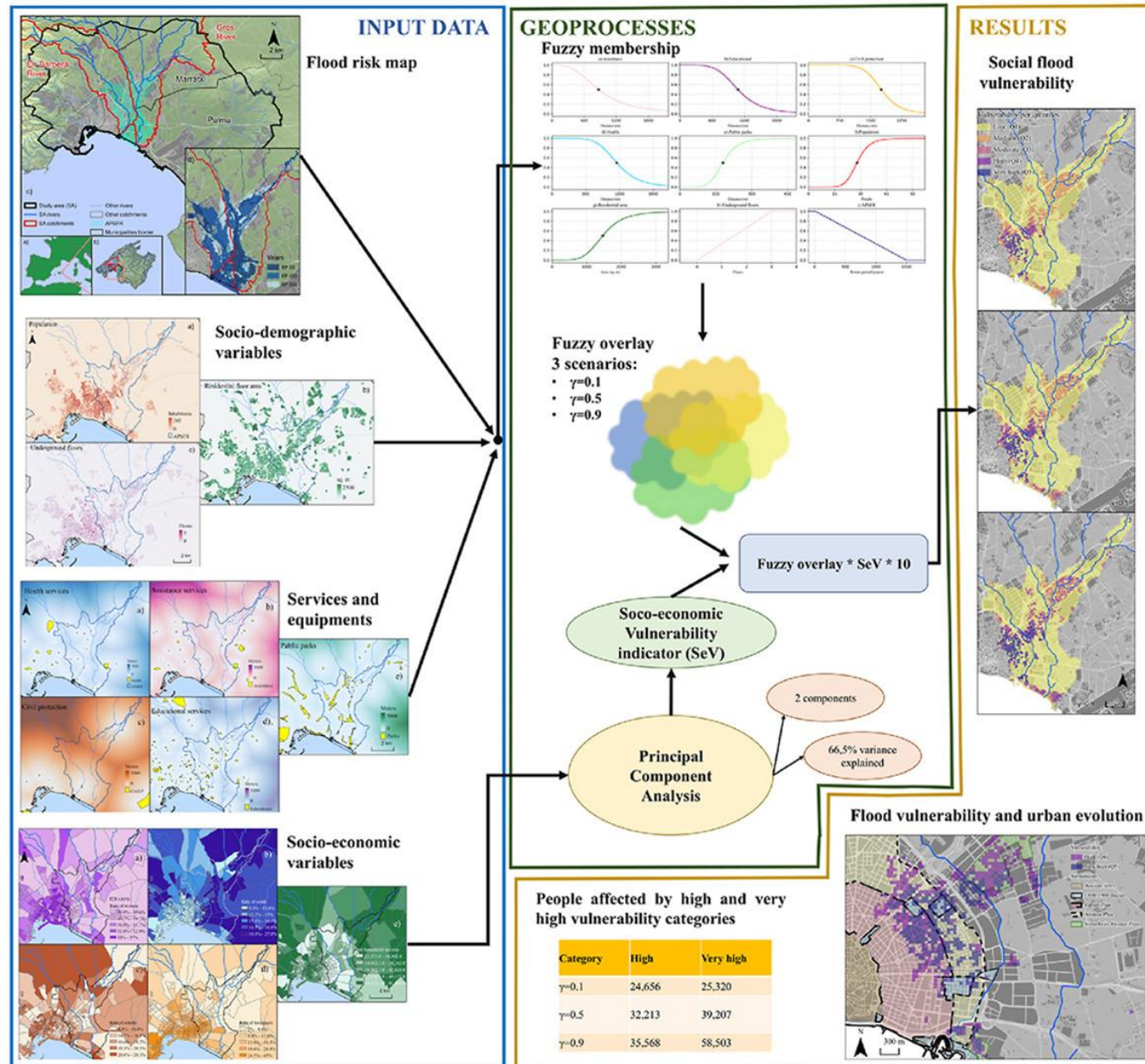


# Incremento exponencial de zonas inundables por expansión urbana



Año	Zonas inundables (ha)
1956	7
1973	23
1995	179
2000	195
2012	292





Moragues A, Estrany J, Ruiz-Pérez M 2025. Assessment of social vulnerability to floods based on fuzzy logic in a Mediterranean dense urban area: Palma, Mallorca, Spain. *International Journal of Disaster Risk Reduction* 105594.

•**Gran parte de la población expuesta:** Un 35,62% de los habitantes de Palma y Marratxí (164.991 personas) podrían verse afectadas por inundaciones en los cursos fluviales principales.

•**Áreas más vulnerables:** Los barrios del este de Palma con más presencia de población inmigrante y bajos ingresos son los más vulnerables, i en ellos se concentran muchos servicios esenciales (escuelas, centros sanitarios, parque de bomberos).

•**Focalización en la vulnerabilidad social:** El estudio no analiza la probabilidad de inundación, sino la capacidad de la sociedad para afrontar recuperarse, teniendo en cuenta factores socioeconómicos, culturales e institucionales.





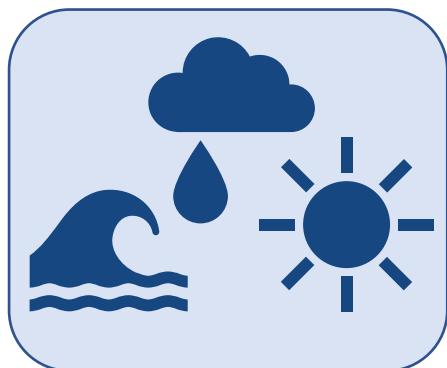
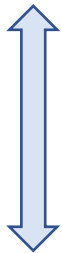
03

# Observatori de Riscos Naturals i Emergències de les Illes Balears - RiscBal

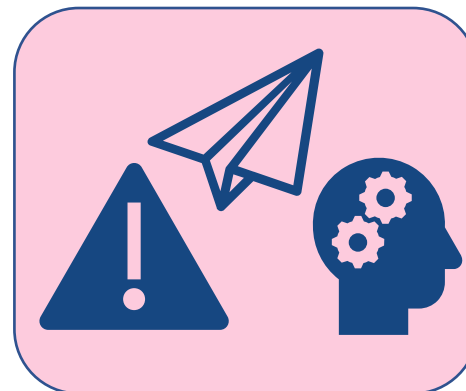




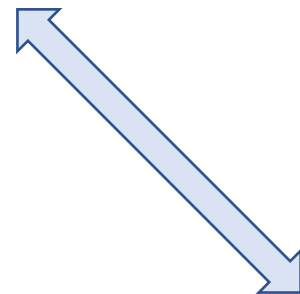
RiscBal – Anàlisi



RiscBal – Control



RiscBal – Avisos



Predicción a corto plazo de riesgos naturales

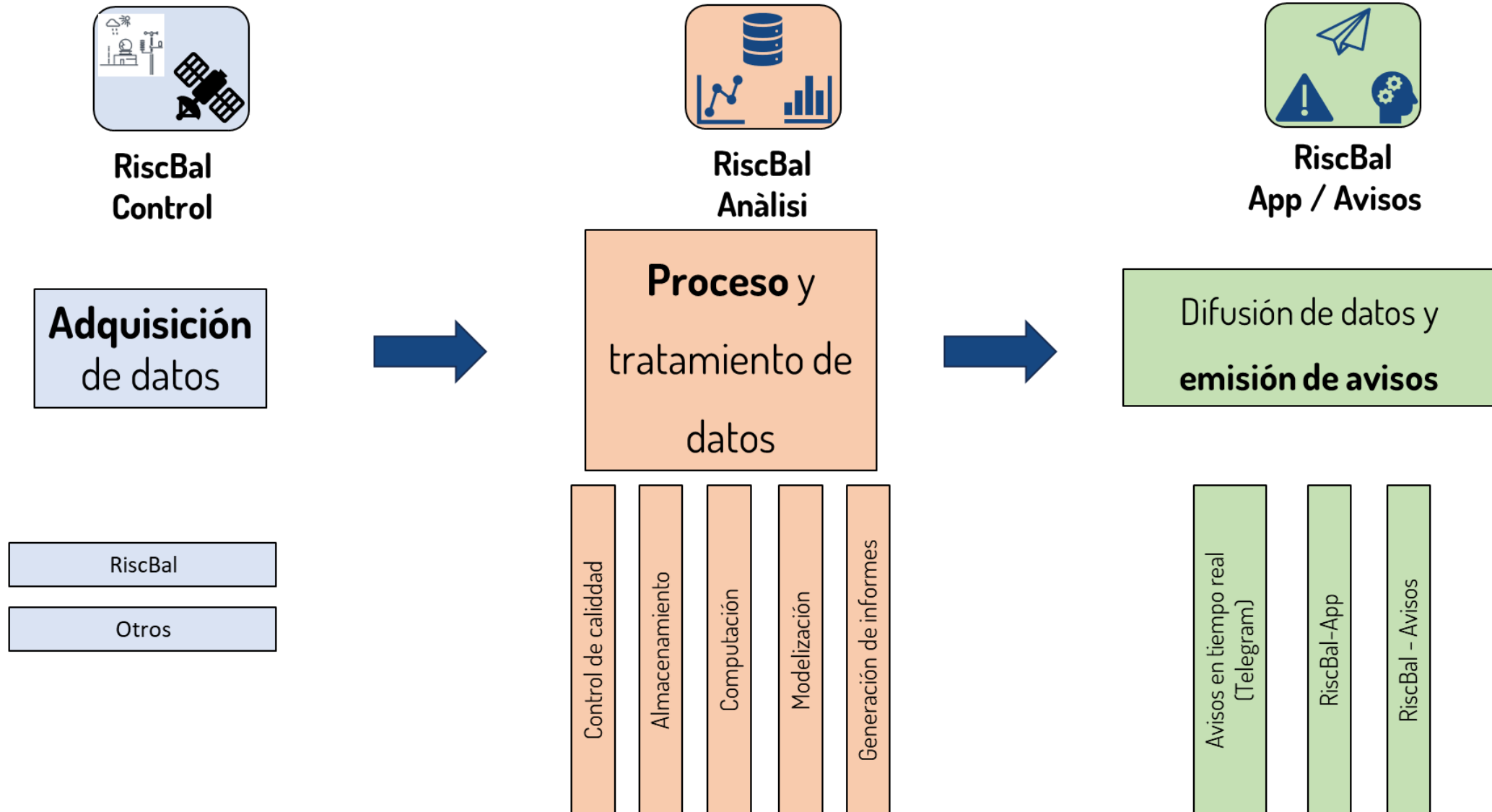
Actuación frente a peligros en tiempo real

- Avisar a los servicios de emergencias
- Avisar a la población

Salvar vidas y evitar daños al máximo



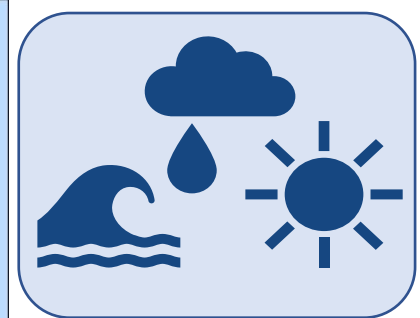
**Flujo continuo de información en RiscBal** → sistemática d obtención, procesado y difusión de datos





# RiscBal

OBSERVATORI DE RISCOS NATURALS  
I EMERGÈNCIES DE LES ILLES BALEARS






RiscBal – Control




**95** estaciones propias

Núm.	Tipos	Frec.
58	Hidrométricas	5 min
37	Meteorológicas	10 min

Estacions de la xarxa RiscBal

-  RiscBal–Hidromètrica
-  RiscBal–Meteorològica
-  RiscBal–Hidrometeorològica

Estacions previstes 2024

-  Hidromètrica
-  Meteorològica
-  Hidrometeorològica

 Conques

0 5 10 15 20  
km





## RiscBal-Anàlisi: datos dinámicos y modelización

### Diseño y funcionamiento de Sistemas de Alerta Temprana

Protocolo de avisos por inundaciones basado en **INUNBAL**



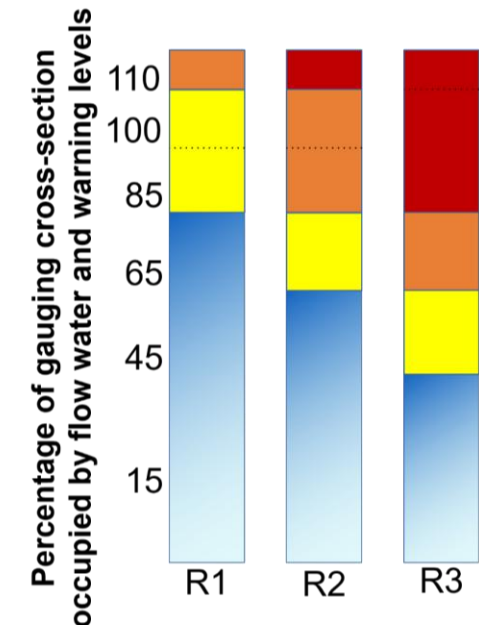
RiscBal – Anàlisi

### Índice de previsión

Lámina de agua en relación  
a la máxima ocupación del  
cauce

*Avisos en tiempo real*

*Desarrollando aviso por  
incremento repentino del  
nivel de lámina de agua*



Flood risk classification of hydrometric stations			Number of hydrometric stations
Risk Class	Land uses	Transport network	
R1	Rural area	Rural roads	6
R2	Rural or peri-urban area	High-capacity roads, primary, secondary or rural roads	15
R3	Urban area	High-capacity roads, primary or secondary roads	35





## RiscBal-Anàlisi: datos dinámicos y modelización

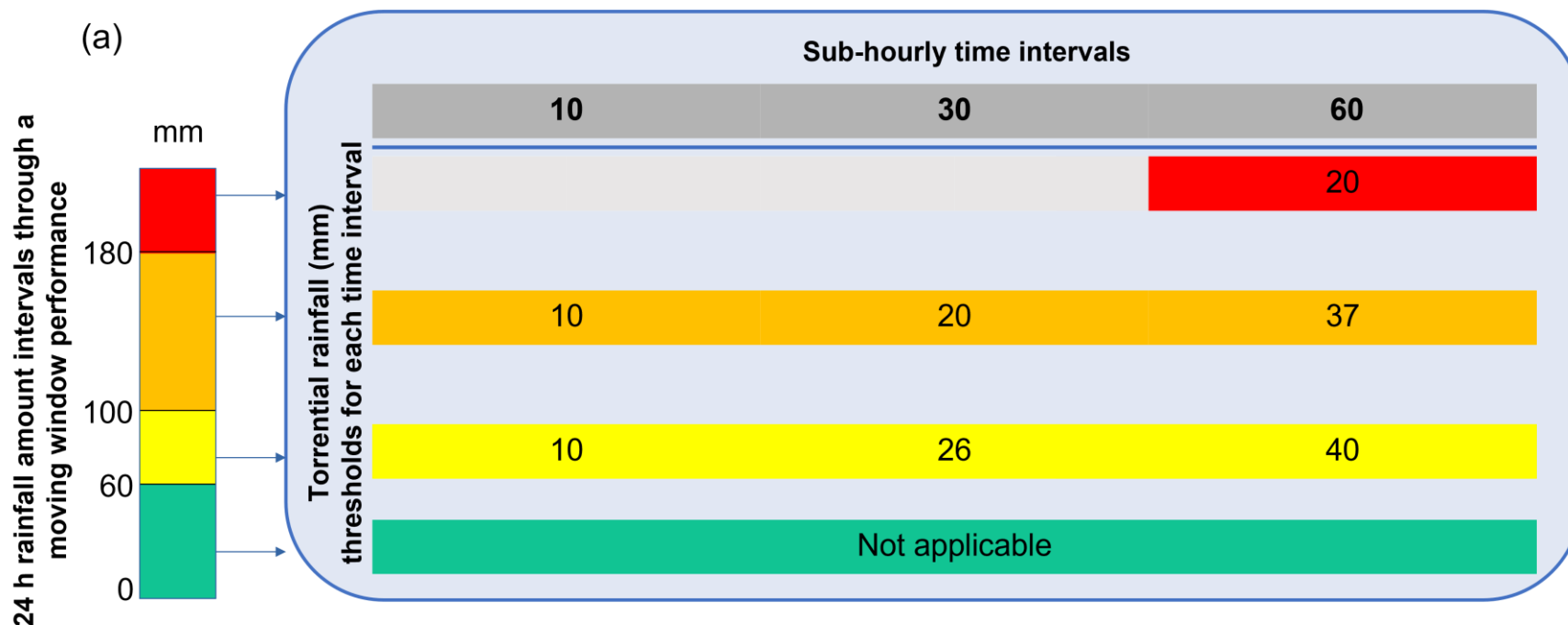
### Diseño y funcionamiento de Sistemas de Alerta Temprana

Protocolo de avisos por inundaciones basado en **INUNBAL**

**Umbrales de precipitaciones favorables a generar una respuesta hidrológica con potencial riesgo de inundación.** Se combinan dos criterios: Acumulación (24 h) e intensidad (10-minutal y horaria)



RiscBal – Anàlisi



Índice de  
previsión

**Intensidad y acumulado de  
lluvia a partir de estaciones  
meteorológicas**

*Avisos en tiempo real*



## RiscBal-Anàlisi: datos dinámicos y modelización

Diseño e inicio de funcionamiento de Sistemas de Alerta Temprana

Protocolo de avisos por inundaciones basado en INUNBAL



RiscBal – Anàlisi

Minutos	Acumulado (mm)
10	15
30	30
60	40

Índice de  
previsión

**Intensidad y acumulado de lluvia para  
zonas urbanas e infraestructuras críticas**

*En fase de pruebas en canal de Telegram  
Interno*

*Vincular con núcleos urbanos,  
equipamientos e infraestructuras críticas*



04

# RiscBal-Avisos y plataformas de visualización





**RiscBal**

OBSERVATORI DE RISCOS NATURALS  
I EMERGENCIES DE LES ILLES BALEARS



C2IMPRESS  
Grant agreement ID:  
101074004



Universitat  
de les Illes Balears



Govern de les  
Illes Balears

## Benvingut,

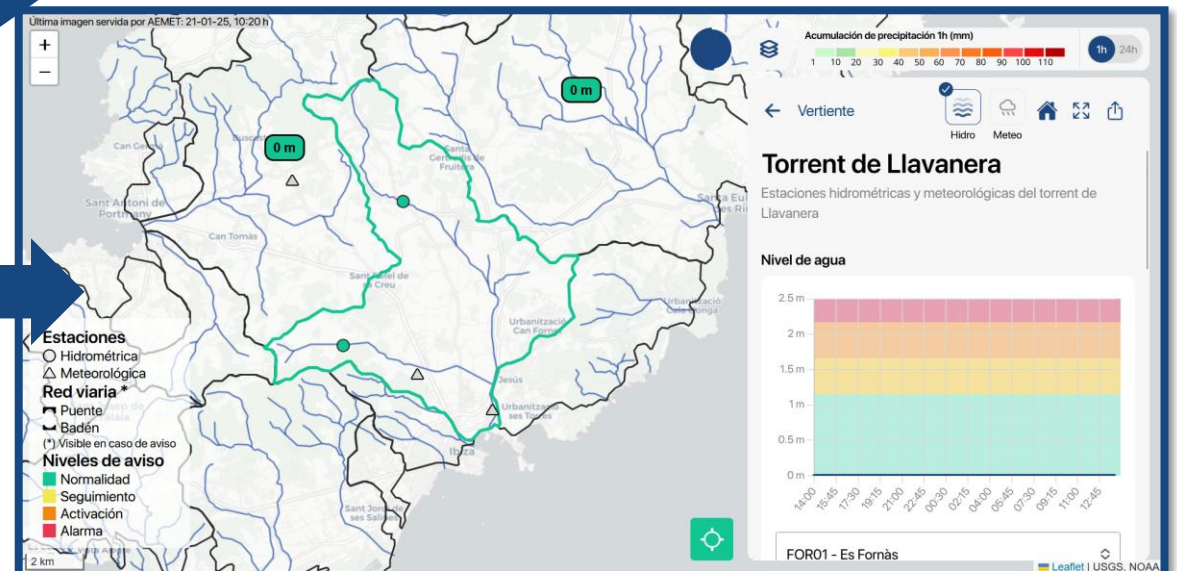
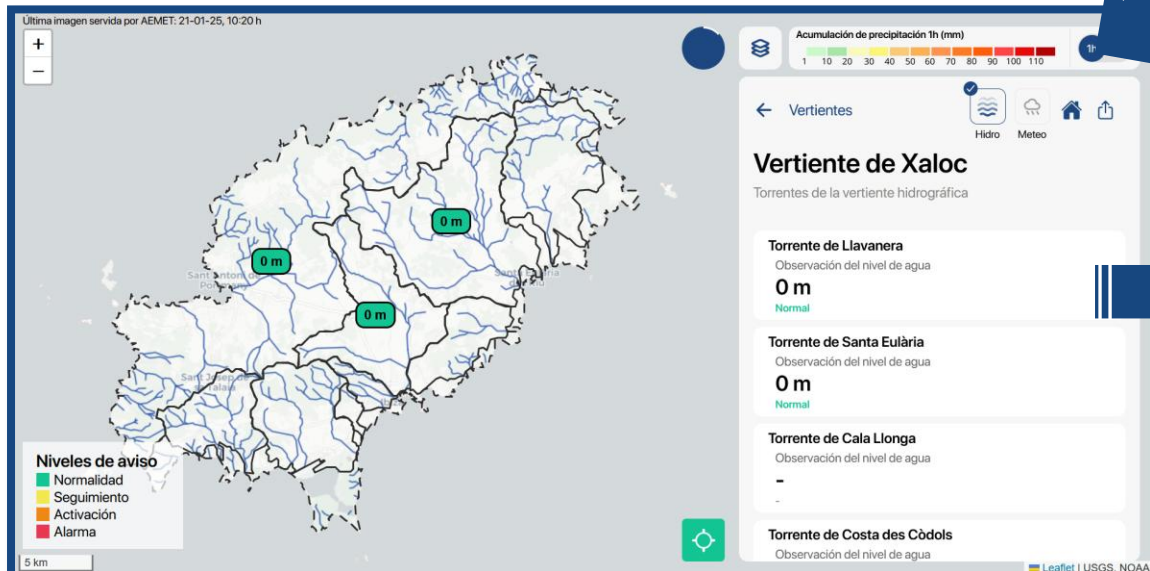
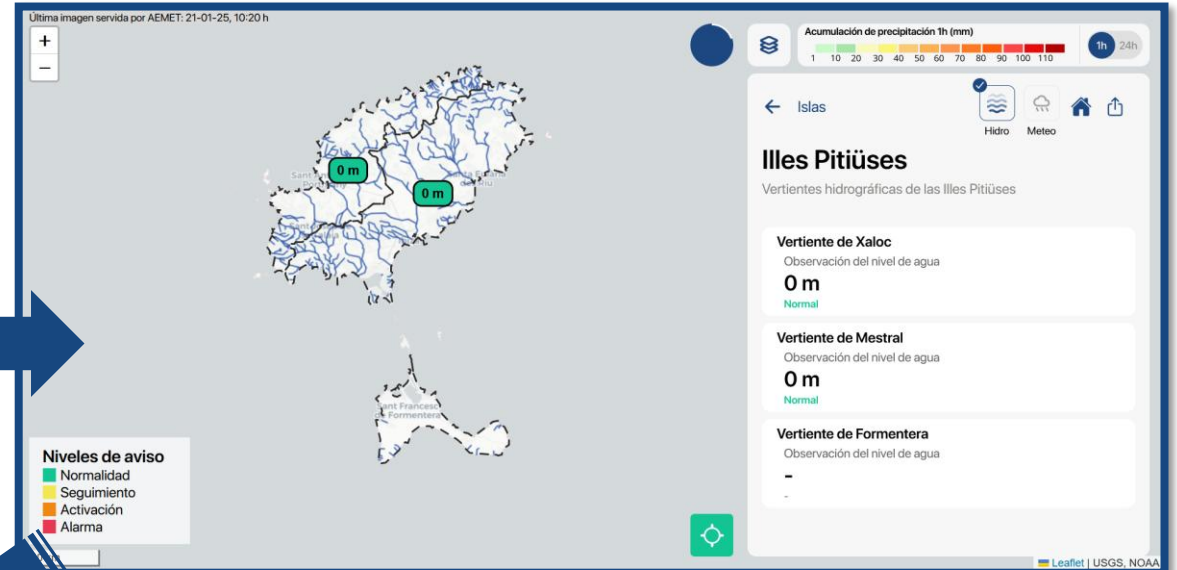
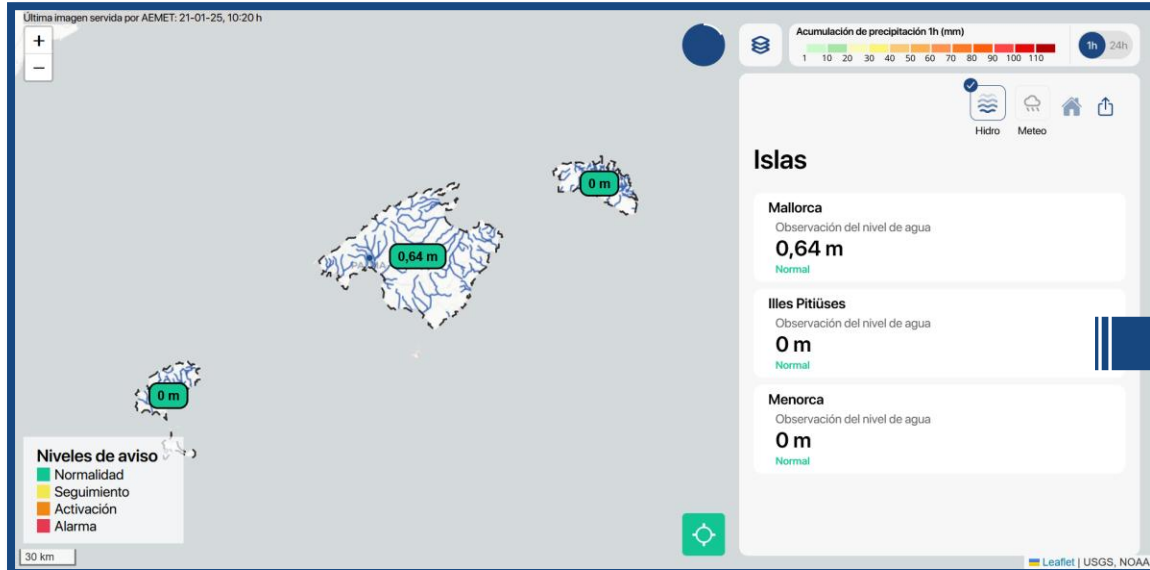
Ja estàs llest. Mantingues a tots informats sobre el  
que està succeint per prevenir riscos a la comunitat

Fet



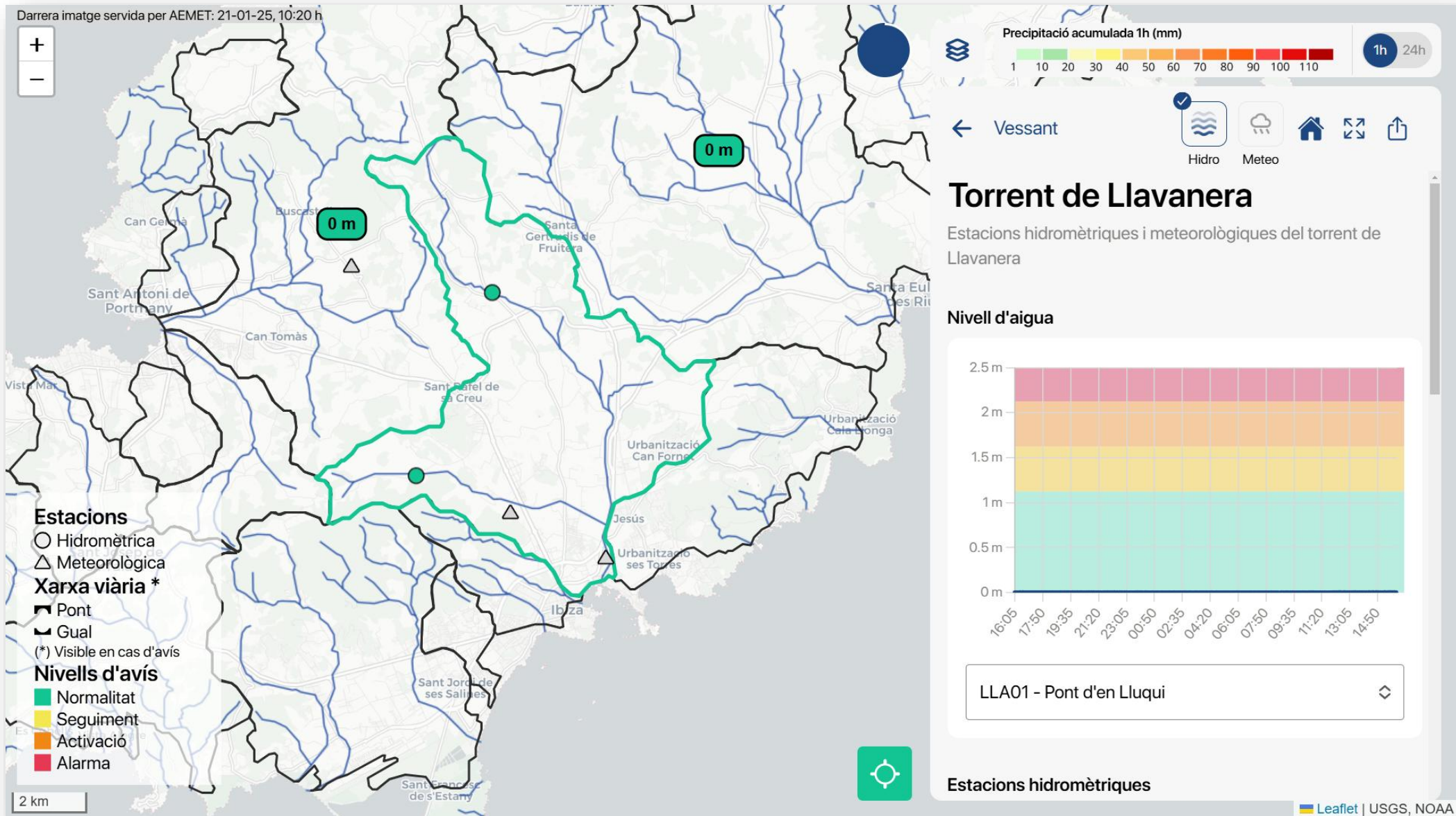


## Visor de riesgos – RiscBal App > Navegación



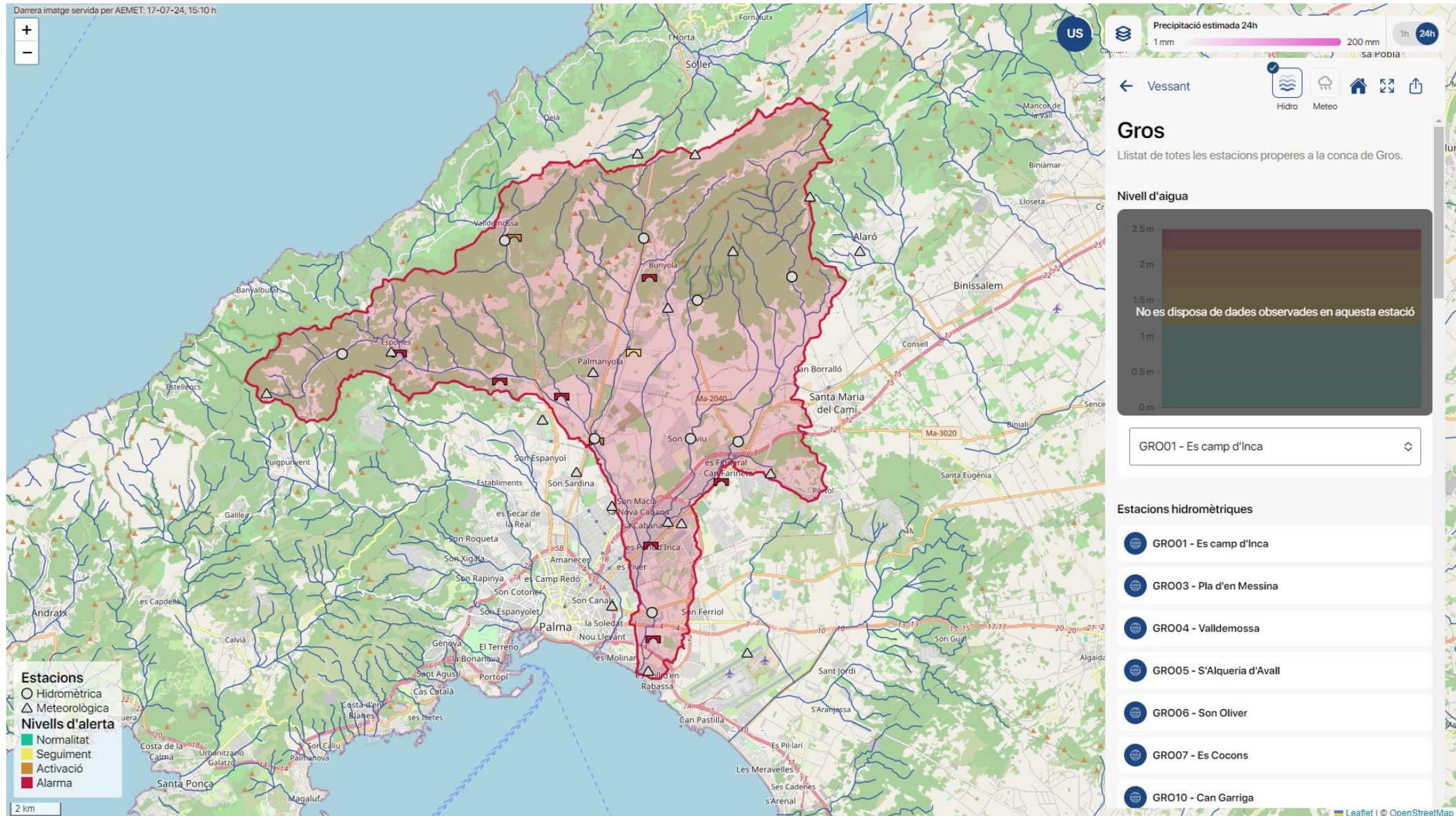


## Visor de riesgos – RiscBal App > Escala cuenca





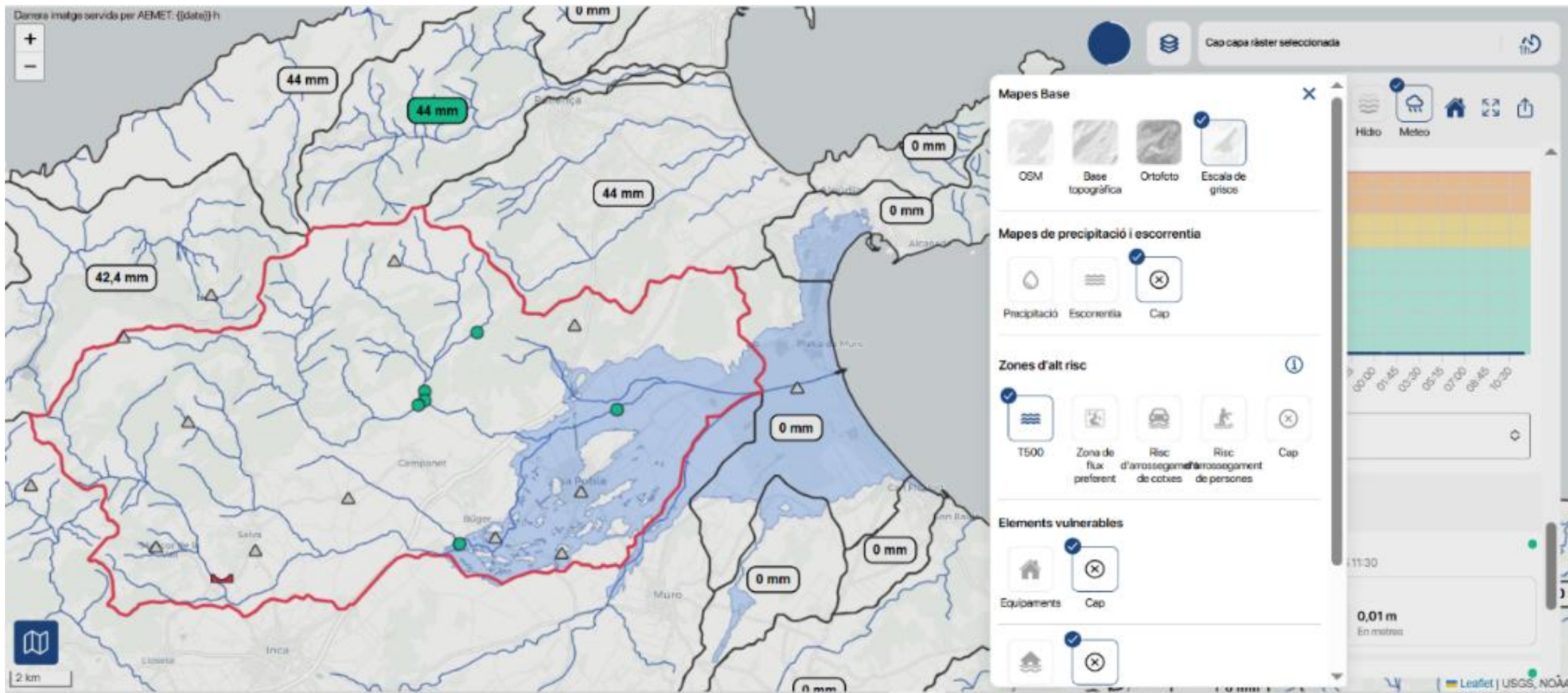
## Activación de elementos de riesgo: puentes







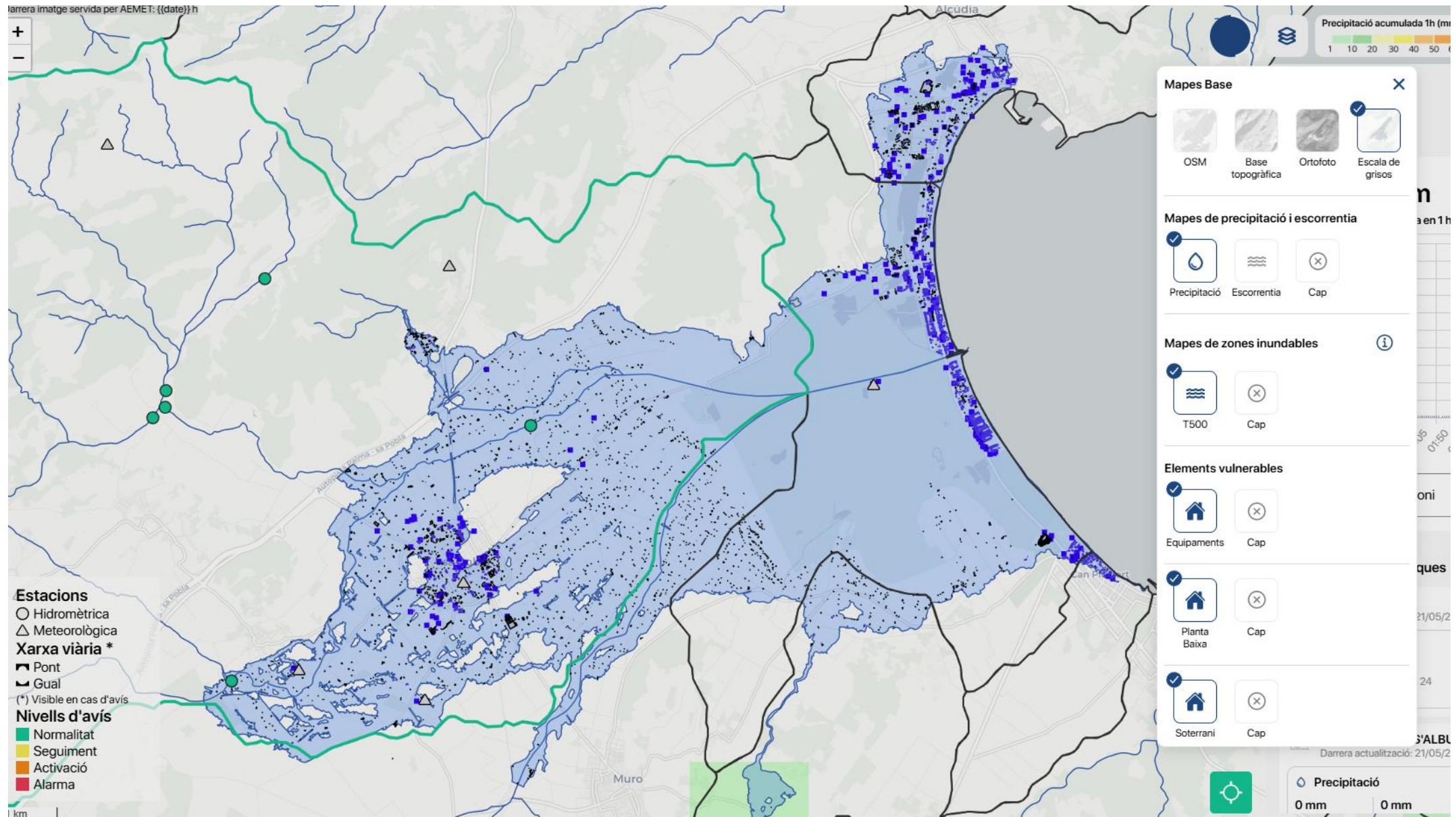
## Zona inundable para período de retorno de 500 años







## Activación de elementos vulnerables

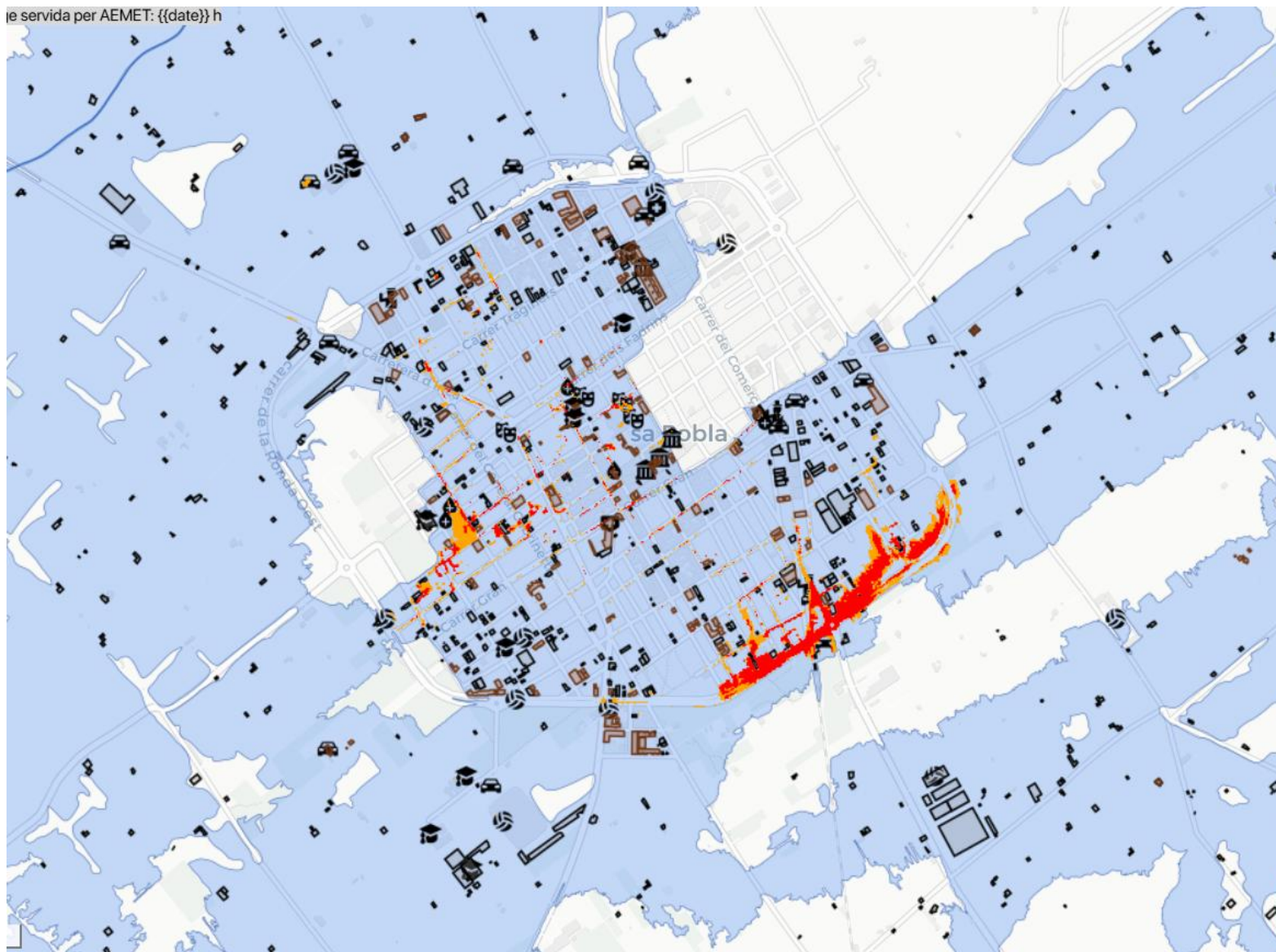





Riesgo de arrastre de peatones, calculado a partir del calado y velocidad para un período de retorno de 500 años









### Zones inundables




T10




T100



T500




Zona de flux preferent




Cap

---


### Risc d'arrossegament



Vehicles




Vianants




Cap

---

### Elements vulnerables




Equipaments




Cap

---




Planta Baixa




Cap

---



Soterrani



Cap



Integración multirriesgo en la  
aplicación

Incendios  
Movimientos gravitacionales  
Climáticos



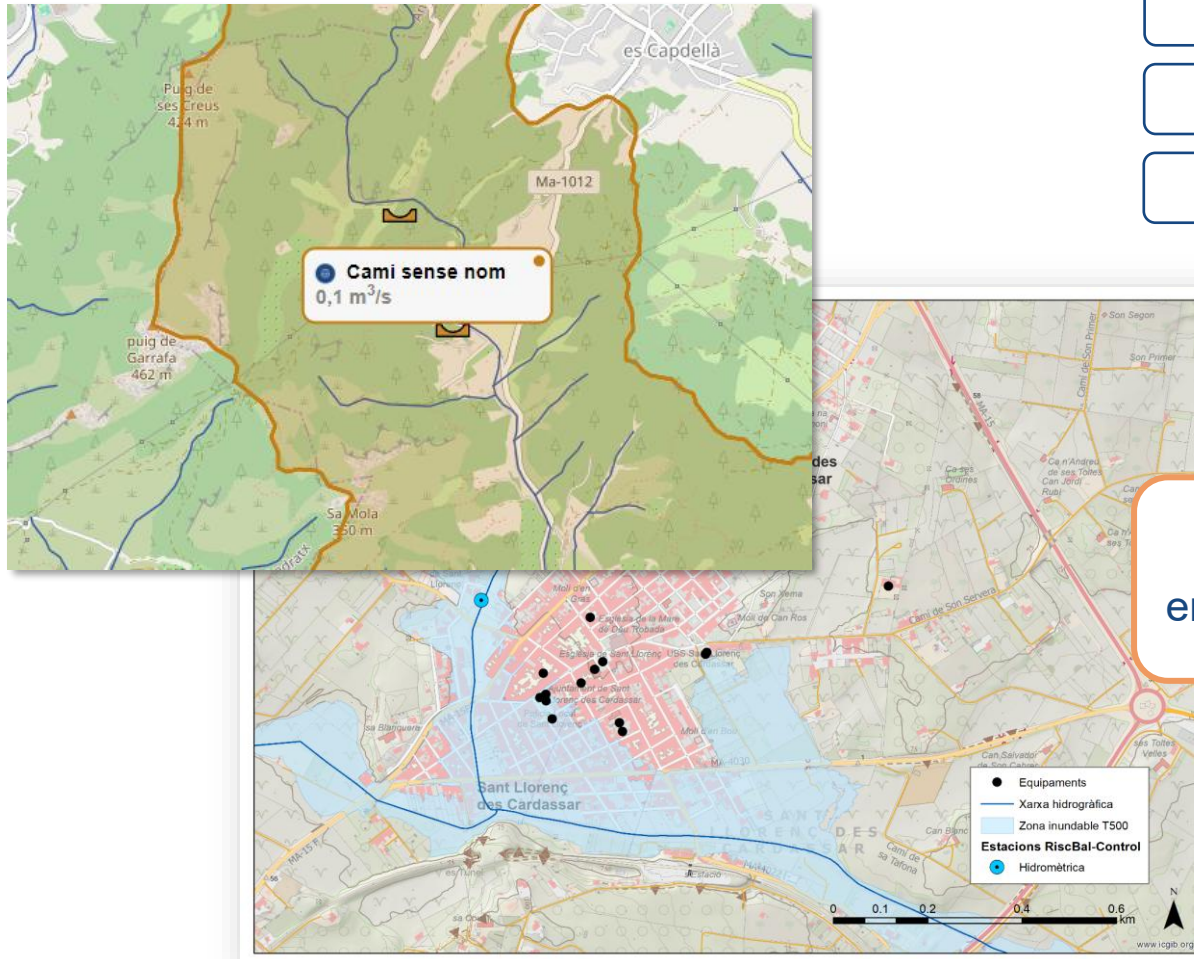
Datos observados en tiempo real

Datos de teledetección

Datos de modelización



Activación de elementos vulnerables  
en zonas de riesgo a escala parcela catastral





# Conclusiones



## **Enfoque Integral**

La gestión del riesgo debe combinar ciencia, tecnología y participación social para ser efectiva.

## **Innovación y Colaboración**

Sistemas innovadores como RiscBal reducen vulnerabilidades y salvan vidas mediante colaboración.

## **Integración de Datos y Protocolos**

Datos dinámicos y protocolos claros son clave para enfrentar eventos extremos en islas mediterráneas.

# Gracias por su atención

Mail: riscbal@uib.cat  
Web: riscbal.uib.cat  
Xarxes: @RiscBal



***Servei d'observació, anàlisi, modelització, sensorització i recollida d'informació científicotècnica de riscos naturals i emergències de les illes Balears*** (MEPRO 2023 5340) i del conveni de col·laboració entre l'Administració de la Comunitat Autònoma de les Illes Balears, la Fundació Universitat-Empresa de les Illes Balears i la Universitat de les Illes Balears per a la transformació i el desenvolupament de la xarxa d'estacions hidromètriques, finançats per la Direcció General d'Emergències i Interior de la Conselleria de Presidència i Administracions Públiques del Govern de les Illes Balears.



**Govern de les  
Illes Balears**

***Ecogeomorphic modelling in Mediterranean catchments: connectivity thresholds at multiple scales for land degradation assessment - MEDhyCON-3*** (PID2021-123707OB-I00) , Ministerio de Ciencia e Innovación, Agencia Estatal de Investigación (MCIN/AEI/10.13039/501100011033/) y European Regional Development Fund (ERDF) “A way to build Europe”.



***Evaluación de la vulnerabilidad a peligros naturales en la isla de Mallorca – VULNERISLAND*** PID2022-142704OB-I00, Ministerio de Ciencia e Innovación, Agencia Estatal de Investigación.

***Integral flood risk management in small Mediterranean catchments: monitoring and protocols development for building resilient territories - INFLOODMED*** (TED2021-129834B-I00), Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.



***Co-Creative Improved Understanding and Awareness of Multi-Hazard Risks for Disaster Resilient Society – C2IMPRESS (No 101074004)*** finançat pel programa europeu HORIZON.

