

Cambio Climático e Inundaciones: Certezas e Incertidumbres en el Camino a la Adaptación

Gerardo Benito

*Museo Nacional de Ciencias Naturales,
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Madrid*

benito@mncn.csic.es

www.floodsresearch.com



Sinopsis:

1 OBSERVACIONES

- Riesgos
- Exposición y Vulnerabilidad
- Peligrosidad (Lluvias intensas/inundaciones)

2 PROYECCIONES FUTURAS

- Precipitación, inundaciones, pérdidas
- Implementación Directiva EC:
Incertidumbres en la respuesta local

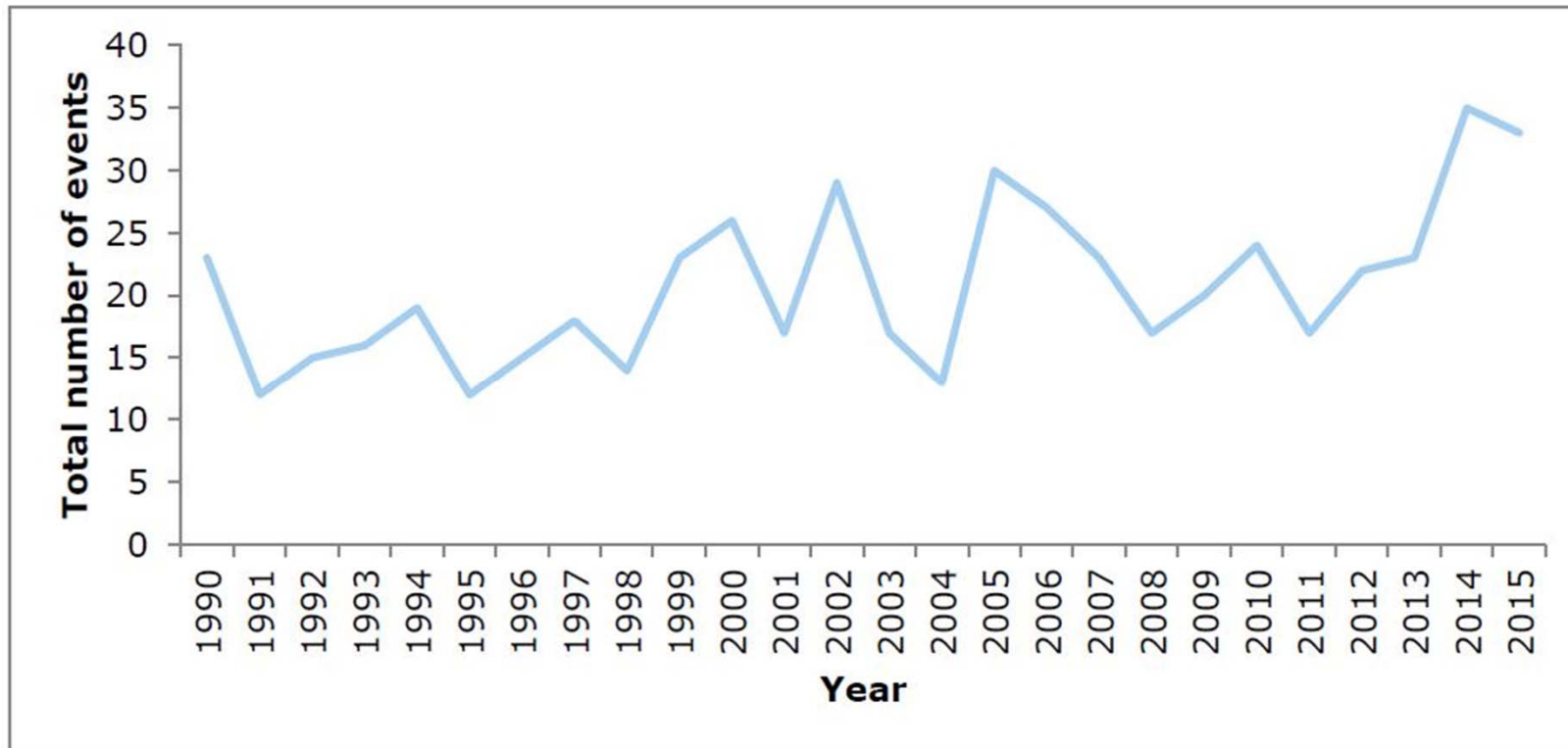
3 SUGERENCIAS PARA LA ADAPTACIÓN AL CC (win-win)

- Inundaciones pasadas, riesgos futuros
- Medidas de adaptación

1.
Observaciones

Eventos climáticos extremos en Europa 1990 – 2015

(Referidos a 12 países Europeos incl. España)

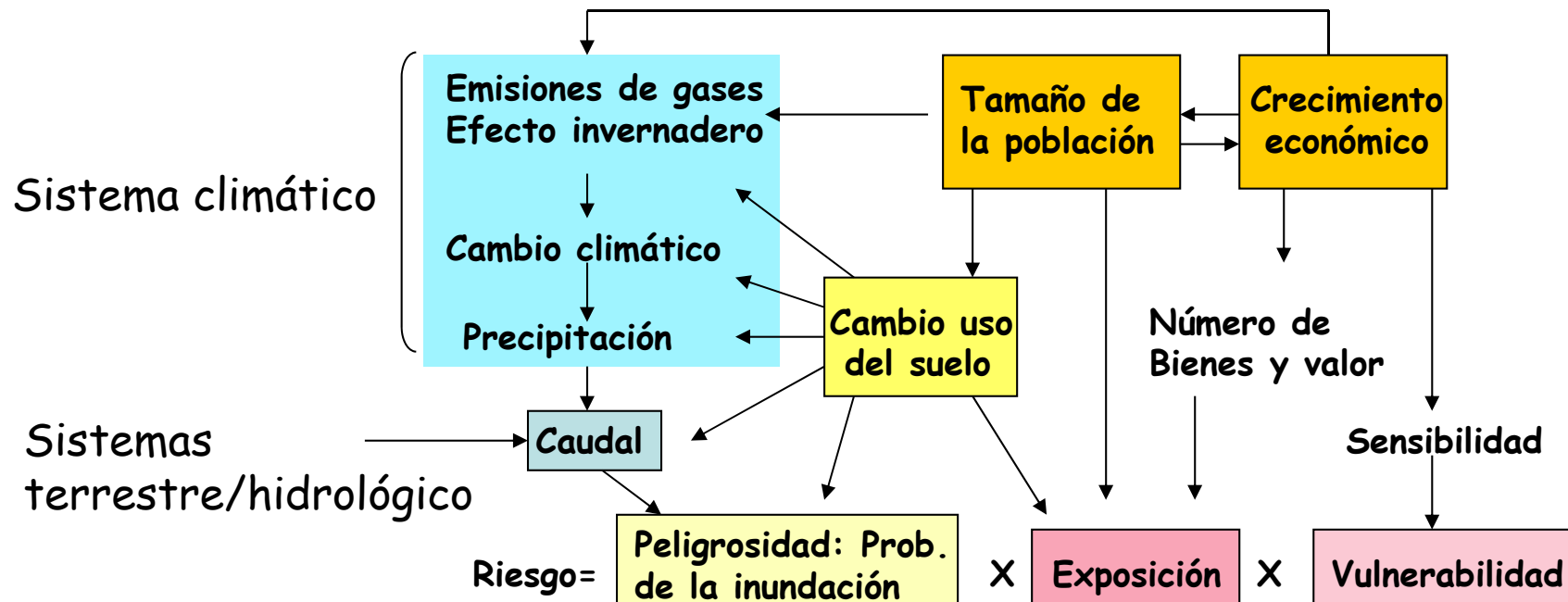


Se refiere a eventos con daños económicos

Datos procedentes de las bases de datos EM-DAT, NatCatService y Sigma

Según European Commission, 2017

Factores de cambio en los riesgos de inundaciones



$$R = f(P \times E \times V)$$

Bouwer (2013), modificado en Kundzewicz et al., 2013

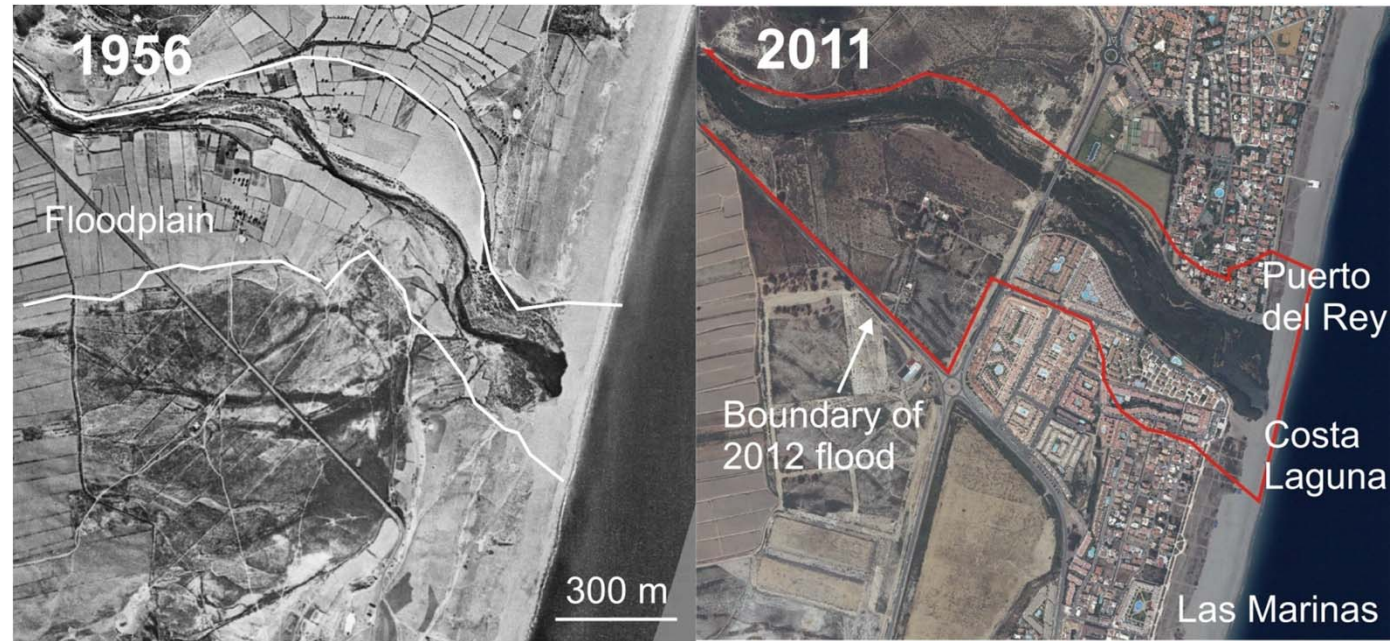
Las acciones para la reducción del riesgo inciden en reducir el peligro y las pérdidas potenciales (afectando la exposición y vulnerabilidad)

Aumento de la Exposición y Vulnerabilidad

Inundación del 2012:

Río Antas
Vera (Almería)

- 217 M€ pérdidas
- 10 víctimas

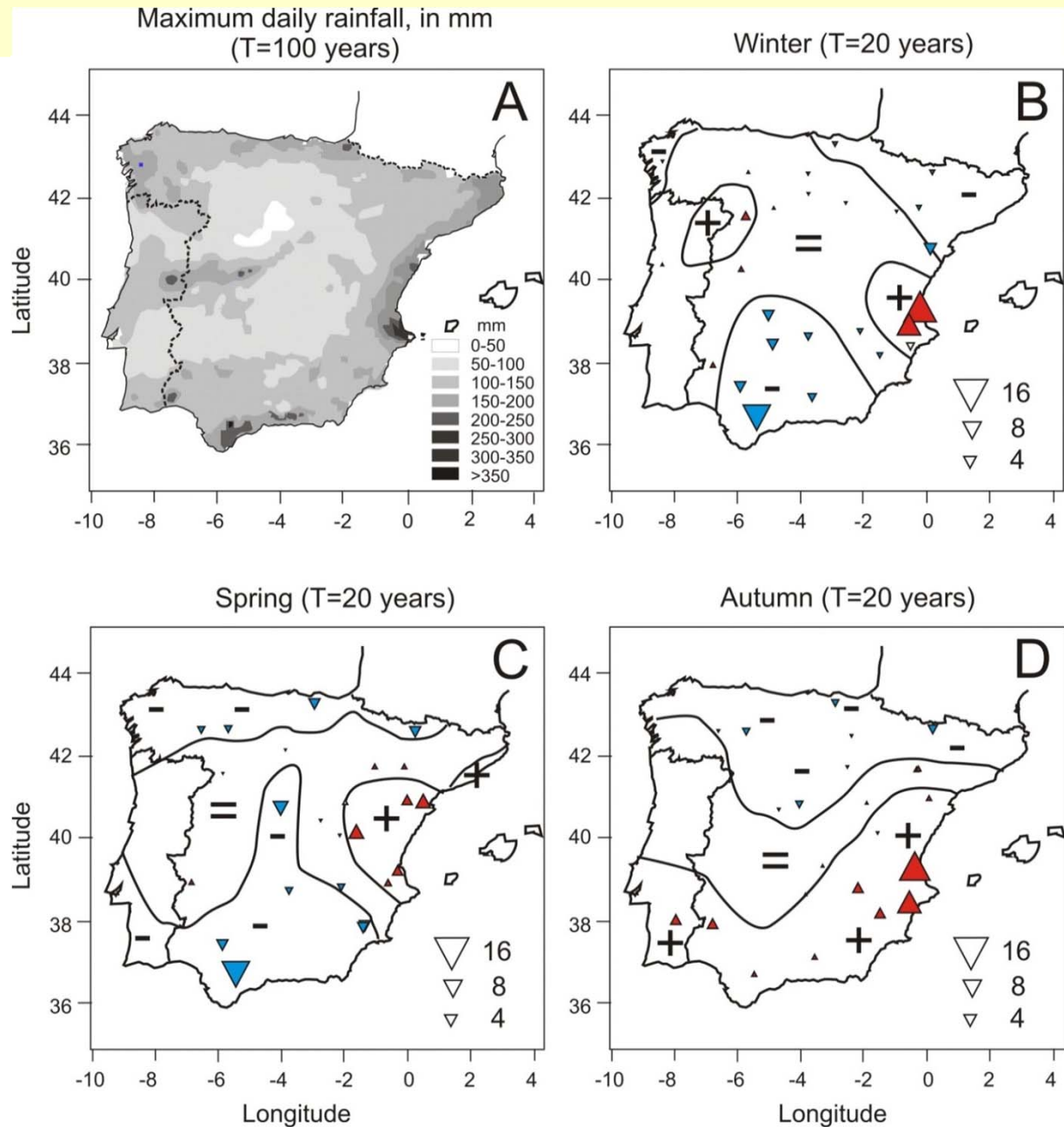


1.
Observaciones

Tendencias observadas en las precipitaciones máximas diarias

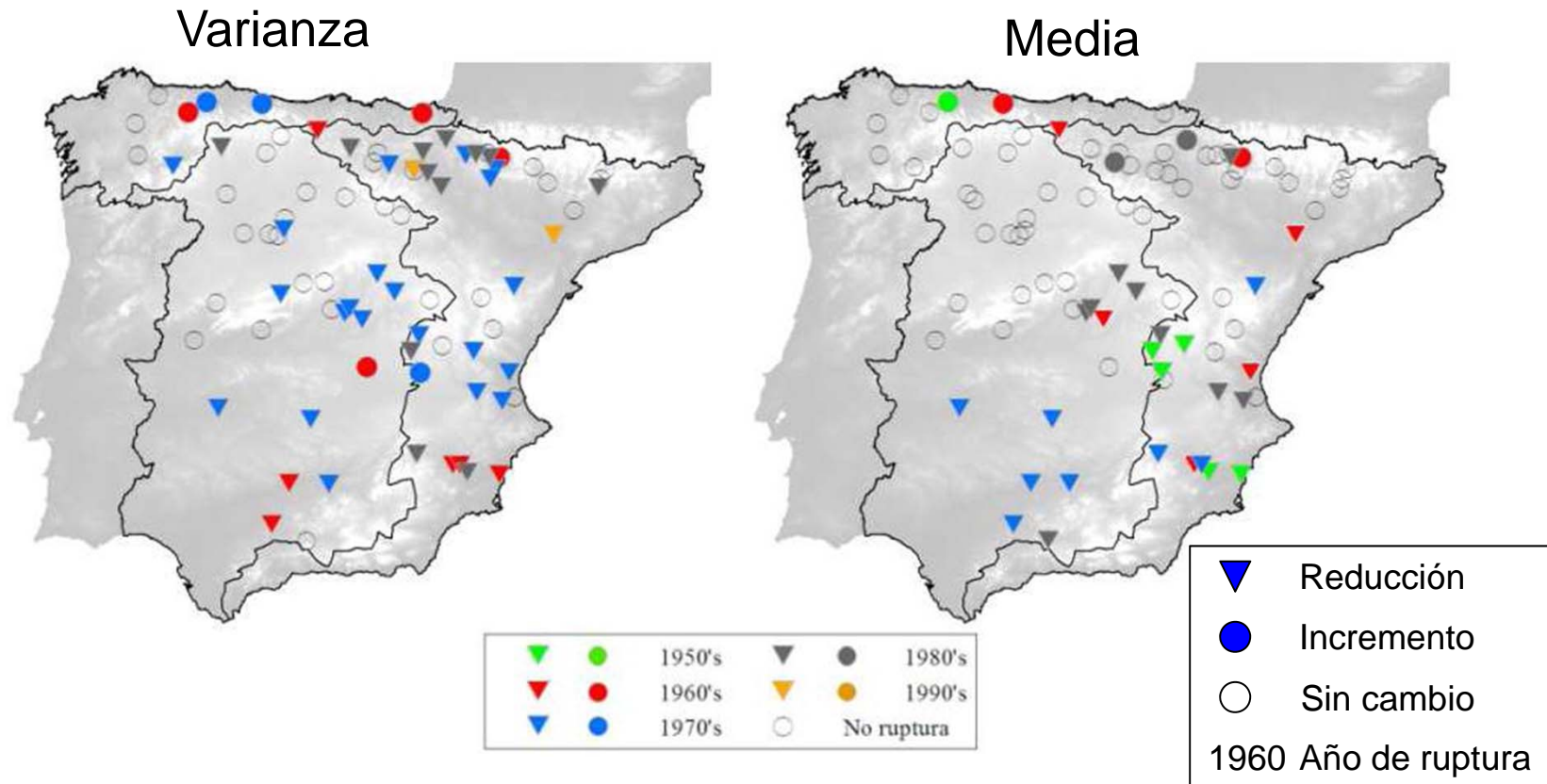
Cambios observados
en precipitación diaria,
periodo de retorno de
20 años (mm/década),
durante el periodo
1958-2004

Según Acero et al., 2011



1.
Observaciones

Cambio de caudal máximo en régimen natural: No se pueden generalizar tendencias



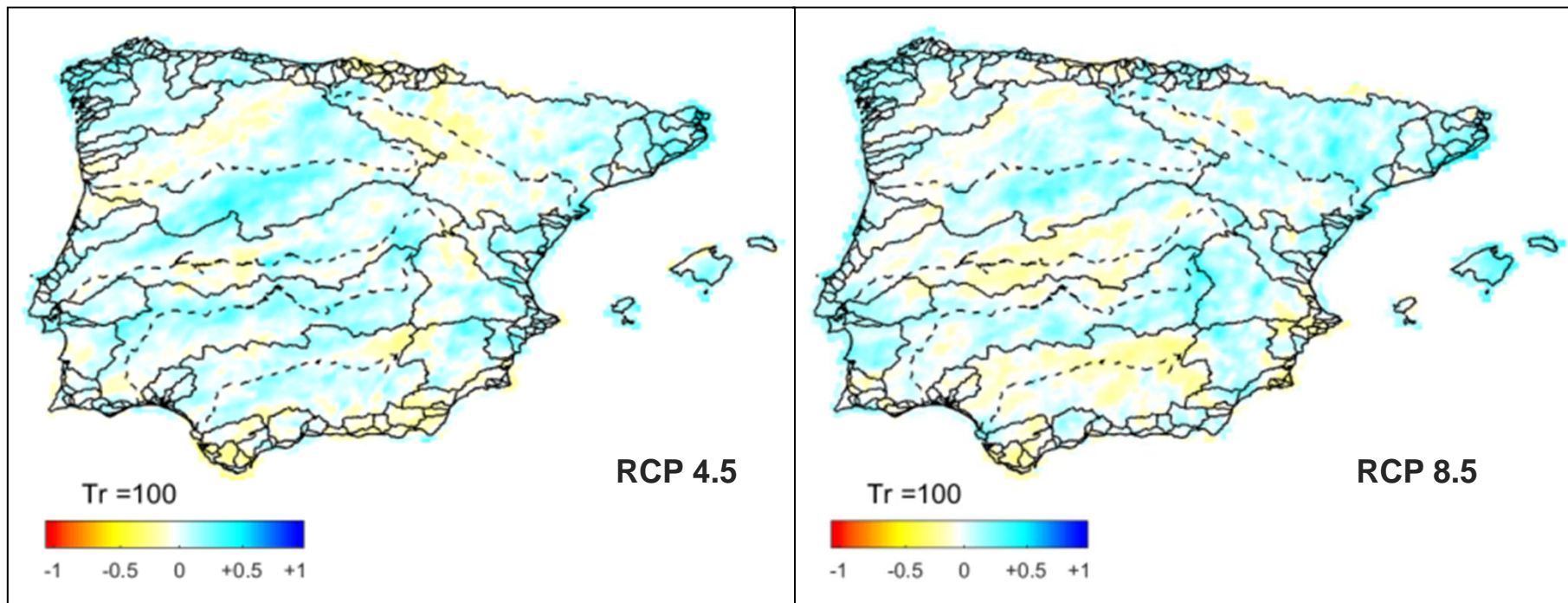
Régimen	Media		Varianza	
	Incremento	Decremento	Incremento	Decremento
Natural	3	11	2	7
Poco alterado	3	15	2	5
Muy alterado	0	18	0	17

Según Lopez de la Cruz, 2013

Proyección de cambios en la precipitación diaria máxima anual: Periodo 2041-2070

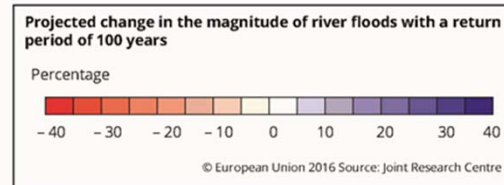
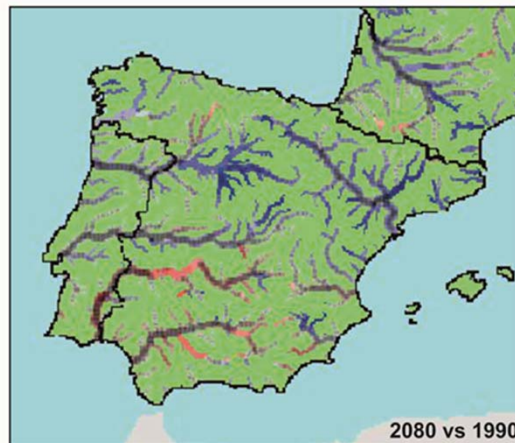
Proyecciones de downscaling dinámico de EUROCORDEX

- T=100 años (Periodo de retorno)
- Periodo: 2041-2070.
- Percentil 50 (mediana)



Garijo, C. y Mediero, L. ; Water, 2020

Extremos hidrológicos basados en datos Eurocordex



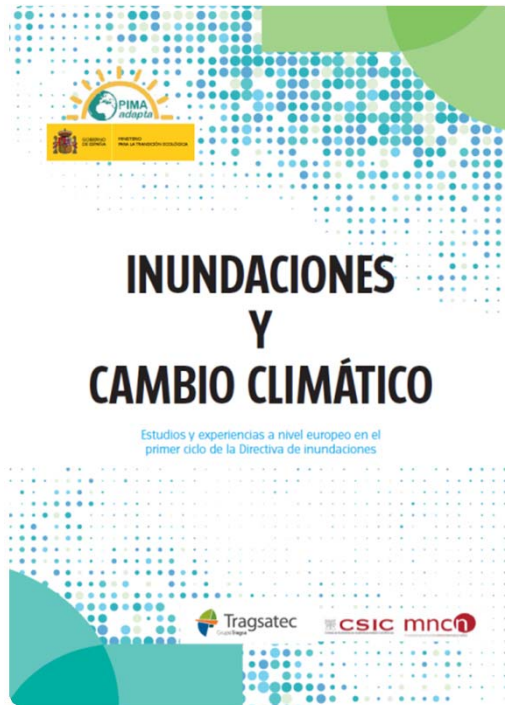
- Clima observado 1990-2013 vs Escenarios futuros 1970-2000 RCP8.5
- **Modelo hidrológico Lisflood**
- Análisis de frecuencias (POT)
- Mapas de peligrosidad con resolución de 100 m

Cambio Q100 (%)	2020	2050	2080
Miño-Sil	-10/+10	-5/+10	0/+10
Galicia costa	-10/+10	0/+10	0/+15
Cantábrico Occidental	-10/+10	0/+10	+5/+10
Cantábrico Oriental	-10/0	0/+10	0/+10
Duero	-10/+10	-10/+15	-10/+20
Ebro	-10/+10	-10/+15	-5/+20
Interior Catalunya	-5/+10	-5/+10	0/+15
Tajo	-10/+10	-10/+10	-10/+15
Guadiana	-10/+10	-15/+10	-15/+10
Júcar	-10/+10	-10/+10	-10/+10
Segura	-10/+10	-10/+10	-10/+15
Guadalquivir	-10/+10	-10/+10	-15/+10
Med Andalucía	-10/+15	-10/+15	-10/+15

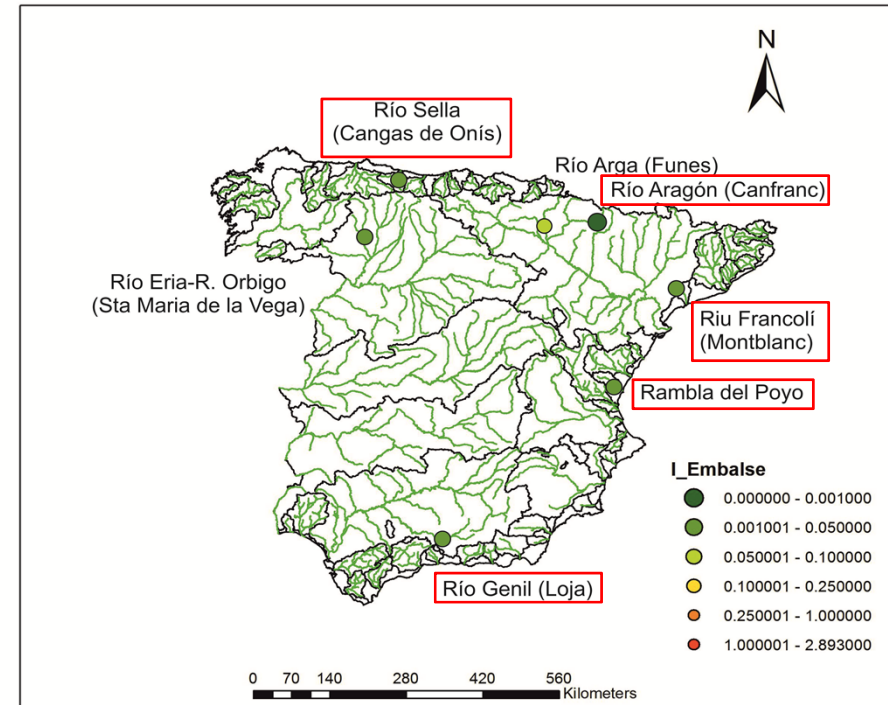
Porcentaje de cambio proyectado en el nivel de caudal diario máximo de 100 años (Q100) para la Península Ibérica (Alfieri et al., 2015a)

Implementación a la Directiva de Inundaciones (ARSI's) T=100 años basados en proyecciones de Eurocordex

Trabajos encargados por el Ministerio para la Transición Ecológica dentro de la implementación del segundo ciclo de la Directiva Europea, Coord. Javier Sánchez-Martínez y Mónica Aparicio Martín



Publicación:
MITECO 2018.
Inundaciones y
cambio climático



Coordinación general: Tragsatec

Coordinación científico-técnica: MNCN-CSIC

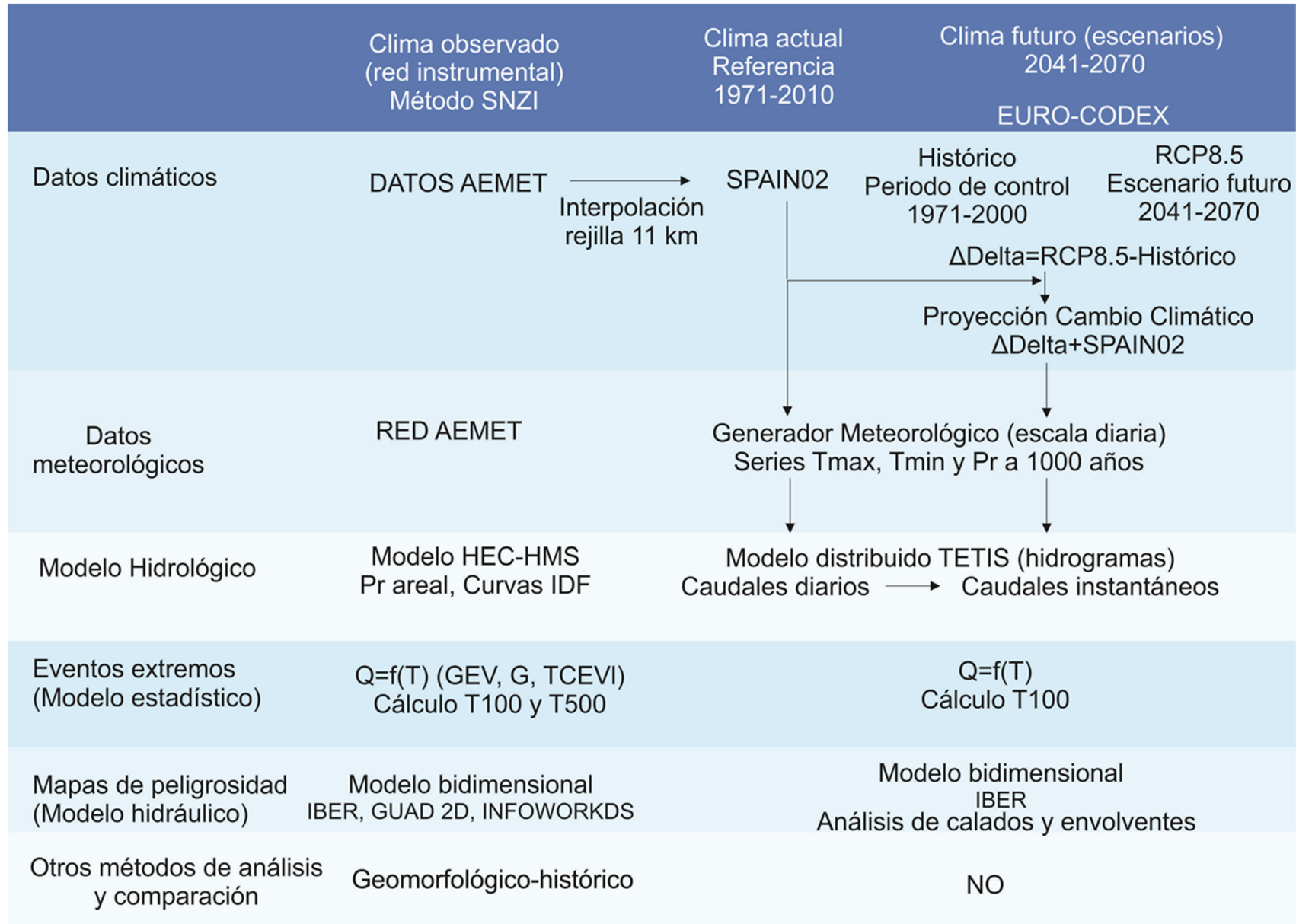
Modelo climático: IFCA- Universidad de Cantabria

Modelo hidrológico: Universidad Politécnica de Valencia

Modelo hidráulico: Tragsatec

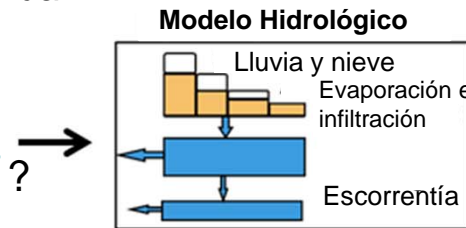
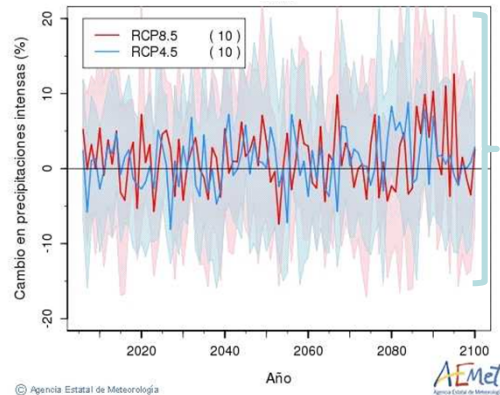
2.
Proyecciones
futuras

Riesgo futuro en Europa para escenarios de cambio clima RCP 8.5 (+4°C)

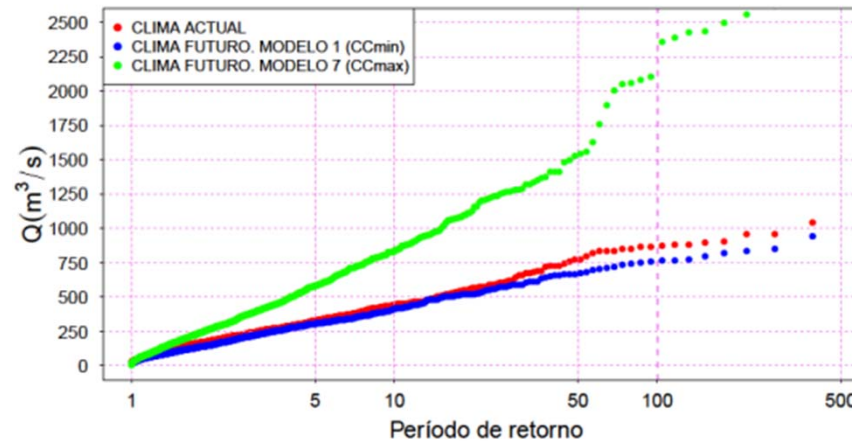
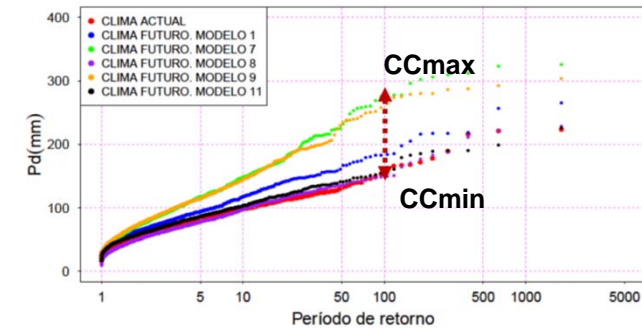


Riesgo futuro en Europa para escenarios de cambio clima RCP 8.5 (+4°C)

Precipitación Máxima Diaria Anual



Elevado rango de
incertidumbre



Problemas

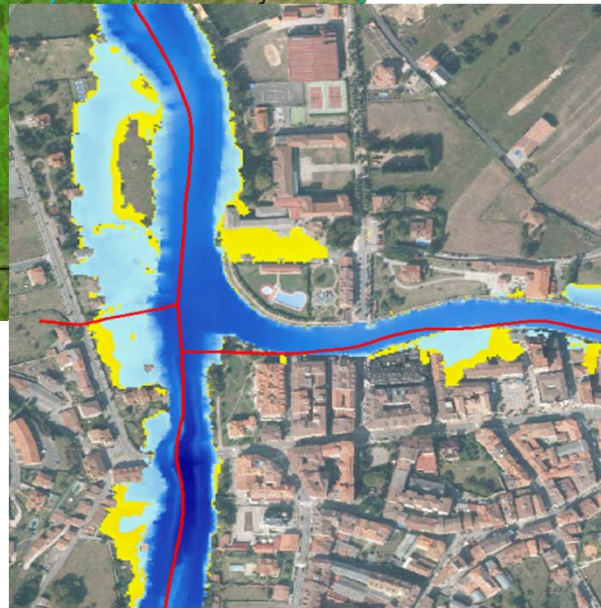
- ✓ Modelos de Clima no desarrollados o calibrados para lluvia/flujo extremos.
- ✓ **Incertidumbre en robusted del modelo y entre modelos.**
- ✓ Selección de modelos Mayor/Menor o Media (ensemble) no necesariamente adecuada.
- ✓ **Incertidumbre en los periodos de retorno calculados** (estadísticos con series de 30 años)
- ✓ Aparentemente gran incertidumbre en datos de entrada y resultados
- ✓ **Resultados cualitativos de cambio, pero difícilmente comparables con mapas de peligrosidad de SNZI**

2.
Proyecciones
futuras

Resultados del estudio de efectos del cambio climático en la peligrosidad de 5 ARPSIs



Ejemplo ARPSI ES018-AST-46-2
Río Sella en Cangas de Onís y cuenca de estudio asociada



Peligrosidad en clima actual: Azul
Peligrosidad con RCM CCLM4-8-17_v1: Amarillo

		Influencia del CC RCM CCLM4-8-17_v1	Influencia del CC RCM RCA4_v1
MEDIA TMÁX	Todas las ARPSIs	Aumento	Aumento
MEDIA TMÍN	Todas las ARPSIs	Aumento	Aumento
MEDIA DE PRECIPITACIÓN DIARIA	2 de las 5 ARPSIs	Aumento	Aumento
	1 ARPSI	Variable	Variable
	1 ARPSI	Sin cambio	Sin cambio
% DE DÍAS CON LLUVIA EN LA CUENCA	Todas las ARPSIs	Reducción	Reducción
CAUDALES	2 ARPSI	Aumento	Aumento
	2 ARPSIs	Aumento	Reducción
	1 ARPSI	Reducción	Aumento

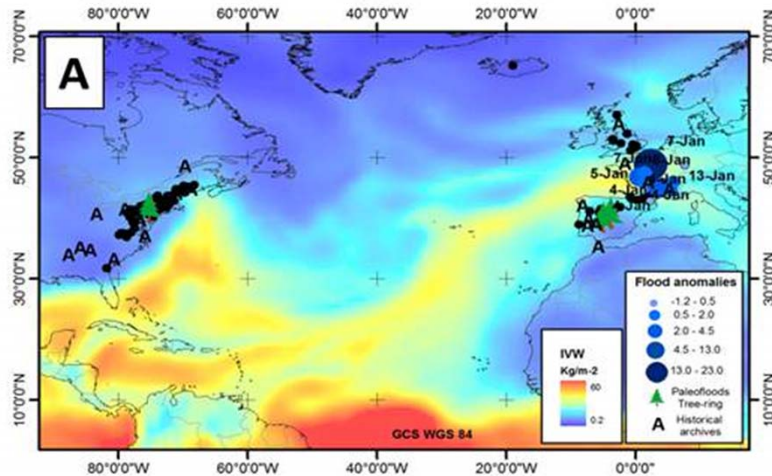
Datos de Tragsatec, 2018

3.
Adaptación

Inundaciones pasadas, riesgos futuros (win-win) Estudios de análogos en situaciones de calentamiento

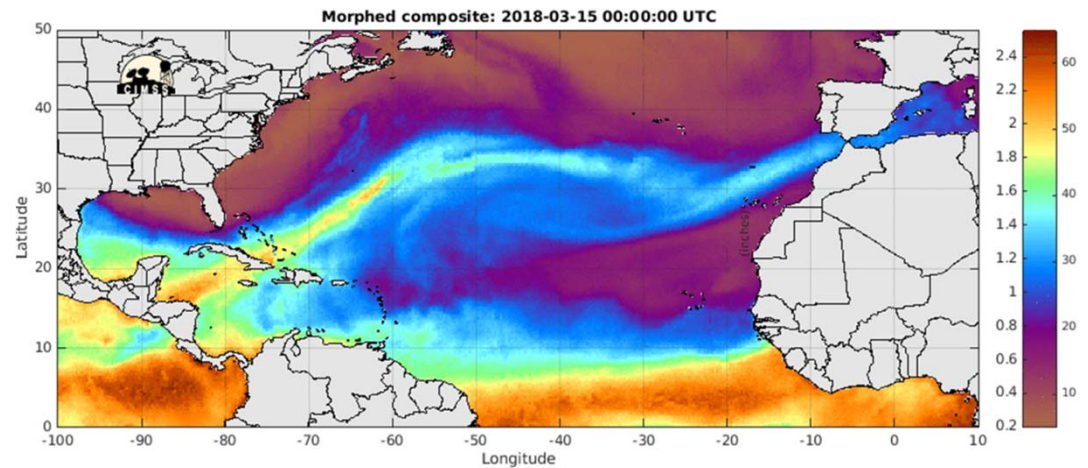
Rios Atmosféricos atravesando el Atlántico Norte asociados al calentamiento en zonas subtropicales

1936-flood anomaly



Ballesteros et al., 2018

2018-flood anomaly



Ballesteros et al., in prep



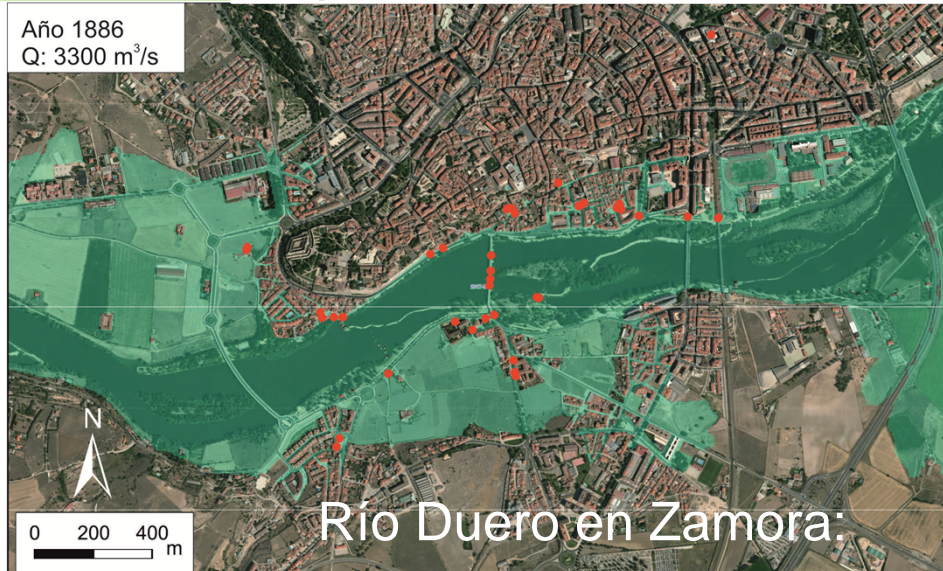
Río Duero en Zamora, 21/02/1936



Río Duero en Zamora, 13/04/2018

3.
Adaptación

Inundaciones históricas y paleoinundaciones en registros sedimentarios (tendencia al calentamiento)



Río Duero en los Arribes: Fermoselle-Bemposta (Seguridad de presas)

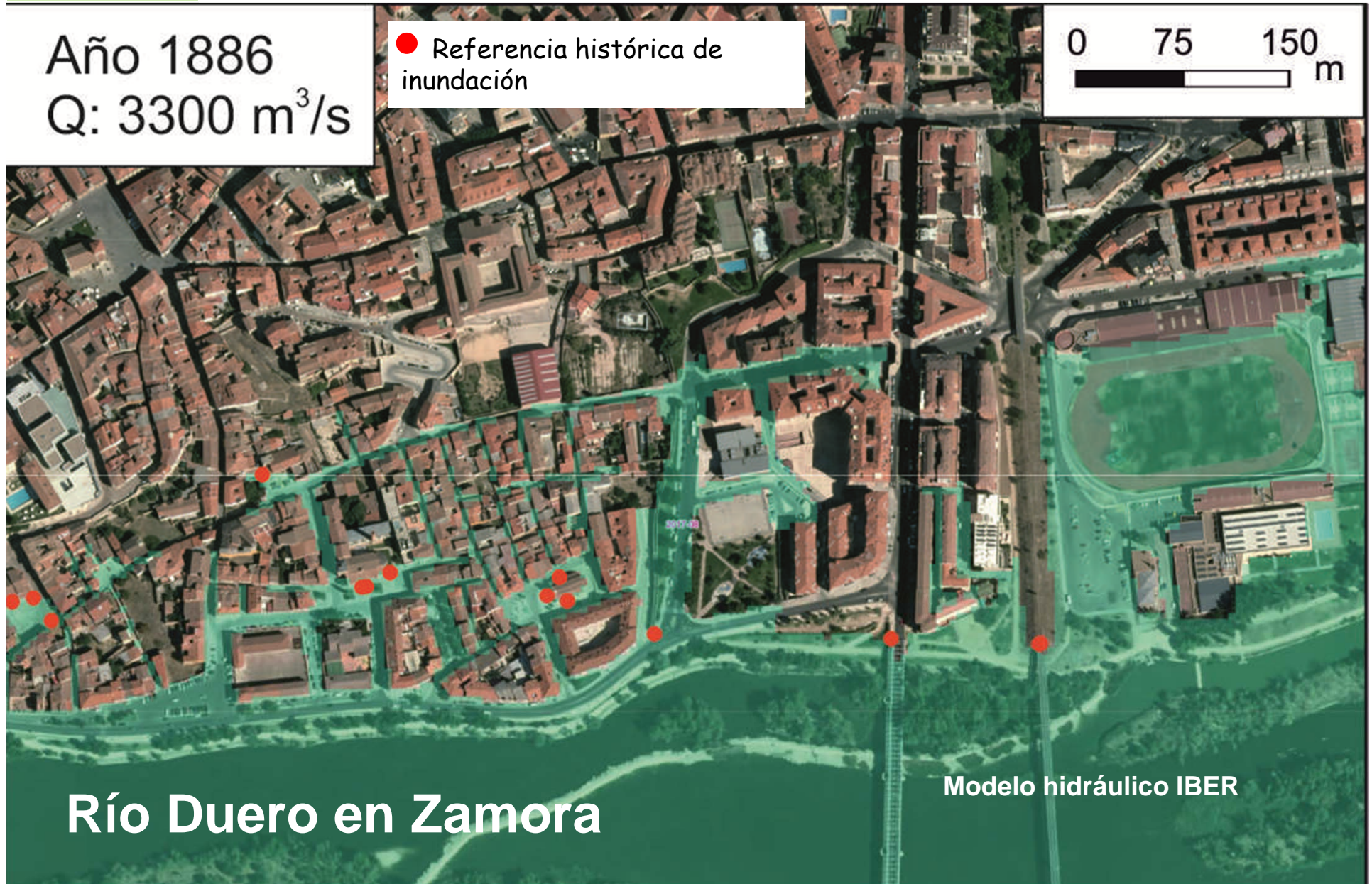


Mapa de zonas inundadas en la crecida de 1886 y edificios de patrimonio afectados

Año 1886
Q: 3300 m³/s

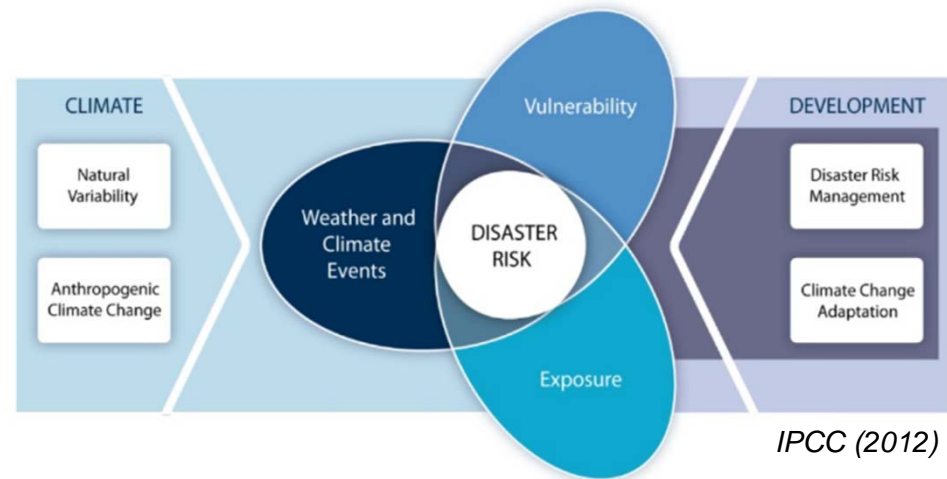
● Referencia histórica de inundación

0 75 150 m



Medidas de adaptación para la reducción del riesgo por inundación (“solución beneficiosa”)

1. Generación de conocimiento de inundaciones máximas: análogos pasados (Peligrosidad)
2. Reducción del pico de crecida (Peligrosidad)
3. Incrementar los niveles de protección ante inundaciones (Vulnerabilidad)
4. Reducción de la vulnerabilidad (Normas de construcción)
5. Relocalización (Exposición)



Gracias por vuestra atención
Muito obrigado pela vossa atenção



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA Y PESCA,
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



Fundación Biodiversidad



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA,
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



Río Ebro en Zaragoza, inundación de 2015