



**XLIII JORNADA TEMÁTICA**  
**Red de Autoridades Ambientales**

# Planes de gestión del riesgo de inundación: inundaciones y cambio climático

**Francisco Javier Sánchez Martínez**

[fsmartinez@miteco.es](mailto:fsmartinez@miteco.es)

Subdirector adjunto

Subdirección General de Gestión Integrada del Dominio Público Hidráulico  
Dirección General del Agua



## LLUVIAS TORRENCIALES EN FRANCIA Y ALEMANIA. JUNIO DE 2016

### FRANCIA

- Superación de niveles históricos en numerosas zonas afectadas
- 24 heridos, 4 fallecidos y 20.000 personas evacuadas
- Declaración de catástrofe natural en 782 municipios

### ALEMANIA

- Nivel más alto en 400 años en varios ríos
- 11 fallecidos y 44.000 personas evacuadas



**Más de 1.500 millones de euros en pérdidas económicas en bienes asegurados en cada país.**

## INUNDACIONES EN PARÍS, DESBORDAMIENTO DEL RÍO SENA. 2016 Y 2018

### PARÍS 2016

- Durante las lluvias torrenciales ocurridas en Francia y Alemania en junio, el río Sena creció hasta superar en 6 metros su nivel de referencia
- La mayor crecida en 30 años
- 4.000 personas evacuadas, 24.000 hogares sin electricidad

Desbordamiento del río Sena, París, el 2 de junio de 2016.  
Foto: El PAIS. Pascal Rossignol (Reuters)



### PARÍS 2018

- Desbordamiento en París y ciudades próximas solo un año después tras alcanzar su nivel más alto desde 1982
- Superación en 5 metros su nivel de referencia
- Según el centro de meteorología nacional, ocurre tras uno de los meses más lluviosos desde que se recopilan datos (año 1900)



Parque inundado en la Cité de París, el 25 de enero de 2018.  
Foto: The New York Times. Ian Langsdon (European Pressphoto Agency)

## INUNDACIONES EN REINO UNIDO

### REINO UNIDO: Diciembre 2013 / Enero 2014

- Más de 350 alertas por inundación
- El desbordamiento del río Támesis en Londres es debido a la mayor crecida ocurrida en 60 años
- En un solo mes se ha concentrado la media de cinco meses de precipitación, sin descenso de las temperaturas

### REINO UNIDO: Junio / Julio 2007

- Afección a más de 350.000 personas. 45.000 viviendas sin electricidad
- Se superaron los niveles de calados de 1947, el año de referencia
- El volumen de agua caída fue el mayor desde 1879
- 11 fallecidos
- Consecuencia: aumento del presupuesto dedicado a gestionar estos riesgos

### REINO UNIDO: Diciembre 2015

- Al norte de Inglaterra, evacuación entre 300 y 400 personas.
- 8.000 propiedades sin electricidad, 3.500 propiedades en riesgo
- Más de 350 alertas por inundación, más de 30 alertas máximas
- Previsiones de lluvia de hasta 120 mm en zonas saturadas



Inundaciones en Reino Unido en 2014  
Foto: Marcin Cajzer

## FAIRBOURNE

En la desembocadura del río Mawddach, en la costa oeste de Gales.

**Desde 2010**, es una de las ubicaciones en la costa de Gales en las que no se volverán a reparar las defensas frente a inundaciones marinas



### A postcard from Fairbourne

- Founded in 1896 as tourist resort
- Risk from sea and estuary with mountains behind
- Sea level rise and topography mean future is uncertain (MR)
- Only around 500 homes but national interest of “town being abandoned to the sea”
- WG continue to defend but also researching how to relocate town and social impacts – continued learning
- Examples from Europe?



Imagery courtesy of SMJ and Rudi Winter under creative commons licence

### Inundaciones y crecidas en los principales ríos por el temporal

Las inundaciones se cobran la vida de dos personas en Fuernavieja, Ciudad Real. Un pueblito ha sido arrasado en Badajoz.



### Murcia activa el nivel 2 del plan de inundaciones y solicita la intervención de la UME

Cuantiosos daños y numerosos evacuados por las lluvias y las inundaciones en Navarra

- El desbordamiento del río Baztán ha causado inundaciones principalmente en Elizondo
- El caudal del río va en descenso y se ha desactivado el nivel 1 de emergencias

### El fuerte oleaje azota el norte de España: inundaciones y daños en muros, casas y parques

AGENCIAS / VÍDEOS: ATLAS 02.02.2014 - 16:47H



- Desaparece un joven de 15 años arrastrado por una ola en Foz (Lugo).
- La crecida del río Urumea por las olas obligó a cerrar varios puentes en San Sebastián, donde se ha abierto una oficina de atención a los afectados.
- En Santander, la zona más afectada ha sido la del Sardinero, donde el agua ha rebasado la playa para meterse en garajes y locales comerciales.
- Varias zonas del paseo marítimo de A Coruña han quedado destruidas por el oleaje en la ciudad hercúlica.
- En Asturias, las olas de hasta 9 metros han destruido las instalaciones del Museo del Calamar Gigante en Luarca.
- Consulta la previsión meteorológica en tu localidad.

### Málaga, arrasada por las fuertes lluvias

Casi 140 metros por litro cuadrado han caído en algunos puntos de la ciudad andaluza, completamente anegada

INUNDACIONES >

### Dos muertos y cuantiosos daños por las riadas en Andalucía

Las dos víctimas mortales, de 50 y 61 años, fueron arrastradas por una riada en Granada. Las trombas de agua provocan inundaciones también en Comunidad Valenciana y Murcia



## El temporal destroza el récord histórico de Málaga al sumar 204 litros en sólo 12 horas

Las precipitaciones superan en muchos de los registros a las computadas durante las inundaciones de 1989

TEMPORAL EN EL SURESTE DE ESPAÑA :

## Diez muertos en Murcia, Almería y Málaga por las lluvias torrenciales

Las trombas de agua han afectado sobre todo a Málaga, Granada, Sevilla, Murcia y Alicante  
Cientos de familias han sido evacuadas de sus viviendas  
Halladas las personas que habían sido dadas por desaparecidas en la provincia malagueña

## La ribera del Ebro, ante una crecida histórica

Por Javier Vegas 1 Comentario

Compartir

La ribera del **Ebro** se encuentra en alerta ante una **histórica crecida del río**. Según las previsiones de la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE), en **Castejón** (Navarra), el pico de la avenida podría llegar a tener un **caudal de entre 2.400 y 2.600 metros cúbicos por segundo**. La última crecida similar fue en 2007, cuando pasaron 3.010 metros cúbicos por segundo en la localidad navarra.

En la provincia de **Zaragoza** se espera que el caudal sea algo inferior, aunque podría superar los 2.100 metros cúbicos por segundo en la capital aragonesa. La Confederación Hidrográfica del Ebro estima que el **desbordamiento sea notable en el tramo comprendido entre los municipios de Tudela y Castejón**, debido a la suma de los caudales del Arga y del Aragón.



REPERCUSIONES DEL TEMPORAL

## Mueren cuatro ancianas en la inundación de una residencia en Agramunt

El río Sió se ha desbordado y el agua ha entrado en el semisótano del centro geriátrico

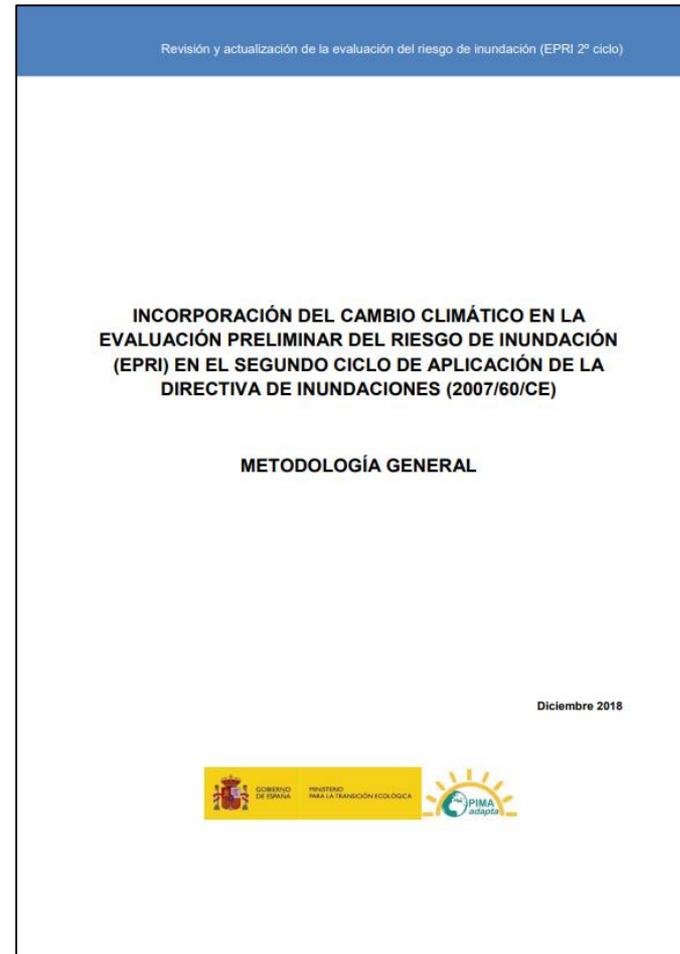
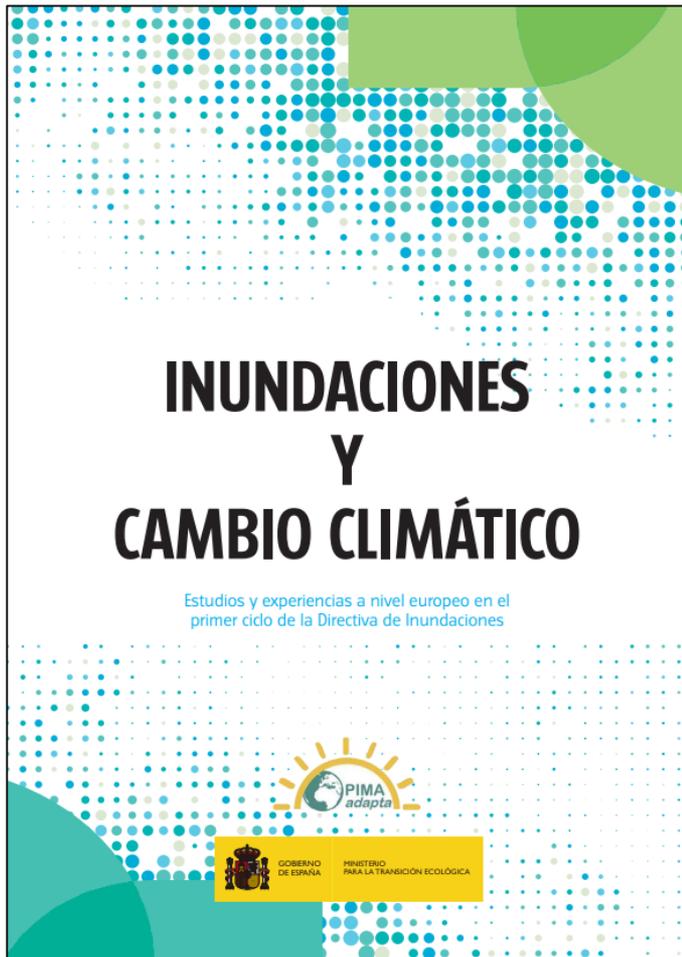
Tres de las cinco personas que han sobrevivido estaban sujetadas al colchón, lo que ha permitido que flotasen y no se ahogaran

GUILLEM SÁNCHEZ / AGRAMUNT

Martes, 03/11/2015 | Actualizado el 01/12/2015 a las 19:52 CET



# Inundaciones y cambio climático



<https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/planes-gestion-riesgos-inundacion/Cambio-climatico-e-inundaciones.aspx>

# Precipitaciones máximas diarias

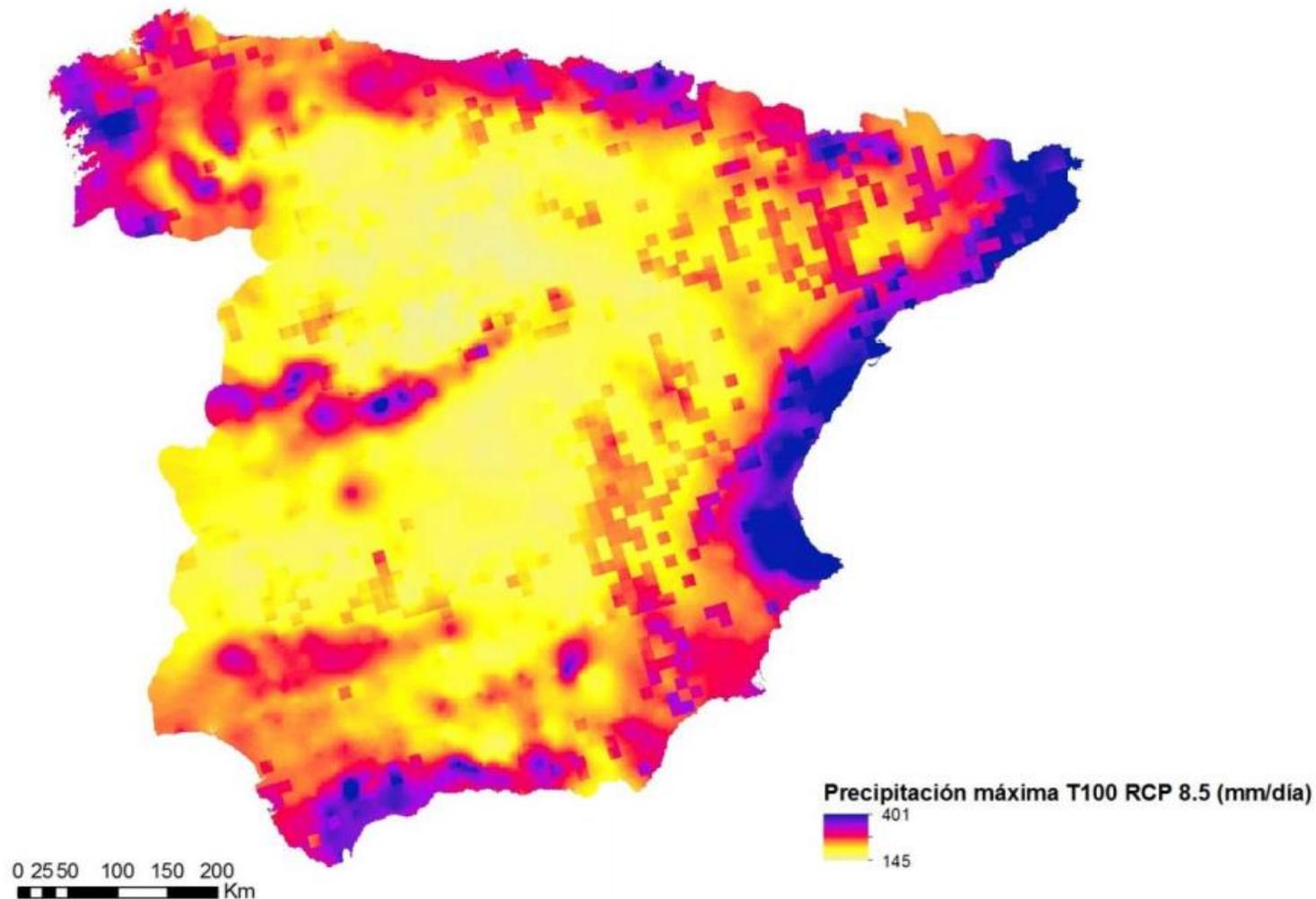


Figura 12.- Precipitación máxima diaria para un periodo de retorno de 100 años en clima futuro según el escenario de emisión de gases de efecto invernadero RCP 8.5

# Factores geomorfológicos y cambio climático

El cambio climático no solo condiciona el riesgo de inundación únicamente por los cambios en el régimen de precipitaciones, sino también por :

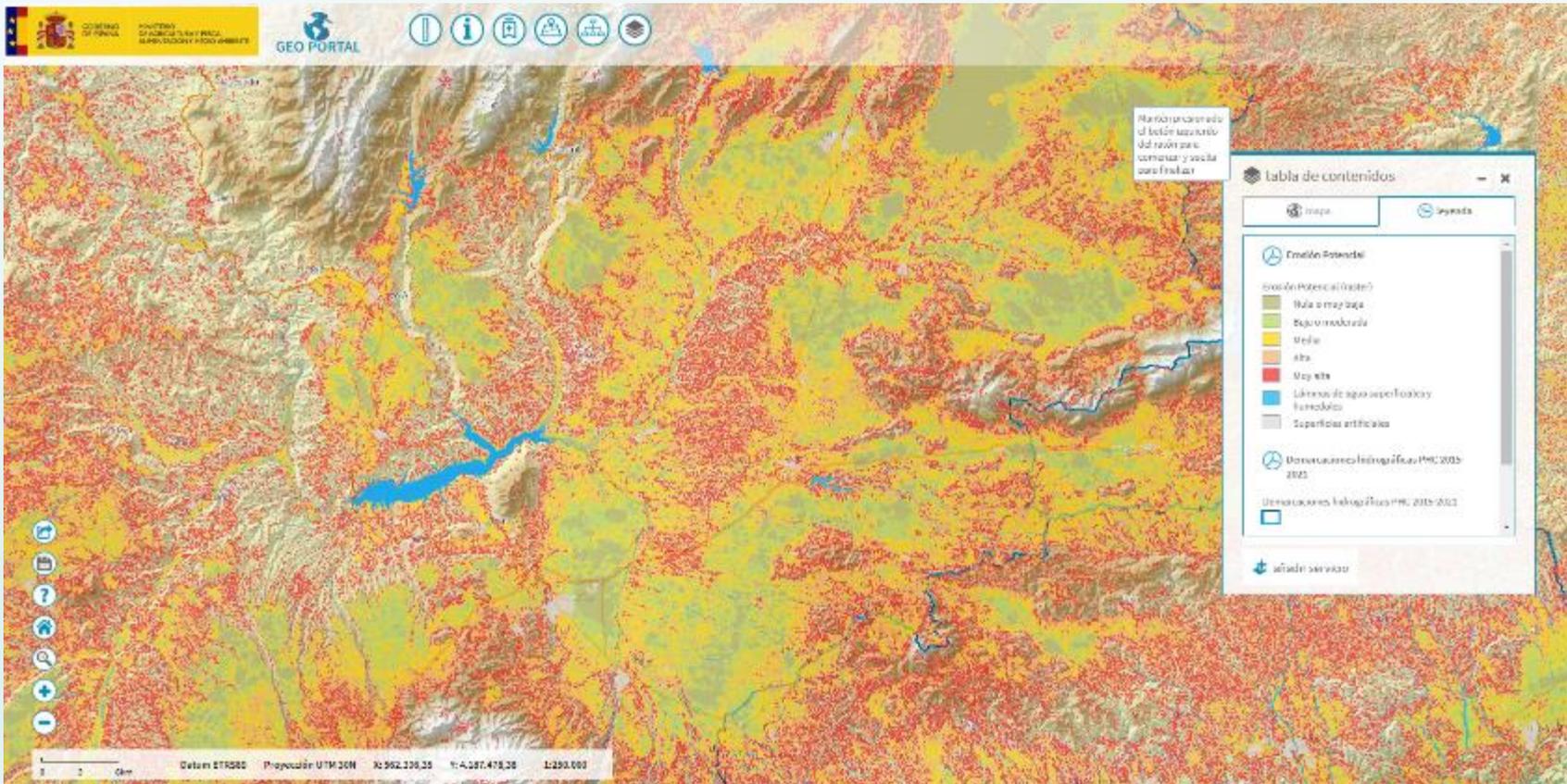
- Desertificación, deforestación o cambios de usos del suelo en las cuencas hidrográficas.



# Factores geomorfológicos y cambio climático

El cambio climático no solo condiciona el riesgo de inundación únicamente por los cambios en el régimen de precipitaciones, sino también por :

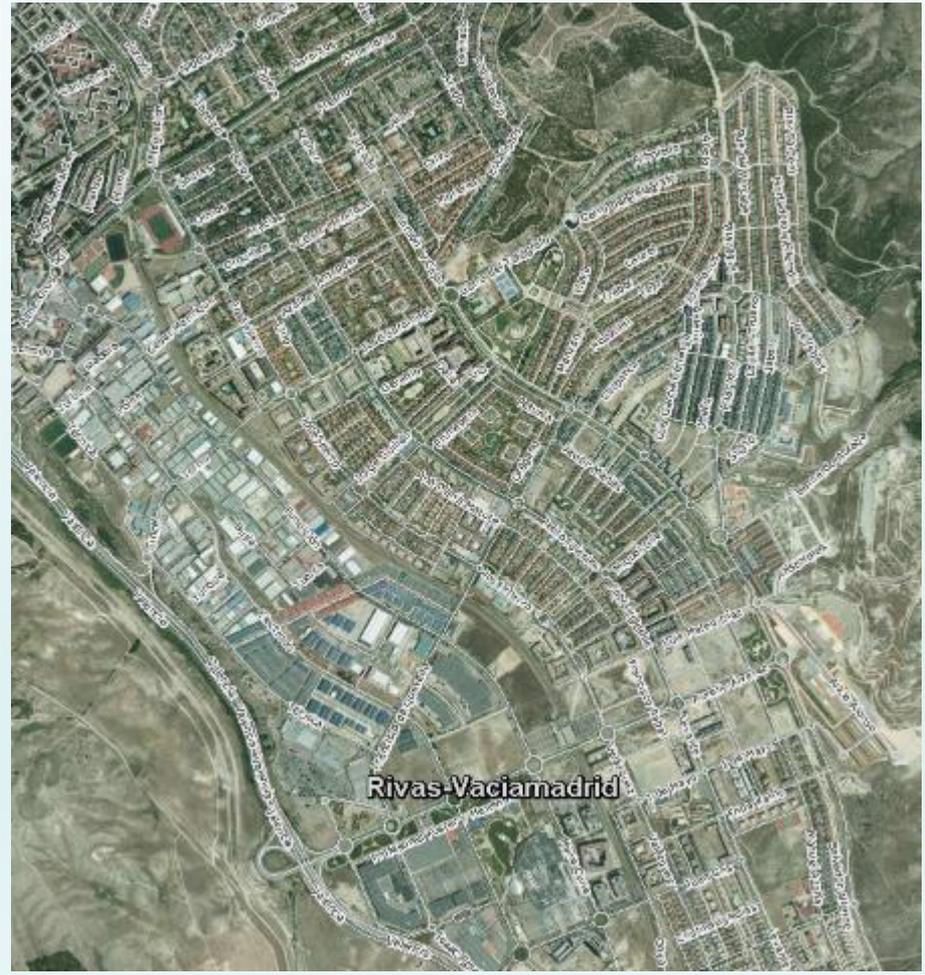
- Desertificación, deforestación o cambios de usos del suelo en las cuencas hidrográficas.
- Modificaciones en la forma y estado de los ríos.



# Factores geomorfológicos y cambio climático

El cambio climático no solo condiciona el riesgo de inundación únicamente por los cambios en el régimen de precipitaciones, sino también por :

- Urbanización y modificaciones en la forma y estado de los ríos.



# Directiva 2007/60 de inundaciones

**11184** *Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación.*

Diciembre 2011

Diciembre 2018

**Evaluación preliminar del riesgo de inundación**

**Coordinación con Directiva marco del Agua y Planificación hidrológica**

Diciembre 2013

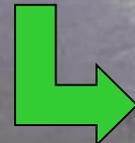
Diciembre 2019

**Mapas de peligrosidad y riesgos de inundación**

Diciembre 2015

Diciembre 2021

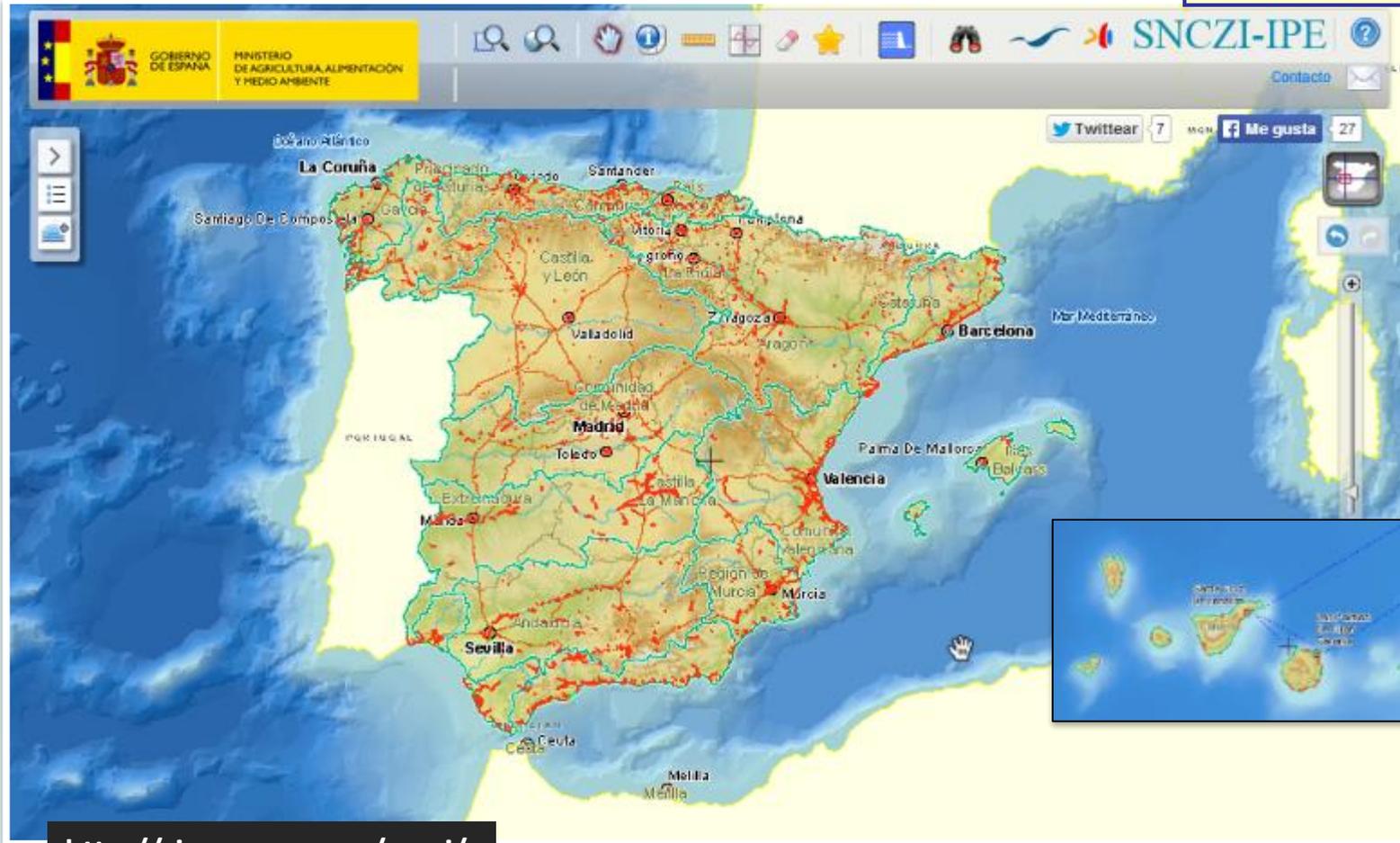
**Planes de gestión del riesgo de inundación**



# Directiva 2007/60 de inundaciones

FASE I: EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL RIESGO DE INUNDACIÓN

Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSIs)



<http://sig.mapama.es/snczi/>

# Directiva 2007/60 de inundaciones

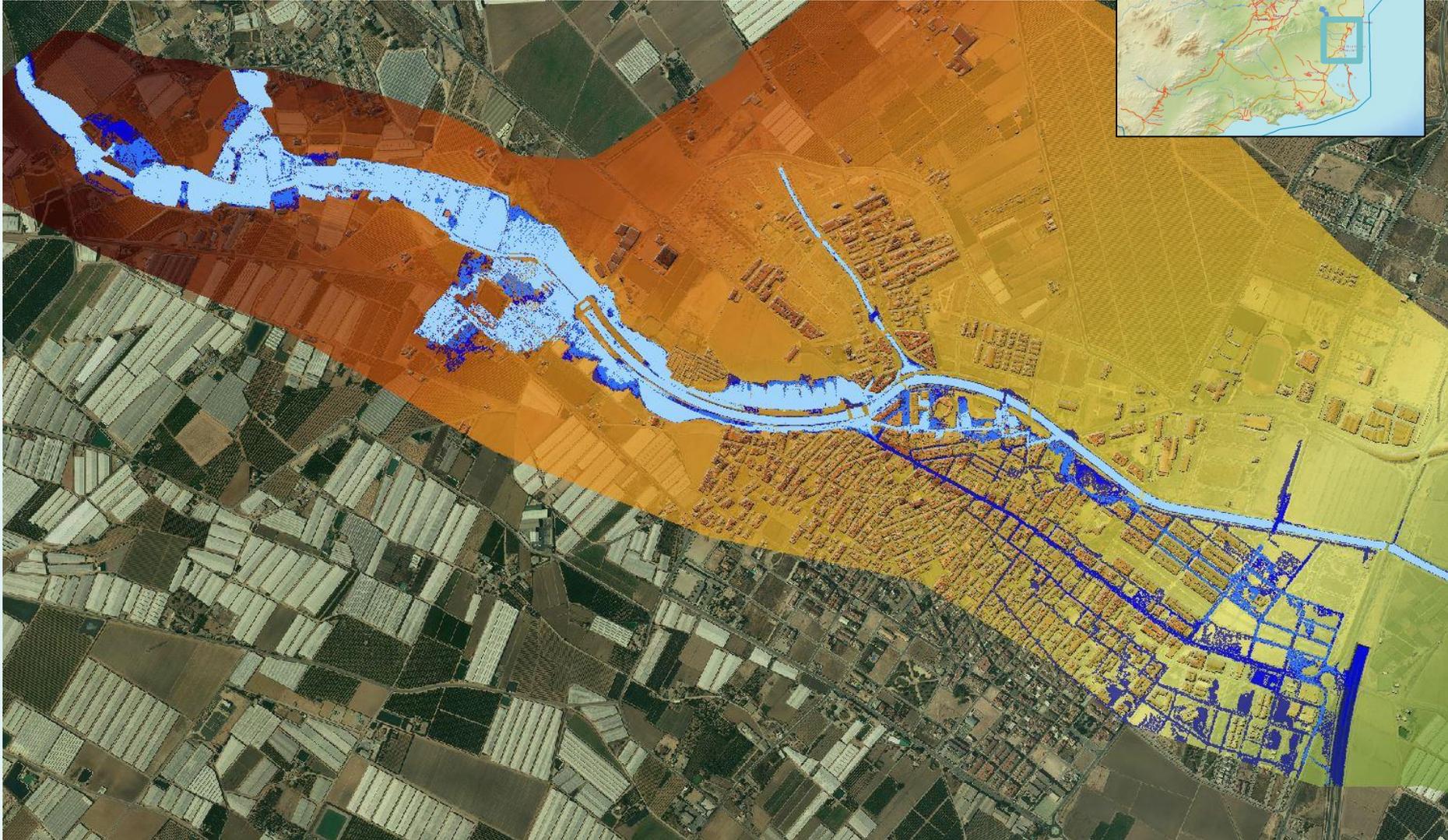
## FASE II: MAPAS DE PELIGROSIDAD DE INUNDACIÓN



- Alta probabilidad: 10 años
- Probabilidad media: 100 años
- Baja probabilidad: 500 años

# Directiva 2007/60 de inundaciones

## FASE II: MAPAS DE PELIGROSIDAD DE INUNDACIÓN



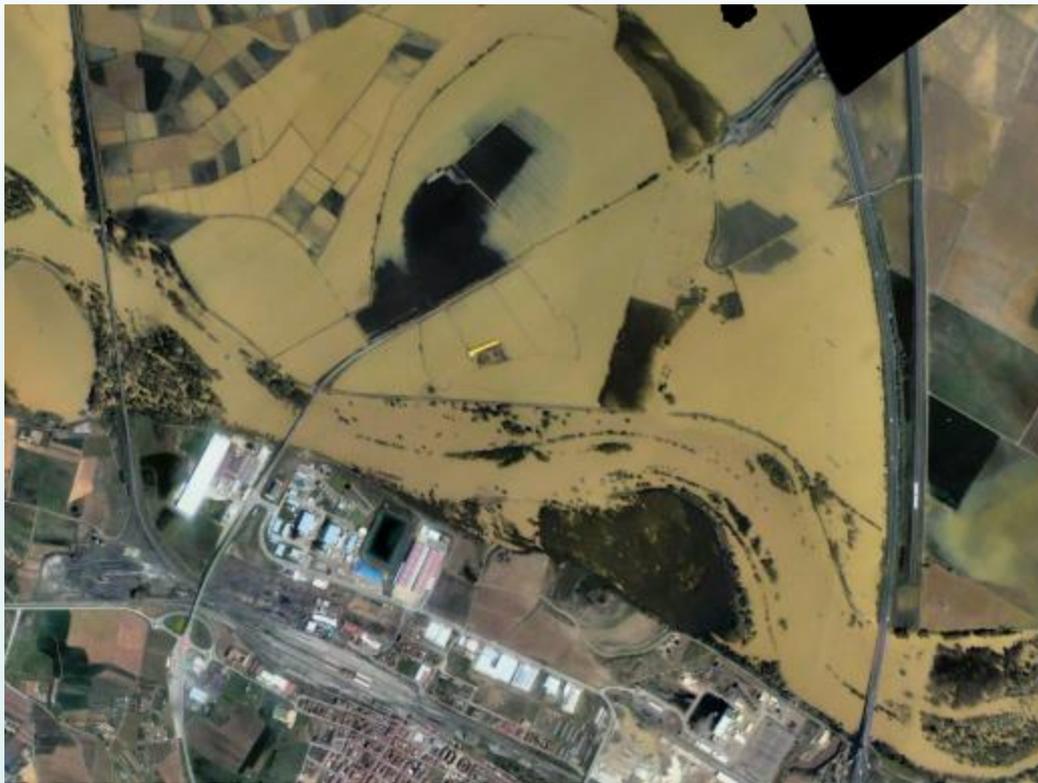
# Directiva 2007/60 de inundaciones

## FASE II: MAPAS DE PELIGROSIDAD DE INUNDACIÓN



# Directiva 2007/60 de inundaciones

## FASE II: MAPAS DE PELIGROSIDAD DE INUNDACIÓN



Caudal T 10 años = 2977 m<sup>3</sup>/s

Caudal máximo Ebro Castejón =  
2672 m<sup>3</sup>/s



# Directiva 2007/60 de inundaciones

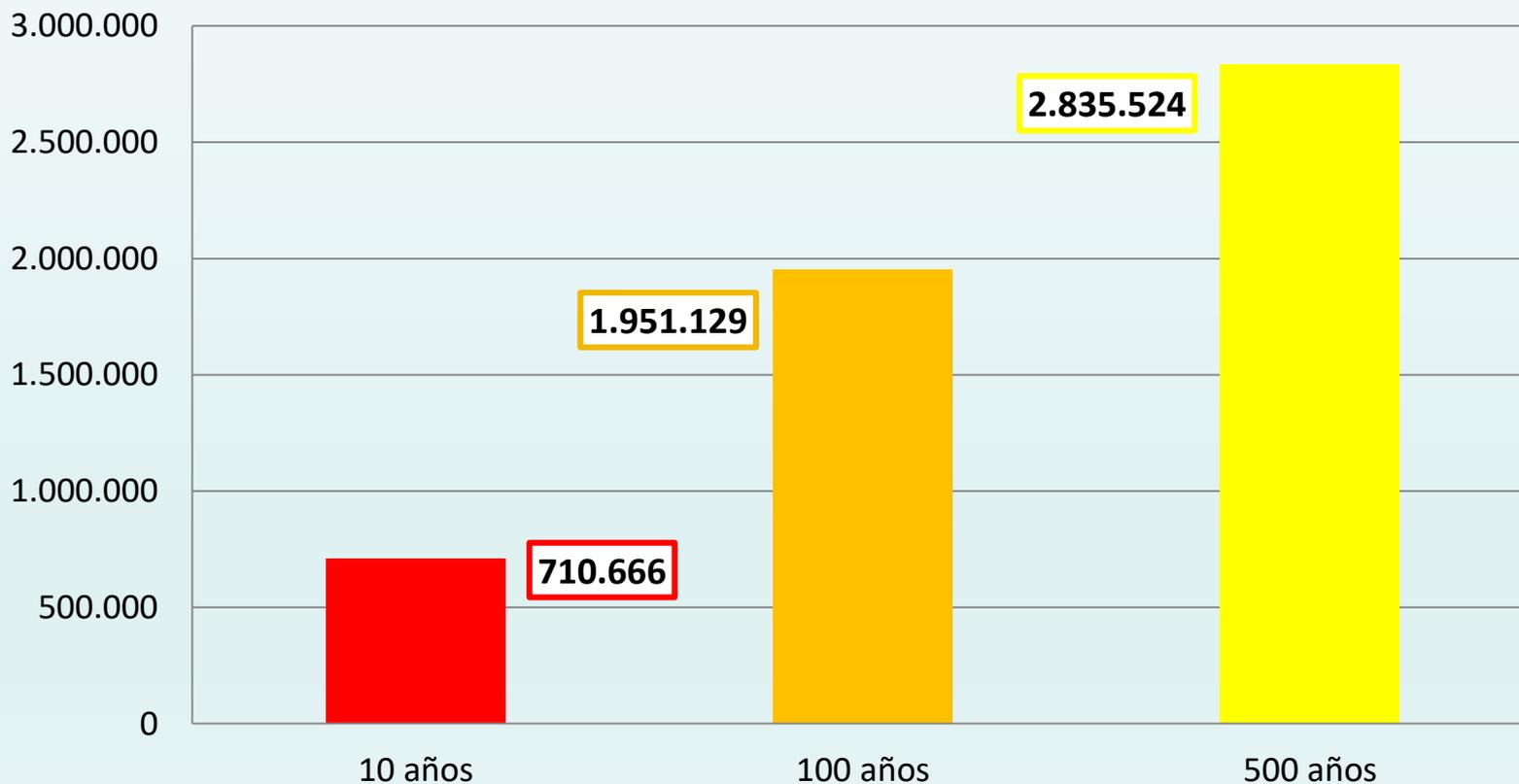
## FASE II: MAPAS DE RIESGO DE INUNDACIÓN



# Directiva 2007/60 de inundaciones

## FASE II: MAPAS DE RIESGO DE INUNDACIÓN

Nº de habitantes estimados en zonas inundables de origen fluvial en las ARPSIs en toda España



# Directiva 2007/60 de inundaciones

## FASE III: PLANES DE GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN

### OBJETIVOS

1. Incrementar la **percepción** del riesgo y la **autoprotección**
2. Mejorar la **coordinación administrativa**
3. Mejorar el **conocimiento para la gestión** del riesgo de inundación
4. Mejorar la **capacidad predictiva** ante avenidas
5. Contribuir a mejorar la **ordenación del territorio** y la gestión de la exposición en las zonas inundables
6. Conseguir la reducción del riesgo a través de la **disminución de la peligrosidad** (en la medida de lo posible)
7. Mejorar la **resiliencia** y disminuir la **vulnerabilidad** de los elementos en zona inundable
8. Contribuir a la mejora y mantenimiento del **buen estado de las masas de agua**

### FASES EN LA GESTIÓN DEL RIESGO

1. PREVENCIÓN
  - Mejora del conocimiento e investigación.
  - Ordenación del territorio.
  - Campañas informativas.
  - Mantenimiento de cauces
2. PROTECCION
  - Recuperación ambiental
  - Obras estructurales
  - Mejora drenaje de carreteras
3. PREPARACION
  - Sistemas de alerta y aviso
  - Adaptación al riesgo de inundación
  - Planes de Protección Civil
4. RECUPERACIÓN Y LECCIONES APRENDIDAS
  - Obras de emergencia
  - Seguros, indemnizaciones
  - Evaluación de resultados

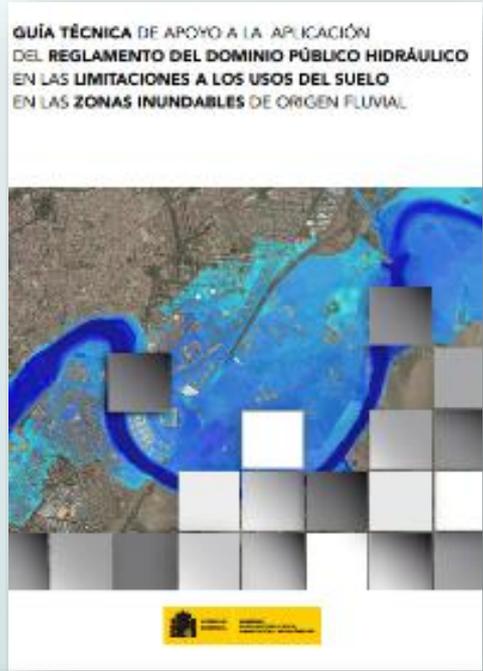
# Ejemplos de medidas de los PGRIs

**PROGRAMA DE MEDIDAS**

## Coordinación con la ordenación del territorio y urbanismo

Las limitaciones de usos aplicables a nivel estatal (art. 9 bis, 9 ter, 9 quáter y 14 bis del RDPH)

Usos	Zona de alto potencial (ZAF)			Zona inundable (ZI)	
	Suelo rural (art. 9 bis)	Suelo urbanizable (art. 9 ter)	Regimen especial (art. 9 quáter)	Suelo rural (art. 14 bis 1)	Suelo urbanizable (art. 14 bis 2)
Centros deportivos o sanitarios, residenciales de mayores o personas con discapacidad, centros deportivos, centros penitenciarios, parques de bomberos, instalaciones Protección Civil	SI	SI	SI, si no existe una ubicación alternativa y diseñada con condiciones de seguridad	SI, excepto si no existe ubicación alternativa y diseñada con condiciones de seguridad	SI, salvo cuando se trate de centros, en la medida de lo posible, con condiciones de seguridad
Grandes superficies comerciales (zona puestas dentro grandes aglomeraciones de población)	SI	SI	SI	SI	SI
Edificaciones, obras de reparación, rehabilitación o cambio de uso, grupos industriales, talleres o equipamientos en superficie, y otras edificaciones tipo vivienda	SI	SI, con condiciones de seguridad y si para edificios o viviendas del edificio o una zona del que no se ve afectada por la evolución de 7-100 años	SI, salvo de la zona de policía. Con condiciones de seguridad y si para edificios o viviendas del edificio o una zona del que no se ve afectada por la evolución de 7-100 años	SI, con condiciones de seguridad y si para edificios o una zona del que no se ve afectada por la evolución de 7-100 años	SI, salvo en el caso de centros, en la medida de lo posible, con condiciones de seguridad (art. 14 bis 1 punto 1.a))
		SI, con condiciones de seguridad	SI, con condiciones de seguridad	SI, con condiciones de seguridad	SI, salvo en el caso de centros, en la medida de lo posible, con condiciones de seguridad
Instalaciones que manejan productos que pueden resultar perjudiciales para la salud humana y el entorno como gasoductos, depósitos industriales, almacenamientos, instalaciones eléctricas de media y alta tensión	SI	SI	SI	SI, con condiciones de seguridad	SI
Almacenes, zonas de almacenaje y edificios vinculados en las campañas	SI	SI	SI, con condiciones de seguridad y fuera de la zona de policía	SI, excepto si no existe ubicación alternativa y diseñada con condiciones de seguridad	SI, salvo cuando se trate de centros, en la medida de lo posible, con condiciones de seguridad
Depositorios aguas residuales urbanas	SI, si no existe una ubicación alternativa o un sistema de depuración compatibles con la inundación	SI	SI, si no existe una ubicación alternativa y diseñada con condiciones de seguridad	SI	SI
Inventarios, almacenamientos y edificios no permitidos, excepto de materiales, almacenamiento de residuos y otros según arts. 9 bis y 14 del RDPH	SI	SI, actividades que se realicen en suelos urbanizables, de edificación o, en su caso, de actividades compatibles con las condiciones de seguridad previstas	SI	SI	SI
Planes que modifiquen la capacidad de drenaje salvo los asociados a actuaciones contempladas en el art. 13 bis del RDPH	SI	SI	SI	SI	SI
Gasolineras y talleres de automóviles incluidos en el Registro de subestaciones gasoductos	SI	SI	SI, con condiciones de seguridad y fuera de la zona de policía	SI	SI
Infraestructuras lineales paralelas al cauce	SI, si no existe otra ubicación alternativa y diseñada con condiciones de seguridad	SI	SI, si no existe otra ubicación alternativa y diseñada con condiciones de seguridad	SI	SI
Infraestructuras de comunicaciones, almacenamiento y otras edificaciones subterráneas, obras de conservación, mantenimiento y protección de infraestructuras ya existentes	SI	SI	SI	SI	SI
Edificaciones que aplique (con un máximo de 4) el y otras medidas al aprovechamiento del agua según arts. 9 bis y 14 del RDPH	SI, con condiciones de seguridad	SI, con condiciones de seguridad	SI, con condiciones de seguridad	SI	SI



**12466** *Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, el Reglamento de Planificación Hidrológica, aprobado por el Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, y otros reglamentos en materia de gestión de riesgos de inundación, caudales ecológicos, reservas hidrológicas y vertidos de aguas residuales.*

# Ejemplos de medidas de los PGRI

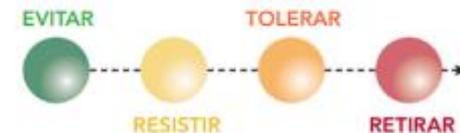
PROGRAMA DE MEDIDAS

## Guía para reducción vulnerabilidad edificios

### GUÍA PARA LA REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE LOS EDIFICIOS FRENTE A LAS INUNDACIONES



1. **EVITAR** la inundación, que consiste en impedir que el agua alcance el edificio.
2. **RESISTIR**, que consiste en impedir que el agua entre en el edificio, una vez que ha llegado al exterior del mismo.
3. **TOLERAR**, que consiste en admitir la entrada del agua en el edificio, ya que no es posible lo contrario, pero tomando las medidas de adaptación necesarias para limitar el daño y reducir el tiempo para la vuelta a la normalidad.
4. **RETIRAR**, que consiste en demoler y/o abandonar el edificio, en aquellos casos en los que el riesgo es demasiado elevado.



# Ejemplos de medidas de los PGRI

**PROGRAMA DE MEDIDAS**

## Guía para la adaptación de la agricultura y ganadería



Edificaciones y elementos de la explotación (1 nave de recepción; 2,3,4 y 5 naves de cebo; 6 cubierta; 7 caseta de bombeo; 8 depósitos de agua potable; 9 estercolero)

### EJEMPLO INSTALACIÓN GANADERA EN EL EJE DEL EBRO.

En las avenidas de 2015 y 2018 se alcanzaron calados de agua superiores a 1,00 m y con tiempos de permanencia de varios días.

A pesar de haber realizado la evacuación del ganado con antelación se produjeron pérdidas cuantiosas por daños directos. El alquiler de instalaciones temporales durante unos dos meses hasta la recuperación de las instalaciones supuso también costes importantes.



Lámina de inundación de la avenida de 2015 y zonas de entrada de agua

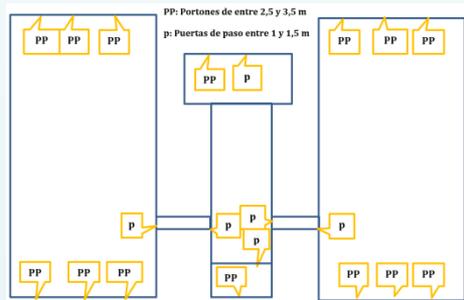
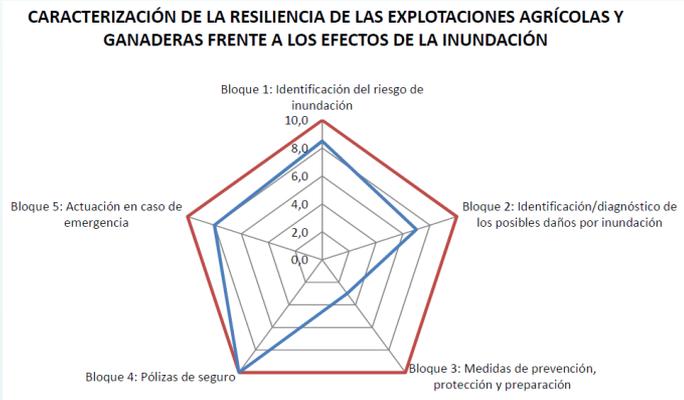


Bajas de animales, daños en naves por entrada de lodos y parada de actividad durante dos meses

# Ejemplos de medidas de los PGRIs

**PROGRAMA DE MEDIDAS**

## Guía para la adaptación de la agricultura y ganadería



- MEDIDAS PROPUESTAS:**
- Establecimiento de nuevos protocolos de emergencia
  - Revisión de seguros
  - Colocación de compuertas anti inundación en naves
  - Impermeabilización de muros
  - Elevación y retirada de elementos sensibles

Realizada la visita, el análisis de caracterización de la resiliencia de la explotación frente a las inundaciones pone de manifiesto que las actuaciones de mejora se deben encaminar a la implantación de **medidas de prevención, protección y preparación (bloque 3)**.

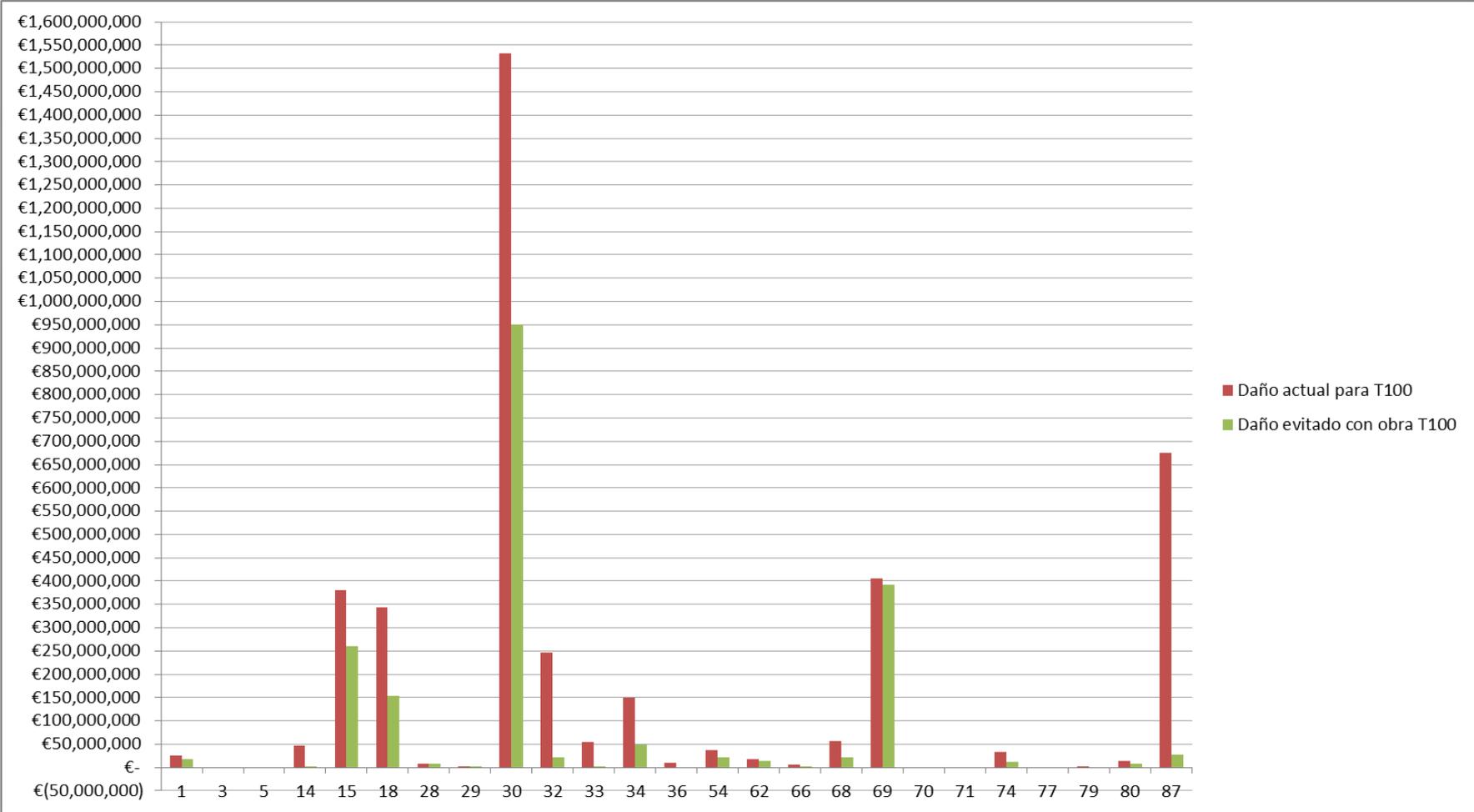
ALTERNATIVAS	Beneficio / Coste	Reducción del riesgo
Beneficio/coste de la alternativa 1	11,61	47%
Beneficio/coste de la alternativa 2	16,00	47%

Como medida principal se propone el **sellado temporal de accesos a naves y establos mediante la colocación de compuertas anti inundación** para evitar la entrada de lodos, facilitando la recuperación y acortando los plazos para la vuelta a la normalidad.

# Ejemplos de medidas de los PGRI

**PROGRAMA DE MEDIDAS**

**Estudios detallados de la funcionalidad y coste beneficio de las obras estructurales planificadas**

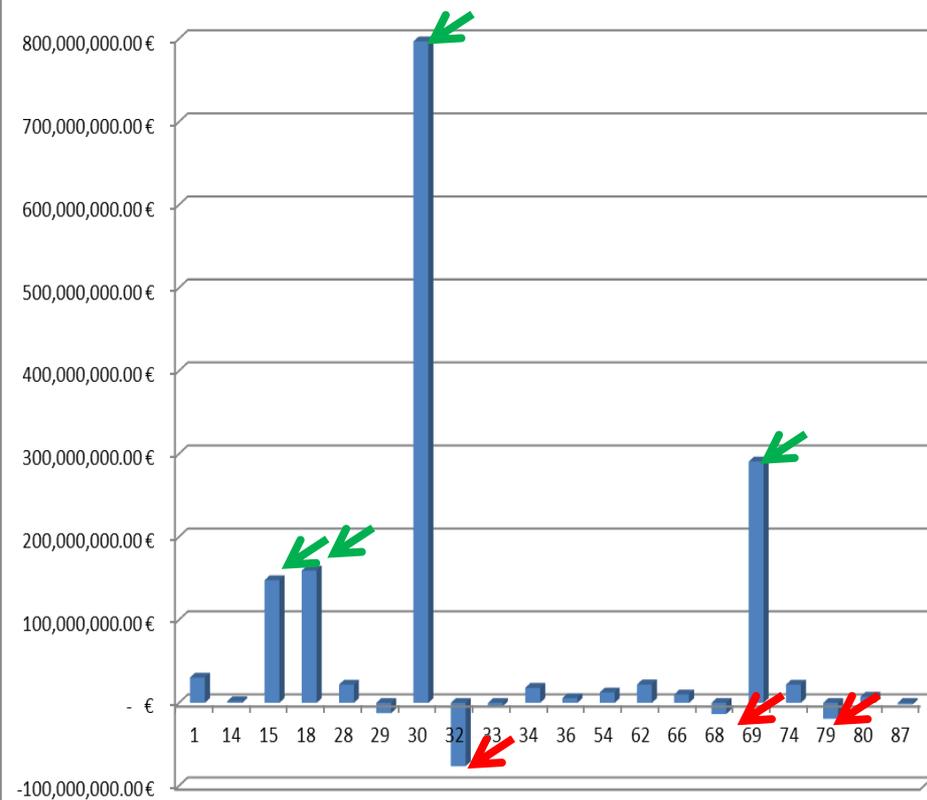


# Ejemplos de medidas de los PGRIs

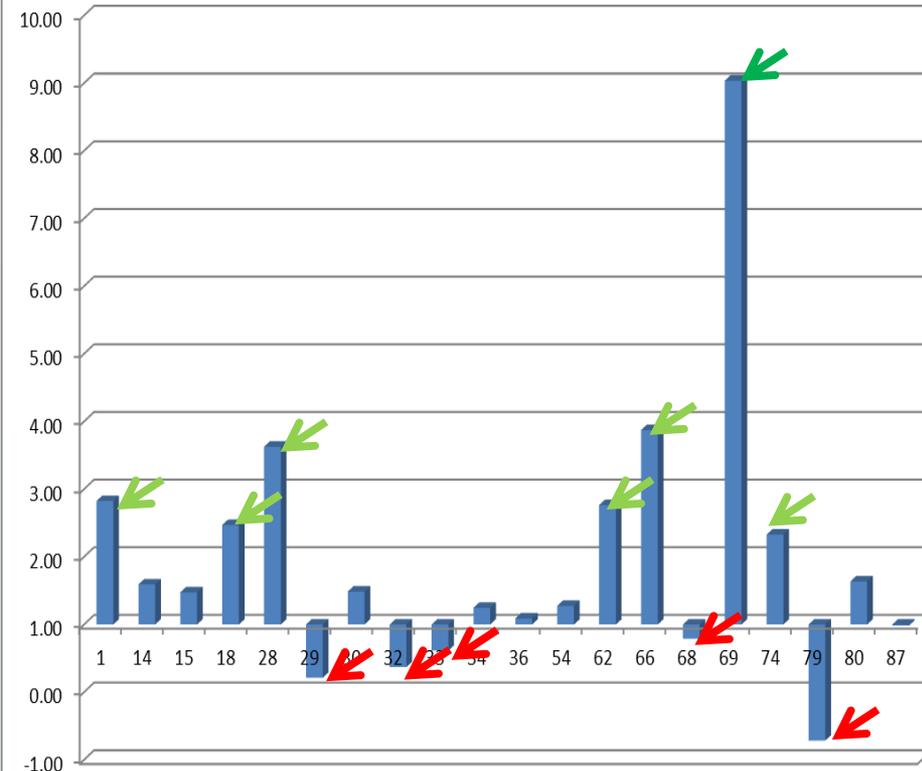
PROGRAMA DE MEDIDAS

Estudios detallados de la funcionalidad y coste beneficio de las obras estructurales planificadas

VAN (€)



B/C

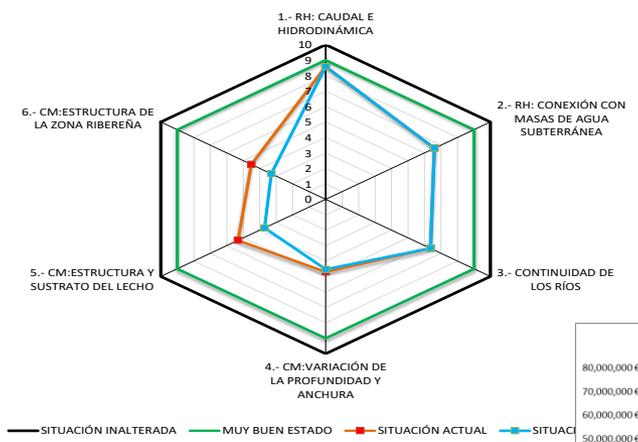


# Ejemplos de medidas de los PGRIs

## PROGRAMA DE MEDIDAS

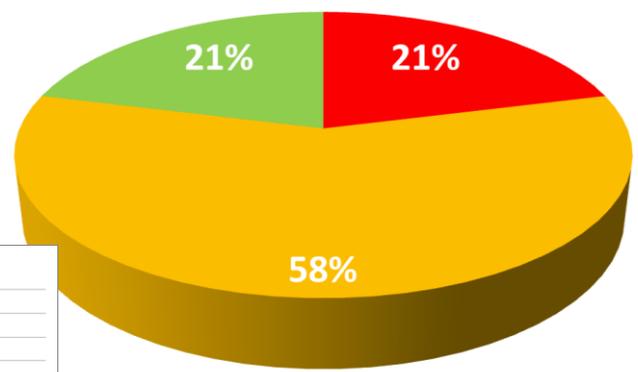
## Estudios detallados de la funcionalidad y coste beneficio de las obras estructurales planificadas

**CARACTERIZACIÓN DE LA HIDROMORFOLOGÍA DE LA MASA DE AGUA**  
 Rambla Poyo: Tramo ponderado

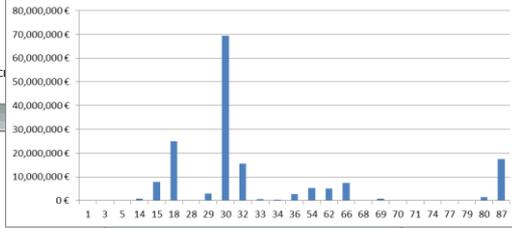


**Resultados de la afección a la MAS después de la aplicación del Protocolo Hidromorfológico**

■ Afecta ■ No Afecta ■ Mejora

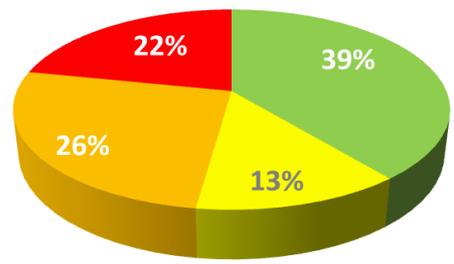


**Costes de expropiación**



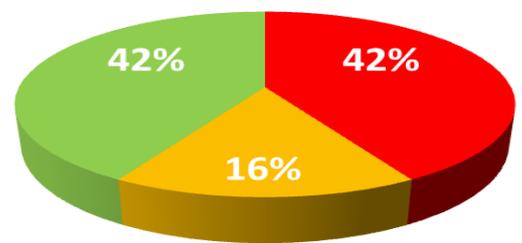
**Análisis Aceptación Social**

■ Sencilla ■ Sin dificultad ■ Media ■ Compleja



**Afección RN 2000**

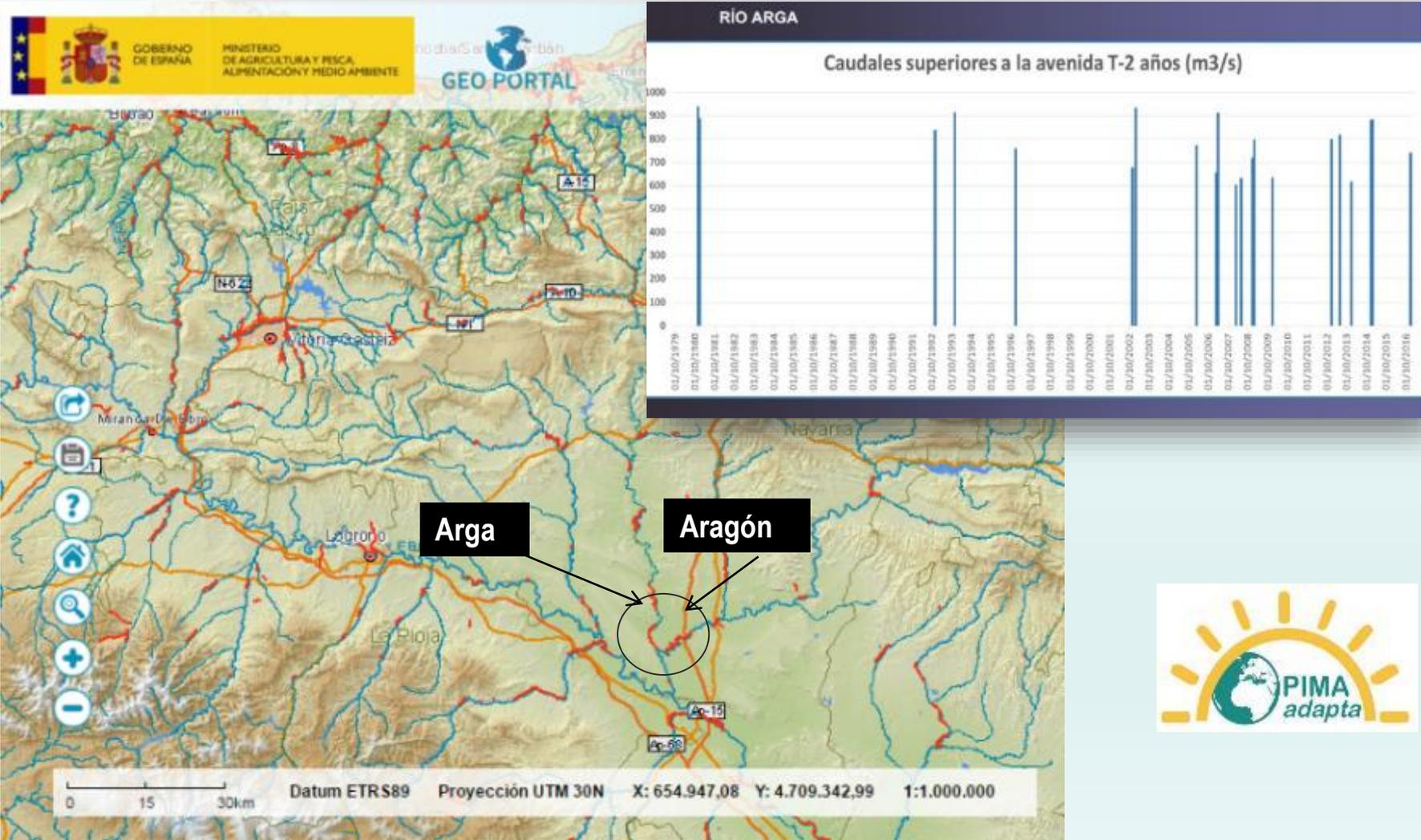
■ Sí ■ Sí; indirecto ■ No



# Ejemplos de medidas de los PGRI

**PROGRAMA DE MEDIDAS**

**CONEXIÓN HIDROLÓGICA Y MEJORA DE HÁBITATS EN LOS MEANDROS DEL TRAMO BAJO DEL RÍO ARGA (NAVARRA)**



# Ejemplos de medidas de los PGRI

PROGRAMA DE MEDIDAS

CONEXIÓN HIDROLÓGICA Y MEJORA DE HÁBITATS EN LOS MEANDROS DEL TRAMO BAJO DEL RÍO ARGA (NAVARRA)



# Ejemplos de medidas de los PGRI

**PROGRAMA DE MEDIDAS**

**CONEXIÓN HIDROLÓGICA Y MEJORA DE HÁBITATS EN LOS MEANDROS DEL TRAMO BAJO DEL RÍO ARGA (NAVARRA)**



**Aragón**

**Arga**



# Ejemplos de medidas de los PGRI

**PROGRAMA DE MEDIDAS**

**CONEXIÓN HIDROLÓGICA Y MEJORA DE HÁBITATS EN LOS MEANDROS DEL TRAMO BAJO DEL RÍO ARGA (NAVARRA)**



**Río Arga en Funes**



PROGRAMA DE MEDIDAS

# EBRO

# RESILIENCE

PROYECTO ESPECÍFICO PARA EL EJE DEL RIO EBRO



# Necesidades de financiación y fondos europeos

- **PROTECCIÓN:**

- En redacción 30 nuevos proyectos de restauración fluvial e infraestructuras verdes.
- En evaluación y análisis de coste beneficio de 30 obras estructurales.
- En ocasiones la causa de las inundaciones se encuentra en los usos del suelo de la cuenca (erosión, desertificación, cultivos,...) por lo que son necesarias nuevas acciones de restauración hidrológico forestal y control de la erosión.

# Necesidades de financiación y fondos europeos

- **PREPARACIÓN:**

- Modernización y mejora de los sistemas de información hidrológica:
  - Incremento puntos de medida
  - Desarrollo de avisos hidrológicos
  - Creación de contenidos web para la conexión entre los avisos hidrológicos y los mapas de peligrosidad y riesgo de inundación.
  - Sistemas de alerta temprana
- Adaptación de los elementos vulnerables al riesgo de inundación e incremento de su resiliencia.



**XLIII JORNADA TEMÁTICA**  
**Red de Autoridades Ambientales**

# **Planes de gestión del riesgo de inundación: inundaciones y cambio climático**

**Francisco Javier Sánchez Martínez**

[fsmartinez@miteco.es](mailto:fsmartinez@miteco.es)

Subdirector adjunto

Subdirección General de Gestión Integrada del Dominio Público Hidráulico  
Dirección General del Agua

