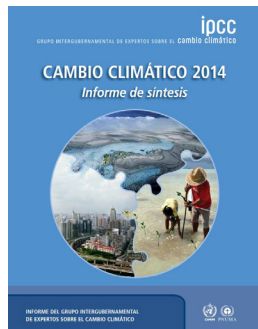




# 1.2

## CAMBIO CLIMÁTICO Y SISTEMAS FLUVIALES

5° Informe IPCC  
(2014)  
CAMBIO  
CLIMÁTICO 2014  
Informe de síntesis



Las técnicas de gestión adaptativa de los recursos hídricos, entre ellas la planificación de escenarios, los enfoques basados en el aprendizaje y las soluciones flexibles y de bajo riesgo, pueden ayudar a crear resiliencia para los cambios e impactos hidrológicos inciertos causados por el cambio climático (evidencia limitada, nivel de acuerdo alto). IPCC, 2014.

### Efectos previsibles del cambio climático en los recursos hídricos y ecosistemas fluviales: Panorama global.

El último Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2014) prevé que la temperatura media del planeta en 2100 se situará entre 1,8 °C y 4,0 °C por encima de la media de 1980-2000 (mejor estimación dentro del rango probable entre 1,1 - 6,4°C).

Se afirma la severa afección sobre el agua dulce, tanto en la disminución de su disponibilidad como de su calidad bruta. Una gran parte de las especies terrestres y dulceacuícolas afrontan un riesgo creciente de extinción con el cambio climático proyectado, especialmente por la interacción del fenómeno con otros factores de estrés como la sobreexplotación, contaminación o especies exóticas invasoras, entre otros.

El cambio climático en ecosistemas fluviales genera un efecto cascada a partir de su impacto sobre el balance hídrico, el cual a su vez incide sobre distintos procesos fluviales (régimen hídrico, estabilidad del canal, estructura del substrato del lecho fluvial, etc.) y la calidad del agua, afectando en este caso a todos sus descriptores, especialmente a la temperatura. Asimismo, la temperatura regula la concentración de oxígeno disuelto en el agua, disminuyendo ésta según aumenta la temperatura. En su conjunto, los cambios que inducen el cambio climático sobre los distintos procesos fluviales y la calidad del agua condicionan la permanencia de las

comunidades biológicas, que los habitan, e introducen cambios en su estructura y dinámica.

España, por su situación geográfica y características socioeconómicas, es muy vulnerable al cambio climático y se está viendo ya afectada sus efectos. Los impactos derivados de sus procesos asociados pueden tener consecuencias especialmente graves, entre otras, en lo referente a la disminución de los recursos hídricos, pérdidas de la diversidad biológica y ecosistemas naturales, aumentos en los procesos de erosión del suelo y fenómenos climáticos extremos, tales como inundaciones, incendios forestales y olas de calor.

Las modelizaciones y diferentes escenarios del cambio climático muestran un aumento de temperaturas pero también muestran ciertas incertidumbres en cuanto a las precipitaciones, sequías e inundaciones. En este contexto, cada cuenca hidrográfica mostrará una capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático, lo cual definirá la vulnerabilidad de cada una frente a estos impactos.

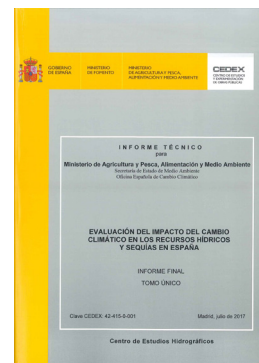
El Plan de Impulso al Medio Ambiente para la Adaptación al Cambio Climático en España (PIMA Adapta) es una iniciativa que lanzó el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (en la actualidad, en lo referente al medio ambiente, Ministerio para la Transición Ecológica) en marzo de 2015 con el objetivo de poner en marcha, con carácter pionero y con vocación de continuidad en el tiempo, proyectos concretos de adaptación al cambio climático.

PIMA Adapta se enmarca dentro del **Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático** (PNACC) y contempla actuaciones en los ámbitos de las costas, el dominio público hidráulico y los Parques Nacionales.

El desarrollo de PIMA Adapta en materia de gestión del agua y del dominio público hidráulico asociado se conoce como **PIMA Adapta-AGUA**, y tiene como objetivo mejorar el conocimiento y el seguimiento de los impactos del cambio global y el cambio climático en este ámbito, minimizando sus riesgos y aumentando la resiliencia del sistema frente al cambio climático.

Los proyectos y actuaciones de PIMA Adapta-AGUA se desarrollan en cuatro líneas estratégicas, que recogen todas las categorías de opciones de adaptación propuestas por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático en su Quinto Informe de Evaluación (IPPC; AR5):

1. Medidas de gestión y adaptación de las Reservas Naturales Fluviales (en adelante RNF).
2. Adaptación a los fenómenos extremos.
3. Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos y desarrollo de estrategias de adaptación.
4. Desarrollo de proyectos de adaptación al cambio climático en el dominio público hidráulico.



### Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos y sequías en España (2017)

Plan PIMA Adapta-Agua es una iniciativa para mejorar el conocimiento y seguimiento de los impactos del cambio global y cambio climático en materia de gestión del agua y dominio público hidráulico



<http://www.mapama.gob.es/es/agua/planes-y-estrategias/plan-pima-adapta-agua.aspx>



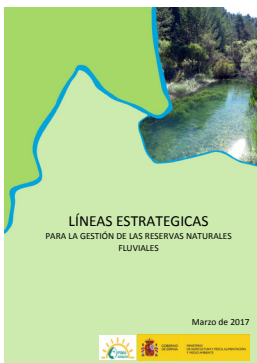
Real Decreto  
638/2016, de  
9 de diciembre,  
que modifica el  
Reglamento del  
Dominio Público  
Hidráulico



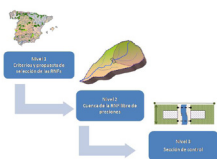
Información detallada  
Reservas naturales  
fluviales



<https://www.youtube.com/watch?v=rvQdp8dnM>



Líneas estratégicas  
para la gestión de las  
Reservas Naturales  
Fluviales



Niveles espaciales  
espacial de  
seguimiento.

## Las Reservas Naturales Fluviales y la gestión adaptativa

Las Reservas Naturales Fluviales son aquellos cauces, o tramos de cauces, de corrientes naturales, continuas o discontinuas, en los que, teniendo características de representatividad, las presiones e impactos producidos como consecuencia de la actividad humana no han alterado el estado natural que motivó su declaración.

Las RNF constituyen una unidad de trabajo muy interesante para el desarrollo de metodologías de gestión adaptativa. Ofrecen la posibilidad de llevar a cabo un seguimiento sobre los efectos del cambio climático en el recurso hídrico y ecosistemas asociados, de manera que permita monitorizar y detectar cambios para anticiparse a efectos adversos y mitigarlos.

¿Por qué las RNF son ideales laboratorios de ensayo y seguimiento?

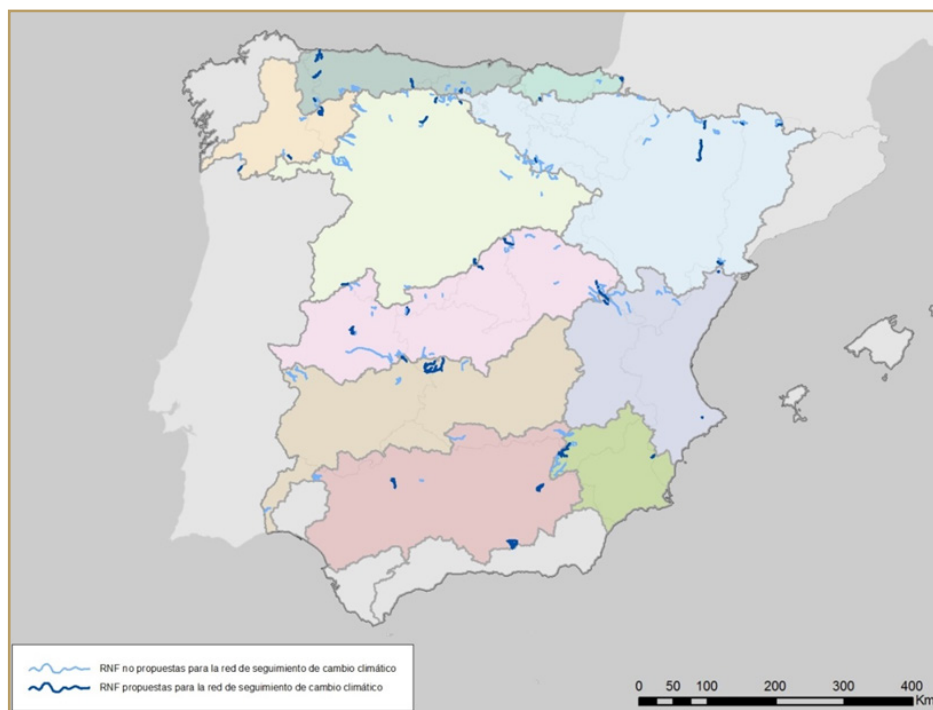
Los ambientes acuáticos son especialmente vulnerables a las modificaciones del clima, ya que dependen directamente de la temperatura y la precipitación y de su distribución estacional. Pero también porque las RNF incluyen tramos de río escasamente influidos por otras presiones antrópicas, lo que permite estudiar en ellas los efectos del cambio climático sin interferencias. Además, las reservas ofrecen importantes potencialidades para la sensibilización de la población respecto al cambio climático.

## Seguimiento de los efectos del cambio climático en las Reservas Naturales Fluviales.

Actualmente se está trabajando en el **establecimiento de una red de seguimiento en el ámbito de las RNF que permita obtener datos a largo plazo para la evaluación y valoración de los posibles efectos del cambio climático en los ecosistemas fluviales, así como su evolución.** Con ello se pretende:

- **Mejorar el conocimiento** sobre los efectos que el cambio climático puede estar teniendo en los sistemas fluviales.
- **Conocer la afección y grado o magnitud** que dichos cambios tienen en diferentes componentes del ecosistema fluvial y estudiar su dinámica temporal.
- **Relacionar los posibles cambios detectados** por la red de seguimiento con los efectos del cambio climático.
- **Trasladar esta mejora del conocimiento sobre los ecosistemas fluviales** para adaptar las medidas de conservación y restauración fluvial hacia los cambios detectados y los escenarios climáticos previsibles, intentando minimizar sus efectos adversos.
- **Fomentar la gobernanza, la difusión e intercambio de información** para el conjunto de la sociedad, especialmente para las entidades y profesionales que trabajan en este ámbito (trabajo en red con otras redes de seguimiento).
- **Proponer medidas específicas para las zonas identificadas como "refugios climáticos"**, tramos de cabecera y otros espacios fluviales cuyo microclima y cuyas características, pueden jugar un papel importante en la pervivencia de determinadas especies o ecosistemas.

- **Mejorar la gestión de las reservas como corredores ecológicos**, en función del papel que juegan en los desplazamientos de las especies animales y vegetales especialmente más vulnerables por el cambio climático.

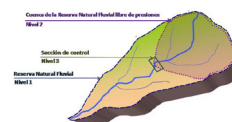


*Reservas Naturales Fluviales propuestas para la red de seguimiento de cambio climático.*

El estudio para el seguimiento del cambio climático en las RNF se propone desde una perspectiva a largo plazo. La idea principal es asegurar la realización del seguimiento de forma sostenida en el tiempo, de forma que permita observar patrones y tendencias de variación de las características fluviales y su relación con el cambio climático.

La cuenca de la RNF sobre la que se va a realizar el seguimiento, se corresponde con la cuenca vertiente libre de presiones-impactos. En este ámbito se estudiarían aspectos como la evolución de las variables meteorológicas, los usos del suelo, la variación del cauce activo en planta, entre otros.

El marco espacial de análisis se centra en tres niveles que marcarán el tipo de variables a medir y la intensidad de seguimiento. Un primer nivel de organización espacial sería la RNF como ámbito geográfico, considerando todo su curso y cuenca vertiente. Para ello, se han seleccionado del conjunto del Catálogo Nacional una serie de RNF que por sus características se configuran como espacios idóneos para el seguimiento. El siguiente nivel de estudio y seguimiento sería la definición de la sección de la cuenca de la RNF donde no existan impactos antrópicos y presiones relevantes. El tercer y último nivel, se denomina sección de control y está localizada dentro de la sección de la cuenca de la RNF libre de impactos y presiones.



Niveles espaciales de seguimiento. Selección de la cuenca de la RNF libre de impactos-presiones

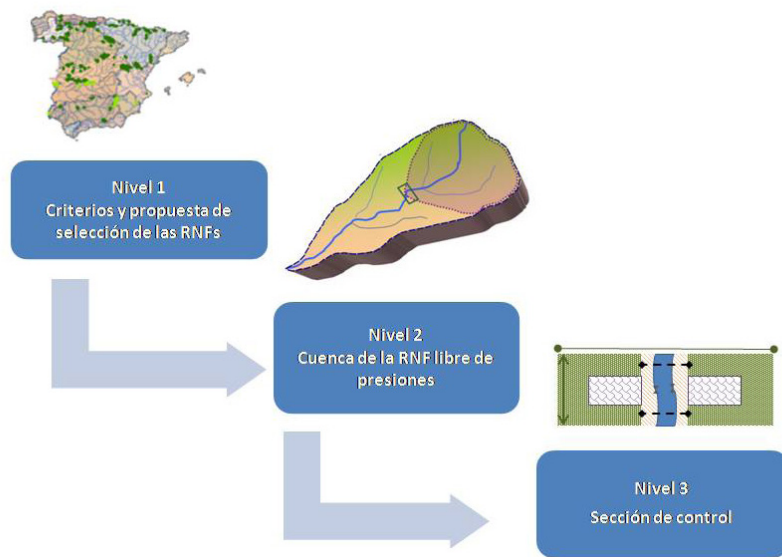
**AdapteCCa.es**

Plataforma de intercambio y consulta de información sobre adaptación al Cambio Climático en España

**ADAPTECCA**  
– Plataforma de intercambio de información en materia de adaptación al cambio climático



Río Noguera-Ribagorzana de régimen nival y cuya variación de las aportaciones estacionales en escenarios de cambio climático será más acusada.



Para estudiar los efectos del cambio climático sobre los sistemas fluviales se proponen para cada uno de los principales componentes del medio fluvial (meteorología, hidrología, geomorfología, vegetación de ribera, estado físico-químico y biológico del agua y perturbaciones antrópicas y eventos naturales) una serie de datos de observación y variables de seguimiento a medir, atendiendo a los principios de sensibilidad al cambio, replicabilidad futura y viabilidad técnica y económica.

Este conjunto de variables propuestas se apoyarán de un análisis histórico para establecer los valores de referencia y periodo de control de estas reservas. Asimismo, también se considera relevante establecer en el futuro un sistema de gestión y explotación de la información que permita acceder, controlar y difundir la información de manera coordinada y atendiendo al concepto de gobernanza.

### Seguimiento del cambio climático en la Reserva Natural Fluvial del río Manzanares (ES020RNF061)

En la cabecera del río Manzanares, se ha aplicado de manera experimental la propuesta de protocolo de seguimiento del cambio climático en las Reservas Naturales Fluviales.



Reservas Naturales Fluviales propuestas para la red de seguimiento de cambio climático.

Para estudiar de manera experimental la aplicabilidad del Protocolo de Seguimiento del Cambio Climático en las Reservas Naturales Fluviales, se ha seleccionado la Reserva Natural Fluvial del Río Manzanares (ES030RNF061), realizándose los siguientes trabajos:

- Análisis de las proyecciones futuras de cambio climático
- Análisis de los datos históricos de la RNF del río Manzanares y estudios relacionados
- Definición del marco espacial para el seguimiento del cambio climático en la RNF
- Análisis de la adecuación de las variables para el seguimiento de los efectos del cambio climático en base a su sensibilidad y precisión
- Testeo de algunas de las metodologías propuestas en el protocolo, valorando rendimientos, dificultades prácticas y viabilidad
- Propuesta de instrumentación y ubicación
- Resultados de los datos de partida del seguimiento

## Proyectos de restauración fluvial y cambio climático

La restauración fluvial persigue un incremento de la diversidad de hábitat mediante la creación de condiciones favorables para las especies autóctonas, aumentando la riqueza de especies y facilitando la conectividad de hábitats. Sin embargo, las actuaciones diseñadas pueden sufrir el riesgo de no cumplir sus objetivos a largo plazo si no se considera el cambio climático desde las bases de su concepción.

Las proyecciones de cambio climático sugieren cambios en los patrones de precipitación y temperatura, así como en la frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos extremos como lo son las sequías y las inundaciones. Es por esto que entender los efectos del cambio climático en los ríos puede ayudar a diseñar actuaciones de conservación y restauración fluvial que mejoren el estado del sistema, adaptándose no solo a las condiciones climáticas actuales, sino también a las variaciones climáticas previstas, en concordancia con lo dispuesto en la normativa europea y nacional.

Por ello y de forma paralela a los trabajos de seguimiento en Reservas Naturales Fluviales, se está trabajando en la redacción de un protocolo de buenas prácticas con el objetivo principal de analizar la interacción de los proyectos de restauración con el cambio climático:

- Evaluando los posibles impactos del cambio climático sobre el sistema a restaurar
- Evaluando la vulnerabilidad de los ríos y sus ecosistemas asociados a los efectos del cambio climático con el objetivo de enfocar las actuaciones de restauración hacia una disminución de dicha vulnerabilidad.
- Proveyendo recomendaciones para el diseño de las actuaciones de restauración con el fin de fomentar su adaptación a distintos escenarios de cambio climático.
- Integrando el cambio climático en el seguimiento de los proyectos de restauración fluvial.



Ejemplo de mejora de la morfología del cauce. Trampa de sedimentos



Ejemplo de mejora de la biodiversidad. Mejora de hábitats para la fauna.



Escala de peces en el Parque Fluvial de los ríos Híjar y Ebro. Fotografía perteneciente al banco de imágenes del Grupo Tragsa





Obra de mejora longitudinal en sistema fluvial. Fotografía perteneciente al banco de imágenes del Grupo Tragsa



Obra de mejora longitudinal en sistema fluvial. Fotografía perteneciente al banco de imágenes del Grupo Tragsa

La adaptación al cambio climático en los proyectos de restauración de ríos va a permitir disminuir la vulnerabilidad del sistema, incrementando su resiliencia a largo plazo. Es necesario comenzar a integrar diferentes aspectos del cambio climático en la restauración fluvial.

---

#### Adaptación vs Resiliencia

- La adaptación al cambio climático es cualquier proceso de ajuste en un sistema en respuesta a los estímulos climáticos actuales o futuros. La adaptación por tanto debe ir encaminada a reducir la vulnerabilidad del sistema a los efectos negativos del cambio climático.
- La resiliencia es la capacidad de los sistemas sociales, económicos y ambientales de afrontar un fenómeno, tendencia o perturbación peligrosa respondiendo o reorganizándose de modo que mantengan su función esencial, su identidad y su estructura, y conserven al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación.

---

La evaluación de los impactos que el cambio climático puede tener sobre el medio fluvial se ha realizado mediante el análisis de la vulnerabilidad del sistema. Para ello, se han identificado los posibles efectos que el cambio climático podría tener en el tramo del río Manzanares comprendido en el proyecto de restauración, obviando aquellos que se podrían atribuir a las variaciones de origen antrópico. Asimismo se ha indicado el grado en el que este efecto se podría dar en un futuro.

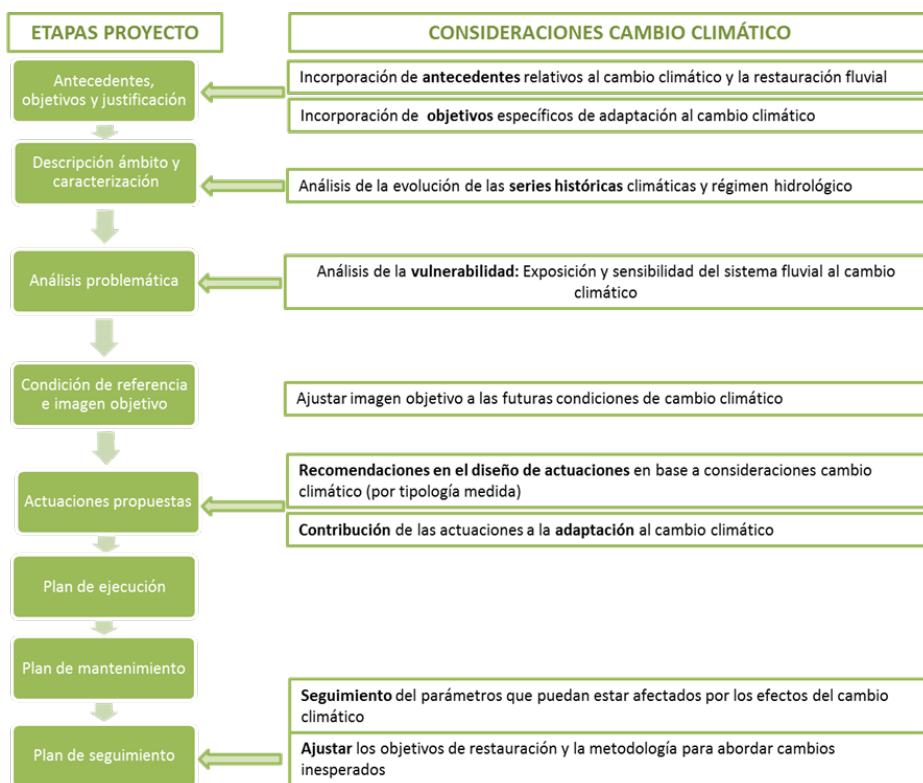
La metodología propuesta contempla incorporar distintas consideraciones relativas al cambio climático en las diferentes fases de los proyectos de restauración fluvial<sup>1</sup>. Estos proyectos constan de 8 pasos esenciales<sup>2</sup> que van desde la exposición de antecedentes y objetivos, hasta el plan de seguimiento, pasando por la definición y la ejecución de actuaciones de restauración. Para la incorporación de consideraciones específicas referentes al cambio climático se propone el desarrollo de objetivos específicos de adaptación al cambio climático, el análisis de la vulnerabilidad del sistema fluvial, la propuesta de diferentes recomendaciones en cuanto al diseño y/o ejecución de las medidas de restauración fluvial y valoración del grado de contribución a la adaptación.

Para evaluar la contribución del proyecto a la adaptación del cambio climático, se van a evaluar en qué grado las medidas contempladas en el proyecto ayudan a disminuir la vulnerabilidad del sistema fluvial previamente valorada.

---

<sup>1</sup> Basado en Perry et al., 2015

<sup>2</sup> Tánago, M. G. del, & Jalón, D. G. de. (2007). *Restauración de ríos. Guía metodológica para la elaboración de proyectos.* (Ministerio de Medio Ambiente, Ed.)(p. 318).



### Proyecto de rehabilitación del río Manzanares en el entorno del Real Sitio del Pardo

En el río Manzanares a su paso por el entorno del Real Sitio del Pardo, se están desarrollando diferentes actuaciones de restauración fluvial para contribuir con el cumplimiento de los objetivos ambientales del Plan Hidrológico del Tajo (y de acuerdo con la Directiva Marco del Agua), además de compatibilizando y mejorando el estado ecológico de acuerdo con la Directiva Hábitat la Red Natura 2000.

Al recuperar este espacio, se pretende contribuir con la creación de un corredor ambiental que, a través del parque lineal del Manzanares en la ciudad de Madrid, conecte espacios de interés como el Parque Regional del Sureste, la Cuenca Alta del Manzanares e incluso el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama. Y en este proceso de mejora se está empleando de manera transversal la variable “cambio climático” para el conjunto de procesos de diseño, ejecución y seguimiento.



Restauración fluvial del río Manzanares en el entorno del Real Sitio de El Pardo (MADRID)

Ejecución del Proyecto de restauración fluvial del río Manzanares en el Pardo



¿Contribuye a disminuir la vulnerabilidad?											¿Es efectiva a largo			EFFECTIVIDAD	CONTRIBUCIÓN POR ACTUACIÓN
Cuenca vertiente	Régimen de caudales líquidos	Régimen de caudales sólidos	Calidad físico-química	Aguas subterráneas	Continuidad	Morfología	Zona Ribereña	Fauna	Servicios ecosistémicos	REDUCCIÓN VULNERABILIDAD	Flexibilidad (ajustes posteriores)	Robustez (varios escenarios)	Efectos indirectos negativos		
0,00	1,82	3,74	3,05	1,09	1,37	2,55	7,30	4,96	2,58	<b>2,85</b>	4,21	7,55	6,05	<b>5,9</b>	<b>3,8</b>

Tabla de valoración de la contribución del proyecto de restauración del río Manzanares en el entorno del real Sitio de El Pardo a la adaptación al cambio climático del sistema.



La implantación de esta Directiva supone una oportunidad para mejorar la coordinación de todas las administraciones a la hora de reducir estos daños, centrándose fundamentalmente en las zonas con mayor riesgo de inundación, llamadas Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSI).

Las ARPI son las zonas con mayor riesgo de inundación y para las que se han elaborado los mapas de peligrosidad y de riesgo de inundación y así como las principales medidas de los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación.

## El cambio climático en la gestión del riesgo de inundación

En el año 2007, la Comisión Europea aprobó la Directiva 2007/60 CE de evaluación y gestión de los riesgos de inundación, transpuesta al ordenamiento jurídico español a través del Real Decreto 903/2010, de evaluación y gestión de riesgos de inundación. La Directiva de Inundaciones establece la gestión de los riesgos de inundación en ciclos de 6 años de duración.

De acuerdo con los plazos establecidos en la Directiva de Inundaciones, se han determinado las Áreas con Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSI) para cada Confederación Hidrográfica, dentro de la Evaluación Preliminar del Riesgo (EPRI); para posteriormente elaborar Mapas de Peligrosidad y Mapas de Riesgo de Inundación que sirvan de base para sus correspondientes Planes de Gestión del Riesgo de Inundación (PGRI).

Dentro de las actuaciones incluidas en el Plan PIMA Adapta- Agua 2016 se encuentra la implantación de dichos PGRI, en materias coordinadas con la adaptación al cambio climático; estableciendo las metodologías, herramientas y análisis necesarios. Es por ello que durante el año 2017, se han estado realizando ensayos y diseñando metodologías para investigar la influencia y la inclusión del cambio climático en la revisión de la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación y de los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación que se llevará a cabo antes de finales de 2018 y de 2021, respectivamente.

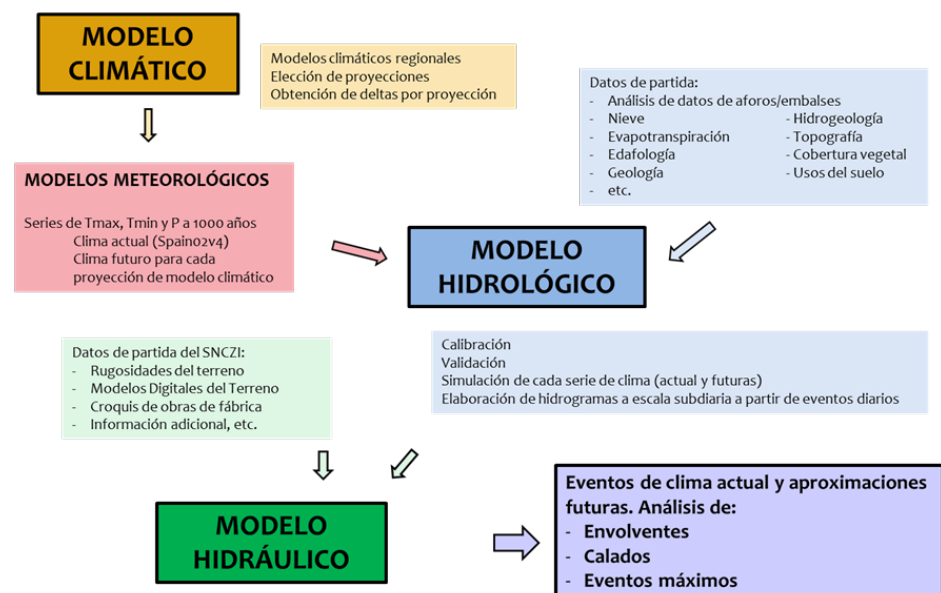


Figura: Esquema de la metodología seguida

Como primera aproximación para valorar la forma más adecuada de incorporar el cambio climático a los estudios del riesgo de inundación, se ha desarrollado una metodología que reúne las distintas proyecciones climáticas recogidas en los últimos estudios y proyectos europeos, la incorporación de sus variables climáticas en un modelo hidrológico para la obtención de hidrogramas de avenida y, finalmente, la simulación hidráulica para la obtención de las zonas inundables asociadas a las distintas hipótesis de clima futuro.

Para valorar la influencia del cambio climático en las componentes de temperatura y precipitación las consideraciones de partida de la metodología aplicada han sido las siguientes:

Periodo de retorno	100 años
Escenario de emisión de gases de efecto invernadero	RCP 8.5
Intervalo temporal de clima actual	1971-2010
Intervalo temporal de clima futuro	2041-2070
Nº de RCMs seleccionados	2
Fuente de los datos observados de referencia	Spain02
Modelo de simulación hidrológica	TETIS
Modelo de simulación hidráulica	IBER

Tabla 1.- Consideraciones metodológicas de partida

Para valorar la aplicabilidad y validez de esta metodología piloto, se ha aplicado a 5 zonas con riesgo (es decir, ARPSI) representativas de la variabilidad presente en el territorio español.

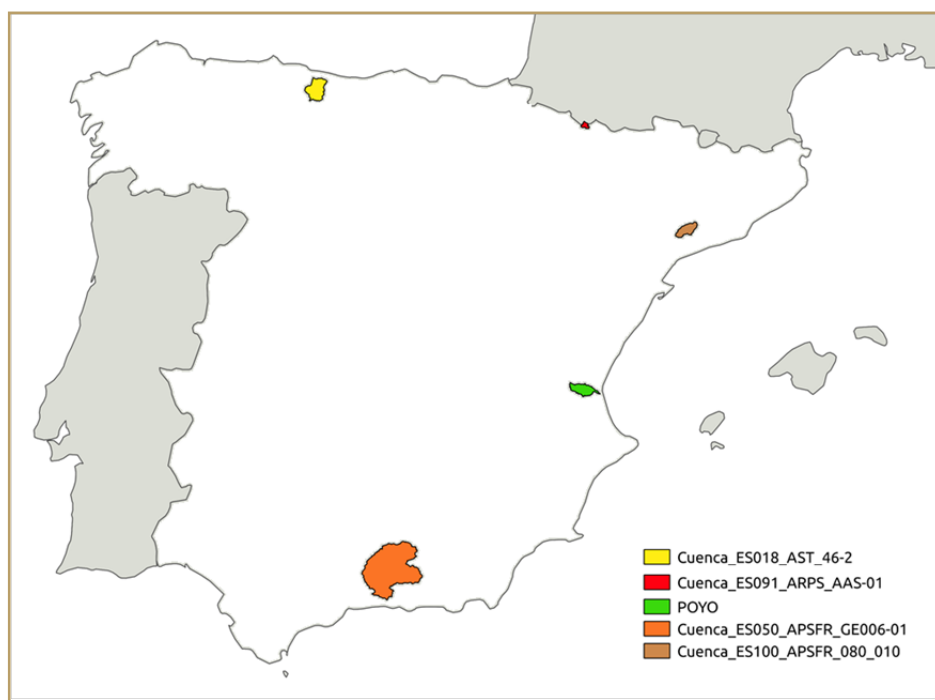


Figura Ubicación de las ARPSI del estudio piloto

**Análisis realizado por:** Javier Sánchez Martínez, Mónica Aparicio Martín y Francisco Javier Monte Morgado. Subdirección General de Gestión Integrada del Dominio Público Hidráulico. Dirección General del Agua. Ministerio para la Transición Ecológica.



Ibón de Plan  
Fotografía  
perteneciente al  
banco de imágenes  
del Grupo Tragsa



Glaciar en la cara  
norte de Monte  
Perdido  
Fotografía  
perteneciente al  
banco de imágenes  
del Grupo Tragsa