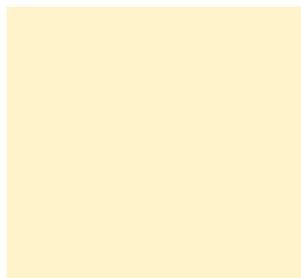
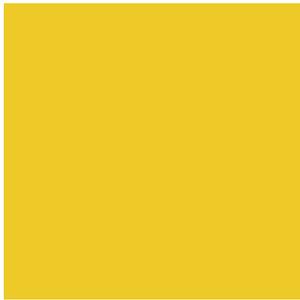


GUÍA

PARA LA EVALUACIÓN DE
RIESGOS ASOCIADOS AL
CAMBIO CLIMÁTICO

2023



GOBIERNO
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Catálogo de publicaciones del Ministerio: <https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/servicios/publicaciones/>
Catálogo general de publicaciones oficiales: <https://cpage.mpr.gob.es/> Catálogo

Título: Guía para la evaluación de riesgos asociados al cambio climático 2023

Edición 2023

Autor/Autores:

Beñat Abajo Alda, Daniel Navarro Cueto, Gemma García Blanco, Saioa Zorita Castresana y Efrén Feliu Torres (Tecnalia Research & Innovation); Patricia Klett Lasso de la Vega, Mónica Sánchez Bajo y Francisco Heras Hernández (Oficina Española de Cambio Climático).

Coordinación:

Mónica Sánchez Bajo, Patricia Klett Lasso de la Vega y Francisco Heras Hernández (Oficina Española de Cambio Climático); Blanca Bonilla Luján y Ana Llancho (Fundación Biodiversidad).

Fotografías de cubierta:

1.- Puerto de Cotos. Observatorio. Francisco Heras Hernández; 2.- Olivares y otros cultivos. Javier García Fernández/Fototeca CENEAM; 3. Trabajos de mejora frente a inundaciones en el río Arga. Confederación Hidrográfica del Ebro; 4.- Restauración de dunas. Víctor Casas del Corral/Fototeca CENEAM.



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN
ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Edita: Subsecretaría Gabinete Técnico (MITECO).

Plaza de San Juan de la Cruz 10. 28003, Madrid. ESPAÑA

© Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO)

NIPO (papel): 665-23-019-5

NIPO (online): 665-23-020-8

ISBN (papel): 978-84-18508-94-3

ISBN (online): 978-84-18508-95-0

Depósito legal: M-8396-2023

Maquetación: LOTA COMUNICACIÓN INTEGRAL, S.L.

Impresión: LOTA COMUNICACIÓN INTEGRAL, S.L.



AGRADECIMIENTOS

Esta guía es resultado de un proceso de consulta y contraste con personas expertas en diferentes temáticas relacionadas con el análisis de riesgo climático, pertenecientes a distintos sectores, disciplinas, comunidades y ámbitos de conocimiento. La interacción con todas ellas ha sido la base para elaborar este material que pretende ser compatible con enfoques y aproximaciones diversas. El proceso ha constado de un taller de trabajo, entrevistas en profundidad y revisión de borradores por parte de las personas que amablemente han accedido a participar y que a continuación se detallan.

TALLER DE TRABAJO

Alfonso Hernanz Lázaro y Esteban Rodríguez Guisado (Agencia Estatal de Meteorología, AEMET);

Mar Fábregas y Xavier Carbonell (ARC Mediación Ambiental);

Elisa Sainz de Murieta y Marc Neumann (Basque Centre for Climate Change, BC3);

Laura Crespo García y Laura Parra Ruiz (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, CEDEX);

Francisco Espejo Gil (Consortio de Compensación de Seguros, CCS);

Joan Pino Vilalta (CREAF);

Fernando Valladares y José Manuel Gutiérrez (CSIC);

Margalida Obrador Izara (D.G. Emergencias e Interior del Gobierno de les Illes Balears);

Ana Lancho, Ana Rodríguez Seco, Blanca Bonilla Luján y Cristina Esteban (Fundación Biodiversidad);

Mercedes Vázquez Miranda (Grupo Red Eléctrica);

Elena López Gunn (Icatalist);

Araceli Puente Trueba y Camino Fernández de la Hoz (Instituto de Hidráulica Ambiental, IHCantabria);

Manuel Pulido Velázquez (IIAMA-UPV);

Marta G. Rivera Ferre (INGENIO-UPV);

Gabriel Jordà Sánchez (Instituto Español de Oceanografía);

Ramón García Déniz (Instituto Tecnológico de Canarias);

Francisco Heras Hernández, María Navarro, María Salazar, María Sintés, Mónica Sánchez Bajo y Patricia Klett Lasso de la Vega (Oficina Española de Cambio Climático, OECC);

José Ramón Picatoste Ruggeroni (Secretaría General de Reto Demográfico del MITECO);

Belén Calleja Arriero (Subdirección General de Protección de las Aguas y Gestión de Riesgos del MITECO);

Daniel Navarro Cueto y Efrén Feliu Torres (Tecnalia Research and Innovation);

Jorge Martínez Chamorro (TRAGSATEC);

Diego Kersting Vera (Universidad de Barcelona);

Margarita Ruiz-Ramos (Universidad Politécnica de Madrid-CEIGRAM); y

Miguel Ángel Pérez Matín (Universitat Politècnica de València).

ENTREVISTAS EN PROFUNDIDAD

Elisa Sainz de Murieta y Marc Neumann (Basque Centre for Climate Change, BC3);

Isabel Bardají y Margarita Ruiz Ramos (Centro de Estudios e Investigación para la Gestión de Riesgos Agrarios y Medioambientales, CEIGRAM);

Fernando Jiménez Arroyo, Laura Crespo García y Laura Parra Ruiz (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, CEDEX);

Francisco Espejo Gil (Consortio de Compensación de Seguros, CCS);

Elena López Gunn (Icatalist);

Araceli Puente Trueba y Camino Fernández de la Hoz (Instituto de Hidráulica Ambiental, IHCantabria);

Manuel Rodríguez Pérez y Susana Álvarez Peláez (Oficina Andaluza de Cambio Climático, OACC);

Gabriel Borràs Calvo (Oficina Catalana del Canvi Climàtic, OCCC);

Jorge Olcina Cantos (Universidad de Alicante);

David Sauri Pujol (Universitat Autònoma de Barcelona); y

Daniel Sempere Torres (Universidad Politécnica de Catalunya).

REVISIÓN Y COMENTARIOS A LOS BORRADORES

Marta Olazabal (Basque Centre for Climate Change, BC3);

Margarita Ruiz Ramos (Centro de Estudios e Investigación para la Gestión de Riesgos Agrarios y Medioambientales, CEIGRAM);

Alberto Gil Tomás, Fernando Jiménez Arroyo, Laura Crespo García y Laura Parra Ruiz (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, CEDEX);

Carmen Romero Castro, Inmaculada Tola Pérez, Manuel Rodríguez Pérez y Susana Álvarez Peláez (Oficina Andaluza de Cambio Climático, OACC);

Gabriel Borràs Calvo (Oficina Catalana del Canvi Climàtic, OCCC); y

Jorge Olcina Cantos (Universidad de Alicante).

ÍNDICE

1	Introducción	6
1.1	Objetivo de la guía	6
1.2	Contenidos de la guía	7
2	Evidencias y marco conceptual	8
2.1	Los impactos y los riesgos derivados del cambio climático	8
2.2	Marco conceptual	10
3	Contexto y marco normativo	15
3.1	Contexto internacional	15
3.2	Estrategia Europea de Adaptación al Cambio Climático	15
3.3	Ley 7/2021 de Cambio Climático y Transición Energética	16
3.4	Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) 2021-2030	17
4	Proceso de evaluación de los riesgos asociados al cambio climático	19
4.1	El contexto: el ciclo de la adaptación	19
4.2	Etapas de la evaluación de los riesgos climáticos	20
4.2.1	Definición de los objetivos, el contexto y el alcance de la evaluación de riesgos climáticos	20
4.2.2	Identificación de los riesgos a analizar y desarrollo de cadenas de impacto	23
4.2.3	Recopilación de información sobre el clima, los peligros, la exposición y la vulnerabilidad para los riesgos especificados	24
4.2.4	Evaluación para cada riesgo específico	25
4.2.5	Identificación riesgos generales y puntos críticos de riesgo	28
4.3	Aproximaciones metodológicas para la evaluación de los riesgos asociados al cambio climático	30
4.3.1	Cuantitativa	30
4.3.2	Semi-cuantitativa	33
4.3.3	Cualitativa	35
4.3.4	Híbrida	36
4.4	Consideraciones adicionales sobre el análisis de riesgo	36
4.4.1	Gestión de la incertidumbre	36
4.4.2	Cadenas de impacto y análisis integrado de riesgo	39
4.4.3	Índices de riesgo absolutos y relativos	40
4.4.4	Cálculo del impacto	45
4.4.5	Análisis probabilístico vs. análisis determinista	46

5	Cuestiones transversales	49
5.1	Vulnerabilidad territorial y social	49
5.2	Percepción social del riesgo	50
5.3	Perspectiva de género	50
5.4	Participación social y prevención de conflictos	51
6	Análisis de riesgo y planificación de la adaptación	53
6.1	Convergencia con otras políticas y sectores	53
6.1.1	Ordenación del territorio y planificación urbanística	53
6.1.2	Otras políticas sectoriales	58
6.1.3	Evaluación ambiental	71
6.2	Planificación de la adaptación	72
6.2.1	Principios para la adaptación al cambio climático	72
6.2.2	Opciones de adaptación: adaptación incremental y adaptación transformacional	73
6.2.3	Análisis de alternativas de adaptación	75
6.2.4	Tipologías de respuestas adaptativas	78
7	Consideraciones finales	79
8	Bibliografía	81
	Anexo I. Recursos disponibles	84

1 Introducción

1.1 Objetivo de la guía

Los **riesgos asociados al cambio climático son sumamente diversos** debido a la variedad de peligros o amenazas climáticas¹, tales como el aumento progresivo de las temperaturas, las olas de calor, la subida del nivel medio del mar, el cambio del régimen de las precipitaciones, las lluvias torrenciales, los incendios, etc. También son diversos si se considera la variedad de sectores y receptores de dichas amenazas (salud, biodiversidad, agricultura, turismo, transporte, energía, etc.). Además, no es desdeñable la complejidad añadida que supone analizar las interrelaciones no lineales entre distintos efectos y potenciales impactos, los eventos y riesgos compuestos, las interdependencias y los efectos en cascada.

Los análisis de los riesgos derivados del cambio climático resultan una herramienta esencial para conocer y afrontar sus potenciales impactos, ya que orientan la definición e implementación de las medidas de adaptación más oportunas en cada caso. Es decir, **el análisis de riesgos es una etapa clave en el ciclo de la adaptación al cambio climático** para, de manera fundada, poder establecer objetivos, planificar y activar las acciones que permitan adaptarnos a los efectos del cambio climático, reduciendo sus potenciales impactos y, en definitiva, reduciendo el riesgo. Estos procesos de toma de decisión han de incorporar la **gestión de la incertidumbre**, asociada inherentemente al cambio climático, la ciencia y el conocimiento disponible.

En algunos sectores existe una dilatada tradición a la hora de abordar el análisis de riesgos. Sin embargo, en otros casos el enfoque basado en el riesgo resulta más novedoso. Es por tanto clave establecer un marco de análisis que permita su utilización por diferentes comunidades y ámbitos de conocimiento.

Dada la elevada heterogeneidad de riesgos asociados al cambio climático, **las aproximaciones y metodologías utilizadas para su identificación, análisis y valoración son asimismo muy variadas**. Las técnicas empleadas son a menudo específicas según el objeto de estudio. En ocasiones la terminología adoptada no es coherente con el **marco definido por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)**² dificultando así la difusión de los resultados de los estudios y la transferencia de estos a las personas responsables de la toma de decisiones y a otras personas interesadas o afectadas.

Por todo ello, la presente guía se ha desarrollado con el objetivo de contribuir a aclarar la terminología asociada a los análisis de riesgos y proponer orientaciones generales para su desarrollo e implementación, que permitan obtener resultados coherentes entre los diferentes actores y organizaciones involucrados en el análisis de los riesgos asociados al cambio climático. Este esfuerzo de armonización y síntesis en un marco común aspira también a **permitir la comparabilidad** entre análisis de riesgos en diferentes ámbitos geográficos o incluso sectores en algunos casos.

¹ Estos términos (amenazas y peligros climáticos) se utilizan indistintamente en esta guía. Para una explicación de estos términos ver Apartado 2.2 de la presente guía.

² El IPCC es el órgano de las Naciones Unidas encargado de evaluar los conocimientos científicos relativos al cambio climático. El marco conceptual del riesgo frente al cambio climático fue establecido en el 5º Informe de Evaluación del Grupo de trabajo II del IPCC.

Así mismo, también se abordan **aspectos transversales** claves en la evaluación del riesgo, presentes en el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC), como son la vulnerabilidad territorial y social, el enfoque de género, la percepción del riesgo y la participación social.

La elección del enfoque más adecuado en cada caso está condicionada por múltiples factores, tales como los objetivos y la finalidad de la evaluación, el ámbito de estudio, las competencias o capacidad de decisión, o la disponibilidad de recursos (información, presupuesto, personal, tiempo, etc.), entre otros.

Esta guía, por tanto, **no pretende determinar una forma única de evaluar los riesgos** asociados al cambio climático. En su lugar, propone una serie de aproximaciones que serán más o menos adecuadas dependiendo del tipo de evaluación de riesgo que se quiera o pueda realizar.

1.2 Contenidos de la guía

El **capítulo 2** proporciona una **introducción a los riesgos asociados al cambio climático y el marco conceptual** en el que se fundamenta la guía tomando como referencia principal los informes de evaluación del IPCC.

En el **capítulo 3** se recoge el **contexto y marco normativo** de la presente guía entre los que destacan los siguientes: Estrategia Europea de Adaptación al Cambio Climático; Ley 7/2021 de Cambio Climático y Transición Energética; y el PNACC 2021-2030.

En el **capítulo 4** se explica el **proceso de evaluación de los riesgos asociados al cambio climático**. En primer lugar, se propone una serie de etapas a seguir en las evaluaciones de los riesgos inspirada en la propuesta por la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA). A continuación, se presentan diferentes aproximaciones metodológicas y, en último lugar, se presentan ciertas consideraciones adicionales sobre el análisis de riesgos.

En el **capítulo 5** se abordan una serie de **cuestiones transversales** para ser consideradas en las evaluaciones de riesgo, tales como la vulnerabilidad territorial y social; la percepción del riesgo, conocimientos y comportamientos ambientales y estilos de vida; la perspectiva de género; y la participación social y prevención de conflictos.

El **capítulo 6**, sobre **análisis de riesgo y planificación de la adaptación**, se compone de dos apartados en los que se trata la convergencia con otras políticas y sectores, por un lado, y la planificación de la adaptación, por otro.

Finalmente, en el **capítulo 7 se exponen algunas consideraciones finales** relativas a los objetivos del documento.

A lo largo de estos capítulos se presentan además una serie de cuadros que contienen información complementaria al texto principal.

2 Evidencias y marco conceptual

2.1 Los impactos y los riesgos derivados del cambio climático

Existe hoy en día un consenso generalizado en la comunidad científica, como se hace patente en el **Sexto Informe del IPCC (2021)**, en torno al hecho de que el incremento de la concentración de los gases de efecto invernadero, como resultado de las actividades humanas, es la causa inequívoca del actual calentamiento de la atmósfera, océanos y tierra y, como consecuencia de esto, se está produciendo un cambio del clima a una velocidad nunca vista³.

La modificación de ciertas variables climáticas esenciales ocasiona amenazas como los cambios de temperatura de la atmósfera y las aguas, la variación en los patrones de la precipitación o la subida del nivel medio del mar, entre otras.

Además, este cambio supone la variación en los patrones espaciales y temporales de la dinámica atmosférica y del comportamiento de diversos fenómenos atmosféricos que se refleja en un aumento en la magnitud y la frecuencia de extremos climáticos como las olas de calor, las sequías, fenómenos costeros, lluvias torrenciales o una mayor frecuencia o intensidad de los incendios forestales como consecuencia de un incremento de las condiciones ambientales que favorecen su virulencia.

Los impactos y los riesgos derivados del cambio climático⁴ **seguirán aumentando** si no se reducen de forma drástica los niveles actuales de emisiones de gases de efecto invernadero.

Se prevé que **los riesgos** derivados del cambio climático **sean más acusados en determinados sectores clave** como la agricultura, la ganade-

Evidencias del cambio climático en España

En España existen ya **evidencias** relevantes del cambio climático, como recoge el **PNACC 2021-2030**. En el **Capítulo 1** de este plan se hace un recorrido sobre los diferentes rasgos que caracterizan el cambio ya observado en nuestro país utilizando distintas fuentes de información. Entre ellas destaca el “avance de los datos del Open Data Climático, 2019” de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), que pone de manifiesto: una expansión del clima semiárido en la península ibérica de más de 30.000 km² desde el periodo 1960-1990; un alargamiento de los veranos en prácticamente 5 semanas respecto a comienzos de los años 80; un aumento de los días de olas de calor y de noches tropicales; y el aumento de la temperatura superficial del mar Mediterráneo de 0,34 °C por década desde principios de los años 80.

³ IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

⁴ Para una explicación de estos términos ver Apartado 2.2 de la presente guía.

ría, la pesca, la gestión del agua, la silvicultura, el transporte o el turismo, los cuales dependen estrechamente del clima, además de sectores como la salud humana, la biodiversidad o la vivienda, entre otros.

El cambio climático es uno de los grandes retos a los que se enfrenta la humanidad, por la irre-

versibilidad de algunas de sus consecuencias, por la inercia del sistema climático que hará que sus efectos sean aun visibles con una reducción importante de gases de efecto invernadero, y por su importante impacto ambiental y sus profundas consecuencias económicas y sociales.

En la actualidad se observan ya numerosos impactos atribuibles al cambio climático (Sanz y

Estudios de atribución

Siempre ha habido fenómenos meteorológicos extremos causados por numerosos factores naturales, pero el cambio climático está aumentando la frecuencia y la intensidad de estos fenómenos como inundaciones, olas de calor, sequías, etc.

Desde 2014 la iniciativa internacional World Weather Attribution (WWA) ha promovido un tipo de investigación denominado “**atribución de eventos extremos**” con el objetivo de analizar si el cambio climático ha provocado que algunos eventos extremos ocurridos hayan sido más severos y probables. A través de estos análisis, ahora es **posible cuantificar con mayor precisión la probabilidad de que un determinado fenómeno haya ocurrido** como consecuencia del cambio climático.

La biodiversidad como aliada frente a la lucha contra el cambio climático

La relación entre la pérdida de biodiversidad y la crisis climática es ya evidente. También lo es el apoyo que brinda la naturaleza en la lucha contra los impactos derivados del cambio climático y su importante rol en la mitigación, es decir, en la reducción de las emisiones netas de gases de efecto invernadero a la atmósfera, por el papel de determinados ecosistemas como almacenes y sumideros de carbono.

La biodiversidad constituye **no solo un receptor de los impactos y riesgos climáticos**, sino que puede considerarse **también una aliada para la lucha y la adaptación** al cambio climático (Pörtner et al., 2021).

Para responder de manera adecuada a los retos que plantea la interdependencia entre el cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la degradación de los ecosistemas, es necesaria una mayor coherencia entre las agendas políticas y en las acciones desarrolladas en cada ámbito. En este sentido, el informe sobre las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) en Europa, publicado por la Agencia Europea de Medio Ambiente, apunta en esta dirección y analiza 100 casos europeos de implementación de SbN, basándose en información de distintas plataformas de conocimiento a nivel europeo, además de identificar buenas prácticas y ejemplos innovadores.

Galán, 2020) y se estima que los riesgos asociados al mismo se incrementen en el futuro según los diferentes escenarios que se manejan en la comunidad científica (IPCC, 2021).

El indiscutible consenso científico y las evidencias observadas han supuesto también una creciente concienciación social. Así mismo, se ha producido una paulatina incorporación del análisis de riesgos asociados al cambio climático en las políticas públicas, apareciendo nuevos requerimientos legales y el desarrollo de planes e iniciativas a diferentes escalas, desde las instituciones internacionales a las administraciones locales. Dicho contexto también está impulsando la consideración de los riesgos asociados al cambio climático por parte de agentes privados para la toma de decisiones.

2.2 Marco conceptual

El concepto de riesgo climático y sus componentes

Como se ha comentado, la terminología empleada en esta guía sigue el enfoque de riesgo climático propuesto por el **IPCC**, en sus dos últimos informes de evaluación (**AR5**⁵ y **AR6**⁶), y adoptado de manera generalizada por la comunidad internacional.

Según el Sexto Informe de Evaluación del IPCC (2022), **el riesgo se define como la posibilidad de que se produzcan consecuencias adversas para los sistemas humanos o ecológicos**, teniendo en cuenta la diversidad de valores y objetivos asociados a dichos sistemas. Las consecuencias adversas incluyen impactos sobre la vida, los medios de subsistencia, la salud y el bienestar, los activos económicos, sociales y culturales, la infraestructura, los servicios (incluidos los de los ecosistemas), los ecosistemas y las especies. En el contexto del cambio climático, los riesgos resultan de interacciones dinámicas entre los peligros climáticos y la exposición y vulnerabilidad del sistema humano o ecológico afectado por estos peligros.

El documento de Orientaciones para los autores del IPCC (2020) sobre el uso de los conceptos del riesgo en sus evaluaciones destaca, entre otros, los siguientes aspectos relacionados con el riesgo:

- La importancia de la **gestión de la incertidumbre** asociada al análisis del riesgo: el conocimiento incompleto, es un elemento clave del concepto de riesgo. Es necesario proporcionar una idea sobre la naturaleza y el grado de incertidumbre para poder realizar una evaluación adecuada del riesgo;

No existe el riesgo cero

Cuando se habla de riesgo hay que tener presente que **el riesgo cero o nulo no existe y que siempre hay un riesgo denominado residual**, al que el IPCC considera como el riesgo que permanece tras los esfuerzos de adaptación y reducción del riesgo. El objetivo que se persigue con la planificación de la adaptación es precisamente la disminución de ese riesgo residual mediante la incorporación de medidas. Este riesgo residual dependerá de factores como los objetivos que se hayan marcado, los recursos económicos, etc.

⁵ <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>

⁶ <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/>

- la referencia del riesgo únicamente a las **consecuencias "adversas" o negativas**. Por tanto, el potencial de resultados positivos debe describirse utilizando otra terminología ("oportunidad", "beneficio/cobeneficio potencial", etc.);
- la atención a las **consecuencias sobre los sistemas humanos o ecológicos**. Se debe establecer el vínculo entre los cambios físicos —como por ejemplo los cambios en la frecuencia e intensidad de las inundaciones— y sus consecuencias sobre sistemas humanos y ecológicos como pérdidas de vidas, bienes, etc.;
- el reconocimiento de la **diversidad de valores y objetivos** implica que existen diferentes puntos de vista, intereses, valores, etc. que influirán en la evaluación de las consecuencias; y
- por último, una aportación novedosa del sexto informe de evaluación del IPCC en el marco del análisis de riesgos es la introducción del papel de **las respuestas en la modulación de los componentes del riesgo**. De esta manera se reconoce que determinados aspectos, como que las respuestas no alcancen los objetivos previstos o que tengan efectos secundarios adversos para otros objetivos de la sociedad, afectarán al análisis global del riesgo.

Componentes del riesgo

El **peligro o amenaza** se define como la ocurrencia potencial de un evento o tendencia física, natural o inducida por el ser humano, que puede causar la pérdida de vidas, daños u otros impactos sobre la salud, así como daños y pérdidas en propiedades, infraestructuras, medios de vida, prestación de servicios, ecosistemas y recursos naturales. En este contexto, el término se refiere a peligros climáticos. Estos peligros **pueden ser extremos** —como las sequías, olas de calor, lluvias torrenciales

o temporales— o **crónicos**, siendo estos últimos cambios menos perceptibles en el tiempo —como los cambios de temperatura de la atmósfera y aguas (dulces y marinas), la subida del nivel medio del mar o los cambios en los patrones de precipitación—.

Por su parte, **la exposición** se define como la presencia de personas, medios de vida, especies o ecosistemas, funciones, servicios y recursos ambientales, infraestructuras o activos económicos, sociales o culturales, en lugares y entornos que podrían verse afectados negativamente.

El riesgo depende a su vez de la **vulnerabilidad** del sistema expuesto y de sus elementos. En este contexto, la vulnerabilidad se define como la propensión o predisposición a ser afectado negativamente por el cambio climático y abarca una variedad de conceptos y elementos que incluyen la sensibilidad, o susceptibilidad al daño, y la falta de capacidad para afrontarlo y adaptarse.

Finalmente, se definen los **impactos**, cuyo conocimiento resulta esencial en los análisis de riesgos. Aunque no son parte de las componentes del riesgo, sí lo son del marco conceptual del riesgo definido por el IPCC, como se puede ver en la imagen. Los impactos son las consecuencias de los riesgos materializados sobre los sistemas naturales y humanos, donde los riesgos resultan de las interacciones entre los peligros relacionados con el clima (incluidos los fenómenos meteorológicos/climáticos extremos), la exposición y la vulnerabilidad. Los impactos se refieren generalmente a los efectos sobre las vidas, los medios de subsistencia, la salud y el bienestar, los ecosistemas y las especies, los activos económicos, sociales y culturales, los servicios (incluidos los servicios de los ecosistemas) y la infraestructura. Los impactos pueden denominarse consecuencias o resultados, y pueden ser adversos o beneficiosos.

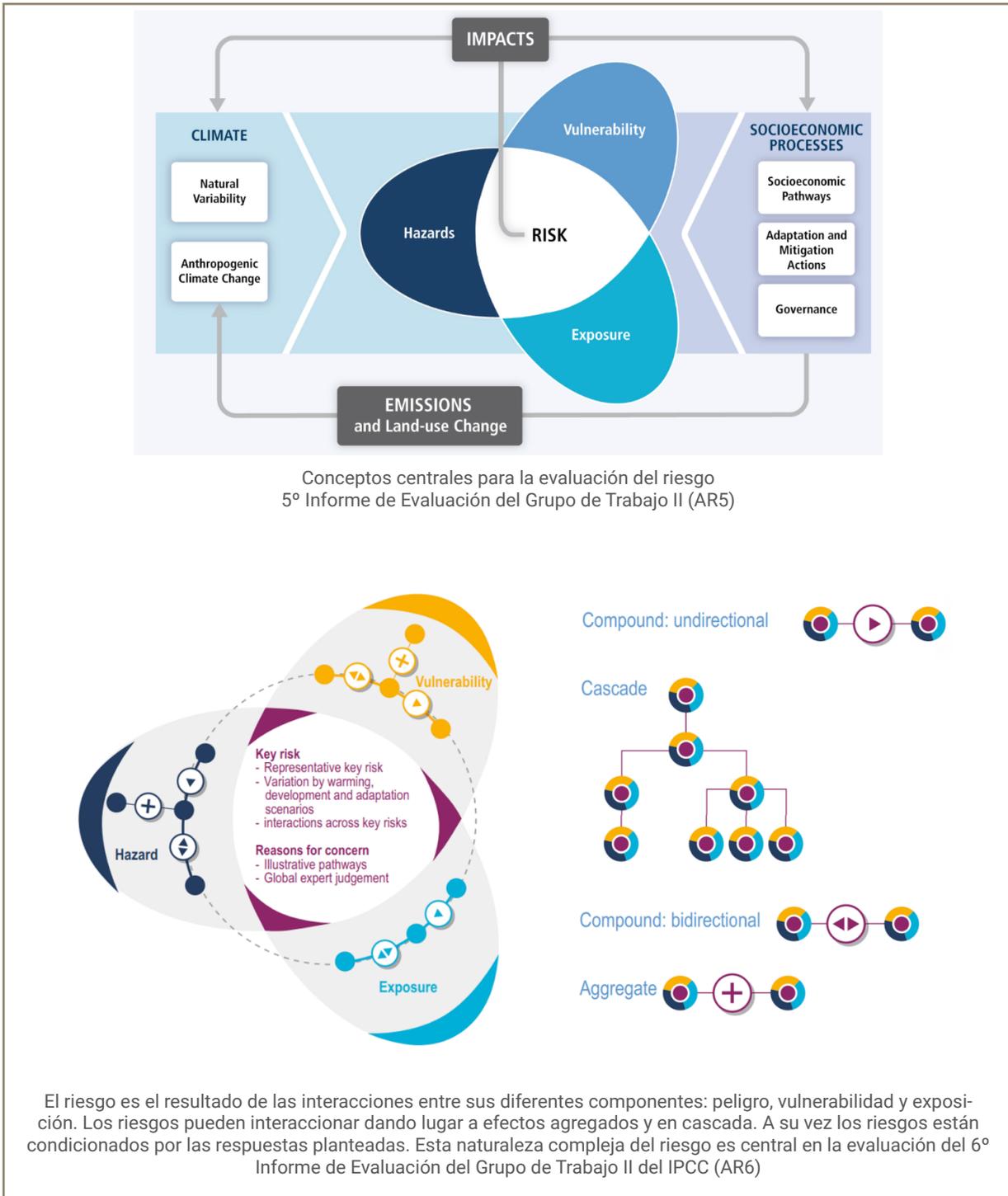


Figura 1. Esquemas explicativos de los componentes del riesgo. Fuente: IPCC (AR5, 2014) / (AR6, 2022)

Para comprender mejor el alcance e interacción de las tres componentes que integran el riesgo puede servir el **ejemplo del riesgo de deslizamientos en zonas residenciales**. Así, en muchas zonas el cambio climático tiende a intensificar fenómenos extremos, como las lluvias torren-

ciales que pueden provocar deslizamientos de tierras (**amenaza o peligro**). Las edificaciones que se encuentran en una zona de posible afección, como las laderas de montañas (**exposición**), pueden sufrir el impacto de rocas. Sin embargo, las propias características cons-

tructivas de las edificaciones también pueden condicionar que el riesgo sea menor o mayor (**vulnerabilidad**).

Enfoques descendentes y ascendentes en la evaluación del riesgo

Los riesgos relacionados con el clima presentan una **naturaleza compleja**, puesto que a la amenaza climática hay que añadir otros factores no climáticos que influyen sobre la exposición y la vulnerabilidad. Una buena evaluación de riesgos suele ser sintética y consensuada, basada en el conocimiento (por ejemplo, observaciones climáticas o datos relativos a sucesos pasados), simulaciones (por ejemplo, proyecciones climáticas o resultados de modelos de impacto, como los modelos hidrológicos o de ecosistemas), pero también otras informaciones procedentes de otros estudios, conocimiento experto, procesos participativos de agentes sociales y ciudadanía, etc.

En general, para la evaluación de riesgos, se pueden considerar **dos tipos de procesos o enfoques no exclusivos ni excluyentes**:

- **Evaluaciones descendentes o "arriba-abajo" (*top-down*)**: se trata de un enfoque centralizado y descendente, que parte **de lo general a lo particular**. Puede basarse en escenarios generales —climáticos, socioeconómicos, etc.— y utilizar métodos y herramientas de regionalización (*downscaling*) para llegar hasta el nivel de detalle requerido o posible. Este enfoque resulta útil en el análisis de aspectos biofísicos.
- **Evaluaciones ascendentes o "abajo-arriba" (*bottom-up*)**: se trata de un enfoque descentralizado y ascendente, que parte de la base, **de lo particular, a lo general**. En este enfoque se involucra de forma activa a los actores clave y permite integrar factores climáticos y factores no climáticos en los análisis y son capaces de representar mejor las opciones locales.

Así, por ejemplo, la evaluación de riesgos frente al cambio climático basadas en indicadores —ver Apartado 4.3. sobre aproximaciones metodológicas—, es una de las más extendidas en los últimos años. En este caso se utilizan conjuntos de indicadores que pueden ser tanto cuantitativos como cualitativos, y pueden llevarse a cabo utilizando ambas aproximaciones —evaluación descendente o ascendente—.

La consideración de los riesgos indirectos y de los riesgos intangibles

Las evaluaciones de riesgos se suelen focalizar en impactos potenciales directos y de carácter tangible, que se plantean en un territorio y un marco temporal concretos. Por ejemplo, es el caso de las inundaciones en una región concreta y que son causadas por precipitaciones extremas. Los daños sobre bienes o la pérdida de vidas humanas representan impactos directos. Sin embargo, **los riesgos pueden ser también indirectos** si afectan más allá del área inundada o se expresan en plazos de tiempo superiores. Siguiendo con el mismo ejemplo, la accesibilidad desde una región no afectada a una región inundada puede verse limitada o interrumpida temporalmente si las infraestructuras de transporte (carreteras, líneas férreas, etc.) se han visto afectadas. O la calidad del agua puede verse también mermada, con las consecuencias que ello puede conllevar para otras regiones limítrofes.

Otro de los aspectos a abordar en una evaluación del riesgo, de manera adicional y no excluyente, es la consideración de los **riesgos tangibles e intangibles**. Por riesgos **tangibles** entendemos los riesgos que pueden generar impactos que pueden ser observados, identificados o incluso cuantificados de una manera más o menos evidente, como es el caso de los daños ocasionados en las infraestructuras. Por otro lado, aquellos otros riesgos cuya identificación específica es menos clara o que no son fácilmente evaluables en términos monetarios,

al menos en un periodo de tiempo relativamente corto, suelen ser catalogados como **intangibles**, como ocurriría con el aumento de afecciones de carácter psicológico, por ejemplo. La posible combinación de impactos atribuibles a los diferentes tipos de riesgos, sean directos/ indirectos o tangibles/intangibles, es variada.

En el proyecto *Impactos territoriales de los desastres naturales, ESPON-TITAN* (ESPO, 2021)⁷ se han analizado los impactos económicos directos e indirectos de los peligros natura-

les en Europa a escala global y local. En la Tabla 1 se muestran algunos de los tipos de impactos contemplados en el marco de este proyecto y que se relacionan específicamente con fenómenos de inundaciones fluviales.

Sector/ temática	Impacto directo	Impacto indirecto
Edificios residenciales	Daños a edificios, su contenido, vehículos de uso privado, etc.	Impacto en el valor de la propiedad
Servicios	Daños en el capital, los edificios comerciales, etc.	Impacto en la cadena de suministro, el empleo, la productividad, etc. fuera de la zona inundada
Industria	Daños en el capital social, los edificios, las existencias, la maquinaria o el emplazamiento	
Energía y Agua	Daños en las infraestructuras de energía e hídrica	Impactos en la demanda o en el suministro de energía o agua
Agricultura y ganadería	Daños al suelo, equipos agrícolas, cultivo, ganado...	Impacto en la productividad del suelo a largo plazo
Transporte	Daños en infraestructuras de transporte (carreteras, vías de ferrocarril, etc.)	Impacto en la accesibilidad a los lugares de trabajo, pérdida de productividad y de salarios, afecciones a la cadena de cadena de suministro, etc.
Infraestructuras (residuos, telecomunicaciones, TIC, infraestructuras, etc.)	Daños a las infraestructuras de telecomunicaciones, residuos, TIC, etc.	Impacto en la cantidad de residuos, y en su eliminación y tratamiento; pérdida de producción para empresas; interrupción de las comunicaciones, etc.
Evacuación y operaciones de rescate	Costes de la gestión de un evento extremo y de emergencia	Alojamiento temporal de los evacuados
Reconstrucción de las defensas contra las inundaciones	Daños en infraestructuras de defensa	Inversiones en la reparación y refuerzo de las defensas contra las inundaciones
Costes de limpieza	Coste por limpieza de los activos destruidos y reemplazo de las pérdidas	
Servicios culturales (patrimonio, paisaje, accesibilidad) y turismo	Daños al patrimonio	Impacto al valor histórico del lugar y pérdidas de ingresos
Educación perdida		Costes sociales de los días de educación perdidos

Tabla 1. Impactos directos e indirectos derivados de inundaciones fluviales.
Fuente: Adaptada del proyecto ESPON-TITAN, 2021.

⁷ https://www.espon.eu/sites/default/files/attachments/ESPO-TITAN_Scientific%20Report-Annex%202_Economic%20Impact%20Analysis.pdf

3 Contexto y marco normativo

3.1 Contexto internacional

La lucha contra el cambio climático se canaliza a nivel internacional a través de la **Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático** (CMNUCC, 1992). La adaptación al cambio climático constituye un elemento esencial en su agenda de trabajo. En diciembre de 2015, **en la COP 21⁸ se adoptó el Acuerdo de París**, tratado internacional, jurídicamente vinculante, que cubre todos los aspectos de la lucha contra el cambio climático, tanto la **mitigación, como la adaptación y los medios de implementación**.

Los tres grandes objetivos de este acuerdo fueron:

1. Mantener el aumento global de la temperatura por debajo de los 2 °C, prosiguiendo los esfuerzos para limitarlo únicamente a 1,5°C.
2. Aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático y promover la resiliencia al clima y un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero.
3. Orientar los flujos financieros para lograr un desarrollo resiliente al clima y de bajas emisiones.

Además de establecer un objetivo de adaptación, se acordó reforzar la capacidad de las sociedades para hacer frente a los impactos del cambio climático; participar en los procesos nacionales de planificación de la adaptación nacionales de adaptación; y proporcionar un apoyo internacional para la adaptación de los países en desarrollo.

El IPCC, cuyos informes son clave en la toma de decisiones en el contexto de la CMNUCC, reconoce la dificultad de responder a los riesgos relacionados con el clima, ya que implica tomar decisiones en un mundo cambiante, con una incertidumbre constante acerca de la gravedad y el momento en que se sentirán los impactos del cambio climático e implica a su vez atender a los límites en la eficacia de la adaptación. Para facilitar la comprensión del riesgo, **el IPCC estableció el marco conceptual**, asumido en esta guía, incluido en la contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del IPCC (AR5) y ampliado en el Sexto Informe (AR6).

3.2 Estrategia Europea de Adaptación al Cambio Climático

La construcción de una política europea de adaptación tuvo su primer hito de importancia con la adopción, en **2013**, de la **primera Estrategia de Adaptación de la Unión Europea** (UE). Gracias al impulso derivado de este primer marco de trabajo, hoy en día todos los Estados miembros disponen de una estrategia o plan de adaptación nacional. La adaptación ha sido incorporada a diversas políticas y al presupuesto a largo plazo de la UE y la **plataforma Climate-ADAPT**, gestionada por la Agencia Europea de Medio Ambiente, se ha convertido en una referencia clave para el conocimiento sobre la adaptación.

Tras una revisión de los avances logrados, en **2021** fue aprobada la **nueva Estrategia de la UE sobre adaptación al cambio climático**, orientada

⁸ En el marco de la CMNUCC las decisiones se adoptan a través de las "Conferencias de las Partes" (COP).

a progresar desde la comprensión de los riesgos al desarrollo de soluciones, y desde la planificación a la aplicación de medidas para avanzar hacia una Europa climáticamente neutra, adaptada y resiliente frente al cambio climático para 2050, en línea con el Acuerdo de París y la Ley del Clima comunitaria.

La nueva estrategia establece como líneas maestras el desarrollo de una capacidad adaptativa más inteligente, rápida y sistémica:

- **Inteligente.** Porque es necesario conocer los riesgos para planificar mejor. Hacen falta datos fiables que sean la base de la toma de decisiones e indicadores que nos muestren si estamos en la senda adecuada.
- **Rápida.** Porque se aprecia la necesidad de intensificar nuestra colaboración con todos los sectores: seguros, infraestructuras, agricultura, etc.
- **Sistémica.** Porque se debe actuar sobre el territorio con acciones planificadas a medida, poniendo el énfasis en las soluciones basadas en la naturaleza.

La estrategia contempla el refuerzo de algunos mecanismos como el seguimiento y la evaluación de los impactos y los riesgos, la información sobre la acción en materia de adaptación por parte de los Estados miembros, y el uso de indicadores compartidos para reconocer la evolución de los retos que el cambio climático nos plantea.

3.3 Ley 7/2021 de Cambio Climático y Transición Energética

La **Ley de Cambio Climático y Transición Energética**⁹ constituye el principal instrumento legal en materia de cambio climático en España. Esta

ley reconoce que “España, por su situación geográfica y sus características socioeconómicas, se enfrenta a importantes riesgos derivados del cambio climático que inciden directa o indirectamente sobre un amplísimo conjunto de sectores económicos y sobre todos los sistemas ecológicos españoles” y en el objeto de la ley (artículo 1) se incluye “Promover la adaptación a los impactos del cambio climático y la implantación de un modelo de desarrollo sostenible que genere empleo decente y contribuya a la reducción de las desigualdades”.

El **título V** se dedica específicamente a las “medidas de adaptación a los efectos del cambio climático”, definiendo el **marco legal que sustenta la adaptación** al cambio climático en España.

Hay que subrayar la importancia del **artículo 17** que otorga al PNACC el papel de “instrumento de planificación básico para promover la acción coordinada y coherente frente a los efectos del cambio climático en España”. El citado artículo 17 señala que el contenido básico del PNACC debe incluir:

- a. La identificación y evaluación de impactos previsibles y riesgos derivados del cambio climático para varios escenarios posibles.
- b. La evaluación de la vulnerabilidad de los sistemas naturales, de los territorios, de las poblaciones y de los sectores socioeconómicos.
- c. Un conjunto de objetivos estratégicos concretos, con indicadores asociados.
- d. Un conjunto de medidas de adaptación orientadas a reducir las vulnerabilidades detectadas.

De esta manera, la Ley 7/2021 convierte a la “identificación y evaluación de impactos previ-

⁹ https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2021-8447

sibles y riesgos derivados del cambio climático” en un imperativo legal que debe fundamentar la planificación de la acción pública en materia de adaptación al cambio climático.

3.4 Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) 2021-2030

El *PNAC 2021-2030*¹⁰ fue aprobado en septiembre de 2020 tras una evaluación en profundidad del plan anterior y un amplio proceso participativo que permitió recoger las aportaciones y propuestas de un numeroso conjunto de personas y organizaciones. En paralelo se produjo un intenso proceso de diálogo institucional que ha servido para reforzar su carácter transversal en el seno de las administraciones públicas, ya que el plan concreta obligaciones para un total de 18 ministerios, además de agencias gubernamentales y fundaciones públicas.

Con objeto de facilitar la integración de las actuaciones de adaptación en los distintos campos de la gestión pública y privada, **el plan define 18 ámbitos de trabajo**, entre los que se incluyen la salud humana, el agua, el patrimonio natural y la biodiversidad, el sector agrario, las costas y el medio marino, la energía, la movilidad y el transporte, el turismo, el sistema financiero y asegurador, etc.

Reconociendo la importancia de la acción concertada para abordar los riesgos derivados del cambio climático, se refuerzan los mecanismos de información, seguimiento, coordinación y participación. Por ejemplo, contempla la creación de un **sistema de indicadores** de impactos y adaptación, así como la **elaboración periódica de informes** integrados de impactos y riesgos.

Temas transversales

Otro elemento novedoso del nuevo PNACC es la definición de una serie de aspectos transversales que van a impulsarse en los diferentes ámbitos de trabajo:

- **Vulnerabilidad territorial:** Los riesgos derivados del cambio climático no se distribuyen de forma homogénea en el territorio. Por ello, el plan plantea reforzar los análisis espaciales, para identificar los espacios más vulnerables y adoptar medidas de adaptación específicas.
- **Vulnerabilidad social:** El cambio climático afecta de forma desigual a diversas comunidades y grupos sociodemográficos. El análisis social permite abordar de forma específica las vulnerabilidades de los distintos sectores y grupos humanos.
- **Efectos transfronterizos:** En un mundo interconectado, los efectos del cambio climático que se producen más allá de nuestras fronteras acaban impactando en nuestro país a través de flujos comerciales, financieros y humanos. El PNACC contempla la necesidad de reconocer esos impactos potenciales para abordar medidas que los reduzcan.
- **Enfoque de género:** El plan también adopta la perspectiva de género para reconocer los efectos diferenciados del cambio climático sobre hombres y mujeres, así como reforzar su empoderamiento y liderazgo en las respuestas frente al cambio climático.
- **Maladaptación e incentivos perversos:** También se contempla la prevención de los efectos contraproducentes de las acciones que pueden aumentar el riesgo de resulta-

¹⁰ https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/pnacc-2021-2030_tcm30-512163.pdf

dos adversos relacionados con el clima, incluido el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, un aumento de la vulnerabilidad al cambio climático, unos resultados no equitativos o una disminución del bienestar, ahora o en el futuro.

- **Costes y beneficios de la adaptación y la acción:** Este componente transversal aporta criterios de interés para valorar diferentes alternativas frente a los riesgos climáticos y elegir las opciones más ventajosas.
- **Orientación a la acción:** Pretende reforzar el desarrollo y la aplicación de soluciones efectivas y ambiciosas para limitar los riesgos derivados del cambio climático.

4 Proceso de evaluación de los riesgos asociados al cambio climático

4.1 El ciclo de la adaptación

Para comprender el esquema que se propone en el siguiente apartado, es necesario contextualizar los análisis de riesgos dentro de un ámbito más amplio de planificación que supone la adaptación al cambio climático¹¹. La Agencia Europea de Medio Ambiente, a través de la **plataforma Climate-ADAPT**, propone las siguientes fases para describir el ciclo de la adaptación:

- Preparar el terreno para la adaptación: apoyo político, social y económico
- **Evaluar los riesgos derivados del cambio climático**
- Identificar y evaluar las opciones de adaptación
- Implementar las medidas de adaptación

- Realizar un seguimiento y evaluación de las medidas adoptadas: planificación dinámica.

Las evaluaciones de riesgos derivados del cambio climático constituyen una fase esencial del ciclo de la adaptación y son la principal herramienta para elaborar el diagnóstico de la situación.

Una vez llevada a cabo la evaluación de los riesgos climáticos, los pasos lógicos y habituales en la gestión de la adaptación son: la identificación de las medidas de adaptación que tienen como objetivo abordar las preocupaciones, previamente identificadas en la evaluación del riesgo, para minimizar los impactos adversos, y reducir así el riesgo; la evaluación y priorización por parte de los agentes involucrados de las medidas de adaptación según unos criterios acordados (eficacia, coste, aporte de cobeneficios, etc.); la implementación de la adaptación, donde se ponen

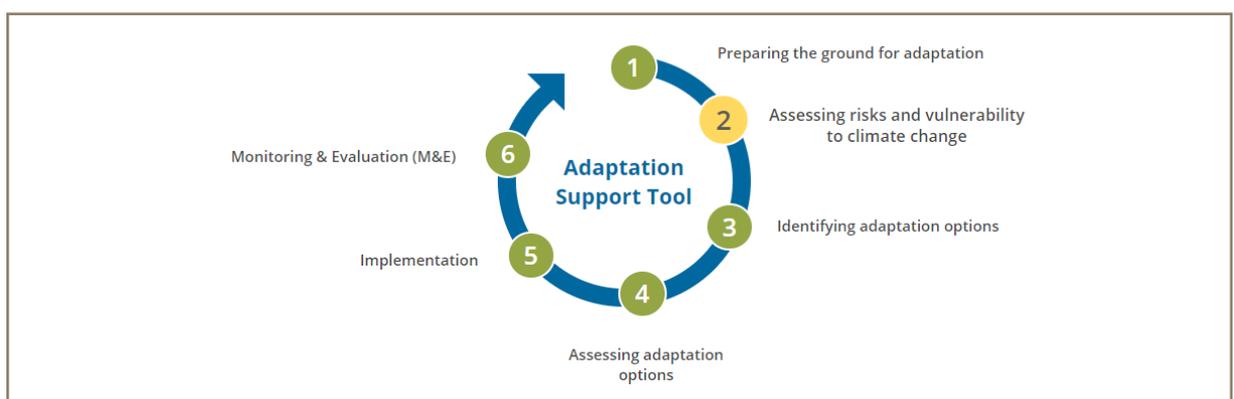


Figura 2. Las evaluaciones de riesgos y vulnerabilidad frente al cambio climático en el contexto del ciclo de la adaptación. Fuente: Adaptation Support Tool (Climate-ADAPT)

¹¹ Se aporta un mayor detalle de algunos aspectos de la planificación de la adaptación en el apartado 6.2

en práctica las medidas por medio de políticas de adaptación (hojas de ruta, estrategias, planes, etc.); y el monitoreo y la evaluación de la adaptación, donde se analizan en el tiempo los resultados de las medidas de adaptación adoptadas.

4.2 Etapas de la evaluación de los riesgos climáticos

Climate-ADAPT¹² acoge, basándose en este esquema básico del ciclo de la adaptación, una herramienta “Adaptation Support Tool” de apoyo a la implementación de la adaptación a distintos niveles, y que sigue el marco conceptual del riesgo del IPCC explicado en el Apartado 2.2 de esta guía.

En esta herramienta se proponen las siguientes etapas (ver Figura 3) para el desarrollo de las evaluaciones de riesgos derivados del cambio climático, que se desarrollan en los siguientes subapartados.

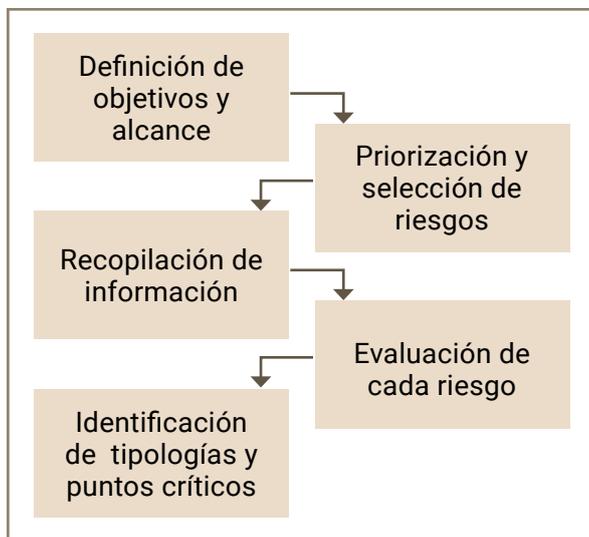


Figura 3. Esquema para la evaluación de los riesgos climáticos

Se puede decir que el proceso de una evaluación de riesgos climáticos comienza con una

definición del objetivo, el contexto y el alcance de la evaluación. Teniendo en cuenta este contexto, se deben identificar los posibles riesgos climáticos, seleccionando y priorizando aquellos que puedan representar un mayor problema. Finalmente, considerando estos riesgos priorizados y la información disponible relacionada con ellos, se llevará a cabo la evaluación de riesgos, cuyos resultados deben permitir una identificación inicial de posibles aspectos críticos, bien sea desde una perspectiva territorial o sectorial, para posteriormente concretar y abordar las acciones de adaptación necesarias. Se desarrollan a continuación estos pasos.

4.2.1 Definición de los objetivos, el contexto y el alcance de la evaluación de riesgos climáticos

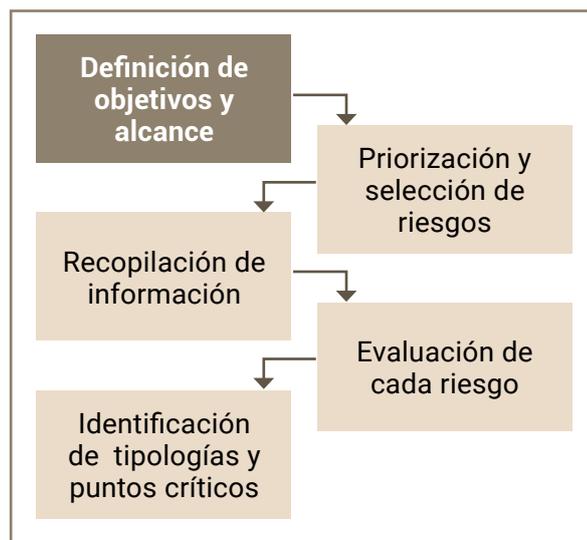


Figura 4. Esquema para la evaluación de riesgos: definición de objetivos y alcance

La evaluación debe responder a los objetivos generales del proceso de planificación de la adaptación explicado en el Apartado 4.1 (ver el ciclo de la adaptación).

¹² Comisión Europea y Agencia Europea del Medio Ambiente. (2022). Adaptation Support Tool. <https://climate-adapt.eea.europa.eu/>

El objetivo de esta primera etapa es **determinar el sistema o elemento a evaluar** (sector, actividad, ecosistema, especie, proyecto, plan, etc.) y un **listado preliminar de riesgos climáticos** relevantes para la evaluación.

Aspectos a considerar en esta etapa:

- Identificar **elementos concretos de cada componente del riesgo**:
 - Identificar peligros climáticos bajo distintos escenarios¹³ si se tiene información al respecto.
 - Identificar los principales impactos y riesgos asociados a esos peligros elaborando un listado preliminar.
 - Identificar los principales elementos de vulnerabilidad y exposición del sistema estudiado frente a esos riesgos.
- Establecer el **ámbito geográfico** para la evaluación; es decir, si se trata de un ámbito local, regional, nacional, etc. En las evaluaciones con carácter territorial explícito este hecho condiciona también la definición de la unidad de análisis. Así, por ejemplo, si se está evaluando la vulnerabilidad y el riesgo en un ámbito regional, los municipios de esa región, u otras entidades administrativas supramunicipales, podrían constituir las unidades territoriales sobre las que llevar a cabo dicha evaluación.
- Establecer la **escala temporal**; es decir, a qué horizontes temporales se refiere la evaluación del riesgo. Es habitual

considerar un horizonte actual u otro de pasado reciente que sirva de referencia (línea base). Para los riesgos climáticos futuros se puede establecer un horizonte temporal que coincida con el de diferentes políticas territoriales o sectoriales relacionadas (por ejemplo, planes de acción locales a 2030 o estrategias regionales o nacionales a 2050) o definirlo según la disponibilidad de proyecciones climáticas regionalizadas¹⁴.

- Definir la **metodología** a utilizar en función del objetivo, el alcance y los recursos disponibles. En el Apartado 4.3 se describen las aproximaciones metodológicas más utilizadas.
- Identificar a los **agentes participantes**. Se debe incluir a todos los actores que puedan aportar conocimiento sobre las vulnerabilidades de los sistemas estudiados, que puedan contar con competencias o tener intereses específicos en posibles medidas de adaptación. Pueden ser personas expertas, responsables de la toma de decisiones, agentes sociales u económicos o colectivos vulnerables que sufran especialmente los impactos o estén sometidos a los riesgos identificados. Se deben contemplar fórmulas para facilitar su participación en las distintas fases del proceso de evaluación del riesgo.

¹³ Los escenarios de cambio climático son aquellos escenarios futuros que se tendrán en cuenta en el análisis de riesgo bajo diferentes supuestos acerca de cómo podría ser el clima futuro. En el Sexto Informe de Evaluación del IPCC se distinguen tres tipos de escenarios climáticos: las Trayectorias de Concentración Representativas (RCP), las Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP) y los niveles de calentamiento (warming levels) (ver Cuadro 5 para más información).

¹⁴ Diferentes organismos oficiales, como la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) a nivel nacional u otros a nivel autonómico (Andalucía, País Vasco, Navarra, Cataluña...), pueden ayudar a seleccionar estos horizontes temporales. Una posible distribución de los periodos podría ser la que se proporciona actualmente a través del Visor de Escenarios de Cambio Climático de AdapteCCa: periodo histórico (1971-2000), futuro cercano (2011-2040), futuro medio (2041-2070) y futuro lejano (2071-2100).

Los escenarios de cambio climático

En la contribución del Grupo I al Sexto Informe de Evaluación del IPCC se pueden distinguir tres tipos de escenarios de cambio climático: RCP, SSP y warming levels. A continuación, se describen cada uno de ellos.

Las **Trayectorias de Concentración Representativas** (conocidas como **RCP** por sus siglas en inglés) son un conjunto de escenarios que se desarrollaron bajo el marco del **AR5** del IPCC. Agrupan **cuatro trayectorias** para las futuras emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y concentraciones atmosféricas, emisiones de contaminantes atmosféricos y uso del suelo, y son los siguientes: **RCP 2.6** o mitigación exigente; **RCP 4.5** y **RCP 6.0** o escenarios de estabilización intermedia; y **RCP 8.5** o emisiones de GEI muy altas. El número que sigue al acrónimo RCP identifica el valor aproximado de forzamiento radiativo (en W/m²) que se espera alcanzar en el año 2100. Por su parte, el término de trayectoria alude a que no se trata de escenarios definitivos, sino conjuntos coherentes de proyecciones de forzamiento que podrían realizarse con más de un escenario socioeconómico.

Otro tipo de escenarios son las **Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP)**, por sus siglas en inglés), que se han desarrollado en el contexto del **AR6** del IPCC para **completar los RCP con diferentes retos socioeconómicos** para la adaptación y la mitigación. Estas SSP describen cinco futuros socioeconómicos alternativos y comprenden el desarrollo sostenible (**SSP1**), un desarrollo intermedio (**SSP2**), la rivalidad regional (**SSP3**), la desigualdad (**SSP4**) y el desarrollo con combustibles fósiles (**SSP5**).

Los SSP se han desarrollado como complemento de los RCP y ambos tipos de escenarios se pueden estudiar de forma integrada: los diferentes niveles de emisiones y de cambio climático representados por los RCP se pueden combinar con las distintas vías de desarrollo socioeconómico (SSP). Este marco integrador SSP-RCP se utiliza ahora de forma amplia en la bibliografía sobre los impactos del cambio climático. Los principales escenarios integrados analizados por el WG I del AR6 han sido SSP1-1.9, SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0 y SSP5-8.5 donde el primer número corresponde al escenario SSP y el segundo al RCP.

El calentamiento global se refiere al **cambio de la temperatura global en superficie en relación con una línea de base**, dependiendo de la aplicación. Los **niveles específicos de calentamiento global (warming levels)**, como **1,5 °C, 2 °C, 3 °C o 4 °C**, se definen como cambios en la temperatura global de la superficie **en relación con los años 1850-1900 como línea de base** (el primer período de observaciones fiables con suficiente cobertura geográfica). Se utilizan para evaluar y comunicar información sobre los cambios globales y regionales, vinculándolos a los escenarios. Permiten identificar patrones geográficos de cambio de diferentes variables climáticas a un determinado nivel de calentamiento global, que son comunes en todos los escenarios e independientes del momento en que se alcance el nivel de calentamiento global.

4.2.2 Identificación de los riesgos a analizar y desarrollo de cadenas de impacto



Figura 5. Esquema para la evaluación de riesgos: priorización y selección

El objetivo de esta segunda etapa es determinar cuáles son los **riesgos "clave"**, priorizando den-

tro del listado de riesgos identificado, y definir las principales **cadena de impactos**.

Dado que ninguna evaluación permite abarcar todos los posibles riesgos, es necesario identificar, y en su caso priorizar, aquellos que supongan una mayor relevancia para el sector o área a analizar. En este sentido, tanto la experiencia como la información disponible sobre los posibles impactos y riesgos climáticos constituyen un buen punto de partida.

Para cada riesgo seleccionado deben analizarse todos los componentes que condicionan su aparición –tanto los peligros climáticos como los factores de exposición y vulnerabilidad–.

La identificación de cadenas de impacto (Apartado 4.4.2) puede ayudar a dar prioridad a los impactos desencadenantes y tener en cuenta, asimismo, los impactos que puedan aparecer de manera secundaria. Es interesante llevar a

Cuadro 6. Árboles de problemas o mapas de sistemas

Los llamados árboles de problemas o mapas de sistemas representan una técnica de trabajo útil, dado que permiten reflejar, de manera sintética y gráfica, las **relaciones entre los factores estresores o drivers**, tanto los climáticos como los no climáticos, y que condicionan un determinado riesgo, y **los impactos intermedios y derivados** de la interacción de dichos factores. Esto

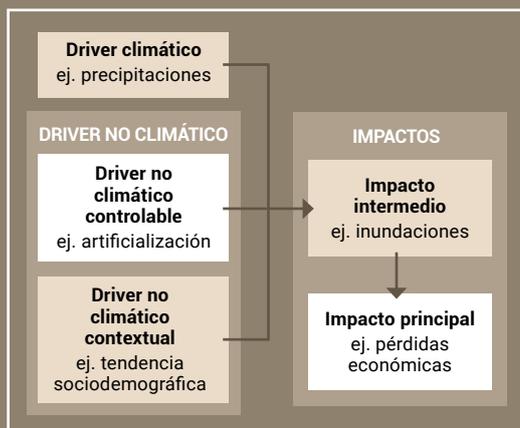


Figura 6 Esquema general de árbol de problemas. Fuente: Estrategia de Cambio Climático del País Vasco, KLIMA 2050 (2015)

sirve de base también para identificar **aspectos que puedan ser medidos y monitorizados** en el tiempo a través de **indicadores de impacto o de adaptación**, así como llevar a cabo una primera aproximación sobre los **tipos de medidas** que pueden ser acometidas para evitar o minimizar dichos impactos.

En el **Anexo V** de la Estrategia de Cambio Climático del País Vasco, KLIMA 2050 (Gobierno Vasco, 2015) puede consultarse una serie de árboles de problemas elaborados para distintos sectores del País Vasco en el marco de esta estrategia.

cabo el desarrollo de las cadenas de impacto con un enfoque participativo.

4.2.3 Recopilación de información sobre el clima, los peligros, la exposición y la vulnerabilidad para los riesgos especificados

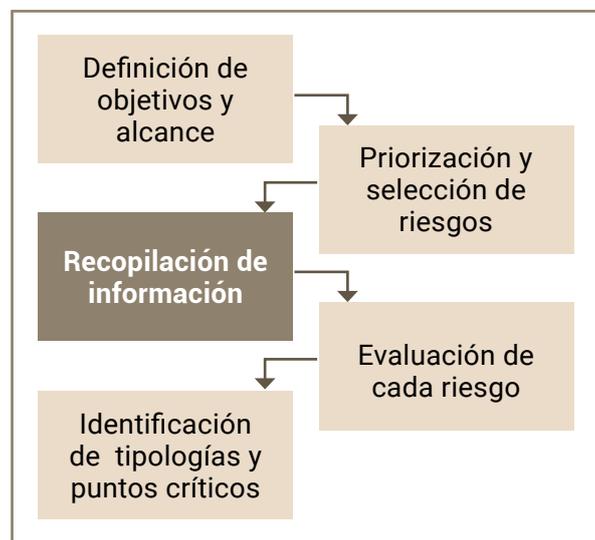


Figura 7. Esquema para la evaluación de riesgos: recopilación de información

El objetivo de esta etapa es **profundizar en el conocimiento de los impactos y riesgos del clima y de las componentes del riesgo** identificados en las etapas anteriores: amenazas o peligros climáticos, factores de exposición y factores de vulnerabilidad.

En este sentido es preciso disponer de información, lo más actualizada posible, acerca de los **impactos y riesgos** relacionados con el clima, tanto pasados como actuales, de

manera que se puedan identificar posibles tendencias en el tiempo. Desde la escala nacional la información proporcionada por el MITECO¹⁵ puede ser una primera buena referencia acerca de los impactos y riesgos actuales y futuros. A nivel regional también se encuentran referencias de interés, como por ejemplo las de País Vasco¹⁶, Cataluña¹⁷, Navarra¹⁸, Andalucía¹⁹ o Galicia²⁰.

Por otra parte, **conocer la situación climática actual y las proyecciones futuras** de variables relacionadas con el clima permite un mejor análisis de las amenazas climáticas en diferentes horizontes temporales (por ejemplo, la evolución de las temperaturas medias, la frecuencia de las olas de calor, los cambios en los patrones de precipitación, etc.).

En este sentido cobra especial importancia la información sobre proyecciones regionalizadas de cambio climático para España realizadas a partir de las proyecciones globales del Quinto Informe de Evaluación del IPCC, y que aparecen recogidas en el **Visor de Escenarios de Cambio Climático**²¹. **A su vez, algunas comunidades autónomas han elaborado específicamente estudios regionalizados para su ámbito de actuación, como son los casos de País Vasco**²², **Navarra**²³, **Cataluña**²⁴ o **Andalucía**²⁵.

La disponibilidad de simulaciones de riesgos futuros basados en modelos de impacto es igualmente útil e interesante, aunque a menudo se focalizan sobre impactos físicos

¹⁵ <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/plan-nacional-adaptacion-cambio-climatico/riesgos-adap-temas.aspx>

¹⁶ <https://www.euskadi.eus/gobierno-vasco/cambio-climatico/>

¹⁷ <https://canviclimatic.gencat.cat/es/canvi/consequencies/>

¹⁸ http://www.navarra.es/home_es/Temas/Medio+Ambiente/Cambio+climatico/

¹⁹ <https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/web/cambio-climatico>

²⁰ <https://cambioclimatico.xunta.gal/emisiones-dos-gases-de-efecto-invernadoiro-en-galicia>

²¹ <https://escenarios.adaptecca.es/info>

²² <https://www.euskadi.eus/documentacion/2017/klimatek-elaboracion-de-escenarios-de-cambio-climatico-de-alta-resolucion-para-el-pais-vasco/web01-a2ingkli/es/>

²³ https://lifenadapta.navarra.es/documents/2696321/9394429/DC.6.2_1+Variabilidad+climatica_2021.pdf

²⁴ <https://canviclimatic.gencat.cat/es/canvi/projeccions/>

²⁵ <https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/blog-informacion-ambiental/-/blogs/visor-de-escenarios-climaticos-regionalizados-para-andalucia>

(inundaciones fluviales y pluviales, sequía, etc.), fundamentalmente, dejando de lado otros factores más específicos y propios de un análisis de la vulnerabilidad. Es el planteamiento que se observa, por ejemplo, en la elaboración de los mapas de peligrosidad y riesgo de inundación²⁶.

Un **mejor conocimiento de la exposición y la vulnerabilidad** requiere considerar, además, aspectos sobre las condiciones socioeconómicas actuales tales como la pirámide poblacional, los niveles de renta, la calidad de las edificaciones, las estructuras de gobernanza, etc. De esta manera, se puede tener en cuenta el papel de la evolución de estos y otros condicionantes no climáticos —como los cambios del uso de suelo o en los patrones sociodemográficos— en el riesgo futuro. La evolución del riesgo no solo se debe asociar a cambios debidos a la variación de las amenazas climáticas (por ejemplo, las precipitaciones extremas), sino que también es importante considerar la evolución de la exposición y de la vulnerabilidad.

Es en esta fase cuando se deben **identificar posibles lagunas de información** o dificultades para acceder a ella. En ocasiones esta información existe, pero su acceso en ocasiones no es fácil y la difusión no siempre es la adecuada. En este sentido es importante que los organismos implicados en la generación y distribución de datos trabajen de manera coordinada y puedan así proporcionar a los distintos perfiles de usuarios la información que puedan requerir en cada caso.

En este paso de la secuencia es interesante también considerar si es procedente acudir a **información complementaria** que puede originarse **a partir de procesos participativos**, tal y como se ha mencionado anteriormente al des-

cribir las características del enfoque ascendente o “abajo-arriba”.

4.2.4 Evaluación para cada riesgo específico

El objetivo de esta etapa es realizar una **evalua-**

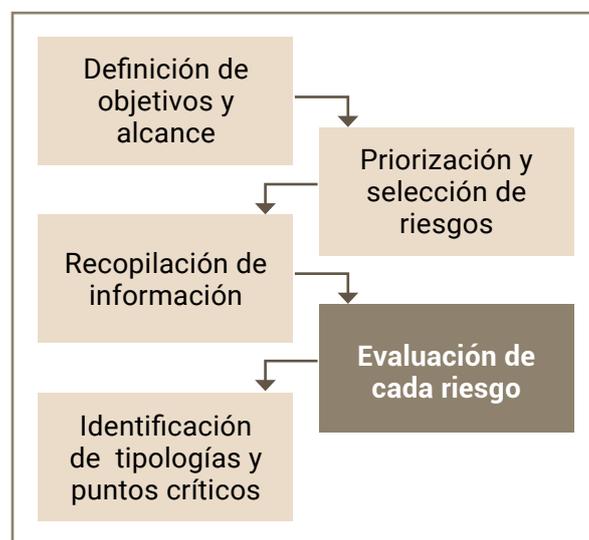


Figura 8. Esquema para la evaluación de riesgos: evaluación de cada riesgo

ción de cada riesgo específico. Es importante entender que el riesgo siempre se evalúa en función de los valores u objetivos acordados. Un riesgo puede expresarse mediante una escala cualitativa, como “bajo, medio, alto”, no existiendo una definición estándar de lo que significa un riesgo “alto”, por ejemplo.

Aunque existen diferentes enfoques para llevar a cabo una evaluación del riesgo —ver Apartado 4.3. relativo a aproximaciones metodológicas—, es conveniente insistir en que la metodología se concreta considerando las particularidades del elemento analizado o en función de unos valores u objetivos acordados. Por ello, esa **“fijación de valores” debe formar parte de la propia evaluación del riesgo y debe ser acordada** por las partes interesadas.

²⁶ <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/mapa-peligrosidad-riesgo-inundacion/>

Ejemplos de asignación de niveles de riesgo

Desde la Comisión Interministerial para la aplicación efectiva del *Plan Nacional de Actuaciones Preventivas de los efectos del exceso de temperaturas sobre la salud*, por ejemplo, asignan niveles de riesgo en función de i) las temperaturas umbrales máximas y mínimas establecidas para cada provincia (las máximas oscilan entre los 26 °C de A Coruña y los 40 °C de Córdoba, Málaga o Sevilla); ii) las temperaturas máximas y mínimas esperadas en el día y predicción a cinco días; y iii) la persistencia de la superación de las temperaturas umbrales.

Nivel de riesgo	Denominación	N.º días en que las Tª máxima y mínima previstas rebasan simultáneamente los umbrales	Índice
0	Ausencia de riesgo	0	"0"
1	Bajo riesgo	1-2	"1" y "2"
2	Riesgo medio	3-4	"3" y "4"
3	Alto riesgo	5	"5"

Tabla 2. Niveles de riesgo establecidos en el *Plan Nacional de Actuaciones Preventivas de los efectos del exceso de temperaturas sobre la salud de 2022*. Fuente: Adaptada de Ministerio de Sanidad

Otro ejemplo es el del servicio *Meteoalerta*, enmarcado dentro del *Plan Nacional de Predicción y Vigilancia de Fenómenos Meteorológicos Adversos*, cuyo fin es proporcionar la mejor y más actualizada información posible sobre diferentes tipos de fenómenos adversos (lluvias, nevadas, vientos, tormentas, fenómenos costeros, olas de calor, etc.) que se prevean a corto plazo. La información es ofrecida según cuatro niveles básicos, definidos según el posible alcance de determinados umbrales, establecidos con criterios climatológicos, y relacionados con la frecuencia y la magnitud del impacto. Así, el nivel verde representa que no existe ningún riesgo meteorológico; el nivel amarillo indica que no existe riesgo meteorológico para la población, en general, aunque sí para alguna actividad concreta; el nivel naranja significa que existe un riesgo meteorológico importante, asociado a fenómenos meteorológicos no habituales y posibles impactos en actividades usuales; y el nivel rojo informa que el riesgo meteorológico es extremo, relacionado con fenómenos meteorológicos no habituales, de intensidad excepcional y con unos posibles impactos muy altos para la población.

Esta es una de las razones por las que los objetivos alcanzados en adaptación al cambio climático, en términos de reducción del riesgo, son difíciles de cuantificar.

A menudo, un riesgo se expresa en una **escala cualitativa**, que puede ir, por ejemplo, desde muy bajo hasta muy alto. Sin embargo, para el establecimiento de estos umbrales, que definen rangos, no existe una explicación única sobre lo

que significa "riesgo muy alto", dado que depende, por ejemplo, del ámbito de estudio analizado (una determinada región, sector, etc.) o de la estimación de los posibles daños que pueda ocasionar: económicos, en vidas humanas, pérdida de biodiversidad, pérdida de patrimonio cultural intangible, etc.

En línea con las aproximaciones para la evaluación del riesgo definidas en el marco conceptual

(Apartado 2.2) la evaluación de riesgos específicos se puede abordar desde **dos enfoques**:

Enfoque basado en indicadores

En los enfoques **basados en datos**, es habitual evaluar el riesgo con el uso de indicadores. Se pueden establecer a su vez **indicadores para caracterizar las componentes individuales del riesgo** (amenaza, exposición y vulnerabilidad) e **indicadores compuestos** que utilicen de forma agregada estos indicadores individuales. En este proceso de construcción de indicadores individuales y de agregación **hay que tomar decisiones subjetivas y consensuadas** sobre cómo transformar los datos en información, sobre los rangos de las escalas a utilizar y sobre el peso de las diferentes variables. Su agregación, considerando los pesos o importancia relativa que puedan tener cada uno de ellos, da lugar a unos nuevos índices compuestos.

Este enfoque resulta de utilidad cuando se analiza el riesgo considerando **numerosas unidades territoriales**, como es el caso de los barrios en una ciudad, por ejemplo. Se trata de un enfoque muy empleado, aunque la disponibilidad de datos adecuados para la escala de trabajo o la consideración de ciertos pasos en la transformación, ponderación y agregación de dichos datos, entre otros aspectos, pueden tener incidencia en los resultados obtenidos. En la Figura 15 del Apartado 4.4.3, relativo a índices de riesgo absolutos y relativos, se pueden identificar las unidades territoriales contempladas para el municipio de Málaga (barrios de la zona urbana), sobre los que se llevó a cabo la evaluación del riesgo enmarcada dentro del Plan de Clima 2050 de la ciudad de Málaga²⁷ (ALICIA, 2019).

Enfoque participativo

Los enfoques de riesgo ascendentes suelen tener más en cuenta los procesos participativos. La evaluación en este tipo de enfoques puede seguir igualmente la orientación marcada desde el IPCC y la lógica de las cadenas de impacto, evaluando por separado las componentes de peligro, exposición y vulnerabilidad.

El procedimiento de evaluación final puede basarse en el consenso o en un sistema de votación. A menudo, la discusión sobre la importancia de elementos individuales y vulnerabilidades específicas en un enfoque basado en el consenso abre el debate hacia las opciones de adaptación.

En estos enfoques, a partir de la información disponible se pretende llegar a un mejor conocimiento y a un mayor acuerdo sobre la vulnerabilidad y riesgo de los sistemas, de manera que sirvan para orientar pautas de adaptación. Este es el caso del proyecto *Egoki*²⁸, en el que se ha diseñado una metodología que ha permitido realizar un análisis participativo de vulnerabilidad y riesgo y consensuar medidas orientadas a la mejora de la capacidad adaptativa de municipios vascos y navarros. Sobre el marco conceptual de riesgo del IPCC, se ha trazado un guion estructurado y adaptado a la realidad de algunos municipios. En la Figura 9 se muestra un ejemplo del guion seguido para promover la reflexión compartida sobre la vulnerabilidad y riesgo de los municipios de estas dos regiones (ver figura 9).

En ambos enfoques, es conveniente que en la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo se incluya la situación de los factores que lo condicionan en el momento actual, así como una

²⁷ <https://www.omau-malaga.com/agendaurbana/pagina.asp?cod=61>

²⁸ https://www.navarra.es/NR/rdonlyres/FF823703-3708-42CE-86F3-879AF80D0ACD/451701/EGOKI2_MemoriaFinal_Participacion_parapublicar.pdf

¿CÓMO NOS ESTÁ AFECTANDO EL CAMBIO CLIMÁTICO?			
Amenaza	Exposición	Sensibilidad	Capacidad Adaptativa
INCREMENTO DE TEMPERATURAS Y DE OLAS DE CALOR	¿De qué forma crees que está afectando el incremento de temperaturas y olas de calor al municipio?	¿Hay personas especialmente vulnerables? (población envejecida, niños y niñas, etc...) ¿Hay zonas concretas en las cuales la falta de arbolado o de espacios verdes acentúe el efecto de las elevadas temperaturas?	¿Hay suficientes espacios de sombra? ¿Fuentes de agua potable? ¿Los parques donde juegan los/as niños están protegidos?
INCREMENTO DE EPISODIOS DE LLUVIAS TORRENCIALES	¿De qué forma crees que está afectando el incremento de lluvias torrenciales al municipio?	¿Hay personas especialmente vulnerables? ¿Hay viviendas en esas zonas? ¿Las personas que viven en esas zonas son más vulnerables? ¿Hay actividades económicas que pueden verse afectadas?	¿Existen sistemas de alerta ante la amenaza de crecida del río? ¿Se ha llevado a cabo alguna intervención para reducir el impacto de las inundaciones?
INCREMENTO DE PERIODOS DE SEQUÍA	¿De qué forma crees que está afectando el incremento de periodos de sequía al municipio?	¿Hay restricciones para el consumo de agua potable? ¿El sector agrario se ve afectado por la falta de agua? ¿Y la fauna y la flora del municipio?	¿Está preparado el municipio para afrontar periodos de sequía?

Figura 9. Cuestiones planteadas en sesión participativa para la evaluación del riesgo en municipios vascos y navarros, con un enfoque ascendente. Fuente: proyecto Egoki (Red NELS, 2019)

posible evolución de estos factores a lo largo del tiempo, seleccionando para ello algunos horizontes temporales futuros a medio y largo plazo.

El resultado esperado de este análisis es:

- Una **descripción narrativa** de cada riesgo específico, que incluya los **procesos y factores** que conducen a este riesgo, una descripción de la **situación pasada y actual**, una perspectiva sobre la **posible evolución futura** de cada uno de los componentes del riesgo y del riesgo específico.
- Una **evaluación específica** para cada riesgo (por ejemplo, bajo, medio, alto) **para cada periodo de tiempo** seleccionado (por ejemplo, situación actual, mediados de siglo, finales de siglo). Los resultados también podrían ilustrarse como mapas de riesgo.
- Una **descripción de las incertidumbres** de la evaluación y del **nivel de confianza** de los resultados.

4.2.5 Identificación riesgos generales y puntos críticos de riesgo

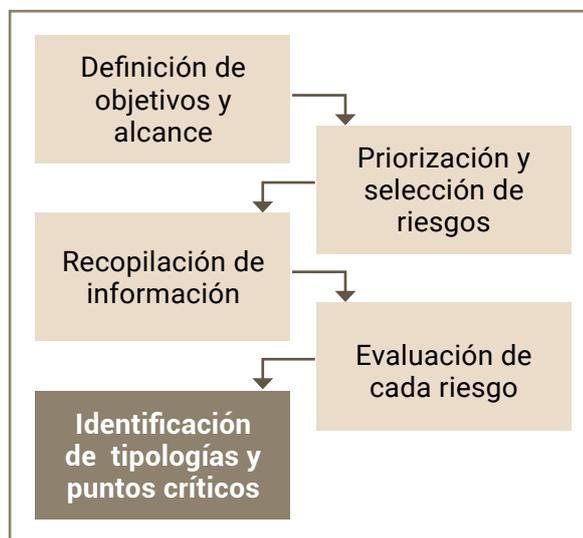


Figura 10. Esquema para la evaluación de riesgos: identificación de tipologías y puntos críticos

El último paso tiene por objetivo analizar las **interacciones entre riesgos individuales** —en ámbitos de estudio afectados por más de un riesgo— para identificar los puntos críticos

que pueden suponer una alta demanda de adaptación.

El resultado de la evaluación de los riesgos debe servir para **identificar puntos críticos**, sobre el territorio o en sectores, en los que actuar de manera prioritaria, y que muy frecuentemente se expresan por medio de una cartografía de riesgos específicos o de riesgos integrados. No obstante, lo normal es que existan interacciones entre los posibles riesgos y que de alguna manera haya que explicitar. En esta búsqueda de interacciones se pueden identificar:

Los riesgos compuestos y emergentes

Algunas de estas interacciones son analizadas desde el propio IPCC, como los riesgos compuestos que surgen de la **combinación de múltiples estresores** como la interacción entre varios peligros climáticos y no pueden entenderse como una simple adición de efectos de forma

independiente, requieren enfoques sistémicos para comprender el riesgo.

Los riesgos agregados

Estas interacciones también se pueden expresar como riesgos agregados, cuando **se produce un efecto acumulativo que aumenta el riesgo global** proveniente de otros riesgos específicos. Así, por ejemplo, zonas que presentan riesgo alto de inundaciones, por estar próximas a cauces fluviales, pueden también mostrar alto riesgo en episodios de temperaturas extremas si sus viviendas no cuentan con unas buenas condiciones de habitabilidad y las personas que las habitan son de edad avanzada.

Los riesgos en cascada

También se pueden generar riesgos en cascada si **un evento o tendencia desencadena otros riesgos**. Es lo que ocurre, por ejemplo, cuando se combinan

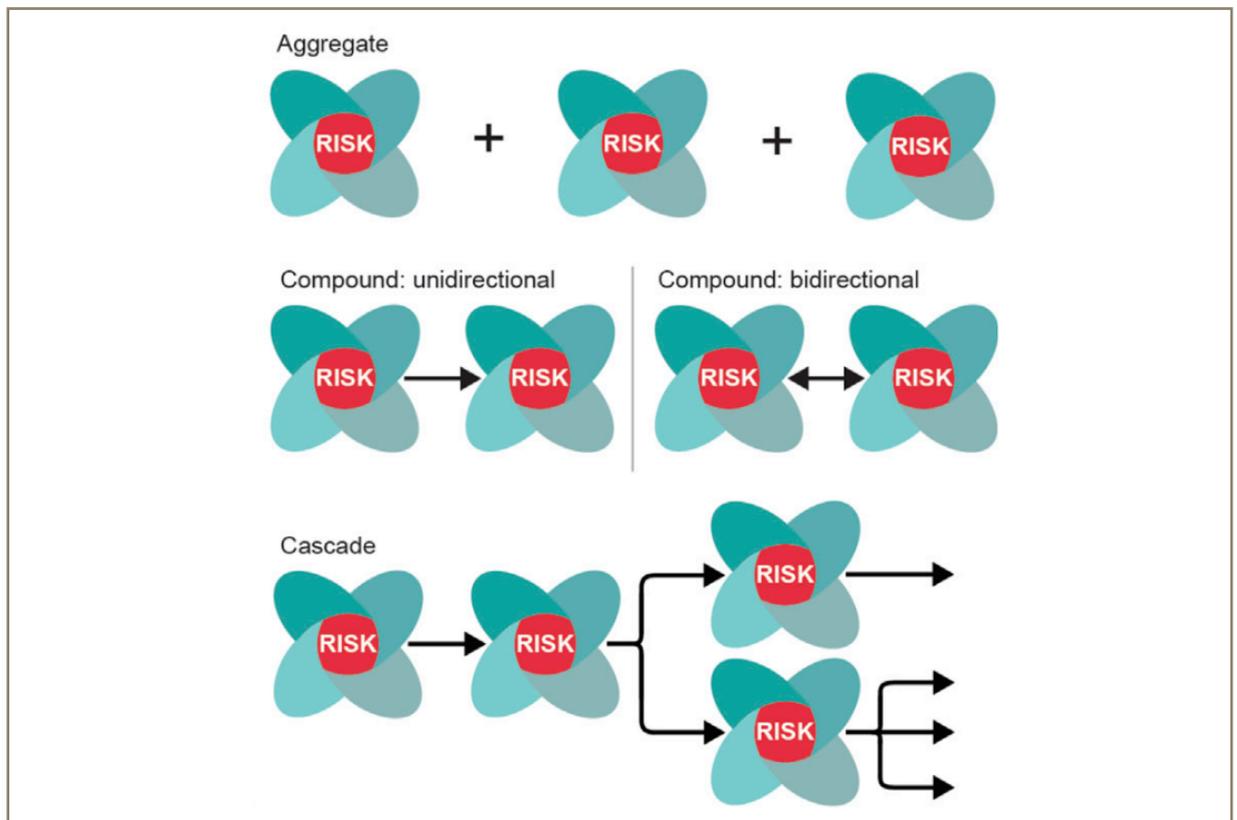


Figura 11. Riesgos agregados, compuestos y en cascada. Fuente: A framework for complex climate change risk assessment (2021)

temperaturas altas, humedad baja y velocidad de viento suficiente para originar un incendio forestal, que a su vez puede provocar cortes en infraestructuras de transporte, como trenes y carreteras, dificultando la huida o evacuación de las personas, o cortes en tendidos eléctricos, afectando al suministro de electricidad y a su disponibilidad para diferentes servicios públicos y privados.

La coincidencia de eventos extremos durante el verano del año 2022, en el que se produjeron varias olas de calor al mismo tiempo que la península Ibérica padecía uno de los años más secos, es otro ejemplo de riesgo compuesto. Este hecho ocasionó, a su vez, como riesgo en cascada, un aumento muy significativo del riesgo de incendios, que acabaría concretándose en la quema de alrededor de 300.000 hectáreas en un corto periodo de pocas semanas, lo que ha hecho que 2022 haya sido el peor de los últimos 15 años en materia de incendios forestales²⁹.

Es habitual también hablar de **riesgos multiamenaza** cuando se consideran **varias amenazas a la vez, normalmente relacionadas entre sí**, como ocurre, por ejemplo, con el riesgo de sequías meteorológicas provocado por el aumento de las temperaturas, el incremento de la evapotranspiración y el descenso de las precipitaciones.

Otro término usado frecuentemente es el de **riesgos multisectoriales**, que caracteriza de manera conjunta **el riesgo que afecta a dos o más sectores, a menudo con relación o dependencia entre ellos**. Este análisis puede ser realizado considerando una única amenaza climática o varias amenazas.

A diferencia de lo que ocurre con las evaluaciones basadas en cadenas de impacto, en las que por lo general se contempla una única amenaza y un único receptor por cadena de impacto, **las evaluaciones para riesgos multiamenaza o multisectoriales**, englobadas ambas dentro de los que se conoce como **multirriesgo**, se realizan **desde un enfoque más sistémico o integral**.

Iniciativas para la normalización de la evaluación de riesgos

Las etapas definidas en esta guía para la evaluación de los riesgos son similares a las propuestas por otras organizaciones, como la **Organización Internacional de Normalización, que a través de la norma ISO 31000:2018. Risk management – Guidelines** establece como principales fases la determinación del alcance, la identificación del riesgo, el análisis del riesgo y la identificación de medidas de adaptación (Figura 12). Con la determinación del alcance o *scoping* se pretende diseñar una evaluación de riesgos de manera que apoye la toma de decisiones y la planificación teniendo en cuenta los objetivos, metas y valores existentes, así como el marco político y de planificación vigente. Por su parte, la identificación del riesgo tiene como objetivo visibilizar los riesgos relevantes a partir de los conocimientos existentes y las aportaciones de personas expertas. En el análisis del riesgo se exploran y analizan, utilizando diferentes métodos, las componentes del riesgo (amenaza, exposición y vulnerabilidad) y sus interrelaciones, los posibles impactos en cascada resultantes y los niveles de riesgo para los sistemas humanos o ecológicos seleccionados. Finalmente, se deben identificar las acciones urgentes y las medidas encaminadas a la reducción del riesgo en función de unos niveles de tolerancia del riesgo que se hayan establecido previamente por las partes interesadas.

²⁹ <https://www.europapress.es/galicia/agro-00246/noticia-2022-peor-ultimos-15-anos-espana-293155-hectareas-arrasadas-fuego-copernicus-20220905143856.html>

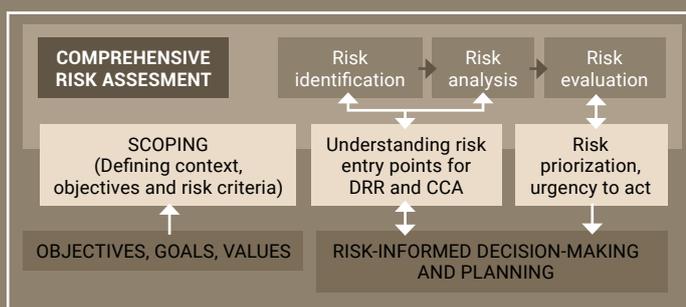


Figura 12. *Technical Guidance on Comprehensive Risk Assessment and Planning in the Context of Climate Change (UNDRR, 2022)*

Por otra parte, la norma *ISO 14091:2021 Adaptation to climate change – Guidelines on vulnerability, impacts and risk assessment* proporciona directrices para evaluar los riesgos relacionados con los impactos potenciales del cambio climático. Describe cómo entender la vulnerabilidad y cómo desarrollar e implementar una eva-

luación del riesgo robusta en el contexto del cambio climático, pudiéndose utilizar para evaluar los riesgos del cambio climático tanto presentes como futuros. La evaluación del riesgo proporciona una base para la planificación de la adaptación al cambio climático, la implementación, el seguimiento y la evaluación para cualquier organización, independientemente de su tamaño, tipo y naturaleza.

Esta norma establece en primer lugar qué aspectos se deben considerar para la preparación de una evaluación de riesgo: i) establecimiento del contexto; ii) identificación de objetivos y resultados esperados; iii) establecimiento de un equipo de proyecto; iv) determinación del alcance y la metodología; v) establecimiento del horizonte temporal; vi) recopilación de la información necesaria; vii) preparación de un plan de implementación; viii) la transparencia; y ix) el enfoque de participación. Asimismo, analiza los puntos que hay que tener en cuenta de cara a la implementación de una evaluación del riesgo del cambio climático: i) exploración de impactos y desarrollo de cadenas de impacto; ii) identificación de indicadores; iii) adquisición y gestión de datos; iv) agrupación de indicadores y componentes de riesgo; v) evaluación de la capacidad adaptativa; vi) interpretación y evaluación de los resultados; vii) análisis cruzado de interdependencias sectoriales; y viii) una revisión independiente. Finalmente, dedica también un apartado a la información y comunicación de los resultados de la evaluación del riesgo, como base para una planificación apropiada de la adaptación.

4.3 Aproximaciones metodológicas para la evaluación de los riesgos asociados al cambio climático

En este apartado se describen las aproximaciones metodológicas más extendidas para la evaluación de los riesgos asociados al cambio climático: la **cuantitativa**, **semi-cuantitativa**, **cualitativa** y, por último, la aproximación **híbrida**.

Estas modalidades difieren en:

- El **nivel de detalle** de la evaluación;

- la posibilidad de **localizar geográficamente** los resultados;
- la posibilidad de generar **información de detalle**;
- el uso o no de **indicadores** durante la evaluación.

4.3.1 Cuantitativa

Aspectos generales:

- Los modelos cuantitativos implican la aplicación de **modelos matemáticos** (climáticos, hidrodinámicos, ecológicos, etc.) más o menos complejos, pero que en general requieren un nivel de especialización medio-alto.

- Normalmente es necesario definir las amenazas con mucho mayor detalle (series históricas y proyecciones futuras), y disponer de suficientes **datos** sobre la distribución de las unidades ambientales a la escala espacial adecuada para determinar el grado de exposición.
- Este procedimiento es normalmente **espacialmente explícito** (cartografiable) y permite obtener resultados más objetivos, fiables y de mayor detalle.
- Los resultados numéricos de riesgo se obtienen mediante diferentes **modelos** que utilizan como entrada tanto datos de diferentes variables bio-físicas y/o socioeconómicas como de datos de proyecciones de cambio climático.

Medios necesarios

- Requieren información muy detallada para proporcionar datos al modelo matemático empleado.
- Requieren sistemas informáticos avanzados para la modelización.
- Requieren medios humanos cualificados para la modelización.

Resultados esperados

- Las evaluaciones cuantitativas del riesgo proporcionan las **estimaciones más precisas**.

Ventajas e inconvenientes

- La principal desventaja de estas evaluaciones es que **requieren un conocimiento detallado** de las variables que influyen en el sistema: tanto de las amenazas climáticas y su evolución (a través de las proyecciones climáticas) como de las variables que pueden ayudar a definir otras componentes del riesgo, como

Impactos del cambio climático y la adaptación en Europa según el informe PESETA IV

El Centro Común de Investigación de la Comisión Europea (JRC) ha elaborado el estudio PESETA IV sobre los impactos del cambio climático y la adaptación en Europa. Este estudio tiene como objetivo **comprender mejor los efectos del cambio climático en Europa, para una serie de sectores de impacto del cambio climático, y cómo estos efectos podrían evitarse con políticas de mitigación y adaptación.**

Metodológicamente, la aproximación de PESETA IV es cuantitativa. En este sentido, se han utilizado una serie de **modelos de impacto** que son **agrupados en modelos de impacto biofísico y modelos de impacto socioeconómico.**

Entre las categorías de impacto analizadas se encuentran las olas de calor y frío, tormentas, recursos hídricos, sequías, inundaciones fluviales, inundaciones costeras, incendios, pérdida de hábitats, ecosistemas forestales, agricultura, suministro de energía e integración económica. Para todos ellos, excepto incendios, pérdida de hábitats y ecosistemas forestales, se combinan un modelo de impacto biofísico y un modelo de impacto socioeconómico.

Los modelos empleados **permiten cuantificar de forma económica los impactos** del cambio climático **y los efectos que podrían tener diferentes políticas** en los costes económicos estimados.

la exposición o la vulnerabilidad (datos biofísicos y socioeconómicos de distinta naturaleza).

- Asociado al hecho de la cantidad de datos necesarios para alimentar estos sistemas, se encuentra otro gran inconveniente de este método: **la "falsa sensación" de certidumbre** que proporcionan. En este sentido, es importante tomar siempre en consideración y, sobre todo en el análisis de resultados, las incertidumbres y limitaciones asociadas a los propios modelos relacionadas en muchos casos con la falta de información completa. Esta falta de certidumbre puede deberse también a la **dificultad de captar los elementos intangibles** del riesgo.
- Una gran ventaja es el hecho de que existen diferentes áreas de trabajo —por ejemplo, en la gestión de riesgos costeros y gestión del riesgo de inundaciones—, en las que se han desarrollado este tipo de aproximaciones complejas y se han puesto los **resultados a disposición del público**, lo que puede facilitar determinados análisis de riesgo partiendo de este conocimiento.

Además de los datos de proyecciones climáticas se deben aportar datos relevantes para el sector/actividad/área de estudio, que deben alimentar a los modelos matemáticos asociados al análisis:

- Estudios de riesgo frente a inundaciones utilizando modelos hidrológicos, datos sobre ubicación de bienes inmuebles, datos de siniestralidad, etc.;
- Estudios de riesgos económicos con datos sobre daños a los activos o la interrupción de las actividades económicas;
- Estudios de riesgos por olas de calor, con datos de mortalidad y morbilidad por olas

de calor aportando, entre otros, datos sobre el número de personas afectadas, heridas o fallecidas;

- Estudios de riesgos frente al cambio climático en sectores como la agricultura incluyendo datos de pérdida de productividad, daños a infraestructuras, etc.

4.3.2 Semi-cuantitativa

Aspectos generales:

Las aproximaciones semi-cuantitativas permiten abordar aquellos **riesgos para los que no se dispone de modelos de impacto cuantitativos**, ya sea por falta de conocimientos sobre los posibles efectos de una amenaza sobre un elemento concreto, o por una cuestión de no disponibilidad suficiente de datos o recursos para realizar la evaluación.

Esta falta de conocimiento puede deberse también a la propia naturaleza del problema, que no permite un enfoque puramente cuantitativo debido a los parámetros intangibles de la vulnerabilidad.

- Las aproximaciones semi-cuantitativas se basan en una serie de **indicadores** para caracterizar las componentes del riesgo.
- Los indicadores se pueden crear a partir de fuentes de datos disponibles, pero también pueden generarse a partir de la experiencia de los evaluadores y grupos implicados en la evaluación.
- Las componentes del riesgo —la amenaza, la exposición y la vulnerabilidad— también se caracterizan a través de un conjunto de indicadores que, a continuación, se **normalizan** en una escala adimensional, entre 0 y 1 por ejemplo, y se **agregan** utilizando diferentes técnicas, como la agregación equiponderada, la agregación con pesos basados en juicios de expertos o la agregación derivada de

datos empíricos sobre la importancia de diversos factores en los impactos ocurridos en el pasado.

Medios necesarios

- Normalmente requiere disponer de **información cartográfica** de las amenazas o de los elementos analizados **a la escala adecuada**, por lo que puede ser necesaria la utilización de Sistemas de Información Geográfica (SIG).
- **La precisión requerida** para el análisis será **variable en función del nivel de detalle** que se quiera conseguir, siendo imprescindible en algunos casos la aplicación de modelos matemáticos (p.ej. modelos de inundación) para su definición.

Resultados esperados

- Los **resultados** serán espacialmente explícitos (**cartografiables**).
- La precisión de los resultados dependerá del **nivel de detalle elegido a priori**.

Ventajas e inconvenientes

- Esta aproximación permite combinar datos de fuentes y naturaleza muy heterogénea, donde no existen relaciones empíricas entre las variables que permitan su combinación mediante funciones aceptadas por un amplio consenso.
- Entre los inconvenientes de esta aproximación se encuentran los **posibles sesgos** introducidos en el análisis de riesgo al se-

ESPON CLIMATE Update 2022

El Observatorio en red de la ordenación del territorio europeo (ESPON) ha publicado recientemente el estudio *ESPON CLIMATE Update 2022*, que es una actualización del proyecto *ESPON CLIMATE* donde se analizan los riesgos asociados al cambio climático **a escala provincial para toda Europa**. La actualización del proyecto original se ha realizado respecto a los datos empleados, así como en cuanto al enfoque seguido, alineándose con la aproximación centrada en el riesgo del **AR5 y AR6** del IPCC, ya que el proyecto original se basaba en el AR4, con un marco conceptual del riesgo ya desfasado.

Desde un punto de vista metodológico, la aproximación de *ESPON CLIMATE Update 2022* es semi-cuantitativa. Se han empleado una serie de **indicadores** para caracterizar las componentes del riesgo (amenaza, exposición y vulnerabilidad) de las **cadena de impacto** analizadas.

Las cadenas de impacto consideradas son: estrés térmico sobre población; inundación costera sobre infraestructuras; inundación fluvial sobre población; inundación fluvial sobre infraestructuras; inundación pluvial en el sector cultural; incendios sobre el medio ambiente; y sequías sobre el sector primario.

Para cada una de las cadenas de impacto se han tenido en cuenta cuatro escenarios: escenario base que se corresponde con el periodo histórico 1981-2010, y que sirve de referencia; escenario de bajas emisiones para el periodo 2070-2100, que equivale al RCP 2.6; escenario de emisiones medias para el periodo 2070-2100, que equivale al RCP 4.5; y escenario de altas emisiones para el periodo 2070-2100, que equivale al RCP 8.5.

leccionar, escalar y agregar **los indicadores**. Por ello es importante la transparencia en cada una de las etapas del análisis y consensuar las decisiones con los diferentes agentes implicados.

- A menudo los resultados obtenidos se traducen a **categorías** —de muy bajo a muy alto—, lo que no permite una comparación de resultados entre distintos ámbitos de estudio. A pesar de esto son sistemas objetivos y replicables.

4.3.3 Cualitativa

Aspectos generales:

Cuando **los conocimientos sobre el riesgo a evaluar son limitados o la información disponible es escasa**, la aproximación cualitativa es una alternativa útil.

- Esta aproximación puede basarse en el criterio de un grupo de **personas expertas**,

pero también puede emplear técnicas de investigación cualitativa procedentes de las Ciencias Sociales, como **entrevistas** estructuradas, **grupos focales**, u otras técnicas.

- A menudo se emplean **matrices de riesgo** en donde se representa en un eje la **probabilidad de que ocurra un evento** y en el otro eje la **magnitud de las consecuencias**. Los valores utilizados en dicha matriz representan **clases ordinales**.
- Esta evaluación es la más **sencilla de aplicar**, y su principal ventaja es que **no requiere una definición precisa de las amenazas**, pudiendo establecerse a partir de las tendencias generales identificadas en el área de estudio.
- Por ello, es imprescindible diseñar e implementar las herramientas apropiadas para facilitar y fomentar dicha participación. Esta aproximación se puede aplicar en todas las fases del proceso.

El proyecto EGOKI-2 en País Vasco y Navarra

La Red Navarra de Entidades Locales hacia la Sostenibilidad (Red NELS) ha llevado a cabo el proyecto EGOKI-2, **Integración participada del cambio climático en planes y proyectos municipales, en el País Vasco y Navarra** que ha contado con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y la Oficina Española de Cambio Climático. El objetivo ha sido conducir a los municipios en el camino hacia su compromiso municipal por el clima y la energía sostenible que los llevará a perseverar y profundizar en la **aplicación de políticas locales de mitigación y adaptación** al cambio climático.

La aproximación metodológica seguida en EGOKI-2 ha sido cualitativa. Se ha basado en la **participación de los principales agentes implicados** mediante un **planteamiento común** que ha sido posteriormente **adaptado** a la realidad de **cada municipio**.

La metodología participativa se ha realizado a través de **tres fases**: fase de **motivación**; fase **formativa y participativa**; y fase de **devolución y retorno**. La fase formativa y participativa ha constituido el núcleo central del proyecto, dado que ha sido la fase en la que se ha abierto el espacio para el debate y la reflexión compartida. Se ha diseñado una metodología que ha permitido, a través de dos sesiones (sesión 1 y sesión 2), realizar un **análisis participado de vulnerabilidad y riesgo** y **consensuar medidas orientadas a la mejora de la capacidad adaptativa de los municipios**.

Medios necesarios

- **No se requiere de un nivel de especialización elevado** para la aplicación de esta metodología.
- Se requiere **cierta cualificación en la gestión de los grupos** de expertos y colectivos interesados.

Resultados esperados

- Los resultados **no son espacialmente explícitos**.
- La obtención de resultados robustos y fiables está **condicionada por el conocimiento de los expertos y grupos de interesados participantes** en el proceso.

Ventajas e inconvenientes

- La principal ventaja de esta aproximación es que permite un **enfoque más flexible** de la evaluación de riesgos cuando **los conocimientos y la disponibilidad de datos son limitados**. Adicionalmente permite recabar información cualitativa y **conocimiento local** que puede ser de gran relevancia en determinados contextos.
- Por otra parte, las principales desventajas de la aproximación cualitativa son la posible introducción de **subjetividad** en el análisis y la **imposibilidad de replicar los resultados**.

4.3.4 Híbrida

Aspectos generales:

La aproximación híbrida pretende **aprovechar las principales ventajas de algunas de las aproximaciones mencionadas anteriormente**. Un ejemplo de aproximación híbrida consiste en la combinación de la utilización de modelos matemáticos con el uso de indicadores, o la generación de algún indicador a partir de información obtenida a través de técnicas cualitativas.

Medios necesarios

La aproximación híbrida **implica un mayor esfuerzo** para ser aplicada, **en términos de conocimientos, información y recursos**, ya que deben aplicarse más de una aproximación para realizar una evaluación de riesgos.

Ventajas e inconvenientes

Una de las ventajas de la aproximación híbrida es que **permite superar algunas de las limitaciones de utilizar una única aproximación**. Por ejemplo, los modelos de impacto producen resultados cuantitativos de gran importancia, aunque a menudo no consideran aspectos de la vulnerabilidad que son de gran relevancia, como la edad de la población o el nivel de renta, que sí pueden ser abordados mediante un enfoque semicuantitativo basado en indicadores.

Su principal inconveniente es la **necesidad de recursos humanos cualificados** para la aplicación de la metodología cuantitativa. No obstante, puede ocurrir que la información cuantitativa provenga de grupos especializados que ponen a disposición del público estos análisis complejos como es el caso de los análisis de riesgos frente a inundaciones o riesgos costeros.

4.4 Consideraciones adicionales sobre el análisis de riesgo

4.4.1 Gestión de la incertidumbre

El concepto de incertidumbre

Dado que la incertidumbre, no exclusiva del cambio climático y la adaptación, tiene **múltiples acepciones**, en esta guía se adopta la definición propuesta por el IPCC en 2014. Para este órgano internacional se trata de un estado de conocimiento incompleto que puede ser resultado de la falta de información o conocimiento; la falta de acuerdo sobre lo que se conoce, o

a resultados incompletos o contradictorios. Las causas de la incertidumbre son variadas: imprecisiones en los datos, conceptos definidos de forma ambigua, proyecciones inciertas del comportamiento humano, etc. Por ello, la incertidumbre **puede representarse mediante medidas cuantitativas** (por ejemplo, una función de probabilidad) o mediante **declaraciones cualitativas** (por ejemplo, a juicio de expertos).

Otra manera de interpretar la incertidumbre es el **grado de confianza** que un responsable tiene sobre los posibles resultados de sus decisiones específicas o las probabilidades de estos resultados.

Las evaluaciones de los riesgos climáticos están sujetas a diversas fuentes de incertidumbre, que deben abordarse cuidadosamente. En el marco de estas evaluaciones, la incertidumbre puede considerarse **en términos de confianza y probabilidad**.

En el Sexto Informe de Evaluación del IPCC se valora la confianza y grado de probabilidad de las distintas afirmaciones que se realizan en los documentos que conforman la evaluación. La confianza expresa la validez de un resultado basada en el tipo, la cantidad, la calidad y la coherencia de la evidencia disponible y mediante el nivel de acuerdo que existe en la comunidad científica. La probabilidad indica cuantitativamente la posibilidad de que se produzca un resultado específico, destacan aquellos resultados que presentan un grado de probabilidad muy elevado (90 %) o de casi total certeza (99%).

En cualquier caso, es preferible un conocimiento imperfecto a un desconocimiento total. Las evaluaciones, aunque tengan limitaciones debidas a la incertidumbre, permiten reducir y acotar la propia incertidumbre.

Principales fuentes de incertidumbre

Un modelo de riesgo puede ofrecer un resultado aparentemente muy preciso como, por ejemplo,

que una inundación con un periodo de 100 años puede afectar a “x” viviendas de una ciudad. En realidad, **los modelos nos proporcionan estimaciones**, más o menos acertadas, en función de las características del modelo y de los datos de entrada. Esto no significa que no se pueda utilizar esa información que pueda tener ciertas limitaciones, sino que se deben conocer estas y la incertidumbre de los resultados, así como las implicaciones que puede haber al tomar decisiones basadas en la información disponible.

Con respecto a cuáles son las principales fuentes de incertidumbre en la planificación de la adaptación, cabe señalar que cualquier información relacionada con las condiciones futuras de los sistemas naturales y sociales tiene incertidumbres asociadas. Entre estas, la **AEMA (2017)** cita las siguientes:

- Errores de **medición** en los instrumentos de observación (por ejemplo, pluviómetros) o en el **tratamiento de los datos** (por ejemplo, estimación de la temperatura a partir de sensores remotos).
- Errores de **estimación de datos ausentes** en series incompletas.
- Errores por la **propia variabilidad interna** (atmosférica y oceánica) de los procesos naturales dentro del sistema climático o dentro de sistemas ambientales y sociales sensibles al clima.
- Limitaciones de los **modelos matemáticos utilizados**, tanto climáticos como para impactos, por lo que se aconseja considerar más de uno, para poder manejar así una **horquilla de posibles resultados**.
- La evolución de las **emisiones de GEI**, que dependen, a su vez, del desarrollo demográfico, económico y tecnológico, y de los acuerdos internacionales establecidos para mitigación.

- La evolución futura de **factores no climáticos** (socioeconómicos, demográficos, tecnológicos y medioambientales).
- Las futuras **prioridades de los tomadores de decisiones**, así como los **intereses y preferencias de la sociedad**.
- **Planificación de escenarios:** los escenarios presentan un conjunto de alternativas futuras diferentes y plausibles sobre las que es posible comparar los resultados de las decisiones políticas.
- **Gestión adaptativa:** los responsables de la toma de decisiones buscan estrategias flexibles que puedan modificarse a medida que aparezcan nuevos conocimientos a partir de la investigación, el aprendizaje y la experiencia.

La incorporación de la incertidumbre en la toma de decisiones

La adaptación al cambio climático supone un complejo reto metodológico, dado que requiere que se tomen decisiones con resultados a medio o largo plazo sobre la base de un conocimiento incompleto o con una información incierta sobre los cambios futuros.

La consideración de la incertidumbre, inherente a los propios datos, tanto actuales como futuros, es fundamental en la toma de decisiones al aportar información para una mejor comprensión. **Permite también adoptar decisiones y políticas más coherentes y sólidas**, puesto que reflejar la naturaleza y las características de la incertidumbre es fundamental para tomar decisiones mejor informadas.

No contemplar la incertidumbre puede conllevar una mayor probabilidad de **maladaptación**, aumentando así la probabilidad de que las medidas adoptadas no sean adecuadas o incluso aumenten el riesgo a la postre.

La gestión de la incertidumbre es una parte más de la gestión del riesgo, ya que la ausencia de información perfecta es una característica común en todos los ámbitos de la ciencia y la formulación de políticas. Los responsables en la toma de decisiones deben ser conscientes del grado de incertidumbre asociado a fuentes de datos específicas, pero este hecho, por supuesto, no debe impedir la toma de decisiones (AEMA 2017).

La incertidumbre en la planificación se ha considerado bajo diferentes enfoques:

- **Estrategias resilientes:** se identifica el abanico de posibles futuros alternativos a los que nos podemos enfrentar y, a continuación, se identifican estrategias robustas que funcionen bien bajo ese abanico de posibilidades.
- **Acciones que minimizan los costes de aplicación:** se opta por dar prioridad a aquellas acciones que minimicen sus costes de implantación. Entre estas se pueden citar a
 - i. **acciones de “bajo arrepentimiento”** (*low-regret*) o de bajo coste, cuando se obtienen beneficios incluso en ausencia de cambio climático y en las que los costes de la adaptación son bajos con respecto a los beneficios logrados;
 - ii. **acciones en la que todos ganan** (*win-win*), cuando se obtiene el resultado deseado en términos de minimizar los riesgos climáticos o de explotar las oportunidades, así como otros beneficios sociales, ambientales o económicos;
 - iii. **acciones reversibles, flexibles y con márgenes de seguridad**, cuando permiten realizar modificaciones a posteriori o añadir márgenes de seguridad adecuados a las posibles inversiones ante impactos climáticos futuros;

- iv. **acciones blandas**³⁰, cuando la disminución del riesgo se basa en opciones “no duras” (por ejemplo, una mejor coordinación interinstitucional); o
- v. **acciones aplazadas**, si se su implementación no reporta un beneficio a corto plazo o requiere de una decisión mejor informada.

Comunicación de la incertidumbre

La descripción y cuantificación de la incertidumbre puede ayudar a comprender los niveles de incertidumbre a los que nos enfrentamos. La información probabilística, basada en métodos y modelos estadísticos, puede ser una forma útil de explicar la probabilidad de posibles futuros, asociados a los datos climáticos observados y a las proyecciones climáticas futuras. No obstante, **puesto que la información probabilística no siempre está disponible, una descripción clara, de carácter cualitativo, también puede ayudar a disponer de una visión adecuada de lo que se puede esperar en el futuro y poder decidir en función de ella**, basándonos en enfoques como, por ejemplo, el uso de escenarios o de hojas de ruta.

El IPCC ha adoptado en sus informes el denominado “**lenguaje calibrado**” que trata **de medir la certidumbre** que los científicos tienen sobre el sistema climático, utilizando dos tipos de expresiones:

- **Confianza:** a cada resultado científico evaluado se le asigna un grado de confianza en cinco categorías, desde muy baja hasta muy alta. Esta confianza depende de cuánta evidencia existe y cuál es el grado de consenso científico sobre el resultado en cuestión.
- **Probabilidad:** para aquellos resultados con suficiente confianza y evidencia científica, se evalúa además la probabilidad asignando siete categorías desde “prácticamente seguro” (99- 100 %) hasta “extraordinariamente improbable” (0-1 %).

Como ya se ha comentado, **cuando no existe suficiente información probabilística** o se requiere un apoyo para las evaluaciones de impacto y vulnerabilidad del cambio climático, **se suele recurrir al uso de escenarios**. Los escenarios, que **no son ni predicciones ni pronósticos**, representan descripciones plausibles de cómo puede evolucionar el futuro considerando una serie de suposiciones sociales, económicas, tecnológicas, etc.

4.4.2 Cadenas de impacto y análisis integrado de riesgo

Las cadenas de impacto

Una manera muy común de conceptualizar los riesgos climáticos es a través de las llamadas cadenas de impacto, que son **relaciones causa-efecto que recogen los factores y procesos principales que conducen a un riesgo climático específico, asignándose estos factores a las componentes de amenaza, vulnerabilidad y exposición**. Las cadenas de impacto suelen desarrollarse de forma participativa junto con las partes interesadas y los expertos, de manera que ayudan a comprender, sintetizar y priorizar mejor los factores que caracterizan la relación entre una amenaza y el receptor del posible impacto que desencadena dicha amenaza. Las cadenas de impacto, además,

³⁰ Según el portal Climate-ADAPT, las opciones de adaptación pueden clasificarse en medidas grises, verdes y blandas. Las medidas grises, o medidas duras, se refieren a soluciones tecnológicas y de ingeniería para mejorar la adaptación del territorio, las infraestructuras y las personas. Las medidas verdes se basan en el enfoque ecosistémico (o basado en la naturaleza) y aprovechan los múltiples servicios que prestan los ecosistemas naturales para mejorar la resiliencia y la capacidad de adaptación. Las opciones blandas incluyen medidas políticas, legales, sociales, de gestión y financieras que pueden modificar el comportamiento humano y los estilos de gobernanza, contribuyendo a mejorar la capacidad de adaptación y a aumentar la concienciación sobre los problemas del cambio climático.

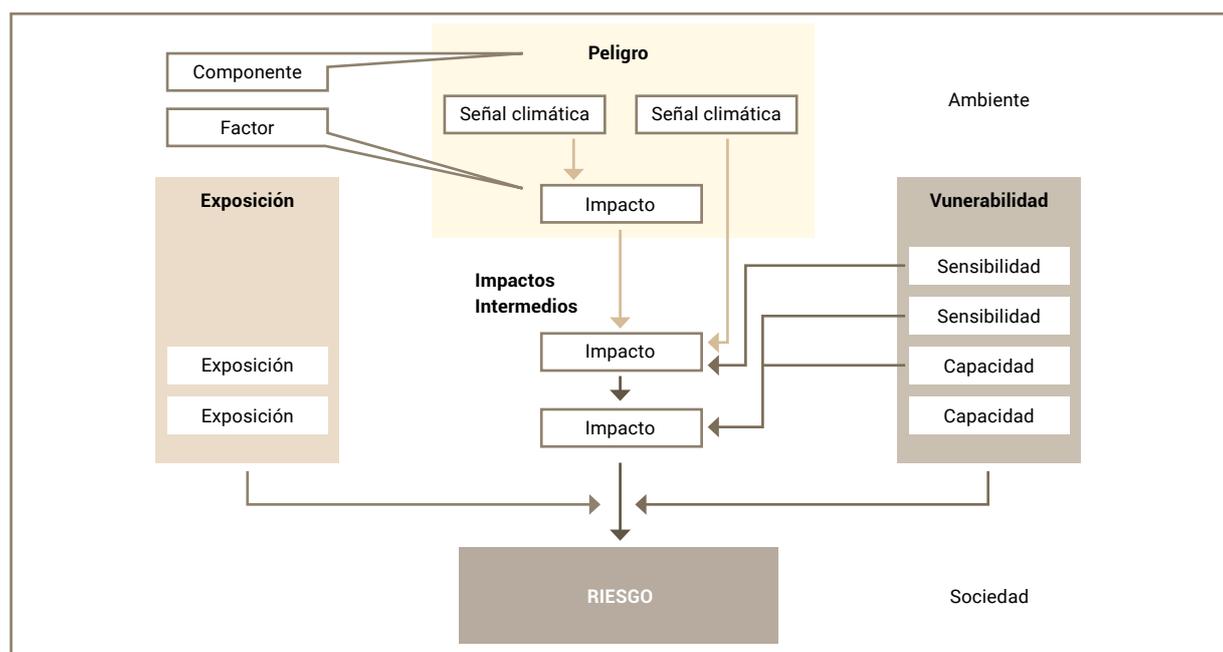


Figura 13. Fuente: Risk Supplement to the Vulnerability Sourcebook (GIZ, 2017)

pueden servir para fomentar el debate sobre las necesidades de adaptación desde una fase temprana y utilizarse como apoyo para la selección de los métodos de evaluación (ver Figura 13).

Esta manera sintética de abordar la problemática desde un punto de vista concreto posibilita la posterior consideración, de manera conjunta, de todos aquellos riesgos que o bien son consecuencia de una amenaza concreta para varios sectores, o bien son consecuencia de varias amenazas sobre un sector específico (ver Figura 14).

Los impactos más allá del ámbito de estudio

En la consideración de los impactos, **independientemente de que se trate de un enfoque territorial**, con unidades espaciales explícitas (distritos, barrios, municipios, provincias, regiones, unidades de paisaje...), que dependen tanto del objetivo de estudio como de la escala de trabajo, **o se trate de un enfoque sectorial**, es necesario **definir y acotar un ámbito de estudio**

diario sobre el que llevar a cabo la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo. Es lo que se suele conocer como la **muestra del análisis** y, en cierta medida, condiciona los resultados de dicha evaluación.

Sin embargo, **es importante analizar también las posibles relaciones que hay con otros sectores u otros territorios vecinos**. Limitar el alcance de la evaluación del riesgo a lo que ocurre en un ámbito geográfico determinado puede conducir a pasar por alto problemáticas que pueden condicionar los resultados de un análisis del riesgo, especialmente cuando se producen **impactos indirectos**.

Muchos de los impactos directos e indirectos debidos al cambio climático **son de carácter transfronterizo, con lo que se producen interdependencias** entre los territorios o los sectores (por ejemplo, energía, agua, residuos, migraciones...). Ello obliga a buscar mecanismos de adaptación basados en la **gobernanza y la coordinación multinivel**.

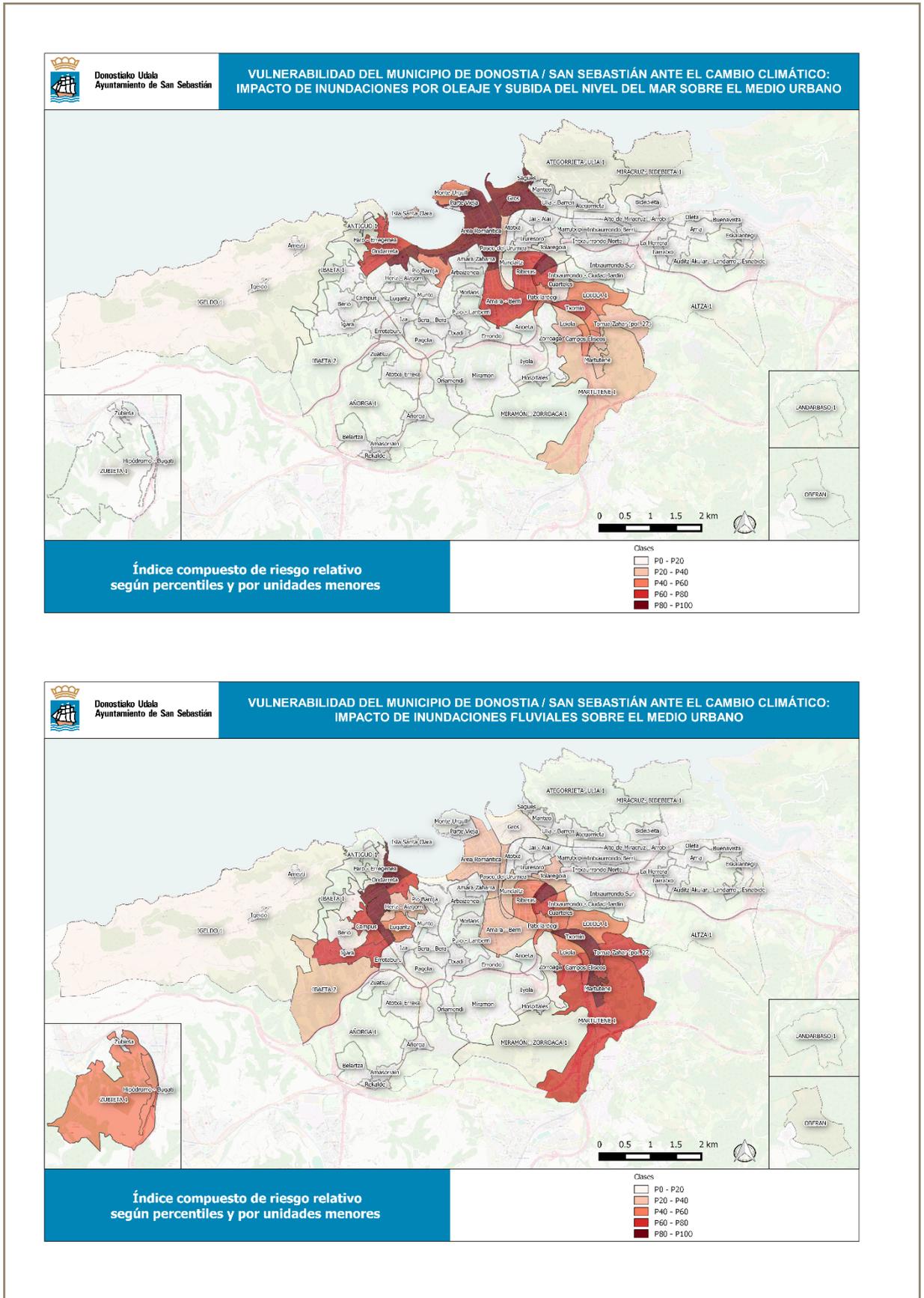


Figura 14.1 Tipos de cadenas de impacto analizadas en el municipio de Donostia/San Sebastián.
Fuente: Plan de Adaptación de Donostia/San Sebastián (2017)

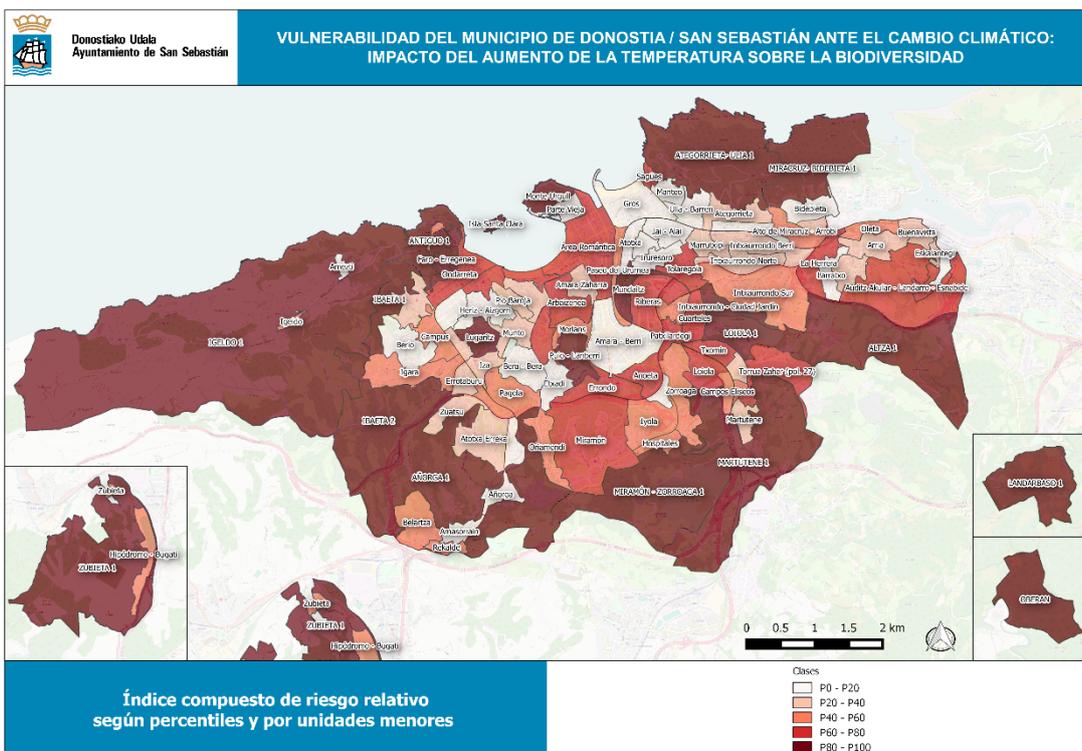
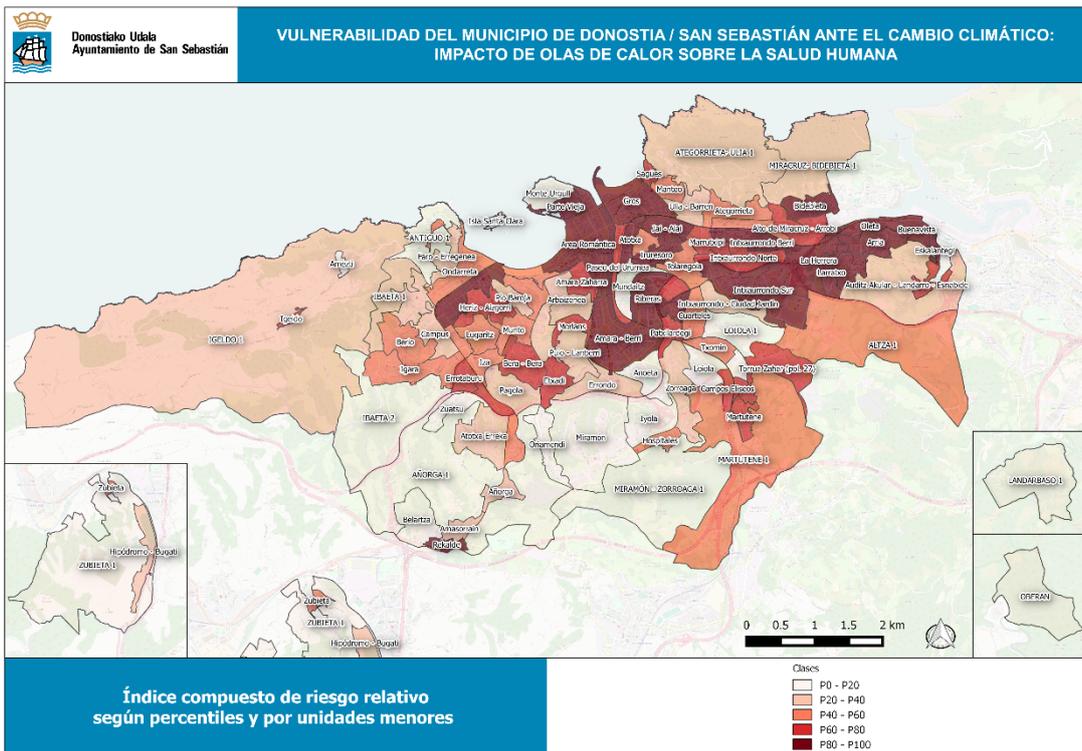


Figura 14.2 Tipos de cadenas de impacto analizadas en el municipio de Donostia/San Sebastián.
Fuente: Plan de Adaptación de Donostia/San Sebastián (2017)

4.4.3 Índices de riesgo absolutos y relativos

La evaluación de los riesgos climáticos conlleva la combinación y agregación de diferentes variables relacionadas con las componentes del riesgo. La expresión de los valores resultantes, tanto de las componentes individuales del riesgo como del propio riesgo, puede ser planteada en términos relativos o en términos absolutos.

La diferencia entre ambos enfoques estriba fundamentalmente en si la evaluación se restringe al ámbito de estudio analizado y la comparación de los valores del riesgo se realiza entre todos los posibles valores de la muestra, como así ocurre en la evaluación mediante **índices relativos**, o, por el contrario, los resultados se comparan con valores obtenidos fuera del ámbito de estudio, que es lo que ocurre con las evaluaciones basadas en **índices absolutos**.

Estas variables suelen corresponderse con indicadores definidos para cada una de las componentes del riesgo. Por ejemplo, la variable HWF (*Heat Wave Frequency*) es un indicador de duración de las olas de calor y proporciona una información útil en la evaluación del riesgo asociado al impacto que las temperaturas extremas puede ocasionar sobre la población humana.

Los indicadores de amenaza, exposición y vulnerabilidad suelen integrarse para obtener índices compuestos. En este proceso de integración es fundamental considerar aspectos sobre cómo adaptar las variables iniciales, cómo normalizarlas y cómo asignarles pesos. Sobre este último punto existen diferentes aproximaciones, que pueden ser desde ponderaciones asignadas por personas expertas hasta otras basadas en métodos estadísticos, más o menos complejos, en función de las relaciones internas que puedan presentar entre si los valores de las variables. El proceso de normalización y ponderación, además de a los in-

dicadores iniciales, se puede aplicar también en la integración de las componentes del riesgo.

En la mayoría de las evaluaciones, cuando se utilizan índices compuestos, **el enfoque más común es el de los índices relativos**, dado que la comparación de los resultados con otros de fuera de la muestra no resulta sencillo al no existir métricas consensuadas, entre las personas expertas, para las evaluaciones de la vulnerabilidad y el riesgo.

Una forma de abordar esta limitación en cuanto a las métricas, y pensando sobre todo en cómo los resultados de la evaluación pueden ayudar a analizar la evolución del riesgo a futuro, especialmente si se incorporan medidas de adaptación cuya efectividad hay que “medir” de algún modo, es la de **establecer líneas base del riesgo**, similares a las que se utilizan en los inventarios de GEI. De esta manera, aunque no se obtengan valores absolutos para el riesgo, sí se dispone de un factor de cambio de los resultados con respecto a un escenario de referencia anterior en el tiempo.

Desde un punto de vista práctico, **la evaluación basada en índices relativos permite identificar puntos críticos sobre los que priorizar acciones de adaptación**, sin valorar en qué medida esos puntos de mayor interés presentan valores menores o mayores a los de otros ámbitos externos.

Como ejemplo de índices relativos se puede citar a la evaluación del riesgo recogida en el Plan de Clima 2050 de la ciudad de Málaga (ALICIA, 2019) (ver Figura 15).

Desde la Oficina Catalana del Canvi Climàtic (OCCC) se ha definido un *Indicador Global de Adaptación a los Impactos del Cambio Climático en Catalunya*³¹, donde se establece un indicador global de adaptación, a partir de indicadores sectoriales, para hacer el segui-

³¹ https://canviclimatic.gencat.cat/web/.content/03_AMBITS/adaptacio/Indicador_global/IGA-2018_cast.pdf

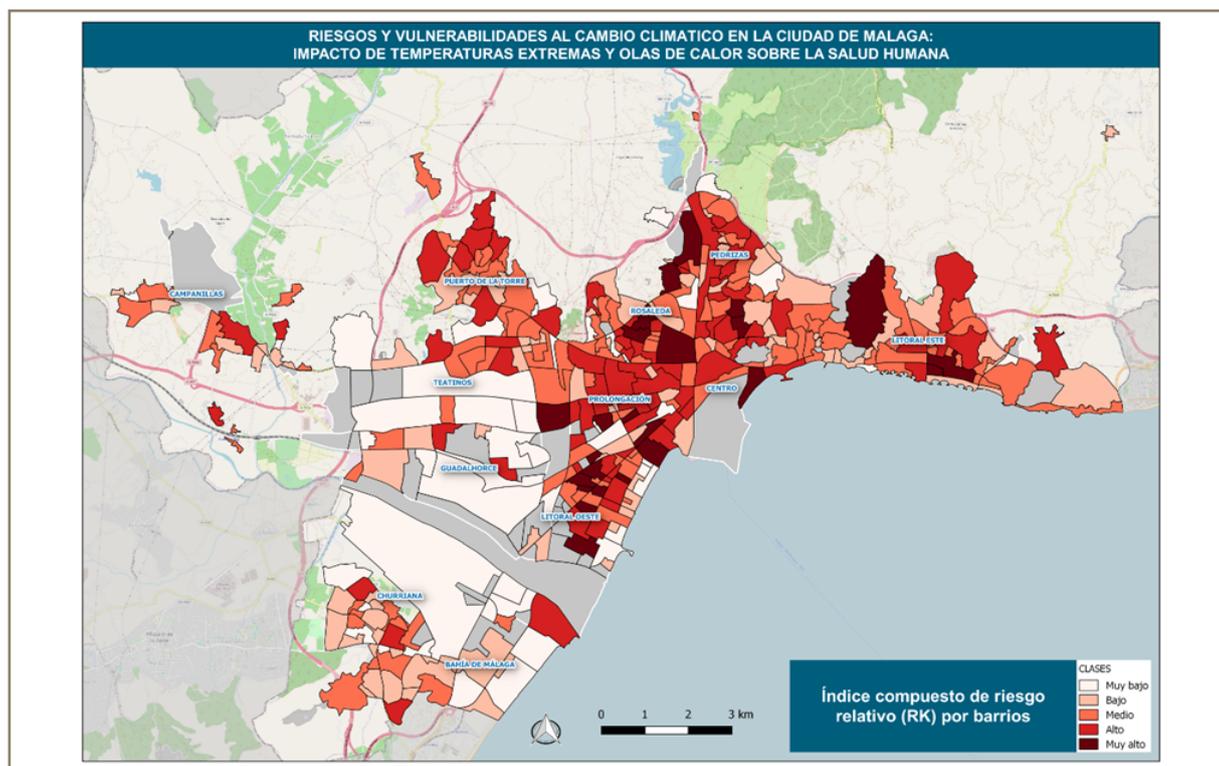


Figura 15. Ejemplo de índice de riesgo relativo para los barrios del municipio de Málaga. Fuente: ALICIA, Plan de Clima 2050 de la ciudad de Málaga (2019)

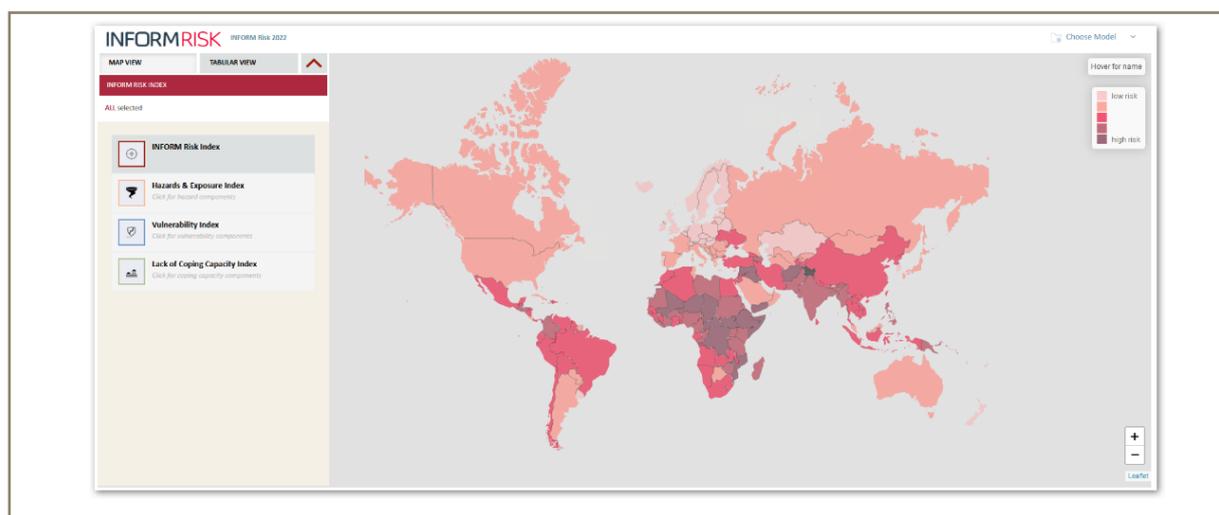


Figura 16. Fuente: INFORM RISK (2022)

miento de la evolución de la capacidad adaptativa de Catalunya frente a los impactos del cambio climático. Este indicador, cuya última publicación es de 2018, se expresa con respecto al año base o de referencia 2005.

Otro ejemplo (ver Figura 16) de índices absolutos es el índice compuesto proporcionado en el *INFORM Risk*³². Se trata de una evaluación de riesgo global y de código abierto para crisis y desastres humanitarios, pudiendo servir

³² <https://drmkc.jrc.ec.europa.eu/inform-index/INFORM-Risk>

de apoyo a las decisiones sobre prevención, preparación y respuesta.

4.4.4 Cálculo del impacto

El IPCC considera impactos a los efectos o consecuencias de los fenómenos meteorológicos y climáticos extremos y del cambio climático sobre los sistemas naturales y humanos. En general, los impactos se refieren a los efectos sobre las vidas, los medios de subsistencia, la salud, los ecosistemas, las economías, las sociedades, las culturas, los servicios y las infraestructuras debido a la **interacción de los cambios del clima o de los fenómenos climáticos** que se producen en un periodo de tiempo específico **y la vulnerabilidad de una sociedad o sistema expuesto.**

Los impactos del cambio climático en los sistemas geofísicos, incluyendo las inundaciones, las sequías o la subida del nivel del mar, entre otros, son un subconjunto de impactos que se denominan impactos físicos.

Por su parte, este mismo organismo, tal y como se expone en el Apartado 2.2 sobre el concepto de riesgo climático y sus componentes, define **el riesgo de los impactos del cambio climático como el potencial de consecuencias cuando está en juego algo de valor y cuando el resultado es incierto**, reconociendo la diversidad de valores. **De acuerdo con el AR6, el riesgo se aplica tanto a los impactos como a las respuestas al cambio climático.** El riesgo suele representarse como la probabilidad de que se produzcan sucesos o tendencias peligrosas multiplicada por los impactos si estos sucesos o tendencias se producen. El riesgo puede contemplarse también como el resultado de la interacción entre la amenaza, la exposición y la vulnerabilidad.

Así pues, **simplificándolo mucho y tratando de relacionar ambos términos, podría decirse que el riesgo es el potencial de impactos, sobre algo que tiene un valor determinado, considerando su incertidumbre.**

Dos conceptos asociados al impacto son la magnitud y la frecuencia del impacto. Así, por ejemplo, cuando se analiza el impacto de olas de calor sobre la población humana, la amenaza climática que provoca este impacto puede ser abordada considerando la intensidad de las olas de calor y la frecuencia con la que se presentan. En cualquiera de los casos, un aumento en el futuro de la intensidad o de la frecuencia en las olas de calor implicarían un incremento de esta amenaza climática, que a su vez redundaría en un aumento del riesgo. Otros aspectos que pueden caracterizar a los impactos son la duración, su persistencia o no en el tiempo, el momento en el que ocurren, la irreversibilidad de sus efectos, si se trata o no de un impacto que puede desencadenar otros impactos, etc.

A menudo se asimilan los resultados de simulaciones mediante modelos de impacto a resultados de evaluación del riesgo (ver Apartado 4.3.1 sobre aproximación metodológica cuantitativa para la evaluación del riesgo de los impactos del cambio climático). Es lo que ocurre, por ejemplo, con los resultados que se incluyen en los mapas de riesgo de inundación, enmarcados dentro de los Planes de Evaluación y Gestión del Riesgo de Inundaciones (PGRI), que se refieren fundamentalmente a exposición de personas y actividades económicas. Es por ello por lo que **las modelizaciones de impactos se suelen llevar a cabo considerando un subconjunto de toda la información que puede intervenir**, como parámetros de entrada, en una evaluación del riesgo, pero **en muchos casos no consideran otros factores**, sobre todo las variables relacionadas con la caracterización **de la vulnerabilidad.** Este aspecto se muestra en la Figura 17, donde las líneas discontinuas representan que dos modelos pueden considerar más o menos variables en función de sus características, pudiendo compartir o no alguna de estas variables. Y a partir de ambos modelos se puede calcular un impacto bajo condiciones diferentes. Por tanto, conceptualmente se po-

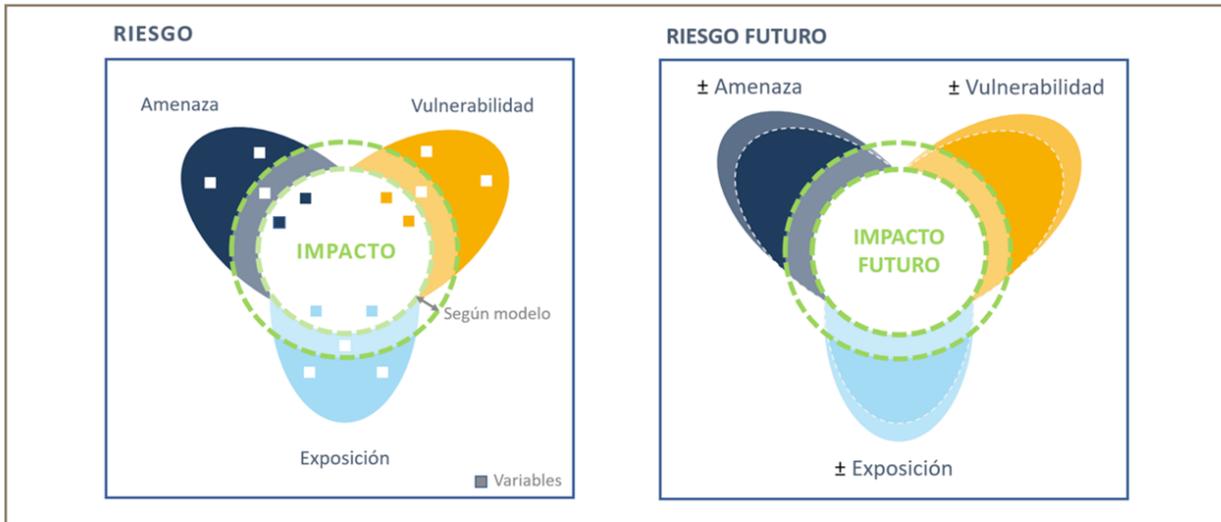


Figura 17. Relación entre el riesgo y el impacto (Tecnalia, 2022).

dría pensar que un determinado modelo de impactos, junto con otras variables no contempladas como variables de entrada de ese modelo, pueden caracterizar el riesgo. Este cálculo del impacto puede ser llevado a cabo bajo condiciones actuales (riesgo actual) o condiciones futuras (riesgo futuro), considerando que a futuro no solo pueden variar las condiciones climáticas (amenaza), sino también las relacionadas con la exposición y la vulnerabilidad.

Un ejemplo ilustrativo del papel que juega la caracterización del receptor en la evaluación del riesgo, muy relacionado con el concepto de vulnerabilidad, y más allá de considerar que un determinado receptor pueda estar expuesto o no, es el valor de las vidas humanas cuando se producen eventos extremos relacionados con el clima. Así, una forma de valorar el impacto sobre las personas es el “valor de una vida estadística” (*Value of Statistical Life*), que es el mismo para todas las personas. Por el contrario, el “valor de un año de vida” (*Value Of a Life Year, VOLY*) depende de la edad de la persona que puede sufrir el impacto y, únicamente desde el punto de vista de la monetización de los posibles daños, no necesariamente ético, la vida “vale” más cuanto más joven es la persona.

Además, hay que considerar que el riesgo no siempre se puede o se debe asimilar a valores de impacto cuantificables, en términos monetarios o de coste de vidas humanas, sino que las evaluaciones pueden tener en cuenta aspectos menos tangibles como, por ejemplo, los cambios que inducen a las personas a comportarse de manera diferente a si no hubiera una determinada amenaza climática o esta fuera menos relevante (*business/ life continuity*).

4.4.5 Análisis probabilístico vs. análisis determinista

Los impactos pasados no tienen por qué explicar necesariamente los impactos que pueden ocurrir en el futuro, porque incluso pueden no tener precedentes y ser superiores a cualquier impacto ya observado. **La evaluación probabilística del riesgo simula esos impactos futuros** que, basándose en pruebas científicas, es probable que ocurran. Por ello, estas evaluaciones de riesgos probabilísticos **resuelven el problema que plantean los límites de los datos históricos**, completando los registros históricos al reproducir la física de los fenómenos y recrear la intensidad de un gran número de sucesos sintéticos.

Por su parte, un **modelo determinista trata la probabilidad de un acontecimiento como algo**

finito. El enfoque determinista suele modelar escenarios, en los que se conocen los valores de entrada y se observa el resultado.

Hay también situaciones híbridas en las que se comparten aspectos de ambos tipos de modelos. Por ejemplo, la modelización probabilística, analizando múltiples escenarios con diferentes probabilidades de ocurrencia, puede utilizarse para generar escenarios como el **peor escenario posible**, donde los impactos posibles serían los máximos; **el mejor escenario posible**, cuando es posible asumir los impactos que ocasione; o los **escenarios más probables**.

De lo anterior se deduce que **el enfoque determinista no tiene en cuenta todo el abanico de resultados posibles y no cuantifica la probabilidad de cada uno de ellos**, pudiendo llegar a subestimar el riesgo potencial.

Se puede adoptar un enfoque probabilístico para determinar la probabilidad de una serie de eventos diferentes y un enfoque determinista para evaluar una medida de adaptación frente a un evento concreto.

Los enfoques probabilísticos, que contienen la idea de incertidumbre porque incorpora el concepto de aleatoriedad, aportan información de interés a los responsables de la toma de decisiones, permitiéndoles seleccionar las estrategias más apropiadas para los diferentes escenarios. No obstante, **la evaluación del riesgo de manera probabilística continúa siendo un reto hoy en día, sobre todo por el número de factores que hay que tener en cuenta y porque el riesgo no es algo estático, sino que depende de otros factores, tanto climáticos como no climáticos.**

En relación a los análisis probabilísticos cabe mencionar el **método de Montecarlo**. Este método permite analizar sistemas complejos que

a menudo no pueden estudiarse de forma analítica. Para ello se adopta la estrategia de definir las probabilidades de los elementos o sucesos que componen el sistema, y a continuación, se realizan un número elevado de simulaciones aleatorias para obtener como resultado una distribución de probabilidad del riesgo climático.

A diferencia de lo que ocurre con **los análisis de tipo determinista, que constituyen la mayoría de los que se suelen realizar**, son pocos los casos en España en los que se ha aplicado un enfoque probabilístico para la evaluación del riesgo relacionado con el cambio climático. Un ejemplo de ello es la caracterización probabilística, mediante la utilización de redes bayesianas, de los riesgos inducidos por las tormentas costeras en un espacio natural protegido de Cataluña, el delta del Tordera³³ (Sanuy, M., Jiménez, J.A., 2021). Los resultados obtenidos ofrecen información sobre las características de las tormentas que presentan mayor probabilidad de inducir determinados niveles de riesgo de inundación y erosión, así como la forma en que se espera que estos niveles varíen según determinados escenarios de retroceso de la línea de costa.

Otro ejemplo es la evaluación multisectorial de alta resolución de las consecuencias del cambio climático en las inundaciones costeras (Toimil, A. et al, 2017), cuya metodología fue aplicada en un estudio piloto en la costa de Asturias. Dicha metodología combina información climática de alta resolución espacio-temporal (bases de datos de reanálisis y proyecciones), datos locales de exposición que dan cuenta de los sectores más relevantes, funciones de vulnerabilidad específicas de cada lugar y valoración de las consecuencias del riesgo de inundación. Los resultados ofrecen una visión de las posibles consecuencias de la inacción para una serie

³³ <https://doi.org/10.5194/nhess-21-219-2021>

de escenarios futuros basados en cambios climáticos y socioeconómicos sobre los sectores más relevantes. Con el objetivo de priorizar las medidas de adaptación y un uso eficiente de los recursos, se propone una integración basada en la ponderación del valor en riesgo sectorial mediante la aplicación de técnicas bayesianas y el juicio de expertos.

5 Cuestiones transversales

Hasta ahora se han presentado los elementos básicos, más conocidos y extendidos que se deben tener en cuenta en los análisis de riesgos frente al cambio climático —conceptos básicos, proceso a seguir, ámbito de estudio, escala de trabajo, metodologías, horizontes temporales a analizar, etc.—.

No obstante, en este tipo de análisis es necesario atender otros puntos de vista. Se debe tener en cuenta, por ejemplo, que los impactos y los riesgos derivados del cambio climático no se distribuyen equitativamente entre la población, con importantes diferencias espaciales y sociales y, por tanto, es preciso considerar la **vulnerabilidad territorial y social**. Existen además numerosas evidencias sobre los efectos diferenciados del cambio climático en mujeres y hombres cuando se aplica la **perspectiva de género**. También es necesario considerar las diferentes **percepciones del riesgo** que determinan la actitud hacia el fenómeno del cambio climático y la acogida y funcionamiento de las medidas y políticas de adaptación seleccionadas. Además, como se ha apuntado en los primeros capítulos del documento, el diseño de una evaluación de riesgos asociados al cambio climático debería plantearse como un **proceso participativo** que tenga en cuenta a personas expertas y partes interesadas. Por último, se explica en este capítulo la importancia de la detección temprana de posibles conflictos, de reconocer aquellas situaciones que puedan suponer amenazas para la **paz, la seguridad y la cohesión social** con el fin de prevenirlas.

5.1 Vulnerabilidad territorial y social

Los riesgos derivados del cambio climático no se distribuyen de forma homogénea en el te-

ritorio, por lo que tanto los análisis de riesgos como las respuestas adaptativas deben integrar un **enfoque espacial que permita identificar los lugares** más vulnerables y adoptar medidas de adaptación específicas para ellos.

Por ello, el PNACC 2021-2030 indica que, siempre que la variabilidad geográfica y los datos disponibles lo permitan, los análisis de riesgos elaborados en el marco del Plan deben incorporar un análisis desde una perspectiva espacial que permita identificar los enclaves sujetos a mayores niveles de riesgo (por ejemplo, aquellos especialmente expuestos a un riesgo debido a sus rasgos físicos o muy dependientes de un sector económico particularmente vulnerable o aquellos con poblaciones en declive).

Los impactos y los riesgos derivados del cambio climático también afectan de manera desigual a distintos grupos humanos debido, entre otros motivos, a su diferente vulnerabilidad. Unas diferencias que pueden estar relacionadas, entre otras, con variables sociodemográficas, como la edad, el sexo, el nivel educativo o el nivel de ingresos, la dinámica poblacional (en crecimiento o en declive) o las condiciones laborales, que limitan la capacidad de respuesta ante los impactos. Consecuentemente, el PNACC 2021-2030 destaca la importancia de **identificar los grupos vulnerables** y su localización para facilitar que las acciones orientadas a la reducción de la vulnerabilidad puedan establecer acciones específicas para estos grupos y desarrollar respuestas adaptativas socialmente justas. Estas diferencias de carácter social deben ser identificadas en los estudios de vulnerabilidad y consideradas en la definición de medidas de adaptación.

La vulnerabilidad territorial y social está muy ligada al concepto de **justicia climática**, que

considera el cambio climático no solo como una cuestión medioambiental, sino también una cuestión política y ética, donde se reconoce que las personas más vulnerables de la sociedad son a menudo quienes sufren en mayor medida las consecuencias del cambio climático, a pesar de que son precisamente estos grupos los que menos responsabilidad tienen en el aumento de las emisiones que han generado la crisis climática.

5.2 Percepción social del riesgo

La percepción social acerca de los riesgos que se derivan del cambio climático constituye un elemento que contribuye a definir el riesgo real que afecta a una comunidad.

En términos generales, es posible afirmar que **una sociedad poco consciente de los riesgos se encuentra, habitualmente, menos dispuesta a hacerlos frente**. Por un lado, la falta de conciencia del riesgo obstaculiza la adopción de medidas de autoprotección por parte de quienes se encuentran bajo una amenaza. Pero también constituye una barrera a la demanda de políticas públicas y medidas de adaptación más ambiciosas, y al respaldo y a la colaboración en su desarrollo.

A la hora de analizar la percepción social de los riesgos es importante tener en cuenta que los mecanismos intuitivos que utilizamos para valorar los riesgos pueden ser sustancialmente diferentes de los métodos comúnmente utilizados en el ámbito técnico-científico, por lo que será frecuente que existan diferencias entre ambas valoraciones, incluso cuando exista información disponible de carácter científico.

En todo caso, la percepción social de los riesgos asociados al cambio climático constituye un rasgo que puede ser importante para valorar el nivel de vulnerabilidad de una comunidad o un sector.

Los métodos para reconocer los rasgos clave de esta percepción del riesgo incluyen técnicas de investigación social de carácter cuantitativo (aproximación habitual en las demoscopías) o cualitativas (por ejemplo, a través de encuestas semiestructuradas o grupos de discusión).

Un área de trabajo de singular interés en los análisis de la percepción social del riesgo es la relativa a la aceptabilidad de los riesgos, es decir, hasta qué punto un riesgo es considerado asumible o, por el contrario, es inaceptable.

5.3 Perspectiva de género

La integración de la perspectiva de género en el análisis de los riesgos asociados al cambio climático es fundamental para **avanzar hacia una resiliencia justa**. Existen numerosas evidencias sobre los efectos diferenciados del cambio climático en mujeres y hombres cuando se tienen en cuenta las múltiples formas de discriminación sufridas por las mujeres y niñas a lo largo de la historia, las diferencias en los roles de género en la sociedad, las diferentes posibilidades de acceso a recursos, las diferencias educativas y laborales, o las desigualdades de poder y de participación en la toma de decisiones.

Por eso, el PNACC 2021-2030 plantea que los análisis de riesgos asociados al cambio climático deberían contar con datos sobre exposición, vulnerabilidad e impactos del cambio climático desagregados por sexo, y desarrollar indicadores específicos para entender las desigualdades por razón de género. Además, es importante considerar riesgos concretos en los que haya indicios de que existen, o pueden existir en el futuro, impactos diferenciados para mujeres y hombres. En estos casos se deben analizar aspectos como los roles de género, las brechas de oportunidades y el acceso a recursos.

Asimismo, se deberán considerar las diferencias de género en cuanto al acceso a la información y formación, la percepción del riesgo, los

comportamientos ambientales y los estilos de vida, especialmente al desarrollar evaluaciones ascendentes y planificar procesos participativos para la evaluación de riesgos. Las mujeres deben ser consideradas como agentes activas de cambio, favoreciendo su participación plena, igualitaria y significativa en el proceso de evaluación de riesgos, y considerando sus aportaciones para que se tengan en cuenta las brechas de género aún existentes y los papeles que desempeñan en la sociedad. Por eso, al planificar procesos participativos, se deberá tener en cuenta, en la medida de lo posible, la presencia equilibrada de mujeres y hombres, así como la participación de personas expertas en las relaciones existentes entre el ámbito de estudio y el género, y la inclusión de contenidos específicos con enfoque de género.

El Instituto de la Mujer publicó en 2020 el informe **Género y Cambio Climático: un diagnóstico de situación**³⁴, un trabajo de recopilación de estudios de la última década sobre cambio climático con perspectiva de género en el que se detallan las iniciativas y políticas públicas realizadas en el ámbito internacional, nacional, autonómico y local. El mencionado informe pone de manifiesto también cómo las mujeres se ven más afectadas por las consecuencias del cambio climático, cómo tienen una mayor concienciación frente al mismo y cómo adoptan en mayor medida comportamientos respetuosos con el medio ambiente.

Desde la escala regional, por ejemplo, las **nuevas Directrices de Ordenación Territorial (DOT) del País Vasco**³⁵ incorporan para los futuros planes sectoriales y urbanísticos algunas cuestiones transversales importantes, entre las que

se encuentran el reto del cambio climático o la perspectiva de género.

5.4 Participación social y prevención de conflictos

El PNACC 2021-2030 señala que las respuestas adaptativas difícilmente serán adecuadas y efectivas sin la implicación activa de aquellas personas y comunidades afectadas o capaces de aportar respuestas ante los riesgos identificados. En este sentido, el diseño de una evaluación de riesgos asociados al cambio climático debería plantearse como un **proceso participativo** que tenga en cuenta a personas expertas y partes interesadas (administraciones, comunidades locales, sector privado, organizaciones de la sociedad civil, academia, etc.), incluyendo la consideración del **conocimiento local y tradicional**. Para asegurar un análisis adecuado de los riesgos, es primordial contar con la participación efectiva de las personas que se pueden ver más afectadas por los riesgos analizados, para tener en cuenta su percepción del riesgo y su conocimiento sobre las amenazas que les pueden afectar o la capacidad adaptativa local derivada de la adopción de medidas de autoprotección.

Las **evaluaciones ascendentes (bottom-up)**, descritas en el Apartado 2.2 de esta guía, tienen como base procesos participativos a la hora de identificar los riesgos, especialmente los factores de vulnerabilidad. La participación social en la evaluación de riesgos asociados al cambio climático es especialmente relevante a la hora de reconocer riesgos intangibles y riesgos complejos. La investigación social, en sus vertientes cuantitativa y cualitativa, constituye un

³⁴ https://www.inmujeres.gob.es/disenov/novedades/Informe_GeneroyCambioClimatico2020.pdf

³⁵ <https://www.euskadi.eus/gobierno-vasco/-/noticia/2019/aprobadas-las-nuevas-directrices-de-ordenacion-del-territorio-dot-que-incorporan-al-planeamiento-realidades-como-el-cambio-climatico-o-la-perspectiva-de-genero-consejo-de-gobierno-30-07-2019/>

instrumento esencial en este sentido. Mientras que los datos de peligro y exposición suelen estar disponibles cuantitativamente, algunos datos de vulnerabilidad están disponibles como información cualitativa, por ejemplo, en forma de narrativas, que se pueden identificar mediante enfoques participativos. En el caso de las evaluaciones locales basadas en enfoques muy participativos, pueden utilizarse, por ejemplo, mapas dibujados a mano para localizar las zonas en las que se produjeron impactos en el pasado para los que no existan registros, o en las que la vulnerabilidad o la exposición a ciertas amenazas se consideran altas. La planificación participativa de escenarios es una herramienta especialmente interesante en materia de cambio climático, sobre todo cuando toma como referencia las proyecciones de cambio climático a la hora de analizar los riesgos futuros para un área concreta, combinando escenarios climáticos y de desarrollo. El proyecto *Egoki*, recogido en el Apartado 4.3.3. de esta guía, representa un caso práctico de análisis participativo de vulnerabilidad y riesgo.

El proceso de análisis de riesgos debería plantearse con el objetivo de incrementar la comprensión de las causas de la exposición, la sensibilidad y la capacidad adaptativa entre todas las partes interesadas. Los procesos participativos permiten incluir el conocimiento y la experiencia de estas partes interesadas en la evaluación, y también favorecen la sensibilización de los grupos afectados, incrementan la aceptación de los resultados y aumentan el compromiso con las medidas de adaptación adoptadas.

En este sentido, cuando la participación social y la transparencia se tienen en cuenta a lo largo de todo el proceso, pueden **reducir los conflictos** asociados a los impactos del cambio climático y las medidas de adaptación. El PNACC 2021-2030 destaca que la planificación y gestión participativas de la adaptación permiten

integrar mejor los intereses de los distintos actores sociales, dando lugar a decisiones públicas más inclusivas, mejor comprendidas, y que poseen más apoyo y legitimidad, por lo que deberán reforzarse en aquellos ámbitos que planteen mayores retos para la paz y la seguridad. Complementariamente, se deberán contemplar, cuando sea oportuno, mecanismos orientados a la gestión de conflictos que permiten abordar, mediante las herramientas adecuadas (entre ellas, las negociaciones, mediaciones y, en última instancia, los arbitrajes) las discrepancias explícitas que no logren ser encauzadas a través de mecanismos participativos.

En materia de prevención de conflictos, es fundamental la **detección temprana** con el fin de reconocer aquellas situaciones que puedan suponer amenazas para la paz, la seguridad y la cohesión social, especialmente en ámbitos que se identifiquen como especialmente sensibles en los primeros pasos de la evaluación de riesgos. En estos casos, el riesgo de conflictos deberá integrarse en los estudios sobre riesgos asociados al cambio climático, teniendo en cuenta que se trata de un impacto indirecto e intangible, que los impactos del cambio climático interactúan con otros factores de riesgo de conflicto existentes, afectando a las condiciones socioeconómicas y políticas de los diferentes grupos interesados, y también que pueden existir capacidades locales de gestión de conflictos que reduzcan este riesgo. Los procesos participativos serán una herramienta esencial para la recopilación de este tipo información.

6 Análisis de riesgo y planificación de la adaptación

La **planificación de la adaptación implica establecer cómo, cuándo y quién debe acometer la incorporación de medidas de adaptación específicas para un determinado ámbito geográfico o sector**, dependiendo de si se trata de un enfoque territorial o sectorial, respectivamente. Esta planificación tiene como objetivo **abordar las preocupaciones previamente identificadas que han surgido** precisamente como consecuencia de las **evaluaciones de vulnerabilidad y riesgo** del cambio climático realizadas. Como ya se ha apuntado a lo largo de la guía, no existe una única forma de acometer una evaluación del riesgo.

A continuación, se recogen **algunas experiencias o iniciativas** que, desde una perspectiva competencial, sectorial o de área de conocimiento, se han llevado a cabo o se encuentran en proceso de implementación.

6.1 Convergencia con otras políticas y sectores

6.1.1 Ordenación del territorio y planificación urbanística

A nivel nacional hay que considerar la Disposición final cuarta de la Ley de Cambio Climático: Modificación del texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana, aprobado por el Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre³⁶. Así, se modifica la letra c) del artículo 20.1 del texto refundido, que queda redactado en los siguientes términos:

«c) Atender, teniendo en cuenta la perspectiva de género, en la ordenación de los usos del sue-

lo, a los principios de accesibilidad universal, de movilidad, de eficiencia energética, de garantía de suministro de agua, de **prevención de riesgos naturales y de accidentes graves**, de prevención y protección contra la contaminación y limitación de sus consecuencias para la salud o el medio ambiente.

En la consideración del principio de prevención de riesgos naturales y accidentes graves en la ordenación de los usos del suelo, se incluirán los riesgos derivados del cambio climático, entre ellos:

- a) Riesgos derivados de los **embates marinos, inundaciones costeras y ascenso del nivel del mar**.
- b) Riesgos derivados de **eventos meteorológicos extremos sobre las infraestructuras y los servicios públicos esenciales**, como el abastecimiento de agua y electricidad o los servicios de emergencias.
- c) Riesgos de **mortalidad y morbilidad derivados de las altas temperaturas** y, en particular, aquellos que afectan a poblaciones vulnerables. Estos datos se ofrecerán desagregados por sexo.
- d) Riesgos asociados a la **pérdida de ecosistemas y biodiversidad** y, en particular, de deterioro o pérdida de bienes, funciones y servicios ecosistémicos esenciales.
- e) Riesgos de **incendios**, con especial atención a los riesgos en la interfaz urbano-forestal y entre las infraestructuras y las zonas forestales.»

³⁶ <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2015-11723>

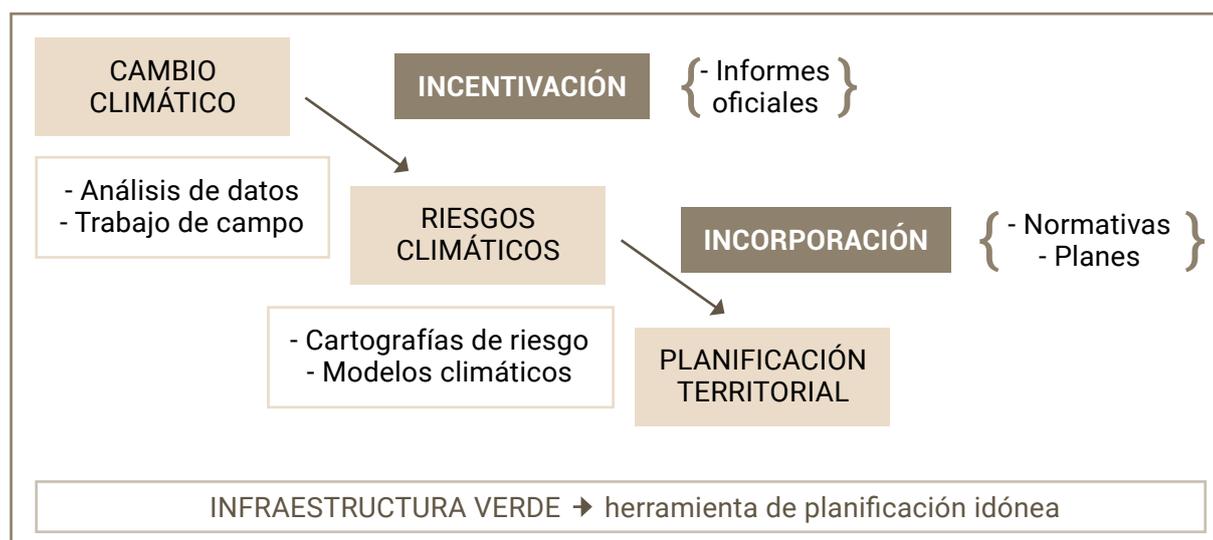


Figura 18. Incorporación del cambio climático y de los riesgos climáticos en la planificación territorial

Para poder incorporar estos aspectos en la planificación territorial y urbanística, **la herramienta cartográfica de la Infraestructura Verde**³⁷ es ejemplo de un buen recurso, que permite la incorporación de datos y proyecciones en un sistema de información territorial, a partir del cual se pueden **tomar decisiones sobre la implantación de nuevos usos en el suelo, teniendo en cuenta los impactos actuales y efectos futuros del cambio climático**. De manera incipiente, existen algunos ejemplos en comunidades autónomas (p. ej. País Vasco, Comunidad Valenciana) y municipios, donde se están desarrollando estrategias y planes de ordenación territorial incorporando la infraestructura verde como elemento determinante en las decisiones de cambio de usos del suelo.

A nivel regional, desde la Comunidad Autónoma del País Vasco se lleva trabajando cierto tiempo sobre el **desarrollo de un marco analítico para la consideración de la adaptación al cambio climático, y su integración óptima y efectiva, en**

instrumentos de ordenación territorial y urbanísticos de esta región, desde una perspectiva multiescalar y sobre la base del conocimiento científico en materia de cambio climático más reciente y disponible para dicho territorio³⁸. Concretamente las acciones llevadas a cabo en este sentido son las siguientes:

- **Revisión de las Directrices de Ordenación del Territorio (DOT)** aprobadas por Decreto 128/2019³⁹, de 30 de julio, y que incorporan una aproximación integradora al fenómeno del cambio climático. Se dedica **un capítulo específico que aborda el cambio climático como una cuestión transversal**, incluyendo aspectos como:
 - Consideración de **escenarios y proyecciones** del cambio climático en Euskadi, junto con los escenarios socioeconómicos, demográficos y territoriales (Artículo 1.4), incluyendo un anexo en el que se recoja la cartografía específica sobre las proyecciones;

³⁷ <https://geoportal-infraestructura-verde-miteco.hub.arcgis.com/>

³⁸ <https://www.euskadi.eus/documentacion/2019/accion-luradapt-adaptacion-al-cambio-climatico-en-los-instrumentos-de-ordenacion-del-territorio-en-el-marco-de-la-revision-de-las-dot/web01-a2ingkli/es/>

³⁹ <https://www.euskadi.eus/directrices-de-ordenacion-territorial-dot/web01-a2lurral/es/>

- Incorporación de **los riesgos climáticos** (inundación, estrés térmico, aumento del nivel del mar) como factores condicionantes del medio físico, al mismo nivel que otras condiciones relacionadas con riesgos naturales, y superpuestos en la matriz de usos;
- Inclusión de las **causas y efectos del cambio climático y la adaptación**, en particular en el ámbito territorial y la planificación urbana (Artículo 31. 1), a través de una cartografía temática de impactos y vulnerabilidad (Artículo 31. 2);
- Promoción de **infraestructura verde, soluciones basadas en la naturaleza y medidas** de adaptación al cambio climático como mecanismos para regenerar los ecosistemas y para mantener y mejorar la resiliencia territorial (Artículo 31. 3);
- Incorporación de la **perspectiva climática en los Planes Territoriales Sectoriales** (Artículo 31. 7) priorizando aquellos relacionados con: a) protección y regulación de la costa (PTS Litoral); y b) gestión de ríos y arroyos y planes hidrológicos (PTS Ríos y Arroyos, y Planes Hidrológicos);
- Incorporación de la **perspectiva climática en los Planes Territoriales Parciales** realizando un análisis básico de impactos y vulnerabilidad, definiendo las medidas de aplicación y estudios específicos (Artículo 31. 8).
- **A una escala intermedia**, en la **Revisión del Plan Territorial Parcial de Bilbao Metropolitano**⁴⁰ se incorpora el cambio climático y la adaptación como aspectos transversales, con implicaciones en la ordenación y regulación de usos. Así, tomando como referencia los resultados de la Evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo de los municipios vascos ante el cambio climático⁴¹, se identifican los municipios del área funcional que presentan riesgos significativos a las amenazas analizadas (olas de calor sobre salud humana, inundación fluvial, subida del nivel del mar y estrés térmico sobre actividades económicas) y que, han de motivar o proponer realizar estudios e informes específicos de vulnerabilidad y riesgos climáticos.
- **En la escala municipal la Revisión del Plan General de Ordenación Urbana de Bilbao**⁴² se refuerza la dimensión del cambio climático con una propuesta de recomendaciones de edificación y urbanización. Del cruce de subámbitos de actuación definidos por este plan general con los estudios de proyecciones de cambio climático existentes se han identificado aquellos que son prioritarios al presentar problemáticas de cambio climático más significativas, así como una oportunidad para incluir medidas en sus futuros desarrollos. En estos subámbitos se exigirán estudios específicos de confort térmico o inundabilidad, incluyendo las medidas correctoras correspondientes, o bien aportar justificación motivada. Existe un anexo de sostenibilidad ambiental que incorpora las recomendaciones generales de diseño de edificación y de urbanización que deben de ser tenidas en cuenta en los planeamientos de desarrollo, proyectos

⁴⁰ <https://www.euskadi.eus/y22-bopv/es/bopv2/datos/2006/11/0605503a.shtml>

⁴¹ <https://www.euskadi.eus/documentacion/2019/evaluacion-de-la-vulnerabilidad-y-riesgo-de-los-municipios-vascos-ante-el-cambio-climatico/web01-a2ingkli/es/>

⁴² https://www.bilbao.eus/cs/Satellite?cid=1279216046636&language=es&pagename=Bilbaonet%2FPPage%2FBIO_Listado

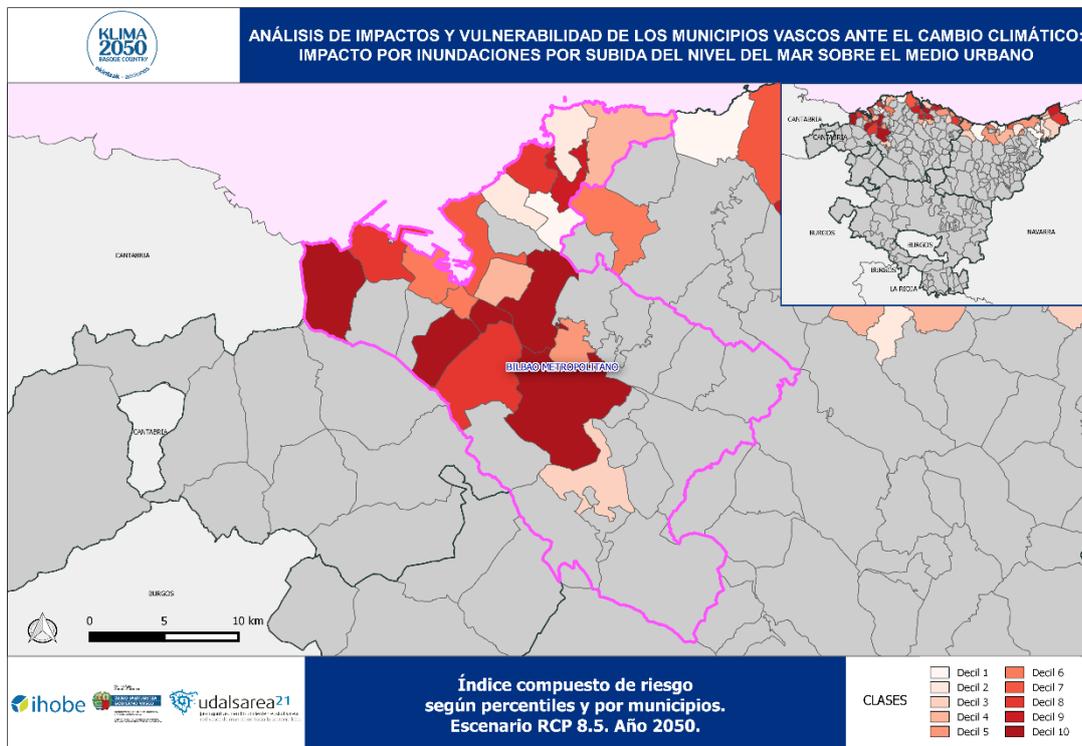
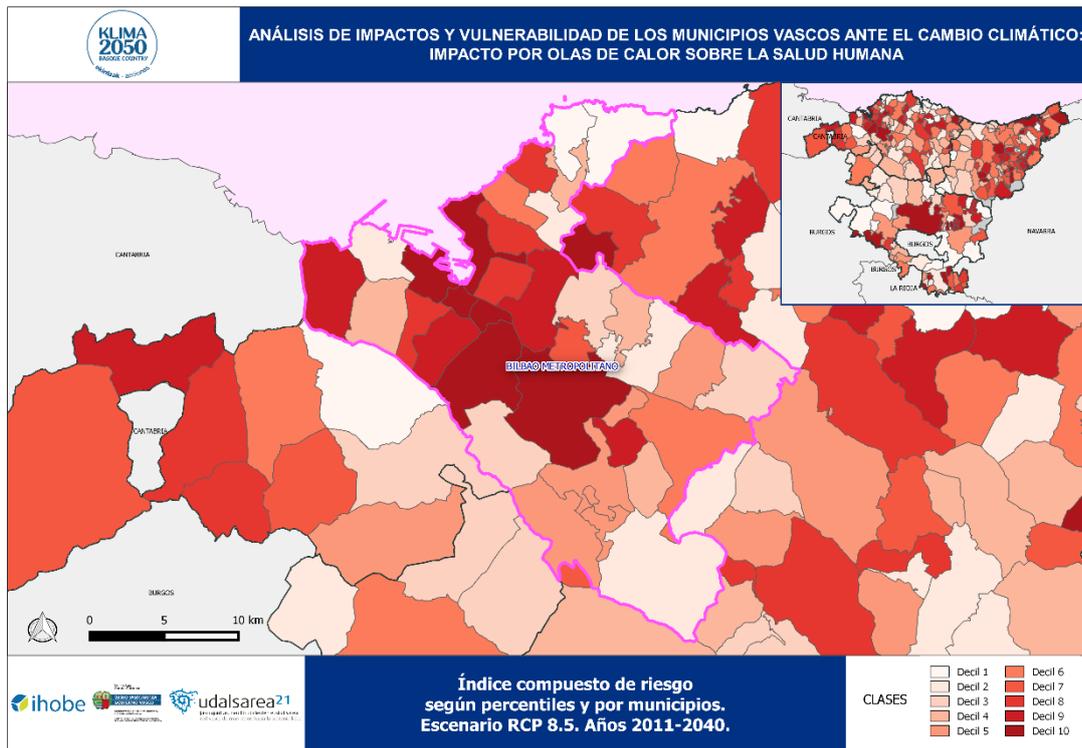


Figura 19.1 Niveles de riesgo relativo correspondiente a diferentes cadenas de impacto en municipios incluidos en el Área Funcional de Bilbao Metropolitano. Fuente: Revisión del Plan Territorial Parcial de Bilbao Metropolitano.

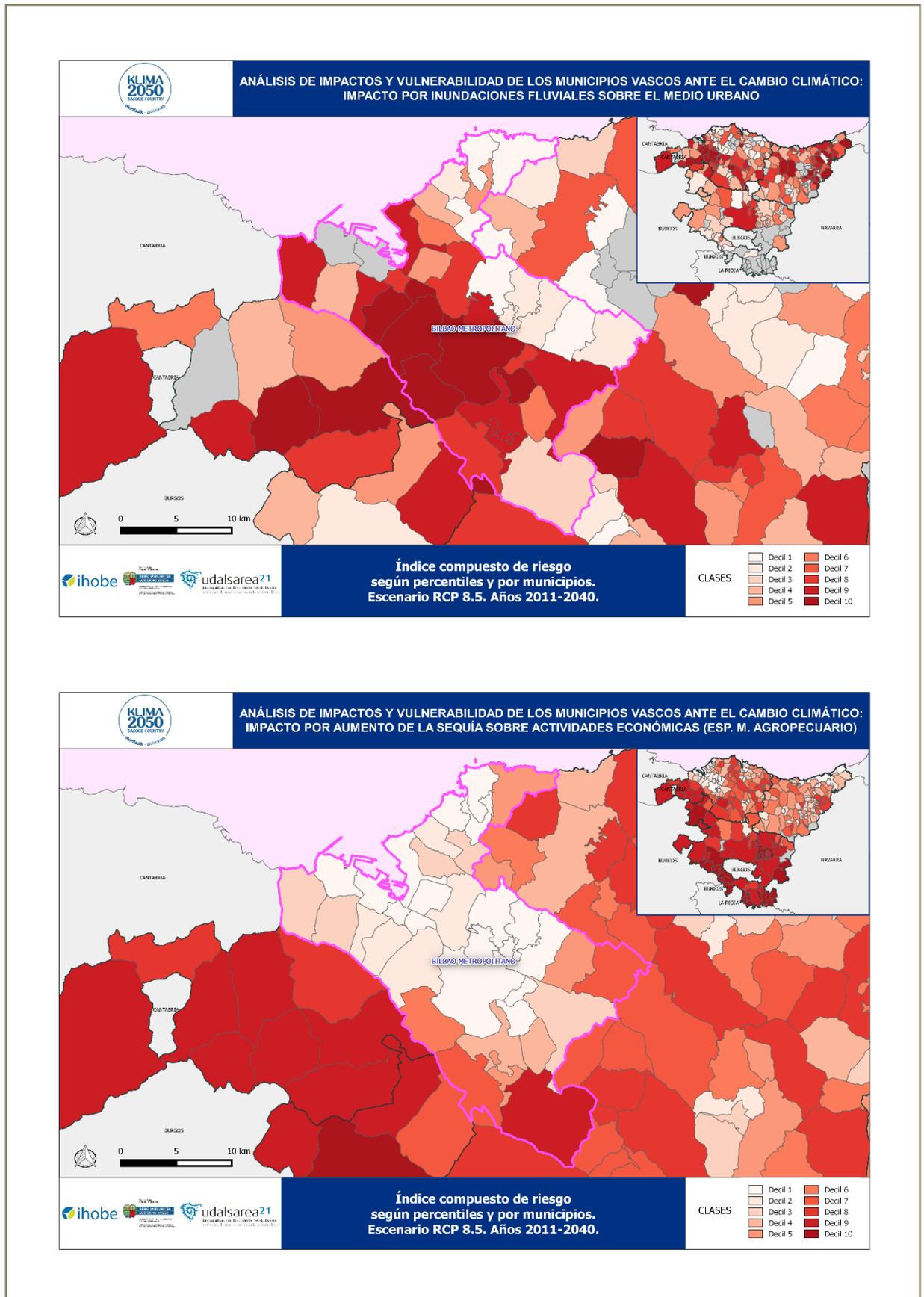


Figura 19.2 Niveles de riesgo relativo correspondiente a diferentes cadenas de impacto en municipios incluidos en el Área Funcional de Bilbao Metropolitano. Fuente: Revisión del Plan Territorial Parcial de Bilbao Metropolitano.

de edificación y de urbanización, o bien justificar su incumplimiento.

Otra experiencia, también **a nivel municipal**, es la incorporación del cambio climático y la adaptación, a través de **soluciones basadas en la naturaleza**, en la **revisión del Plan General de Ordenación Urbana de Valencia**⁴³. La propuesta para la incorporación del cambio climático en el planeamiento urbanístico consiste en reforzar el diagnóstico de las Áreas Funcionales (AF) definidas con fines de planificación en la revisión del Plan, con una evaluación del riesgo, basada en indicadores con dimensión espacial. Esto permite priorizar aquellas áreas, con riesgo significativo, sobre las que proponer recomendaciones de cambio climático y de implementación de SbN que completen las directrices de planeamiento particulares para cada AF. La evaluación del riesgo se enfoca en particular en el estrés térmico sobre la población, al ser una de las amenazas climáticas prioritarias identificadas en la Estrategia de Adaptación y el Plan de Adaptación al Cambio Climático de Valencia. A partir de los resultados de la evaluación de riesgo se elaboran unas recomendaciones a la planificación estructural y sobre las AF con riesgo significativo unas recomendaciones a la planificación pormenorizada (de desarrollo).

Por su parte, el proyecto **Infraestructura Verde para la adaptación de la ordenación territorial al Cambio Climático (Inverclima)**⁴⁴ ha permitido desarrollar y testar en el territorio diversas herramientas para el diseño espacial de la in-

fraestructura verde de un territorio, integrando la respuesta al cambio climático y la percepción y opinión de la población afectada.

A destacar también el **manual de Europarc "Las áreas protegidas en el contexto del cambio global: incorporación de la adaptación al cambio climático en la planificación y gestión"**⁴⁵, que pretende promover la incorporación del conocimiento científico y técnico en materia de cambio climático a la planificación y gestión de las áreas protegidas. Este manual incluye, entre otros temas, criterios a seguir en el proceso de redacción de planes de gestión para considerar la adaptación al cambio climático y recomendaciones para la identificación de medidas de adaptación, además de una herramienta online o *toolkit* de adaptación⁴⁶ con una lista de chequeo para facilitar la incorporación de la adaptación en la elaboración de los planes de gestión. El procedimiento propuesto en el manual ha sido aplicado en siete casos piloto de la geografía española, que presentan distintas tipologías de planes de gestión.

6.1.2 Otras políticas sectoriales

6.1.2.1 Administraciones locales

Las ciudades, además de ser una de las principales fuentes de impactos del cambio climático, sufren también sus efectos sobre múltiples áreas, servicios y sectores, y por ello deben acometer **acciones desde la planificación y gestión local** para evitarlos o mitigarlos. Así, diversos **municipios** españoles (Madrid⁴⁷, Murcia⁴⁸, Valencia⁴⁹,

⁴³ <https://www.valencia.es/es/cas/urbanismo/plan-general-ordenacion-urbana>

⁴⁴ <https://inverclima.usc.es/>

⁴⁵ <https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/materiales/manual13-europarc.aspx>

⁴⁶ https://redeuroparc.org/TOOLKIT_adaptacion_cambioclimatico/

⁴⁷ <https://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/Sostenibilidad/EspeInf/Energia/CC/04CambioClimatico/4bVulnera/Ficheros/InfVulneraCC2015VerWeb.pdf>

⁴⁸ https://www.energiamurcia.es/wp-content/uploads/2019/03/res_ejec_murcia_final.pdf

⁴⁹ https://www.valencia.es/documents/20142/424002/An%25C3%25A1lisis_vulnerabilidad_20150325.pdf/31c41d49-e781-0d55-30b1-0a330c15d6f2

Guadalajara⁵⁰) o islas como la de Gran Canaria⁵¹ han decidido acometer la realización de sus propios análisis de vulnerabilidad o riesgo **desde la escala local**.

También hay ejemplos **desde la escala provincial** (Alicante⁵², Granada⁵³) y **la escala regional** (Cataluña e Islas Baleares⁵⁴, País Vasco⁵⁵, Navarra⁵⁶), cuyos análisis aparecen desglosados por municipios.

Un número cada vez mayor de municipios (Barcelona⁵⁷, las Rozas⁵⁸, Madrid⁵⁹, Valencia⁶⁰, Zaragoza⁶¹, Vitoria-Gasteiz⁶², Donostia/San Sebastián⁶³, Málaga⁶⁴, Sant Andreu de la Barca⁶⁵, Córdoba⁶⁶, entre otros) está avanzando hacia la aprobación de **estrategias o planes de acción de cambio climático**, que contienen objetivos, líneas y medidas específicas en materia de adaptación.

A nivel europeo, desde el portal Climate-ADAPT se proporciona una herramienta de apoyo a la adaptación urbana, **Urban**

Adaptation Support Tool (UAST)⁶⁷, que tiene como objetivo ayudar a las ciudades, pueblos y otras autoridades locales a desarrollar, aplicar y supervisar los planes de adaptación al cambio climático. La UAST se ha desarrollado como una guía práctica para las áreas urbanas, en reconocimiento a su importancia en la economía europea. Esta herramienta resume todos los pasos necesarios para desarrollar y aplicar una estrategia de adaptación y hace referencia a valiosos materiales y herramientas de orientación, ofreciendo así un valioso apoyo tanto a las ciudades que se están iniciando en la planificación de la adaptación como a las que están más avanzadas en el proceso. La UAST es especialmente útil para los municipios firmantes del Pacto de las Alcaldías para el Clima y la Energía (*Covenant of Mayors for Climate and Energy*)⁶⁸, que deben cumplir su compromiso de aumentar la resiliencia al cambio climático y prepararse para los impactos adversos derivados.

⁵⁰ <https://www.guadalajara.es/recursos/doc/portal/2017/09/20/ma-estrategia-cambio-cl2016-diagnostico-municipal-cambio-climatico-de-la-ciudad-de-guadalajara.pdf>

⁵¹ https://adaptecca.es/sites/default/files/documentos/2018_grancanaria_diagnostico_vulnerabilidad_riesgos.pdf

⁵² https://adaptecca.es/sites/default/files/documentos/analisis_de_riesgos_para_la_adaptacion_al_cambio_climatico_de_la_provincia_de_alicante.pdf

⁵³ <http://www.adaptagranada.es/>

⁵⁴ https://adaptecca.es/sites/default/files/u50/2018_lavola_vulnerabilidad_cc_catalunya.pdf

⁵⁵ https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/municipios_cc/es_def/adjuntos/vulnerabilidad_municipios_cambio_climatico.pdf

⁵⁶ <https://lifenadapta.navarra.es/es/repositorio-documental>

⁵⁷ https://www.barcelona.cat/barcelona-pel-clima/sites/default/files/documents/pla_clima_cat_maig_ok.pdf

⁵⁸ https://adaptecca.es/sites/default/files/u50/anexo_2.31_elcc_las-rozas_final.pdf

⁵⁹ <https://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/Sostenibilidad/CalidadAire/Ficheros/PlanACalidadAire2019.pdf>

⁶⁰ <https://www.valencia.es/cas/energias/planes-y-estrategias/-/content/planes-y-estrategias-1?uid=FBC742FC00FBA232C12581AF003C7684>

⁶¹ <https://www.zaragoza.es/sede/portal/medioambiente/cambio-climatico/ecaz30/>

⁶² <https://www.vitoria-gasteiz.org/docs/wb021/contenidosEstaticos/adjuntos/es/32/53/93253.pdf>

⁶³ <https://www.donostia.eus/ataria/es/web/ingurumena/cambio-climatico>

⁶⁴ <https://www.oma-malaga.com/agendaurbana/pagina.asp?cod=61>

⁶⁵ https://adaptecca.es/sites/default/files/u50/4852014_placc_sant_andreu_de_la_barca.pdf

⁶⁶ <https://www.cordoba.es/medio-ambiente/plan-estrategico-municipal-de-adaptacion-al-cambio-climatico>

⁶⁷ <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/knowledge/tools/urban-ast/step-0-0>

⁶⁸ <https://www.covenantofmayors.eu/>

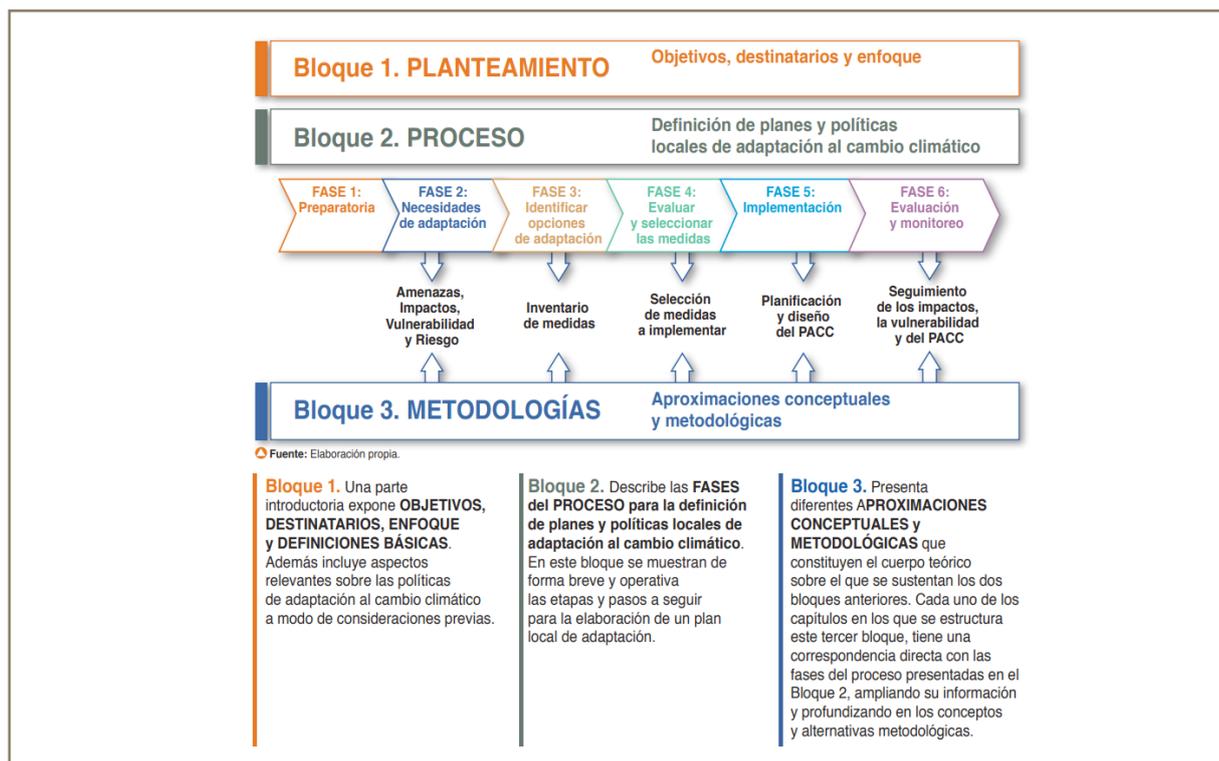


Figura 20. Estructura de la Guía para la elaboración de Planes Locales de Adaptación al Cambio Climático (OECC, 2015)

Como apoyo, a nivel nacional, hay que destacar también en este apartado la **Guía para la elaboración de Planes Locales de Adaptación al Cambio Climático**^{69,70}, en la que se ofrece un marco de análisis y actuación local en materia de adaptación al cambio climático, acompañado de numerosas referencias sobre alternativas metodológicas y herramientas para la adaptación urbana. Como se puede observar en la Figura 20, la guía se estructura en tres bloques con contenidos diferenciados. En primer lugar, se expone el planteamiento y enfoque de la guía; en segundo lugar, se describe el proceso y etapas para la definición de planes y políticas de adaptación; y, por último, se presentan

herramientas y metodologías asociadas a las diferentes fases del proceso.

6.1.2.2 Evaluación y gestión de los riesgos de inundación

La normativa comunitaria sobre inundaciones, la **Directiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de la Unión Europea, de 23 de octubre de 2007, relativa a la "Evaluación y la gestión de los riesgos de inundación"**⁷¹, denominada como **Directiva de Inundaciones**, y traspuesta al ordenamiento jurídico español por el **Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación**, tiene entre

⁶⁹ https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/publicaciones/publicaciones/guia_local_para_adaptacion_cambio_climatico_en_municipios_espanoles_tcm30-178446.pdf

⁷⁰ https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/publicaciones/publicaciones/guia_local_para_adaptacion_cambio_climatico_en_municipios_espanoles_vol2_tcm30-178445.pdf

⁷¹ <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2007-82010>

sus principales objetivos generar nuevos instrumentos que permitan reducir las posibles consecuencias de las inundaciones a través de una actuación coordinada entre todas las administraciones y la sociedad.

La Directiva obliga a los Estados miembros a su implantación en tres fases consecutivas de actuación (Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación, Elaboración de los Mapas de Peligrosidad y de Riesgo de Inundación, y Redacción de los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación), que, al presentar un carácter cíclico, deben revisarse cada 6 años.

Dentro de la **Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI)** se identifican las Áreas con Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSI). De esta forma, se realiza una aproximación del riesgo potencial por inundación asociado a los cauces de cada Demarcación Hidrográfica. Posteriormente, sobre esos cauces con riesgo potencial, se elaboran los **Mapas de Peligrosidad y Riesgo de Inundación (MAPRI)**, según los distintos escenarios de probabilidad que requiere la Directiva. La última fase supone la adopción y ejecución de una serie de medidas para cada una de las zonas con riesgo analizadas con anterioridad, que se recogen en los **Planes de Gestión del Riesgo de Inundación (PGRI)**.

El principal objetivo de los mapas de riesgo es aportar información fundamental para la elaboración de los planes de gestión del riesgo de inundación. Estos mapas sirven, además, según la Directiva, como "herramienta para establecer prioridades y la toma de decisiones adicionales de índole técnica, económica y política relativas a la gestión del riesgo de inundación". De esta forma, se pueden priorizar las ARPSI con mayor necesidad de medidas de gestión o las propias medidas a implantar en las Áreas con Riesgo, en función de los resultados de los análisis coste-beneficio. También son la base para que las autoridades

de Protección Civil indiquen a nivel local las medidas de autoprotección, evacuación, etc., desarrolladas en los planes específicos de Protección Civil.

El riesgo asociado a los eventos de avenida se establece en función de la vulnerabilidad del elemento amenazado y la peligrosidad a la que está expuesto. De esta forma, el riesgo en un área determinada se calcula valorando la relación existente entre la vulnerabilidad (según la actividad económica, población afectada o patrimonio cultural, entre otros) y la peligrosidad en la superficie de la zona inundable.

El estudio de la peligrosidad viene determinado por la extensión de la inundación, los calados de agua o nivel de agua y, en su caso, la velocidad o el caudal de agua. La Directiva indica que este análisis se realizará según distintos escenarios de probabilidad: baja probabilidad de inundación (o escenario de eventos extremos), probabilidad media de inundación (periodo de retorno igual o superior a 100 años) y alta probabilidad de inundación, cuando proceda. En España, estos escenarios se corresponden con los periodos de retorno de 500, 100 y 10 años, respectivamente. Es decir, como hay tres escenarios de peligrosidad, habrá también tres evaluaciones de los riesgos correspondientes.

Según lo indicado en la transposición de la Directiva de Inundaciones, el RD 903/2010, en el artículo 9 de su capítulo 3 se concreta que en los mapas de riesgo será preciso incluir los siguientes elementos: a) número de habitantes que pueden verse afectados; b) tipo de actividad económica de la zona que puede verse afectada; c) instalaciones industriales a que se refiere el anejo I de la ley 16/2002, de 1 de julio, de Prevención y Control Integrado de la Contaminación que puedan ocasionar contaminación accidental en caso de inundación, así como las estaciones depuradoras de aguas residuales; d) zonas protegidas para la captación de aguas

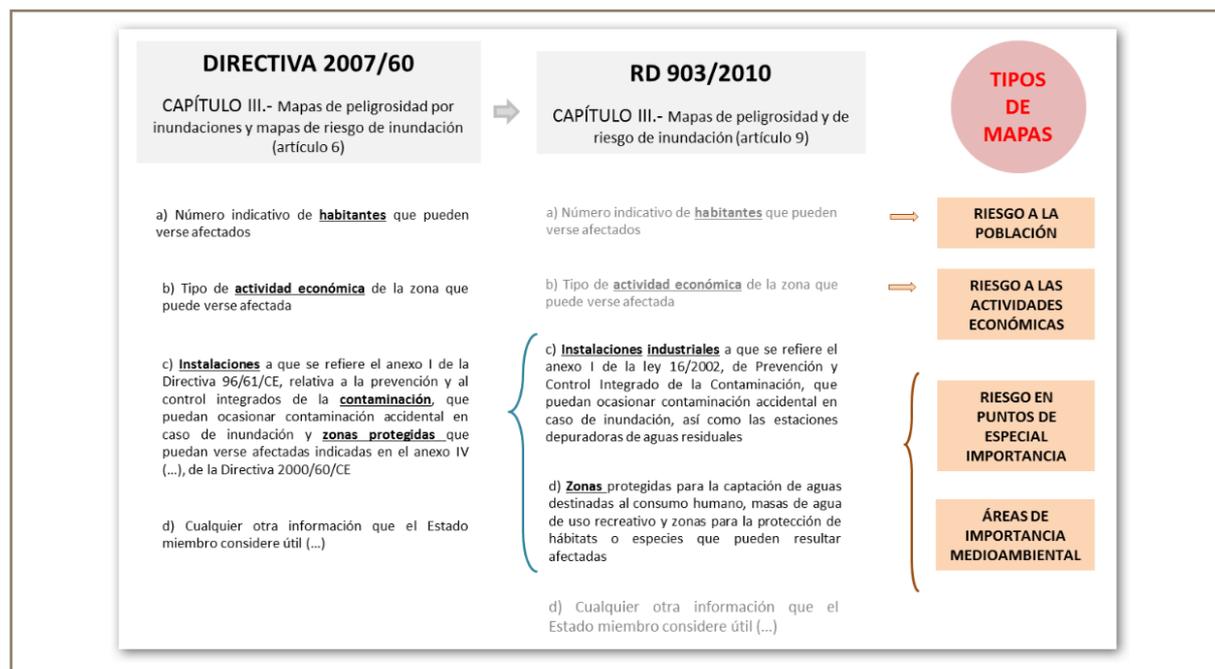


Figura 21. Requerimientos para los mapas de riesgo según se recoge en la Directiva de Inundaciones y su transposición a la normativa española (RD 903/2010).

destinadas al consumo humano, masas de agua de uso recreativo y zonas para la protección de hábitats o especies que pueden resultar afectadas; y e) cualquier información que se considere útil, como la indicación de zonas en las que puedan producirse inundaciones con alto contenido de sedimentos transportados y flujos de derrubios e información sobre otras fuentes importantes de contaminación, pudiendo también analizarse la infraestructura viaria o de otro tipo que pueda verse afectada por la inundación.

Ya **desde la escala regional**, en este epígrafe se puede mencionar también el **Plan INUN-CAT**⁷², que cuantifica y localiza, dentro de todo el territorio de Catalunya, los aspectos fundamentales para el análisis del riesgo, vulnerabilidad, zonificación del territorio, establecimiento de las épocas de peligro y

despliegue de medios y recursos como apoyo para los trabajos de actuación en caso de emergencia. El plan incluye i) un estudio de riesgo y vulnerabilidad; ii) la concreción del plan en el territorio con los planes de actuación de sectores de riesgo; iii) la organización de los grupos de actuación con la incorporación al plan de un nuevo grupo de actuación, que tiene como cometido evaluar el estado, la evolución y el alcance de una posible inundación; y iv) la incidencia en el aspecto preventivo del plan.

6.1.2.3 Recursos hídricos

Cabe destacar al **proyecto Q-Clima**⁷³, que ha tenido como objetivo evaluar el impacto de las previsiones de cambio climático sobre los recursos hídricos disponibles y, más concretamente, en el establecimiento de regímenes de caudales ecológicos. En este sentido, se ha

⁷² <https://www.proteccioncivil.es/catalogo/naturales/jornada-normativa-inundaciones-0612/planesccaa/cataluna/INUNCAT.pdf>

⁷³ <https://fnca.eu/investigacion/proyectos-de-investigacion/q-clima>

podido analizar la determinación y aplicación de los regímenes de caudales ecológicos establecidos en los planes de cuenca 2009-2015 y 2105-2021 en las distintas demarcaciones hidrográficas españolas, lo que ha permitido, a su vez, establecer propuestas para modificar las metodologías de determinación y aplicación de los regímenes de caudales ecológicos, como consecuencia de la variación hidrológica producida por el cambio climático.

6.1.2.4 Energía

A diferencia de lo que ocurre con la mitigación, la introducción de la adaptación al cambio climático es aún muy incipiente en el sector de la energía en España. Así, desde una perspectiva regional, y con la intención de impulsar este tipo de energías en el territorio de la CAPV, y alineado al mismo tiempo con el modelo de transición postulado en la Estrategia Energética Vasca 2030, el Gobierno Vasco, a través del Ente Vasco de la Energía (EVE), plantea la elaboración de un **Plan Territorial Sectorial de Energías Renovables**⁷⁴ (PTS-EERR). Se trataría de un plan innovador y pionero, no sólo en el contexto de la CAPV, sino también de España y de Europa, para abordar todas las energías renovables de una forma integrada. El EVE, en colaboración con los diferentes agentes públicos y privados intervinientes en el propio desarrollo del PTS, ha elaborado los documentos técnicos y ambientales necesarios para tramitar administrativamente el Plan, en el que se ha incorporado un estudio específico para **analizar la sensibilidad de las tecnologías renovables a las amenazas del cambio climático**.

Otra iniciativa en el sector energético es el desarrollo de una **metodología y aplicativo para la evaluación de los efectos de los escenarios hidrológicos proyectados para el siglo XXI sobre la generación hidroeléctrica**⁷⁵. Esta metodología consta de una primera fase en la que se incorpora y trata información hidrometeorológica, procedente del programa europeo *Copernicus*⁷⁶, de modelos, series de caudales históricos, características de la cuenca, etc. para posteriormente, en una segunda fase, utilizarla con el objeto de estimar la generación de energía hidroeléctrica. Esto permite asimismo comprobar cuál sería el comportamiento de la cuenca estudiada si no existiera la infraestructura hidroeléctrica, siendo posible analizar **la aportación de la infraestructura hidroeléctrica a la gestión de sequías y avenidas**.

6.1.2.5 Construcción

El **Código Técnico de la Edificación**⁷⁷ (CTE) es el marco normativo que establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad. Este código divide el territorio de España en 20 zonas climáticas (las posibles combinaciones de cinco intervalos de invierno con cuatro intervalos de verano) con objeto de determinar las exigencias para limitar el consumo energético de los edificios, en función de la zona climática de la localidad de ubicación y del uso previsto.

Al riesgo derivado del aumento de las temperaturas hay que añadir el incremento de la frecuencia o magnitud de las inundaciones. Todo ello obliga al sector de la construcción a

⁷⁴ <https://www.euskadi.eus/proceso-para-la-elaboracion-del-plan-territorial-sectorial-de-las-energias-renovables-en-euskadi/web01-a2energi/es/>

⁷⁵ <https://adaptecca.es/recursos/buscador/evaluacion-de-los-efectos-de-los-escenarios-hidrológicos-proyectados-para-el-siglo>

⁷⁶ <https://www.copernicus.eu/es>

⁷⁷ <https://www.codigotecnico.org/>

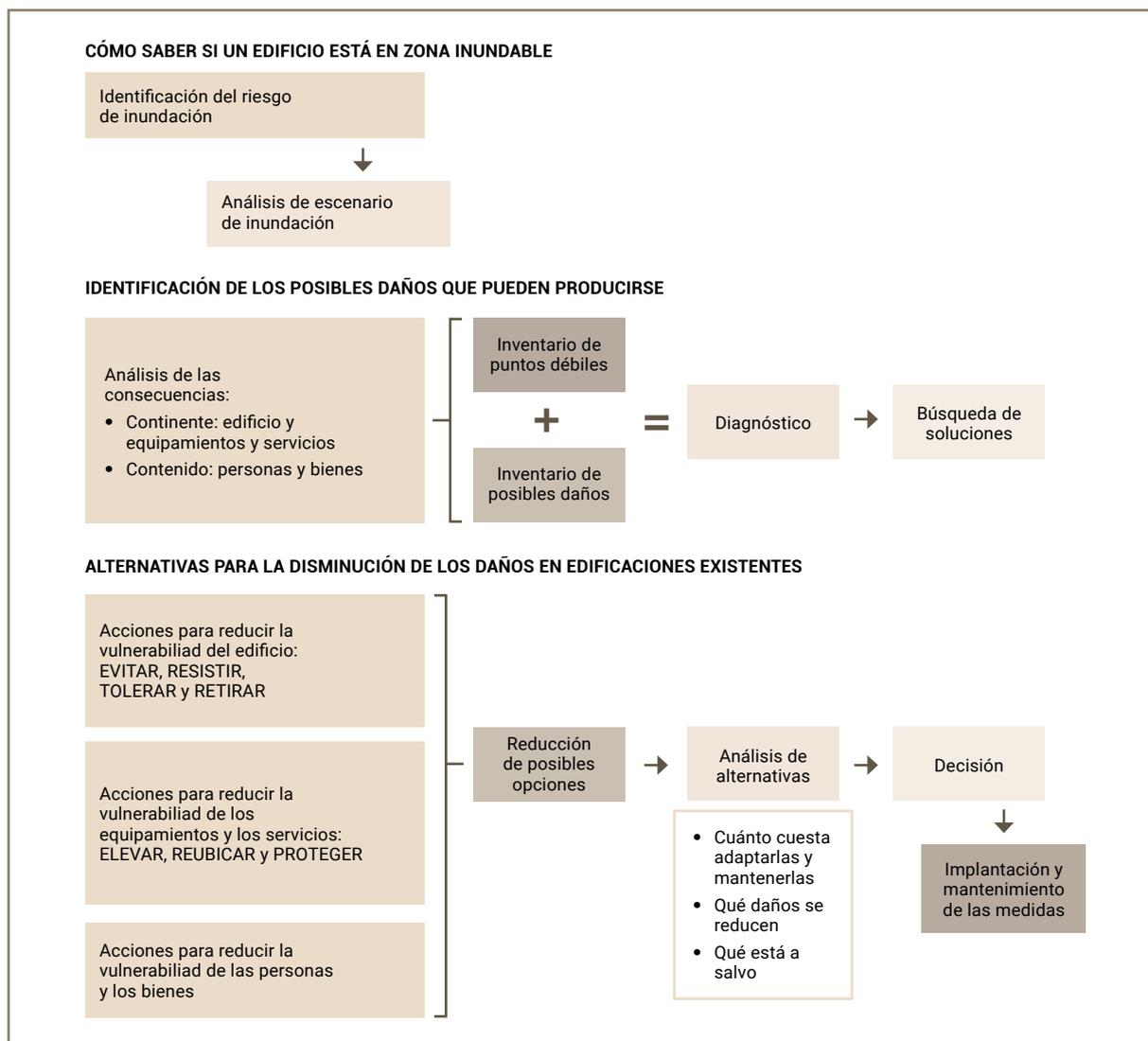


Figura 22. Metodología para la evaluación del riesgo en edificios frente a inundaciones. Fuente: Guía para la reducción de la vulnerabilidad de los edificios frente a las inundaciones (CCS, 2017)

acometer acciones que disminuyan su riesgo, bien limitando su exposición, bien reduciendo su vulnerabilidad, o ambas. En este sentido, la **Guía para la reducción de la vulnerabilidad de los edificios frente a las inundaciones**⁷⁸ abarca todos los conceptos necesarios para entender el problema de las inundaciones, conocer las competencias y acciones que llevan a cabo las administraciones públicas en materias de agua, protección civil, orde-

nación del territorio y seguros, dónde buscar información sobre zonas inundables, cómo diagnosticar el grado de afección del edificio, conocer qué tipo de medidas y actuaciones se pueden tomar para rebajar el nivel de riesgo, cómo elegir la solución óptima, cómo redactar un plan de autoprotección, qué hay que hacer durante la emergencia, cómo volver a la normalidad lo más rápido posible, cómo acceder y en qué condiciones a indemnizaciones

⁷⁸ https://www.conorseguros.es/web/documents/10184/48069/guia_inundaciones_completa_22jun.pdf

del Consorcio de Compensación de Seguros (CCS) o las ayudas o subvenciones de la Administración General del Estado (AGE). La metodología propuesta para llevar a cabo la evaluación del problema y su solución en un edificio se muestra en la siguiente figura.

Han surgido también algunas iniciativas interesantes para desarrollar y aplicar **metodologías para el análisis de costes y beneficios de la adaptación al cambio climático en el sector de la construcción en España**⁷⁹, cuantificando económicamente los costes-beneficios de las medidas de adaptación en este sector.

En *A framework for measuring and reporting of climate-related physical risks to build assets*⁸⁰ se puede consultar también el marco y la metodología utilizados desde UKGBC, una entidad que agrupa a más de 600 organizaciones del Reino Unido vinculadas con el sector de la construcción, para abordar, a escala de edificio, los riesgos físicos relacionados con el clima.

6.1.2.6 Infraestructuras

A nivel europeo, la Comisión Europea publicó en 2021 una comunicación sobre **Orientaciones técnicas sobre la defensa contra el cambio climático de las infraestructuras para el período 2021-2027**⁸¹. Integran la defensa contra el cambio climático de las infraestructuras en los procesos de gestión del ciclo de proyecto (GCP), las evaluaciones de impacto ambiental (EIA) y evaluación ambiental estratégica (EAE), e incluyen recomendaciones para apoyar los procesos

nacionales de defensa contra el cambio climático en los Estados miembros. Están dirigidas, por tanto, a los promotores de proyectos y a los expertos que participan en la preparación de proyectos de infraestructuras. También pueden ser una referencia útil para autoridades, entidades gestoras asociadas, inversores, partes interesadas y otros. En este documento el término infraestructura es un concepto amplio, que abarca edificios, infraestructura de redes y una serie de sistemas y activos construidos.

Las orientaciones incluidas cumplen los requisitos establecidos en la legislación de varios **fondos de la UE**, en particular InvestEU⁸², el Mecanismo «Conectar Europa»⁸³ (MCE), el Fondo Europeo de Desarrollo Regional⁸⁴ (FEDER), el Fondo de Cohesión⁸⁵ (FC) y el Fondo de Transición Justa⁸⁶ (FTJ):

- Están en consonancia con el Acuerdo de París⁸⁷ y los objetivos climáticos de la UE, lo cual significa que son coherentes con una trayectoria creíble de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, están en consonancia con los nuevos objetivos climáticos de la UE para 2030 y la neutralidad climática para 2050, así como con el desarrollo resiliente al clima. Las infraestructuras con una vida útil más allá de 2050 también deben tener en cuenta la explotación, el mantenimiento y el desmantelamiento final en condiciones de neutralidad climática, lo cual puede incluir consideraciones de la economía circular.

⁷⁹ <http://sustainability.ugr.es/research-output/adaptacion-cambio-climatico/>

⁸⁰ <https://www.ukgbc.org/ukgbc-work/measuring-and-reporting-framework/>

⁸¹ [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:52021XC0916\(03\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:52021XC0916(03))

⁸² https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/find-funding/eu-funding-programmes/investeu_es

⁸³ https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/find-funding/eu-funding-programmes/connecting-europe-facility_es

⁸⁴ <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/es/sheet/95/el-fondo-europeo-de-desarrollo-regional-feder->

⁸⁵ https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/find-funding/eu-funding-programmes/cohesion-fund-cf_es

⁸⁶ <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/es/sheet/214/fondo-de-transicion-justa>

⁸⁷ <https://unfccc.int/es/acerca-de-las-ndc/el-acuerdo-de-paris>

- Siguen el principio de «primero, la eficiencia energética», que se define en el artículo 2, apartado 18, del Reglamento (UE) 2018/1999 del Parlamento Europeo y del Consejo (5).
- Igualmente, siguen el principio de «no causar un perjuicio significativo», que se deriva del enfoque de la UE en materia de finanzas sostenibles y se consagra en el Reglamento (UE) 2020/852 del Parlamento Europeo y del Consejo (6) (Reglamento de taxonomía). Las presentes orientaciones abordan dos de los objetivos medioambientales del artículo 9 del Reglamento de taxonomía, a saber, la mitigación del cambio climático y la adaptación a este.

La evaluación de la vulnerabilidad y los riesgos climáticos sigue siendo la base para determinar, valorar y aplicar las medidas de adaptación al cambio climático.

Otras referencias de interés para este sector de infraestructuras son:

- La **metodología definida en *The Physical Climate Risk Assessment Methodology (PCRAM). Guidelines for Integrating Physical Climate Risks in Infrastructure Investment Appraisal***⁸⁸, donde se plantea una metodología para evaluar y cuantificar los riesgos climáticos físicos e integrarlos en la toma de decisiones de inversión basándose en los principios de la ISO 31000 de gestión del riesgo e ISO 14091 de adaptación al cambio climático, ambas mencionadas en el apartado de normalización. Puede ser aplicable a activos nuevos o ya existentes, facilitando así la identificación, cuantificación y divulgación de su exposición a los riesgos y la adaptación;
- ***Escalating impacts of climate extremes on critical infrastructures in Europe***⁸⁹, artículo donde se proporciona una evaluación exhaustiva de los riesgos múltiples de las infraestructuras críticas en Europa bajo el cambio climático e identifica las regiones más afectadas a lo largo del siglo XXI;
- ***Climate change and critical infrastructure – floods***⁹⁰, informe del JRC donde se desarrolla y presenta una metodología para el análisis del riesgo que suponen las inundaciones para las infraestructuras críticas bajo condiciones de cambio climático;
- ***Resilience of large investments and critical infrastructures in Europe to climate change***⁹¹, también del JRC, y que proporciona una evaluación integral de riesgos en condiciones de cambio climático.
- En el contexto de infraestructuras de carreteras, la ***Metodología de Adaptación al Cambio climático en Carreteras***^{92,93} planteada en el seno del Grupo de Trabajo “Cambio climático y resiliencia en carreteras” del Comité Técnico de Medio Ambiente de la Asociación Técnica de Carreteras (ATC) permite estimar los posibles riesgos

⁸⁸ https://storage.googleapis.com/wp-static/wp_ccri/c7dee50a-ccri-pcram-final-1p.pdf

⁸⁹ <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378017304077?via%3Dihub>

⁹⁰ https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC109015/floods_ci_eur28855en_new_edition_final.pdf

⁹¹ <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC100313/lbna27906enn.pdf>

⁹² Crespo, L. y Jiménez, F., 2020. *Metodología de análisis de adaptación al cambio climático de infraestructuras de transporte*. Revista Ingeniería Civil.

⁹³ Jiménez, F., Crespo, L. y Parra, L., 2023. *¿De qué hablamos cuando hablamos de evaluación del cambio climático en carreteras?* RUTAS.

derivados del cambio climático que pueden afectar a las distintas redes de carreteras existentes en España. Este marco establece un proceso para identificar los activos y servicios de transporte que podrían ser vulnerables a los impactos del cambio climático, evaluar el nivel de riesgo y orientar en el proceso de toma de decisiones, sobre cuándo, cómo y para qué se debe realizar una respuesta adaptativa.

6.1.2.7 Sector Forestal

En el **proyecto *Técnicas de adaptación al cambio climático en la gestión forestal y la industria de la madera FSC*** se han desarrollado modelos para la evaluación de la producción forestal ante escenarios de cambio climático y análisis de riesgos⁹⁴. Los objetivos de este trabajo han sido: i) cuantificar el cambio potencial en la producción de madera para las especies *Pinus pinaster* Ait. y *Pinus sylvestris* L. ante varios escenarios de cambio climático; ii) evaluar los posibles cambios en la idoneidad del hábitat para las especies consideradas; y iii) estimar el riesgo (idoneidad y producción) para estas dos especies asociado a estos cambios climáticos. Para ello, en primer lugar, se usaron modelos de máxima verosimilitud con el fin de cuantificar el cambio en la producción potencial, y se parametrizó el valor de la producción forestal actual en función de las condiciones climáticas de temperatura y precipitación, así como datos estructurales y de riqueza de especies en el rodal a partir de los datos del Inventario Forestal Nacional (IFN). Aplicando escenarios de cambio climático procedentes de AEMET se proyectó el valor de la producción en condiciones de cambio climático y se cuantificó el cambio. En segundo lugar, se usaron modelos de idoneidad

de hábitat para evaluar la exposición de la producción forestal en un determinado hábitat y los posibles cambios ante escenarios de cambio climático. Para ello se utilizaron también datos procedentes del IFN para parametrizar el modelo en condiciones climáticas actuales y se proyectó en varios escenarios de cambio climático. En tercer lugar, se estimó el riesgo asociado a la producción forestal y hábitat para cada especie y cada uno de los escenarios climáticos.

6.1.2.8 Agricultura, Ganadería, Pesca, Acuicultura y Cinegética

En el sector agrícola cabe citar la **evaluación de medidas de adaptación al cambio climático en la agricultura de regadío** combinando predicciones de demanda de agua basadas en el comportamiento de los agricultores, condiciones hidro-climáticas y modelos de gestión. Esta evaluación está acompañada de una herramienta que, entre otras funcionalidades, permite estimar los posibles impactos del cambio climático en la agricultura de regadío el caso de que no se implementa ninguna medida de adaptación.

Desde la Asociación Española de Productores de Vacuno de Carne (Asoprovac), la organización profesional más representativa del sector productor de vacuno de carne en el Estado, se ha llevado a cabo el **proyecto Adaptavac**⁹⁵ sobre la adaptación al cambio climático de este sector. En este estudio se ha analizado cómo impactan las condiciones climáticas sobre la salud y bienestar de los animales y sobre sus índices productivos. Como resultado se han propuesto estrategias de adaptación regionalizadas para lograr un sistema de producción de carne de vacuno más resiliente, algunas de las cuales se han implementado en granjas piloto experimentales.

⁹⁴ https://adaptecca.es/sites/default/files/documentos/inf_modelizac_forestal_0.pdf

⁹⁵ https://asoprovac.com/images/%C3%BA%ltima_hora/08.04.2022Jordanada_difusi%C3%B3n_Adaptavac_.pdf

Mejorar el estado sanitario de los animales vacunos en las granjas, gracias a la aplicación de medidas de adaptación y mitigación para **controlar** a los **vectores** de transmisión de enfermedades, vinculados al cambio climático, es también el principal objetivo del **Vectocc**⁹⁶. En él se plantean tareas como analizar los impactos del cambio climático en las enfermedades ganaderas producidas específicamente por vectores de transmisión, integrar la experiencia y conocimiento de los agentes del sector (ganaderos, veterinarios, investigadores...), elaborar una estrategia de adaptación y mitigación al cambio climático vinculada a esta problemática específica y validar la propuesta en explotaciones ganaderas piloto de Galicia, Asturias y Cataluña.

También el **sector pesquero**, a través de la **iniciativa Vadapes**⁹⁷ del CSIC, ha abordado el estudio de la vulnerabilidad y el desarrollo de estrategias de adaptación al cambio climático en los recursos pesqueros y los ecosistemas marinos asociados. Concretamente, ha cuantificado los patrones espaciales de la vulnerabilidad al cambio climático de las pesquerías, los recursos pesqueros y sus ecosistemas asociados en la plataforma ibérica española, creando una base científica para el desarrollo de medidas de adaptación al cambio climático para el sector pesquero, a escala regional, en el Atlántico y en el Mediterráneo. Entre los resultados más destacados se encuentran la creación de un índice de sensibilidad del sector pesquero a nivel regional que combina el impacto del cambio climático y de la pesca. A destacar igualmente la participación de los principales agentes

del sistema pesca-ecosistema marino en los ámbitos Galicia-Cantábrico y Mediterráneo peninsular, para priorizar medidas de adaptación (políticas, de gestión, de investigación, sociales, etc.).

Por su parte, el **Plan de adaptación del sector de la acuicultura marina española al cambio climático (Aquadapt)**⁹⁸ tiene como principal objetivo el contribuir a la adaptación de la acuicultura marina (rodaballo, dorada y lubina) a los efectos del cambio climático en el territorio nacional. Para ello se ha profundizado en el conocimiento de los impactos del cambio climático (biológicos, económicos y sociales), condicionados por las variaciones ambientales de temperatura, oxígeno, oleaje y temporales, y en el de los riesgos por área geográfica, especie cultivada y sistema de cultivo. También se ha elaborado un plan de adaptación para este sector con el año 2050 como horizonte.

Asimismo, se han realizado **análisis de los impactos, vulnerabilidad y bases para la adaptación al cambio climático en los sectores de la caza y la pesca continental**^{99,100}. Este análisis, basado tanto en el conocimiento existente como en las opiniones de agentes clave de cada sector, muestra el enfoque metodológico utilizado y expone una descripción de los riesgos, las variables, criterios y fuentes de información utilizados para su evaluación, así como los resultados obtenidos. Para la componente de amenaza se han analizado los datos históricos y las proyecciones climáticas futuras (horizonte 2080-2100) de variables de temperatura y precipitación según el escenario de emisiones RCP 8.5.

⁹⁶ https://vectocc.com/wp-content/uploads/2021/05/VectoCC-Manual-estrategia-CON-10.05.2021_compressed.pdf

⁹⁷ <https://industriaspesqueras.com/noticia-69910-seccion-Investigaci%C3%B3n>

⁹⁸ https://adaptecca.es/sites/default/files/documentos/2018_univvigo_plan_adaptacion_aquadapt.pdf

⁹⁹ <https://adaptecca.es/sites/default/files/documentos/caza-y-pesca-doc-metodologico.pdf>

¹⁰⁰ https://adaptecca.es/sites/default/files/documentos/03_bases_para_la_adaptacion.pdf

6.1.2.9 Ecosistemas terrestres

En este ámbito cabe destacar el análisis llevado a cabo para evaluar el efecto potencial de los distintos escenarios de cambio climático, recogido en la Plataforma AdapteCCa, sobre **especies de vertebrados terrestres amenazados de la península ibérica**, e incluidos en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)¹⁰¹. Para ello se desarrollaron modelos de distribución de especies usando la función de favorabilidad para especies de vertebrados terrestres amenazados, cuyos resultados permitieron proponer medidas concretas para evitar y mitigar los efectos negativos en las especies más afectadas.

También es reseñable el estudio de la vulnerabilidad y capacidad de adaptación de las poblaciones de **desmán ibérico** (*Galemys pyrenaicus*) frente al cambio climático en el Sistema Central¹⁰². Este proyecto tiene como objetivos principales determinar las condiciones de habitabilidad existentes para el desmán en cursos fluviales de Ávila, Salamanca, Madrid, Guadalajara y Segovia, y elaborar recomendaciones orientadas a la mejora de la capacidad de adaptación de sus poblaciones ante el cambio climático.

En lo que respecta al riesgo que supone la redistribución de especies exóticas invasoras para la conservación de la biodiversidad en la Red de Parques Nacionales, el **proyecto BioCambio**¹⁰³ contempla, entre otros aspectos, y de forma alineada con estrategias internacionales, nacionales y regionales de adaptación, una evaluación exhaustiva de los riesgos y oportunidades a los

que se enfrenta cada parque nacional y una propuesta de medidas para su gestión adaptativa.

También se ha analizado el efecto potencial de distintos escenarios de cambio climático sobre la **distribución de ciertas especies de vertebrados amenazados incluidos en la Lista Roja de UICN**¹⁰⁴. Para ello se han utilizado modelos de distribución de las especies que han aportado información espacial precisa sobre su vulnerabilidad y sobre cómo podría verse afectada dicha distribución por el cambio climático. Para la construcción de los modelos se han considerado una serie de variables predictoras, tanto climáticas como no climáticas (topográficas, espaciales y actividad antrópica).

6.1.2.10 Ecosistemas marinos y estuarinos

Debemos destacar en este punto la herramienta desarrollada en el contexto del **Life INTEMARES “Metodología de análisis del riesgo de los espacios marinos protegidos de la Red Natura 2000 frente al cambio climático”**¹⁰⁵ elaborada por el Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (IHCantabria). Se ha desarrollado con el objetivo de guiar a los gestores en la puesta en marcha de procedimientos de evaluación del riesgo asociado al cambio climático de los espacios marinos protegidos, que puedan adaptarse a las necesidades y características propias de cada zona protegida. La aplicación de la metodología facilitaría el diseño y la propuesta de medidas de adaptación al cambio climático para su incorporación en los planes de gestión o en la planificación del espacio marino protegido.

¹⁰¹ <https://fundacion-biodiversidad.es/es/content/analisis-del-efecto-del-cambio-climatico-sobre-vertebrados-terrestres-amenazados-incluidos>

¹⁰² https://www.researchgate.net/publication/321798189_Estudio_de_la_vulnerabilidad_de_las_poblaciones_de_Desman_iberico_Galemys_pyrenaicus_frente_al_cambio_climatico_en_el_Sistema_Central

¹⁰³ https://www.researchgate.net/publication/327261858_Cambio_Climatico_y_Especies_Exoticas_Invasoras_en_la_Red_de_Parques_Nacionales_diagnostico_adaptacion_y_gobernanza

¹⁰⁴ https://www.uicn.es/web/pdf/cclistroja/Manual_AnalisisEfectoCamClimEspAmen.pdf

¹⁰⁵ <https://adaptecca.es/recursos/buscador/metodologia-de-analisis-del-riesgo-de-los-espacios-marinos-prottegidos-de-la-red>

Además, en la región levantino-balear se han analizado los efectos del cambio climático en el **hábitat marino de interés comunitario Arrecifes** (1170)¹⁰⁶. Incluye una evaluación de riesgos asociados a potenciales impactos (necrosis y mortandad) debidos al esperado aumento del nivel del mar, el incremento de las temperaturas, la acidificación y la mayor presencia de especies invasoras. Para ello se ha hecho el seguimiento de especies de verméticos, corales y gorgonias presentes en ciertos espacios marinos de la Red Natura 2000 de esta región.

El **proyecto Sensibilidad física y biótica de los estuarios peninsulares al cambio global (Senses)**¹⁰⁷ es un estudio específico de la vulnerabilidad de todos los estuarios peninsulares, especialmente vulnerables frente al cambio climático al tratarse de zonas de transición entre el ambiente fluvial y marino. Para ello se han considerado estimaciones de tendencias climáticas regionales en indicadores físico-químicos –nivel medio del mar, temperatura y salinidad del agua, aportes fluviales y marea astronómica– y bióticos –nutrientes, oxígeno disuelto y clorofila-a– para el horizonte del año 2080. Estos resultados han permitido, a su vez, proponer medidas de gestión y mitigación de impactos, algo que es especialmente importante en zonas con riesgo potencial de inundación que albergan actividades de pesca, acuicultura, portuarias o de transporte marítimo.

Otro proyecto en este mismo ámbito es **Mares**, relativo a la elaboración de **mapas de riesgo** de los sistemas naturales frente al cambio climático en los **estuarios cantábricos**¹⁰⁸. Su objetivo principal ha sido realizar un análisis del riesgo

frente al aumento del nivel del mar de ocho estuarios del litoral cantábrico, representativos de diferentes perfiles socioecológicos. Para ello se ha obtenido la cota de inundación en distintos escenarios de cambio climático, se han evaluado los servicios ecosistémicos asociados a cada estuario y, finalmente, se han cuantificado las pérdidas de servicios ecosistémicos por subida del nivel del mar en cada uno de ellos.

6.1.2.11 Costa

A través del **proyecto ObservarMar**¹⁰⁹ se ha creado un observatorio de seguimiento y análisis de la evolución de indicadores físico-químicos y biológicos del cambio climático en el medio marino del Golfo de Bizkaia, con el fin de evaluar posibles escenarios, impactos y adaptación futuros, además de servir para generar y validar los modelos de simulación y predicción. Para ello se llevó a cabo un análisis de detección y atribución de las causas de las tendencias a partir de series temporales largas de datos y estudios publicados.

6.1.2.12 Turismo

El **proyecto Indicadores de Adaptación de Destinos Turísticos al Cambio Climático (SICC-DE)**¹¹⁰ es un proyecto que tiene como finalidad desarrollar a escala europea un sistema de indicadores de vulnerabilidad, adaptación y mitigación de destinos turísticos al cambio climático. A través de este sistema de indicadores es posible caracterizar el estado del impacto del cambio climático en destinos turísticos, de manera que sirva de base para la planificación de políticas de turismo, medio ambiente y de ordenación territorial y marítima.

¹⁰⁶ <http://ecologicalitoral.com/nuestro-trabajo/proyectos/nacionales/arrecifes.html>

¹⁰⁷ <https://gdfa.ugr.es/senses/wp-content/uploads/2019/09/INFORME-SENSES-GDFA-2018.pdf>

¹⁰⁸ <https://mares.ihcantabria.es/>

¹⁰⁹ <https://www.azti.es/proyectos/observamar/>

¹¹⁰ <https://www.ecounion.eu/portfolio/siccde/>

6.1.2.13 Salud

Existe un consenso generalizado sobre que el aumento de la frecuencia, duración e intensidad de las olas de calor, una de las consecuencias del cambio climático, es responsable del aumento de la mortalidad y de ciertas enfermedades, sobre todo en los grupos sociales más vulnerables. El **proyecto Aclimatarnos** surge de la necesidad de difundir los resultados del estudio *Evolución de las temperaturas de definición de ola de calor en España como indicador del proceso de adaptación al calor en diferentes escenarios de cambio climático*. Por tanto, aúna la investigación científica con la educación ambiental para comunicar la necesidad de adaptarnos a ese aumento de las temperaturas. Uno de estos materiales es la **guía didáctica sobre adaptación al calor Aclimatarnos: el cambio climático, un problema de salud pública**¹¹¹, en el que, entre otros contenidos, se abordan aspectos sociales como factores de vulnerabilidad frente a las olas de calor.

6.1.2.14 Seguros

Cabe destacar en este apartado el **análisis de los daños por inundación en España a nivel municipal**¹¹², elaborado por el Consorcio de Compensación de Seguros (CCS). Esta iniciativa se acompaña de un visor que permite visualizar, por municipio, las indemnizaciones por inundación abonadas por el CCS, a excepción de la inundación costera o embate de mar, en el periodo 2006-2020.

6.1.3 Evaluación ambiental

El **PNACC** reconoce a la Evaluación Ambiental como un instrumento fundamental para la inte-

gración, con carácter preventivo, de la adaptación al cambio climático en planes, programas y proyectos que puedan tener efectos significativos sobre el medio ambiente. En este sentido se recogen a continuación algunos documentos que pueden servir de orientación para integrar los análisis de riesgos en la evaluación de impacto ambiental de proyectos y en la evaluación ambiental estratégica de planes y programas.

Evaluación de impacto ambiental de proyectos (EIA): en este epígrafe cabe citar la **guía *Guidance on Integrating Climate Change and Biodiversity into Environmental Impact Assessment***¹¹³. Esta publicación tiene por objeto ayudar a los Estados miembros de la Unión Europea a mejorar la forma en que el cambio climático y la diversidad biológica se integran en las evaluaciones de impacto ambiental (EIA) de proyectos realizadas en toda la UE.

Evaluación ambiental estratégica de planes y programas (EAE): la **guía *Guidance on Integrating Climate Change and Biodiversity into Strategic Environmental Assessment***¹¹⁴ pretende mejorar la consideración del cambio climático y la pérdida de biodiversidad en las evaluaciones ambientales estratégicas (EAE) realizadas en los Estados miembros de la UE. Para ello aborda cuatro aspectos fundamentales:

- Cómo abordar con eficacia tanto el cambio climático como la biodiversidad en las EAE: la importancia de integrarlos en la evaluación desde la fase más temprana; adaptarlas a cada contexto específico, etc.
- Aspectos críticos para abordar el cambio climático y la biodiversidad en EAEs: conside-

¹¹¹ <https://www.isciii.es/Noticias/Noticias/Documents/GuiaAclimatarnos.pdf>

¹¹² <https://www.consorsegurosdigital.com/es/numero-14/portada/analisis-de-los-danos-por-inundacion-en-espana-a-nivel-municipal>

¹¹³ https://adaptecca.es/sites/default/files/documentos/eia_guidance.pdf

¹¹⁴ https://adaptecca.es/sites/default/files/documentos/sea_guidance.pdf

rar las tendencias a largo plazo; considerar el impacto de los cambios previstos en el clima y la biodiversidad sobre planes y programas; cómo manejar la incertidumbre, etc.

- Identificar los problemas del cambio climático y la biodiversidad en las fases más tempranas del proceso; atender a la interacción con otras cuestiones medioambientales, etc.
- Cómo evaluar los efectos relacionados con el cambio climático y la biodiversidad: considerar desde el principio los escenarios del cambio climático; adoptar un enfoque integrado y ecosistémico de la planificación y examinar los umbrales y límites, etc.

A nivel local y sectorial hay que citar la **Guía para la incorporación del Cambio Climático en el procedimiento de Evaluación Ambiental de los instrumentos de Planeamiento Urbanístico de Andalucía**, elaborada por la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo de la Junta de Andalucía, especialmente dirigida a los promotores de planes urbanísticos y los órganos evaluadores de estos. Esta guía no tiene carácter normativo, y se plantea como un documento metodológico y de criterios sensibles a la problemática del cambio climático, con la voluntad de ayudar a los municipios que decidan utilizarlo en su actividad planificadora.

El objeto de esta guía es ofrecer un marco analítico para la consideración del cambio climático y su integración, óptima y efectiva, en el procedimiento de evaluación ambiental. Define una secuencia lógica para la incorporación del cambio climático en el procedimiento de EAE en tres fases:

- Etapa descriptiva: en la que se analizan los escenarios de cambio climático en el horizonte temporal de la planificación para identificar las amenazas climáticas y priorizar los impactos potenciales sobre las áreas afectadas por el plan y las cadenas de impacto.

- Etapa de valoración: en la que se evalúa la vulnerabilidad y el riesgo en función de la sensibilidad y capacidad de adaptación de los elementos expuestos, en los ámbitos de actuación del plan.
- Etapa propositiva: En la que se definen las medidas de adaptación y mitigación para responder a las amenazas del cambio climático identificadas, así como a los riesgos derivados de dichas amenazas, ligados a las actuaciones del plan.

6.2 Planificación de la adaptación

Como se ha comentado en el Apartado 4.1, **las evaluaciones de riesgos frente al cambio climático forman parte de una planificación más amplia** —ciclo de la adaptación— cuya visión, objetivos y alcance determinarán la estrategia de adaptación a seguir.

Este capítulo se centra en la etapa que sigue al análisis y comprensión de los riesgos asociados al cambio climático: identificar y evaluar las opciones de adaptación. Esto implica conocer las opciones, diseñar metodologías para analizar las alternativas más adecuadas y conocer los tipos de respuestas posibles.

6.2.1 Principios para la adaptación al cambio climático

La planificación de la adaptación debe desarrollarse con una visión:

Estratégica de la adaptación, con visión a medio y largo plazo, y con el principio de precaución ante la incertidumbre.

Participativa: la adaptación al cambio climático requiere de la implicación y participación de todos los agentes, incluyendo distintos niveles de la administración, sector privado los diferentes ámbitos económicos, organizaciones sociales y ciudadanía. Este proceso debe ser coordina-

do, transparente y coherente y debe permitir la construcción de respuestas ante los riesgos derivados del cambio climático. Para tal fin, existen formatos de diversa naturaleza (on-line y/o presencial), como son los foros, seminarios, grupos de trabajo, talleres, entre otros.

Basada en el conocimiento: el proceso de adaptación debe incorporar los riesgos e impactos evaluados en la fase de diagnóstico, así como los saberes y prácticas tradicionales con el fin de dar una respuesta adecuada frente al cambio climático. En el caso de que no exista un diagnóstico completo debido a la falta de información, se debe garantizar la protección del medio ambiente y salud pública adoptando un principio de precaución. Adicionalmente, se debe adoptar un carácter multidisciplinar, apoyándose en los avances científico-técnicos y considerando las aportaciones que se están llevando a cabo desde los distintos ámbitos (social, económico y político) para reducir los riesgos asociados al cambio climático.

Iterativa y flexible: se debe permitir una participación iterativa que favorezca un proceso de planificación e implementación flexible. Esta flexibilidad se encuentra condicionada por la naturaleza de las respuestas y acciones definidas para la reducción del riesgo climático. La promoción de acciones con carácter reversible y de bajo arrepentimiento o *low regret* fomenta la flexibilidad del proceso de adaptación, de forma que permite reconsiderar la planificación según evolucionan las evidencias del cambio climático.

Basada en los servicios de los ecosistemas y las soluciones basadas en la naturaleza: corresponde con acciones que ponen en valor la naturaleza y la biodiversidad y utilizan los servicios ecosistémicos para aumentar la resiliencia frente al cambio climático. Este tipo de soluciones (en contraposición a las soluciones tecnológicas y de ingeniería) son costo-eficientes en su implementación y mantenimiento, y aportan beneficios medioambientales, sociales y económicos

Que prevenga la maladaptación: es importante prevenir los efectos indeseados, evitando medidas que incrementan la exposición a determinadas amenazas y/o aumentan la vulnerabilidad frente al cambio climático, que trasladan los riesgos espacial o temporalmente y que reducen o hipotecan las opciones futuras de adaptación. En este sentido, es necesario evaluar la eficacia de las acciones propuestas e identificar los potenciales efectos que puedan desencadenar.

Que establezca sinergias entre adaptación y mitigación para maximizar el impacto positivo en la acción climática, procurando que las medidas de adaptación sean eficientes en el consumo de energía y recursos, minimicen la emisión de GEI y contribuyan a un modelo territorial y urbano más eficiente y resiliente.

Transversal: dada la naturaleza sistémica de la adaptación, resulta fundamental la integración de criterios adaptativos en políticas públicas, siendo la ordenación del territorio y el urbanismo políticas clave. Del mismo modo, resulta clave la implementación de manera integrada de las actuaciones de adaptación junto con las actuaciones de otras iniciativas, como por ejemplo estrategias de biodiversidad, economía circular, movilidad sostenible, entre otras.

Que contemple la equidad social: la brecha intergeneracional, intercultural y de género existente en la actualidad, podría verse incrementada debido a los efectos del cambio climático. Por este motivo, se debe fortalecer la capacidad de adaptación de todas las personas, en especial aquellas que son más vulnerables, y considerar en el proceso a las próximas generaciones.

6.2.2 Opciones de adaptación: adaptación incremental y adaptación transformacional

Entre las **opciones de adaptación** el IPCC distingue la **adaptación anticipatoria frente a la reactiva**; la adaptación **autónoma** o espontánea —que se da en respuesta al clima experimentado y sus

	Adaptación incremental	Adaptación transformacional
Concepto	Acciones de adaptación cuyo objetivo es responder y prepararse para los impactos del cambio climático sin perder la esencia e integridad del sistema	Acciones encaminadas a llevar cambios profundos y sistémicos que requieren la reconfiguración de los sistemas sociales y ecológicos en respuesta al clima y sus efectos
Esfuerzo	Medio	Alto
Escala temporal de operación	De corto a medio plazo	De medio a largo plazo
Ejemplo de acciones	<ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura de protección contra las inundaciones • Soluciones basadas en la naturaleza a microescala 	<ul style="list-style-type: none"> • Nueva planificación urbana para proteger a las personas y las infraestructuras • Soluciones basadas en la naturaleza • Estilos de vida y modelo económico alternativo • Cambios de uso de suelo
Beneficios y cobeneficios	Acotados	Globales

Tabla 3. Estrategias de adaptación y sus características

efectos, sin una planificación explícita o conscientemente centrada en abordar el cambio climático— **frente a la planificada y la adaptación incremental frente a la transformacional** (Tabla 3).

Si la magnitud y el ritmo del cambio climático previsto implica un nivel mínimo o moderado de impactos, la adaptación incremental puede ser una respuesta suficiente a las consecuencias en muchos lugares y contextos. Sin embargo, en los casos en los que la vulnerabilidad actual es alta y los cambios asociados al cambio climáticos son relevantes, puede ser necesaria una adaptación transformacional para responder al reto climático¹¹⁵. Es decir, **la adaptación transformacional responde a grandes desafíos sociales, económicos y ambientales y, por lo tanto, supone un cambio sistémico para generar un sistema más sostenible**. Los beneficios de esta transformación tienen un marco temporal más amplio, se suponen de mayor impacto

y requieren de un esfuerzo global y coordinado más importante.

En cualquier caso, es importante tener en cuenta la flexibilidad de las opciones. Ante la incertidumbre climática y la complejidad de los sistemas, han surgido las **hojas de ruta de adaptación flexibles (*adaptation pathways*)**, un enfoque centrado en la toma de decisiones para apoyar la planificación de la adaptación al cambio climático. Permiten la planificación de la vulnerabilidad y la reducción del riesgo, al tiempo que proporcionan flexibilidad en la implementación de las medidas para tener siempre en cuenta los últimos conocimientos y la evolución de los sistemas y su contexto. Las hojas de ruta también tienen una aproximación flexible a la hora de la planificación ya que garantizan la consideración de una amplia gama de medidas de adaptación al tiempo que se consideran varios escenarios futuros. En función de la evolu-

¹¹⁵ https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-Chap20_FINAL.pdf

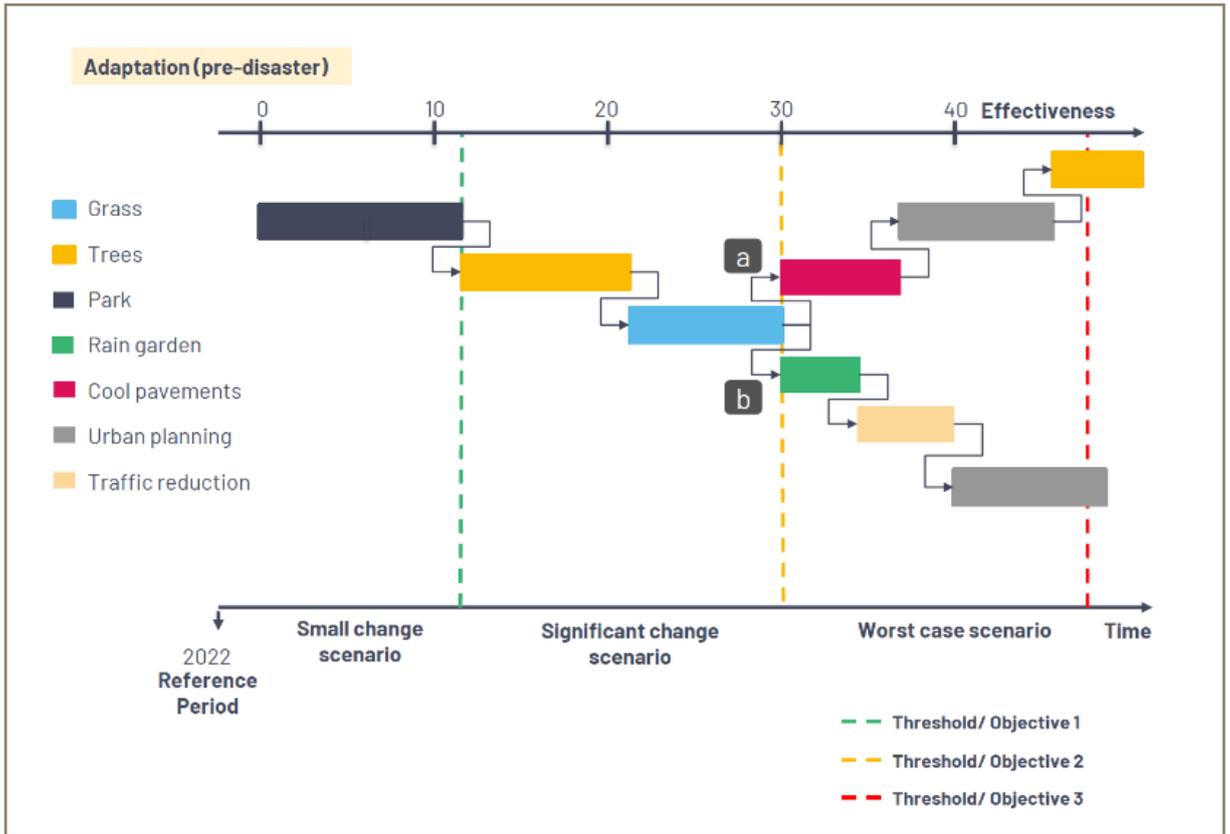


Figura 23. Ejemplo de secuenciación gráfica de una hoja de ruta de adaptación (Zorita, 2022).

ción del problema, la alternativa se refuerza con otro conjunto de medidas, se modifica o incluso se retrasa, siguiendo un enfoque de adaptación incremental (Zorita, 2022). En la Figura 23 se muestra un ejemplo de secuenciación gráfica de una hoja de ruta de adaptación.

Esta flexibilidad permite evaluar e identificar las formas más efectivas para minimizar los impactos observados en un contexto determinado o previsto. En otras palabras, en las hojas de ruta de adaptación flexible, las medidas y las acciones se planifican con mucha antelación para prepararse para los impactos previstos del cambio climático, mientras que su despliegue se inicia una vez que se dan determinadas condiciones (p.ej. se ha alcanzado un punto de no retorno). Por lo tanto, las hojas de ruta flexible **permiten planificar la adaptación y minimizar los riesgos de la maladaptación**. Esto ayudará a evitar un uso inadecuado de los recursos actuando demasiado pronto o demasiado tarde.

6.2.3 Análisis de alternativas de adaptación

El objetivo de este apartado es ayudar a identificar las acciones de adaptación al cambio climático y prevención de riesgos que pueden prevenir y mitigar los impactos y aumentar la resiliencia de la comunidad y del sistema (socioecológico). Se trata de crear una cartera de acciones potencialmente útiles (por cadena de impacto) para hacer frente a los riesgos identificados y que reduzcan la vulnerabilidad, exposición y, por lo tanto, los riesgos en los sistemas objeto de análisis.

Las posibles respuestas y acciones para abordar los impactos y efectos del cambio climático pueden ser ya conocidas, si estos efectos están relacionados con un agravamiento de problemas ya experimentados o conocidos en un lugar determinado (inundaciones, olas de calor, oscilación térmica, etc.). Si, por el contrario, los impactos potenciales son nuevos



Figura 24. Marco para evaluar y seleccionar las medidas de adaptación. La visión a largo plazo y el análisis del impacto y el análisis de riesgos pueden determinar los criterios de evaluación. S. Zorita. (2022) ARCH D6.4 Resilience Pathway Handbook. ARCH Project GA no. 820999

(vectores infecciosos, cambio en la productividad de las especies, tornados etc.), pueden ser menos obvios y será necesario un mayor esfuerzo para identificar las respuestas.

En esta fase se deben identificar las alternativas y posibilidades de respuesta frente a los riesgos, retos u oportunidades, entre las que se pueden seleccionar las medidas más adecuadas en función del contexto socio-institucional y de la naturaleza de los peligros que afectan al sistema.

Esta búsqueda de soluciones también es una oportunidad para identificar tanto prácticas adaptativas efectivas, como casos de maladaptación.

Es asimismo importante definir los criterios y metodología para la clasificación y selección de medidas de adaptación (Ver Figura 24). Esto facilitará tener una visión general de las medidas identificadas y asegurarse de que no existen lagunas o si existen, ser conscientes de ellas.

Entre los criterios de caracterización y selección se puede incluir:

- **La evaluación del desempeño.** en función de los objetivos definidos y la relevancia de la componente (ambiental, económica, socio-institucional) para los agentes locales y regionales. La disponibilidad de evidencias científicas y del conocimiento local y regio-

nal del sistema puede también influir en la selección final de este criterio.

- El marco de evaluación definido por Veerkamp et al. (2001) para la evaluación de soluciones basadas en la naturaleza es un ejemplo de los diferentes criterios de evaluación y metodologías de **evaluación de la efectividad**.
- Los **cobeneficios**,
- **La urgencia de acción**,
- **Los marcos legislativos**,
- **La aceptabilidad de la acción**
- **El coste de implementación o mantenimiento.**

Una vez se ha recopilado toda la información de caracterización de las acciones potencialmente adecuadas se deben seleccionar y priorizar. Cabe destacar que la evaluación y selección de medidas puede realizarse de forma individualizada, así como por grupos de medidas en caso de trabajar con aproximaciones como las hojas de ruta flexible. Como se muestra en la Figura 25, la **evaluación del desempeño**, que puede resultar importante en la priorización de opciones de adaptación, puede tener diferente naturaleza según el aspecto en el que se focalice (ambiental, económico o social) con sus correspondientes ventajas y desventajas:

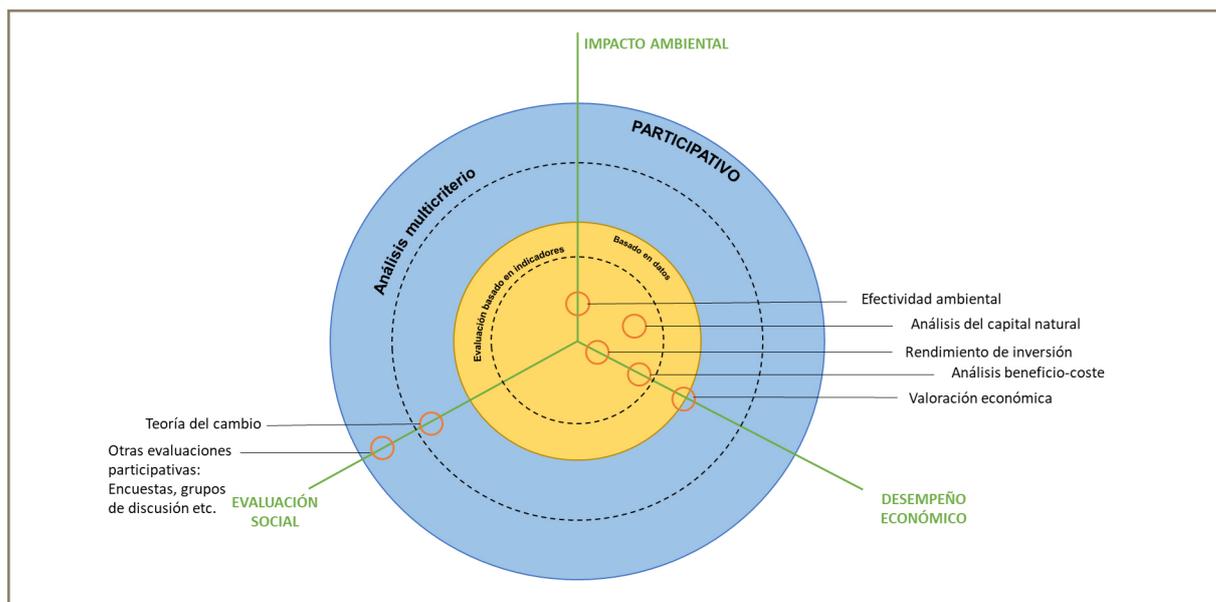


Figura 25. Marco de evaluación del desempeño y opciones. Modificado de: Veerkamp et al. (2021)

- Análisis beneficio-coste (ABC):** El análisis coste-beneficio se describe mediante un indicador que considera los beneficios de una medida en relación con sus costes, expresados en términos monetarios. Esto permite la comparación de medidas/acciones de diferentes sectores y naturalezas (medidas estructurales, sociales y/o institucionales). Es una herramienta muy extendida en el ámbito de la gobernanza, que determina la eficiencia económica de la ejecución de un determinado proyecto. Aplicado sistemáticamente a alternativas de adaptación, el ABC se convierte en una valiosa herramienta para la priorización económica objetiva de las acciones e intervenciones ya que permite comparar las relaciones beneficio/coste y el Valor Actual Neto (VAN) de las medidas individuales y, por tanto, la eficiencia económica de las mismas. Sin embargo, para su aplicación se necesita

 - Conocer las probabilidades de riesgo
 - Que la sensibilidad de la probabilidad climática sea baja
 - Datos de alta calidad para los componentes de beneficio/coste
- Análisis coste efectividad (ACE)** que a diferencia del análisis coste-beneficio no asigna un valor monetario a los resultados, sino que los traduce en términos de beneficios ambientales o sociales. Es frecuente su uso en el ámbito de los servicios ecosistémicos y en la evaluación de los beneficios sobre la salud.
- Análisis multicriterio (AMC):** es una metodología de priorización que evalúa explícitamente múltiples criterios monetarios y/o no-monetarios en la toma de decisiones. El AMC se utiliza para analizar decisiones complejas con múltiples perspectivas que utilizan formas de evaluación sistemáticas tanto cuantitativas como cualitativas para la priorización. Sin embargo, el ACM no es sólo un proceso técnico. También requiere la participación de los agentes pertinentes. El propósito del AMC es servir como herramienta de ayuda en la toma de decisiones, pero no para tomarlas. El principal resultado del AMC es una clasificación de las opciones (en nuestro caso de adaptación al cambio climático) y una apreciación de los puntos fuertes y débiles de los atributos de cada opción. Normalmente, las técnicas de ACM pueden utilizarse para identificar una

única opción preferida, para preseleccionar un número limitado de opciones para su posterior evaluación detallada o simplemente para distinguir las posibilidades aceptables de las inaceptables.

- **Talleres participativos:** Las metodologías de participación se usan con frecuencia para fomentar la participación de diferentes agentes y la población general y así poder consensuar una visión común. Fomentan el consenso, la corresponsabilidad y cogestión de la adaptación, así como un aprendizaje conjunto. Las evaluaciones basadas en conocimiento de agentes suelen basarse en el análisis cualitativo de varios criterios que recogen la experiencia de los expertos. Esta metodología puede ser complementaria p.ej. al análisis multicriterio.

6.2.4 Tipologías de respuestas adaptativas

Como se ha comentado anteriormente, la identificación de necesidades derivadas de la vulnerabilidad y riesgo climático proporcionan una base para la selección de las acciones de adaptación. Aunque los objetivos de adaptación y la metodología de evaluación del desempeño de las acciones pueden determinar la selección de las acciones en función de su tipología, siempre es interesante para reducir los riesgos asociados al cambio climático considerar los tres grandes grupos de medidas¹¹⁶: estructurales o físicas, sociales e institucionales. Esta clasificación responde a la necesidad de considerar múltiples y diversas medidas de diferentes sectores y que interpelen a diferentes actores relevantes

- **Medidas estructurales:** Esta categoría reúne medidas tangibles que proveen de resultados claros y que están bien definidas en cuanto a su alcance, espacio y tiempo. Incluyen

soluciones estructurales y de ingeniería (por ejemplo, protección costera o el refuerzo de edificios), la aplicación de tecnologías (por ejemplo, sensores para la estabilidad estructural o un sistema de alerta temprana), el uso de soluciones basadas en la naturaleza (por ejemplo, un bosque vertical o la restauración ecológica de ríos mediante la creación de bandas protectoras de vegetación) y la prestación de servicios (por ejemplo, mejora de los servicios médicos de emergencia).

- **Medidas sociales:** Están orientadas a proporcionar un mayor y mejor conocimiento para facilitar la gestión de la adaptación, así como la protección contra los peligros. Esta categoría incluye mejorar las estrategias de información (por ejemplo, mapa de vulnerabilidad, definición de instalaciones de almacenamiento de emergencia de patrimonio), favorecer las medidas que suponen una modificación de las costumbres y comportamiento (por ejemplo, cambio de prácticas de cultivo, prácticas de reducción del consumo de agua) o proporcionar servicios educativos (por ejemplo, sensibilización, intercambio de conocimientos locales y tradicionales).
- **Medidas institucionales:** Esta categoría de medidas se centra en aquellas de carácter institucional que fomentan la adaptación. Incluyen acciones económicas (por ejemplo, incentivos financieros para la adaptación, bonos para catástrofes), leyes y reglamentos (por ejemplo, reglamento para la evacuación efectiva de los ciudadanos, reglamentos de zonificación y planificación legal para las áreas históricas) y políticas y programas gubernamentales (por ejemplo, gestión integrada de las zonas costeras o planes sectoriales).

¹¹⁶ No hay una categorización universal de las medidas, sino diferentes formas de agruparlas en función de los que sea más operativo a nivel de trabajo, p.ej. la componente del riesgo que aborda vs. naturaleza de la medida

7 Consideraciones finales

Tal y como se ha mencionado en la introducción, las **evaluaciones de riesgos** frente al cambio climático son instrumentos **útiles e imprescindibles para una planificación adecuada de la adaptación**, cuyo objetivo último debe ser reducir los riesgos frente al cambio climático.

Existen **múltiples aproximaciones metodológicas** para la evaluación de riesgos frente al cambio climático y la elección del enfoque más adecuado en cada caso está condicionada por múltiples factores.

Se han planteado en esta primera versión un **marco común para los análisis de riesgos frente al cambio climático**. En cualquier caso, esta guía **no pretende determinar una forma única de evaluar los riesgos** asociados al cambio climático, por lo que se propone una serie de aproximaciones que serán más o menos adecuadas dependiendo del tipo de evaluación de riesgo que se quiera o pueda realizar. Se aboga por realizar **planteamientos simplificados en aquellos casos en los que no sea posible abordar análisis complejos**, de manera que no se diluya el objeto de los análisis de riesgos, que no es otro que **generar información y criterios para actuar y, en definitiva, catalizar la adaptación al cambio climático**.

Ello no es óbice para seguir **reconociendo la complejidad y no linealidad de los efectos del cambio climático**, que implican la necesidad de **evolucionar progresivamente hacia una comprensión más holística**, generando paulatina-

mente una base de conocimiento que permita abordar análisis integrados.

La **incertidumbre asociada a la evolución del clima, a los potenciales efectos y las técnicas de análisis** han de ser también tenidas en cuenta a la hora de integrar la percepción de distintos agentes y gestionar la comunicación de los resultados del análisis de riesgos. De esta manera, se pueden llegar a **establecer consensos sociales** respecto a factores determinantes de la adaptación al cambio climático como es establecer los **niveles de riesgo aceptable**.

Siendo difícil encontrar el **equilibrio entre la simplificación que catalice la acción, sin olvidar la complejidad ni la incertidumbre** inherentes al importante desafío que intentamos analizar, **es clave la transparencia en el método, las entradas o inputs del análisis y las asunciones de este**.

La posible **evolución del riesgo está asociada a distintos factores** como el impacto y la efectividad de las políticas, la evolución del clima u otras variables socioeconómicas dinámicas. Todo ello implica que los análisis de riesgos **se deban plantear como ejercicios recurrentes e iterativos que permitan medir su evolución**.

Uno de los aspectos de gran importancia, siendo todavía un reto relevante, es conseguir **vincular las medidas y políticas de adaptación a los análisis de riesgos**, para que el objetivo último de las mismas sea la reducción de los riesgos previamente analizados¹¹⁷.

¹¹⁷ Así se refleja en el artículo *A cross-scale worldwide analysis of coastal adaptation planning* (Olazabal et al, 2019), donde apenas en un 15 % de las políticas de adaptación analizadas se relacionaban las medidas propuestas con reducciones específicas de riesgos, a pesar de que en muchos casos se habían llevado a cabo evaluaciones de riesgos o de vulnerabilidad. Establecer objetivos de reducción del riesgo puede facilitar además los procesos de monitorización y seguimiento de la adaptación.

Mencionar por último la **constante evolución de la ciencia y el conocimiento asociado al cambio climático**, tanto en enfoques metodológicos como en datos e información disponible. Ello sumado a la **especificidad de distintos sectores** implica que se contempla la **posibilidad de que esta guía sea revisada y ampliada**, para abordar nuevos aspectos, temas que hayan quedado pendientes o aclaraciones necesarias que surjan como consecuencia de su progresiva aplicación en procesos de evaluación.

8 Bibliografía

Ayuntamiento de Donostia/San Sebastián. 2017. Plan de Adaptación de Donostia/San Sebastián: Diagnóstico.

<https://www.donostia.eus/ataria/documents/8023875/8050879/DIAGNOSTICO.pdf>

Carmona Alférez, R., Díaz Jiménez, J., León Gómez, I., Luna Rico, Y., Mirón Pérez, I.J., Ortiz Burgos, C., Linares Gil, C. Temperaturas umbrales de disparo de la mortalidad atribuible al frío en España en el periodo 2000-2009. Comparación con la mortalidad atribuible al calor. Instituto de Salud Carlos III, Escuela Nacional de Sanidad. Madrid, 2016.

<http://gesdoc.isciii.es/gesdoccontroller?action=download&id=10/03/2016-db8fa07be3>

Climate Adaptation Platform Climate-ADAPT.

<https://climate-adapt.eea.europa.eu/>

Feliu, E., García, G., Gutiérrez, L., Abajo, B., Mendizabal, M., Tapia, C., Alonso, A. 2015. *Guía para la elaboración de Planes Locales de Adaptación al Cambio Climático*. Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid, 100 pág.

https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/publicaciones/publicaciones/guia_local_para_adaptacion_cambio_climatico_en_municipios_espanoles_tcm30-178446.pdf (vol. 1) y https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/publicaciones/publicaciones/guia_local_para_adaptacion_cambio_climatico_en_municipios_espanoles_vol_2_tcm30-178445.pdf (vol. 2)

Fundación Biodiversidad, Oficina Española de Cambio Climático, Agencia Estatal de Meteorología, Centro Nacional de Educación Ambiental. 2013. *Cambio climático: Bases físicas. Guía resumida Grupo de Trabajo I del Quinto Informe del IPCC*.

https://www.miteco.gob.es/images/es/guia-resumida-gt3-mitigacion-ar5_tcm30-177779.pdf

GIZ and EURAC. 2017. *Risk Supplement to the Vulnerability Sourcebook. Guidance on how to apply the Vulnerability Sourcebook's approach with the new IPCC AR5 concept of climate risk*. Bonn: GIZ.

https://www.adaptationcommunity.net/wp-content/uploads/2017/10/GIZ-2017_Risk-Supplement-to-the-Vulnerability-Sourcebook.pdf

Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental, Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial y Vivienda. Gobierno Vasco. 2019. Evaluación de la vulnerabilidad y riesgo de los municipios vascos ante el cambio climático.

<https://www.euskadi.eus/documentacion/2019/evaluacion-de-la-vulnerabilidad-y-riesgo-de-los-municipios-vascos-ante-el-cambio-climatico/web01-a2ingkli/es/>

IPCC, 2021: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 3–32, doi:10.1017/9781009157896.001.

IPCC, 2022: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

<https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/>

ISO 14091:2021 *Adaptation to climate change – Guidelines on vulnerability, impacts and risk assessment*.

<https://www.iso.org/standard/68508.html>

ISO 31000:2018. *Risk management – Guidelines*.

<https://www.iso.org/standard/65694.html>

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático PNAC 2021-2030*.

https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/pn-acc-2021-2030_tcm30-512163.pdf

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. *Programa de Trabajo 2021-2025 del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático*.

https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/pt1-pn-acc_tcm30-535273.pdf

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. 2022. *Propuesta de mínimos para la realización de los Mapas de Riesgo de Inundación. Actualización de la metodología de elaboración de la cartografía de peligrosidad y riesgo de inundación. Directiva de Inundaciones - 2º ciclo*.

https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/propuesta-de-minimos-realizacion-mapas-deriesgo-2ciclo_tcm30-511333.pdf

Observatorio de Medio Ambiente Urbano (OMAU) de Málaga. 2019. *Evaluación de los riesgos y vulnerabilidades al cambio climático de Málaga. ALICIA, Plan del Clima 2050*.

https://www.omau-malaga.com/agendaurbana/subidas/archivos/arc_268.pdf

Oficina Catalana del Canvi Climàtic. 2018. *Indicador Global de Adaptación a los impactos del cambio climático en Catalunya, IGA*.

https://canviclimatic.gencat.cat/web/.content/03_AMBITS/adaptacio/Indicador_global/IGA-2018_cast.pdf

Olcina, J. (2022). *Land Use Planning and Green Infrastructure: Tools for Natural Haz-*

ards Reduction. In: Eslamian, S., Eslamian, F. (eds) *Disaster Risk Reduction for Resilience*. Springer, Cham.

https://doi.org/10.1007/978-3-030-72196-1_6

Pörtner, H.-O., Scholes, R. J., Agard, J., Archer, E., Arneth, A., Bai, X., Barnes, D., Burrows, M., Chan, L., Cheung, W. L. (William), Diamond, S., Donatti, C., Duarte, C., Eisenhauer, N., Foden, W., Gasalla, M. A., Handa, C., Hickler, T., Hoegh-Guldberg, O., ... Ngo, H. (2021). Scientific outcome of the IPBES-IPCC co-sponsored workshop on biodiversity and climate change (Versión 5). IPBES secretariat.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.5101125>

PreventionWeb Deterministic & probabilistic risk.

<https://www.preventionweb.net/understanding-disaster-risk/key-concepts/deterministic-probabilistic-risk>

Reisinger, Andy, Mark Howden, Carolina Vera, et al. (2020) *The Concept of Risk in the IPCC Sixth Assessment Report: A Summary of Cross-Working Group Discussions*. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland. Pp15.

<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2021/02/Risk-guidance-FINAL-5October2020.pdf>

Sanz, M.J. y Galán, E. (editoras), 2020. *Impactos y riesgos derivados del cambio climático en España*. Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Madrid.

https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/informeimpactosriesgosccespana_tcm30-518210.pdf

Sanuy M., Jiménez J.A. (2021). *Probabilistic characterisation of coastal storm-induced risks using Bayesian networks*. Natural Hazards and Earth System Sciences, 21 (1), pp. 219 - 238. <https://doi.org/10.5194/nhess-21-219-2021>

Simpson, N.P. et al (2021). *A framework for complex climate change risk assessment*. One Earth. Volume 4, Issue 4, 23 April 2021, Pages 489-501.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590332221001792>

Toimil, A. et al (2017). *Multi-sectoral, high-resolution assessment of climate change consequences of coastal flooding*. *Climatic Change*, 145 (3-4), pp. 431 - 444.

<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85034647241&doi=10.1007%2fs10584-017-2104-z&partnerID=40&md5=067e84f68f902c312634bf44b8f09f1b>

UNDRR (2022) *Technical Guidance on Comprehensive Risk Assessment and Planning in the Context of Climate Change*, United Nations Office for Disaster Risk Reduction.

<https://www.undrr.org/publication/technical-guidance-comprehensive-risk-assessment-and-planning-context-climate-change>

Veekamp, C., Ramieri, E., Romanovska, L., Zandersen, M., Förster, J., Rogger, M., et al. (2021) *Assessment Frameworks of Nature-based Solutions for Climate Change Adaptation and Disaster Risk Reduction*. European Topic Centre on Climate Change impacts, Vulnerability and Adaptation (ETC/CCA).

https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-cca/products/etc-cca-reports/tp_3-2021

Zorita (2022) *ARCH D6.4 Resilience Pathway Handbook*. ARCH H2020 Project GA no 820999

Anexo I. Recursos disponibles

Bases de datos y recursos disponibles en internet.

Recurso	URL
AdapteCCa	https://adaptecca.es/
Visor de escenarios de cambio climático	https://escenarios.adaptecca.es/
IPCC	https://www.ipcc.ch/
Atlas interactivo IPCC	https://interactive-atlas.ipcc.ch/
Copernicus C3S	https://climate.copernicus.eu/
AEMET	https://www.aemet.es/
IGN	https://www.ign.es
Censo de población y vivienda	https://www.ine.es
Censo agrario	https://www.ine.es/censoagrario2020
Catastro	https://www.sedecatastro.gob.es/
Andalucía	https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/web/cambio-climatico
Canarias	https://www.gobiernodecanarias.org/cambioclimatico/
Cataluña	https://canviclimatic.gencat.cat/es/inici/
Euskadi	https://www.euskadi.eus/gobierno-vasco/cambio-climatico/
Galicia	https://cambioclimatico.xunta.gal/emisions-dos-gases-de-efecto-invernadero-en-galicia
Madrid	https://www.comunidad.madrid/servicios/urbanismo-medio-ambiente/cambio-climatico
Navarra	https://www.navarra.es/home_es/Temas/Medio+Ambiente/Cambio+climatico/
Comunitat Valenciana	https://agroambient.gva.es/es/web/cambio-climatico/missio-adaptacio-canvi-climatic

PNACC

2021-2030



GOBIERNO
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO