

# Guía metodológica para el análisis y priorización de medidas de adaptación al cambio climático

PNACC Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



Oficina Española de Cambio Climático



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA Y PESCA,  
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



# Integración de la adaptación al cambio climático en la estrategia empresarial

Guía metodológica para el análisis y priorización de medidas de adaptación al cambio climático

2016

Madrid







Aviso Legal: los contenidos de esta publicación podrán ser reutilizados, citando la fuente y la fecha, en su caso, de la última actualización.

**Autores:**

Kepa Solaun; Itxaso Gómez; Julie Urban; Juan Carlos Gómez  
Fundación CMAE - Factor CO<sub>2</sub>

**Coordinadores:**

Eduardo González; José Ramón Picatoste; Raquel Garza  
D.G. Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

**Revisores**

Mónica Gómez Royuela; Ana Pintó Fernández; Aída Velasco Munguira  
D.G. Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

**Colaboradores:**

(1) David Corregidor; Jorge Pina; Alejandro Rodríguez  
(2) Valentín Alfaya; Ana Peña  
(3) Franciso del Molino

(1) Endesa  
(2) Ferrovial  
(3) Cadagua (Grupo Ferrovial)

**Edita:**

© Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente  
Secretaría General Técnica  
Centro de Publicaciones

NIPO: 280-16-319-3 (en línea)  
NIPO: 280-16-320-6 (papel)  
Depósito Legal: M-40058-2016

**Distribución y venta:**

Paseo Infanta Isabel, 1  
28014 Madrid  
Teléfono: 91 347 55 41  
Fax: 91 347 57 22

Tienda virtual: [www.mapama.es](http://www.mapama.es)  
[centropublicaciones@mapama.es](mailto:centropublicaciones@mapama.es)

**Datos técnicos:** Formato 17x24 cm. Caja de texto: 14x20,1cm. Composición: una columna. Tipografía: Century Gothic cuerpos 9 y 10. Papel: Interior en estucado con certificación FSC® de 115g. Cubierta en Symbol Card de 300g. con certificación FSC®. Tintas 4/4. Encuadernación rústica

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado:  
<http://publicacionesoficiales.boe/>

A efectos bibliográficos este trabajo debe citarse como sigue:

Solaun, K., Gómez, I., Urban, J. Gómez, J.C. 2016. *Integración de la adaptación al cambio climático en la estrategia empresarial. Guía metodológica para el análisis y priorización de medidas de adaptación al cambio climático*. Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid, 48 pág.

Las opiniones que se expresan en esta obra son responsabilidad de los autores y no necesariamente del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente o de su personal.

# Presentación

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) establece el marco de referencia para la coordinación de las actividades de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en España. La responsabilidad de su implementación y desarrollo corresponde a la Oficina Española de Cambio Climático (OECC), perteneciente al Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

El PNACC se desarrolla a través de Programas de Trabajo. En la actualidad se está trabajando en el Tercer Programa de Trabajo, tras su aprobación a finales de 2013, con un horizonte de aplicación coincidente con la Estrategia Europea de Adaptación al Cambio Climático (2014-2020). Con este programa se profundiza en las necesidades de coordinación que existen entre las diferentes escalas de la planificación (local, regional, estatal y europea), las diferentes dimensiones pública y privada, y la coordinación y transversalización entre los distintos sectores priorizados.

Hasta el momento, los principales estudios y análisis sobre cambio climático relacionados con el sector privado han estado centrados en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. En comparación con los avances realizados en materia de mitigación, las actividades relativas a adaptación en el sector privado han sido limitadas. Sin embargo, el interés sobre estos aspectos es creciente, existiendo una demanda de información, metodologías y herramientas que permitan comenzar a trabajar en esta materia.

Para abordar esta realidad, desde el año 2013 se está impulsando una iniciativa, liderado por la OECC en colaboración con empresas nacionales pioneras en materia de adaptación al cambio climático, cuyo objetivo es el de desarrollar y pilotar herramientas que permitan la incorporación de los riesgos y la vulnerabilidad al cambio climático en la estrategia empresarial. Un primer resultado de este trabajo lo constituye la *Guía metodológica para la evaluación de los impactos y la vulnerabilidad en el sector privado* publicada por el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

Con el objetivo de seguir brindando herramientas que faciliten la toma de decisión en el camino hacia la integración de la adaptación al cambio climático en la estrategia empresarial, se ha seguido trabajando de la mano de empresas nacionales, profundizando en metodologías para el análisis de medidas de adaptación al cambio climático en el sector privado. Esta publicación es el resultado de este esfuerzo, recogiendo el marco y los resultados obtenidos en su aplicación piloto. De esta forma, se da un paso más en el desarrollo de herramientas para el sector empresarial para facilitar su adaptación al cambio climático.

VALVANERA ULARGUI

Directora General de la Oficina Española de Cambio Climático





# Índice

1. Antecedentes	1
2. Contexto nacional e internacional	2
2.1. La adaptación al cambio climático en el ámbito internacional.	2
2.2. Avances en adaptación al cambio climático en España.	4
3. Metodología para la toma de decisión	12
3.1. Metodologías para el análisis económico de la adaptación.	12
3.2. Aplicación al sector privado.	17
4. Análisis de medidas para la adaptación al cambio climático	26
4.1. Sector energía: Endesa.	26
4.2. Sector construcción: Ferroviario.	31
5. Principales referencias	35

## Acrónimos

AF	Fondo de Adaptación
ASEC	Estrategias de Adaptación para las Ciudades Europeas
CMNUCC	Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
COP	Conferencia de las Partes
EC	Comisión Europea
EEA	Agencia Europea de Medio Ambiente
EU	Unión Europea
EACC	Economía de la Adaptación al Cambio Climático
GEI	Gases de efecto invernadero
GCF	Fondo Verde para el Clima
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
LDCF	Fondo para los Países Menos Adelantados
LEG	Grupo de Expertos para los países Menos Adelantados
MAPAMA	Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente
NAPA	Programas Nacionales de Acción para la Adaptación
NWP	Programa de Trabajo de Nairobi
PSI	Iniciativa del Sector Privado
RAS	Estrategias Regionales de Adaptación al cambio climático
UKCIP	Programa de Impactos Climáticos de Reino Unido
SCCF	Fondo Especial de Cambio Climático
WB	Banco Mundial

# 1. Antecedentes

Esta publicación es el segundo volumen de las guías metodológicas desarrolladas por la Oficina Española de Cambio Climático (OECC) para el apoyo a la integración de la adaptación al cambio climático en la estrategia empresarial.

La primera de ellas está orientada al desarrollo de metodologías para la evaluación de los impactos y la vulnerabilidad al cambio climático en el sector privado (OECC, 2014). En este segundo paso, se persigue ahondar en metodologías para el análisis de medidas de adaptación al cambio climático, que puedan ser impulsadas desde la perspectiva del sector privado, ya sea para atender los riesgos o las oportunidades que presenta el cambio climático sobre el tejido empresarial. Con ello, el objetivo es seguir brindando herramientas que faciliten la toma de decisión en el camino hacia la integración de la adaptación al cambio climático en la estrategia empresarial.

Aunque a nivel nacional sigue siendo necesario continuar ahondando en los costes que el cambio climático puede ocasionar en los diferentes sectores, se considera interesante profundizar en el análisis y priorización de las diferentes opciones existentes para la reducción futura de los mismos.

En este sentido, hay que tener presente que el enfoque de los análisis de medidas de adaptación al cambio climático suele ser diferente, en función de si el impulsor de las medidas pertenece al ámbito público o al privado. En primer lugar, las políticas públicas de adaptación al cambio climático crean el marco sobre el que actuar a nivel nacional, además de servir como facilitadoras para la toma de decisión en los siguientes niveles de actuación.

Así, a un nivel de toma de decisión ligada a la administración pública, además de los aspectos estrictamente económicos, es necesario evaluar otros ámbitos de importancia como el social y el ambiental. Sin embargo, en el ámbito privado, los condicionantes económicos suelen ser los principales motivadores en la toma de decisión.

Otro aspecto diferenciador y de importancia es el horizonte temporal. Habitualmente, la mayor vulnerabilidad está asociada a periodos de tiempo largos, que van más allá de los horizontes habituales a los que se trabaja en el ámbito privado. Sin embargo, la agilidad del sector privado en este aspecto compensa esta realidad, ya que las medidas de adaptación directas se van implementando de forma paulatina, conforme se van produciendo los cambios.

Por ello, a pesar de las incertidumbres asociadas al cambio climático y a sus consecuencias, esta publicación pretende recoger unas directrices prácticas que puedan ser aplicadas en la actualidad para facilitar el análisis y priorización de diferentes opciones de adaptación al cambio climático, teniendo presente la realidad del sector empresarial español.

## 2. Contexto nacional e internacional

Con la reciente publicación del Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) (IPCC, 2013) se constata la cada vez más urgente necesidad de emprender acciones de adaptación. A pesar de la creciente preocupación y sensibilización ciudadana y del aumento en la implementación de acciones gubernamentales, las emisiones totales de gases de efecto invernadero (GEI) no han dejado de aumentar desde el año 1970.

El calentamiento en el sistema climático es inequívoco y, desde la década de 1950, muchos de los cambios observados no han tenido precedentes en los últimos decenios a milenios. La atmósfera y el océano se han calentado, los volúmenes de nieve y hielo han disminuido, el nivel del mar se ha elevado y las concentraciones de gases de efecto invernadero han aumentado.

IPCC, 2013.

De acuerdo a lo anunciado por el Grupo de Trabajo I del IPCC, incluso los esfuerzos más estrictos de mitigación no podrán evitar los impactos más significativos del cambio climático en las próximas décadas. Ello hace de la adaptación al cambio climático una necesidad inevitable.

### 2.1. La adaptación al cambio climático en el ámbito internacional.

Desde la decimotercera reunión en la Conferencia de las Partes (COP 13, por sus siglas en inglés), celebrada en Bali en 2007, la adaptación ha ido cobrando cada vez mayor importancia en la negociación internacional como uno de los ejes clave para la acción en materia climática.

Anteriormente, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) ya había iniciado la canalización de apoyo financiero mediante la creación de fondos específicos, como el Fondo de Adaptación (AF, por sus siglas en inglés), el Fondo Especial de Cambio Climático (SCCF, por sus siglas en inglés) o el Fondo para los Países Menos Adelantados (LDCF, por sus siglas en inglés), con el objetivo de impulsar acciones nacionales en los países más vulnerables al cambio climático. En el caso del LDCF, dicho mecanismo de financiación se creó específicamente para apoyar los Programas Nacionales de Acción para la Adaptación (NAPA, por sus siglas en inglés).

Para favorecer el emprendimiento de acciones específicas en la materia, nació el Programa de Trabajo de Nairobi por Decisión de la COP 12 (Nairobi, 2006). Este programa ofrece asesoramiento a los países y, en especial, a los países en vías de desarrollo, para mejorar su comprensión y evaluación de los impactos, la vulnerabilidad y la adaptación al cambio climático, y para adoptar decisiones a partir de ello.

En 2010, en la COP de Cancún, se realizaron importantes avances en materia de financiación para la adaptación, acordándose la creación del Fondo Verde para el Clima (GCF, por sus siglas en inglés) como principal mecanismo para canalizar financiación para proyectos y programas de cambio climático en países en desarrollo. También se creó el Programa Marco de Adaptación<sup>1</sup> (Marco de Adaptación de

<sup>1</sup> Ver [http://unfccc.int/portal\\_espanol/newsletter/items/6749.php](http://unfccc.int/portal_espanol/newsletter/items/6749.php).

Cancún) que entró en funcionamiento tras la COP 17 de Durban, en 2011. Además, se estableció también el Comité de Adaptación<sup>2</sup>, de apoyo técnico y cooperación internacional, cuyo programa de trabajo fue aprobado en 2012, en la COP celebrada en Doha.

En el 2013, en la COP de Varsovia, se creó el denominado Mecanismo Internacional de Pérdidas y Daños, que pretende reforzar la cooperación y el apoyo de una forma integral y coherente para minimizar las pérdidas y daños asociados al cambio climático, movilizándose además a todos los agentes implicados. En 2014, en la COP de Lima, se estudiaron medidas a través de las cuales los países pudiesen con sus actividades productivas y no productivas, adaptarse a las nuevas condiciones climáticas. Además se estudiaron las sinergias entre las acciones relacionadas con la mitigación y la adaptación.

En la COP 21 celebrada en París a finales de 2015, se confirmó la importancia de la adaptación al cambio climático en la política internacional, posicionándose al mismo nivel que la mitigación. Por un lado, se incorporó en el texto del Acuerdo un objetivo global de aumentar la capacidad de adaptación, mejorar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad al cambio climático. Asimismo, se incorporaron aspectos como la necesidad de reforzar los procesos participativos, la igualdad de género y los derechos humanos ligados a la adaptación al cambio climático. Por otro lado, en los compromisos de financiación climática, se acordó que las fuentes se deberán destinar a mitigación y adaptación al cambio climático de forma equilibrada. Además, se consolidó el Mecanismo Internacional de Varsovia de Pérdidas y Daños, siendo revisado para su mejora futura.

Paralelamente a las negociaciones internacionales, el sector privado ha ido trabajando también en materia de adaptación al cambio climático. En este sentido, el principal instrumento es la Iniciativa del Sector Privado (PSI)<sup>3</sup> de la CMNUCC, que recopila casos de estudio innovadores del mundo empresarial en materia de sostenibilidad, gestión de riesgos climáticos, reducción de impactos o de aprovechamiento de las oportunidades de negocio derivadas del cambio climático. Esta iniciativa está contribuyendo a crear una red de conocimiento global en la materia.

Por otro lado, en la Unión Europea (UE) el primer impulso a la adaptación nace con la publicación, en 2007, del Libro Verde<sup>4</sup> de opciones de actuación que incluye una evaluación de los principales impactos esperados en territorio europeo como consecuencia del calentamiento global. En 2009, el proceso continúa con la publicación del Libro Blanco<sup>5</sup> de adaptación al cambio climático en Europa, que define la hoja de ruta para lograr un marco europeo de actuación en materia de reducción de la vulnerabilidad al cambio climático.

En la actualidad, el marco europeo para la adaptación lo constituye la Estrategia Europea de Adaptación al Cambio Climático<sup>6</sup>, publicada en abril de 2013. La misma

---

<sup>2</sup> El Comité de Adaptación se constituye como el ente de expertos técnicos para dar apoyo, proveer de información y recomendaciones de buenas prácticas, compartir los conocimientos, experiencias y prácticas puestas en funcionamiento por los actores implicados y crear sinergias en el proceso de adaptación. El Comité busca que las medidas de adaptación sean coherentes con el marco de la Convención.

<sup>3</sup> Ver [http://unfccc.int/adaptation/nairobi\\_work\\_programme/private\\_sector\\_initiative/items/4623.php](http://unfccc.int/adaptation/nairobi_work_programme/private_sector_initiative/items/4623.php)

<sup>4</sup> Disponible en [http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/es/com/2007/com2007\\_0354es01.pdf](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/es/com/2007/com2007_0354es01.pdf)

<sup>5</sup> Disponible en <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2009:0147:FIN:Es:PDF>

<sup>6</sup> Ver [http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what/documentation\\_en.htm](http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what/documentation_en.htm)

consta de una serie de documentos para disponer de un marco y mecanismos de preparación para los impactos actuales y futuros del cambio climático en Europa. Los tres objetivos son: (1) promocionar acciones entre los países miembros, (2) mejorar la toma de decisiones mediante información, (3) promocionar la adaptación en los sectores vulnerables clave.

Dicha estrategia analiza los impactos<sup>7</sup> esperados del cambio climático en Europa, señala los principales sectores afectados, como salud, recursos marinos y costeros, infraestructuras, biodiversidad y ecosistemas, agricultura y turismo; está basada en ocho áreas de acción específicas y señala que los costes asociados al emprendimiento de acciones de adaptación en Europa, son inferiores a las pérdidas económicas esperadas para la reparación de los daños causados por el cambio climático.

Otra de las vías de actuación de la UE es la asistencia a los Países Miembros en la elaboración de sus estrategias regionales de adaptación al cambio climático (RAS, por sus siglas en inglés). Para ello, en 2009, se publicó el documento "Directrices para la elaboración de Estrategias Regionales de Adaptación al cambio climático" y se comenzó a desarrollar el proyecto Estrategias de Adaptación para las Ciudades Europeas (ASEC, por sus siglas en inglés)<sup>8</sup>. Toda la información relevante en cuanto a adaptación al cambio climático en Europa se encuentra recogida en la Plataforma Europea de Adaptación al Cambio Climático (CLIMATE-ADAPT)<sup>9</sup>, que cuenta con un portal web que sirve como punto de acceso y fuente de información al respecto.

Derivado del impulso europeo, todos los países europeos miembros de la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA, por sus siglas en inglés) han adoptado<sup>10</sup> o están en proceso de adopción de sus Estrategias Nacionales de Adaptación al Cambio Climático<sup>11</sup>, incluyendo las dos regiones transnacionales del Mar Báltico y la Región de Danubio. Por otro lado, debido a que el 75% de la población convive en las áreas urbanas, la EU ha lanzado el *Mayors Adapt* – La Iniciativa del Pacto de los Alcaldes para la adaptación al cambio climático<sup>12</sup>, de manera que las ciudades puedan prepararse a los efectos del cambio climático.

## 2.2. Avances en adaptación al cambio climático en España.

El contexto de la adaptación al cambio climático en España lo otorga, desde su aprobación en 2006, el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC). Con su puesta en marcha se inició el Primer Programa de Trabajo (PT 1)<sup>13</sup>, que contaba con cuatro ejes de actuación prioritarios para la preparación frente a los efectos adversos del calentamiento global: (i) la generación de escenarios climáticos

---

<sup>7</sup> Ver EEA (2012b): Climate change, impacts and vulnerability in Europe – An indicator-based report. EEA Report No 12/2012. Disponible en: <http://www.eea.europa.eu/publications/climate-impacts-and-vulnerability-2012>

<sup>8</sup> CE. Climate Action, Adaptation Strategies for European Cities. <http://eucities-adapt.eu/cms/>

<sup>9</sup> Ver <http://climate-adapt.eea.europa.eu/>

<sup>10</sup> Hasta la fecha son 18, incluyendo Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, Eslovaquia, España, Finlandia, Francia, Hungría, Irlanda, Lituania, Malta, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, Suecia, Suiza y Turquía.

<sup>11</sup> Ver <http://climate-adapt.eea.europa.eu/web/guest/countries>

<sup>12</sup> Ver <http://mayors-adapt.eu/>

<sup>13</sup> Disponible en [http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/1\\_prog\\_trabajo\\_v1\\_tcm7-12426.pdf](http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/1_prog_trabajo_v1_tcm7-12426.pdf)

regionalizados, así como la evaluación de los impactos del cambio climático en (ii) los recursos hídricos, (iii) la biodiversidad y (iv) el litoral costero.

Tras su finalización, en 2009 fue adoptado el Segundo Programa de Trabajo (PT 2)<sup>14</sup>, que también contaba con cuatro nuevos ejes de actuación: (i) la evaluación sectorial de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, extendiendo los trabajos realizados en el PT 1 a un mayor número de sectores<sup>15</sup>; (ii) la integración de la adaptación al cambio climático en la normativa sectorial de forma explícita, tanto a nivel estatal como autonómico, de manera que ésta se incluya de forma sistemática en la planificación sectorial y transversal; (iii) la movilización de actores clave<sup>16</sup> público-privados, integrando los objetivos de participación, comunicación, concienciación y formación del PNACC y (iv) el desarrollo de un sistema de indicadores sectoriales de impactos y adaptación al cambio climático, que permitiera el seguimiento y evaluación del estado de avance de la adaptación en España.

A finales del año 2013 se aprobó el Tercer Programa de Trabajo (PT 3)<sup>17</sup> de implementación del PNACC, con un horizonte de aplicación coincidente con la Estrategia Europea de Adaptación al Cambio Climático (2014-2020). Con este programa se profundiza en las necesidades de coordinación que existen entre las diferentes escalas de la planificación (local, regional, estatal y europea), las diferentes dimensiones pública y privada, y la coordinación y transversalización entre los distintos sectores priorizados.

El PT 3 continúa con la estructura de cuatro ejes y dos pilares de acción que se inició con el PT 2 pero, en este caso, analiza además los potenciales fondos e instrumentos europeos aplicables para la financiación de la adaptación. Centra su atención en la planificación regional y local, con un enfoque hacia las ciudades y el entorno rural, y apuesta de forma decidida por el impulso de la adaptación al cambio climático en el ámbito privado.

Por otra parte, para promover la sensibilización, información y capacitación en materia de adaptación al cambio climático, se ha implantado una plataforma para el intercambio y la consulta de información, AdapteCCa<sup>18</sup>. Esta plataforma aborda los aspectos de gobernanza nacional, local y europea, permitiendo la consulta de documentos diversos en la temática e incluye enlaces de interés hacia otros espacios web de información y presentación de iniciativas, entre otros.

Por otra parte, en el ámbito local destacan los trabajos de la Red Española de Ciudades por el Clima (RECC)<sup>19</sup> y la Federación de Municipios y Provincias (FEMP) quienes, en el marco del PNACC, prestan apoyo técnico a los gobiernos locales para el desarrollo de

---

<sup>14</sup> Disponible en [http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/pnacc2\\_tcm7-12447.pdf](http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/pnacc2_tcm7-12447.pdf)

<sup>15</sup> El turismo, la agricultura, la salud, los bosques y los suelos.

<sup>16</sup> Asimismo, ya se identificaron los posibles impactos positivos y nichos de negocio que se abrían a las empresas. Ver Plataforma web del ICEX España, exportación e inversiones, de oportunidades de negocio asociadas al cambio climático. Ver: <http://www.icex.es/cambioclimatico/default.htm>

<sup>17</sup> Disponible en [http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/3PT-PNACC-enero-2014\\_tcm7-316456.pdf](http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/3PT-PNACC-enero-2014_tcm7-316456.pdf)

<sup>18</sup> Ver <http://www.adaptecca.es/>

<sup>19</sup> Ver <http://www.redciudadesclima.es/index.php/>



sus acciones de adaptación. A su vez, se constituye como un foro para el intercambio de experiencias entre los participantes.

### **La integración de la adaptación al cambio climático en la estrategia empresarial española.**

Aunque las principales actuaciones del sector empresarial español, en materia de cambio climático, han estado muy enfocadas a la reducción de emisiones de GEI, existen también experiencias empresariales incipientes en materia de adaptación.

Además, se presenta una importante oportunidad para los actores privados a través del pilar de refuerzo de la I+D+i del PNACC, mediante el fomento de la investigación, innovación, desarrollo e implantación de tecnologías para la adaptación en el entorno empresarial. Además de los fondos europeos existentes<sup>20</sup>, los instrumentos nacionales, como la Estrategia Española de Ciencia y Tecnología 2013-20 y su Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2013-16 o la convocatoria anual de la Fundación Biodiversidad para proyectos de adaptación, pueden favorecer las acciones empresariales en este sentido.

En esta línea, la Iniciativa Adapta, en la que se enmarca la presente publicación, tiene como objetivo último la integración de la adaptación al cambio climático en la planificación estratégica empresarial, extendiendo el PNACC al sector privado, uno de los elementos clave del eje de movilización de actores del Plan<sup>21</sup>. En el marco del PT 3, la Iniciativa Adapta trabaja en facilitar a las empresas instrumentos para la adaptación, tanto financieros, de análisis y desarrollo de acciones, como de comunicación; para lograr una diferencia competitiva y una mayor resiliencia de las mismas a los impactos previstos del cambio climático.

La presente guía metodológica, para el análisis y priorización de medidas de adaptación al cambio climático, es el segundo volumen de los manuales de la OECC para la integración de la adaptación al cambio climático en la estrategia empresarial. En la publicación que precede a esta, se realizó un análisis preliminar de las iniciativas de adaptación conducidas en los principales sectores de actividad económica. A través de este proceso, se identificaron aquellos más representativos y se seleccionaron cinco como pilotos para el desarrollo y aplicación de la metodología de análisis del riesgo climático. Éstos fueron los sectores agroalimentario, energía/eléctrico, construcción, turismo y transporte.

---

<sup>20</sup> Algunas posibles oportunidades de financiación para los proyectos propios de adaptación de las empresas que ya están disponibles en el marco de la Unión son el Marco Financiero Plurianual 2014-2020 (Multiannual Financial Framework), el programa de la EC Horizonte 2020 en I+D+i, la iniciativa de financiación de proyectos ambientales Life+ o los Fondos estructurales Europeos y de Inversión en la escala regional.

<sup>21</sup> Está previsto que la plataforma AdapteCCa desarrolle un módulo específico para el intercambio de información y experiencias desarrollados por y para el propio sector empresarial.

### Metodología para el análisis de vulnerabilidad al cambio climático.

A través de la aplicación en casos piloto de los cinco sectores seleccionados y la discusión en grupos con representantes de cada sector, se consensuó una metodología para el análisis de vulnerabilidad al cambio climático en el ámbito empresarial español.

#### **PASOS PARA EL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD.**

- 1. Identificación de los principales impactos potenciales del cambio climático en el sector.** A través del análisis de proyecciones de escenarios climáticos futuros y de las condiciones climáticas actuales e históricas, que permiten entender cómo el cambio climático puede alterar la actividad de cada sector, se identifican los principales impactos climáticos que afectan y/o afectarán al sector en cuestión.
- 2. Identificación de los riesgos climáticos a los que se enfrentan las empresas.** Se debe analizar la probabilidad de ocurrencia de los diferentes impactos climáticos identificados derivados del cambio climático para la región donde se esté llevando a cabo el análisis y se evalúan las consecuencias que puedan presentar para la organización en concreto.
- 3. Evaluación de la capacidad de adaptación.** Se evalúa la capacidad adaptativa de la organización, que está influenciada por la respuesta operacional ante un determinado impacto, la capacidad financiera para poner en marcha iniciativas o acciones adaptativas, así como el nivel de conocimiento en materia de impactos y cambio climático. Esta información permite conocer el nivel de preparación que tiene la organización para hacer frente al riesgo climático definido.
- 4. Análisis de vulnerabilidad actual y futura.** Mediante el análisis cruzado del riesgo climático y de la capacidad de adaptación, se define la vulnerabilidad de la organización al cambio climático, tanto para las condiciones climáticas actuales, como para las futuras previstas.

*OECC, 2014. Guía Metodológica para la evaluación de los impactos y la vulnerabilidad en el sector privado.*

De acuerdo a estos pasos, se trabajó en un proceso participativo con los sectores y empresas pioneras en este ámbito. Éstas fueron Bodegas Torres dentro del sector agroalimentación, Endesa en el sector de la energía, el Grupo Ferrovial en el de la construcción, Meliá Hotels International en turismo y Renfe en transporte.

Cada organización seleccionó un caso piloto donde se aplicó la metodología desarrollada. A través de la evaluación de la situación de partida de cada empresa en materia de adaptación al cambio climático, así como del estudio de las consecuencias derivadas del cambio climático, mediante el empleo de los escenarios regionalizados de cambio climático desarrollados para cada región, se determinaron los niveles de vulnerabilidad actual y futura al cambio climático.

Los principales resultados arrojados por este proceso se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 1. Consecuencias derivadas del cambio climático para cada caso piloto.**

Fuente: Iniciativa Adapta.

<b>Agroalimentario</b>	<b>ORGANIZACIÓN: Bodegas Torres</b>
<b>Producción de vino.</b>	
Cataluña: denominaciones de origen Catalunya, Penedès, Conca de Barberà y Priorat.	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desequilibrio de la maduración de la uva y deshidratación de la viña.</li> <li>• Aumento del consumo energético por necesidades de refrigeración de las finas y de los depósitos de las Bodegas.</li> <li>• Avance de la brotación de la viña.</li> <li>• Menor producción en el viñedo y mayores necesidades de riego.</li> <li>• Daños materiales tanto en la producción como en las instalaciones por fenómenos meteorológicos extremos más recurrentes e intensos.</li> </ul>	
<b>Energía</b>	<b>ORGANIZACIÓN: Endesa</b>
<b>Producción de energía hidroeléctrica.</b>	
Andalucía: embalses de Cala (provincia de Sevilla) y El Tranco y central fluyente de Mengíbar (estas dos últimas en la provincia de Jaén).	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducciones en el caudal disponible para la producción de energía.</li> <li>• Reducciones en los ingresos procedentes de su venta en el mercado eléctrico.</li> <li>• Colmatación debida al arrastre hacia la cuenca de sólidos en suspensión en momentos de precipitaciones torrenciales.</li> </ul>	
<b>Construcción</b>	<b>ORGANIZACIÓN: Cadagua (Ferrovial)</b>
<b>Desalinización de agua de mar.</b>	
Alicante.	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor consumo de productos químicos por empeoramiento de la calidad del agua.</li> <li>• Necesidad de introducir un segundo paso de ósmosis, aumentando el gasto energético.</li> <li>• Mayor necesidad de uso y producción de la planta para suplir la demanda de agua.</li> <li>• Daños a infraestructuras de captación de agua de mar, así como daños físicos en las tuberías de transporte de agua desalinizada al depósito de Elche.</li> <li>• Interrupciones en el suministro de agua.</li> </ul>	
<b>Turismo</b>	<b>ORGANIZACIÓN: Meliá Hotels International</b>
<b>Actividad hotelera.</b>	
Tenerife.	
Sierra Nevada, Granada.	
<b>En Tenerife:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución del confort de los turistas y posible menor afluencia por elección de otros destinos.</li> <li>• Mayor consumo de agua y mayor gasto en aire acondicionado.</li> <li>• Riesgo de variación de vectores de enfermedades tropicales y de incendios.</li> <li>• Incremento de los destrozos y daños físicos en las infraestructuras y los suministros al hotel.</li> <li>• Pérdida de atractivo turístico por subida del nivel del mar.</li> </ul>	
<b>En Sierra Nevada:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución de kilómetros esquiables y, por tanto, menor afluencia de clientes al Hotel y acortamiento de las estancias.</li> </ul>	

**Transporte**

**ORGANIZACIÓN: Renfe**

**Transporte de pasajeros en ferrocarril.**

Comunidad Valenciana y Cataluña (línea de tren que une las ciudades de Alicante, Valencia, Castellón, Tarragona y Barcelona).

- Formación más frecuente de garrotes en railes, con alteración importante para el servicio de la línea.
- Necesidad de reducción de velocidad de los trenes debido a los fuertes vientos en la zona de la desembocadura del Ebro.
- Posibles cortes en el servicio, quejas por parte de clientes y gastos de reparación.

De acuerdo a la probabilidad de ocurrencia de los impactos anteriormente mencionados y la gravedad de las consecuencias previstas según la magnitud en la que se presentan dichos impactos, se obtuvieron los índices de riesgo asociados a cada unidad en estudio, en función de la exposición al impacto y de la sensibilidad a sus efectos de cada unidad.

En el caso de Bodegas Torres, los mayores riesgos se asociaron con los impactos derivados de un aumento de las temperaturas, llegando a presentarse un riesgo<sup>22</sup> muy alto (máximo) para finales del S. XXI, puesto que los niveles de riesgo en la actualidad ya recomiendan comenzar a evaluar acciones.

En el estudio de caso energético, los principales riesgos vendrían dados por las variaciones en la precipitación y, en el caso de la construcción y el transporte, por el aumento de la temperatura y, en menor medida, por los riesgos derivados de los eventos extremos.

Por último, el análisis de casos del sector turístico determinó que los principales riesgos irían asociados a un incremento de las temperaturas y una disminución de la precipitación en Sierra Nevada.

Medidas para la adaptación al cambio climático.

Como se ha presentado, a través de la aplicación en casos piloto de los cinco sectores seleccionados y la discusión en grupos con representantes de cada sector, se dispone de una metodología para el análisis de vulnerabilidad al cambio climático en el ámbito empresarial español. El conocimiento de cómo afectará el cambio climático en las diferentes actividades económicas supone el primer paso para la toma de decisión en materia de adaptación al cambio climático.

El siguiente paso consiste en la identificación y definición de medidas que permitan reducir el riesgo climático o reforzar la capacidad de adaptación al mismo. En este sentido, existen diferentes enfoques que se sintetizan en la siguiente tabla.

<sup>22</sup> Existen seis categorías de riesgo: desde riesgo despreciable (0), hasta riesgo muy alto (5).

**Tabla 2. Tipos de opciones de adaptación al cambio climático.**  
FUENTE: Elaboración propia a partir de varias fuentes<sup>23</sup>.

TIPOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
<b>Adaptación estratégica</b>	Se basa en un enfoque <i>top – down</i> , que incluye medidas estructurales y de gran escala, habitualmente a largo plazo, que crean el marco sobre el que se formulan planes de acción más concretos.
<b>Adaptación directa</b>	Con un enfoque <i>bottom – up</i> , las medidas directas son de menor escala, están pensadas para el corto plazo y dirigidas a hacer frente a un cambio concreto.
<b>Adaptación reactiva</b>	Dirigida a hacer frente a un cambio que ya ha ocurrido, para retomar la situación anterior al mismo.
<b>Adaptación proactiva</b>	Enfocada a prevenir un cambio esperado, para conservar la situación actual, anterior al cambio.
<b>Adaptación rígida</b>	Incluye aquellas medidas de adaptación que no son reversibles, o cuya reversibilidad supone costes elevados, a menudo relacionadas con obras de ingeniería.
<b>Adaptación flexible</b>	Agrupar medidas reversibles, a menudo relacionadas con generación de conocimiento y desarrollo de capacidades.
<b>Adaptación no-regret</b>	Medidas de adaptación que resultan beneficiosas incluso en ausencia de cambio climático.

La aplicación de un tipo u otro de adaptación dependerá en gran medida de la situación de partida que presente la organización en concreto. Así, inicialmente se deben considerar medidas estratégicas, proactivas y flexibles, que creen el marco para la actuación más concreta frente a cambios futuros. De esta forma, cuando los cambios se comiencen a producir, la línea de base de la organización habrá mejorado notablemente y estará en disposición de abordar medidas directas, con un enfoque más reactivo y, a menudo, rígido. En cualquier caso, es importante identificar aquellas medidas catalogadas como *no-regret*, ya que su implementación aportará beneficios en cualquier caso.

En algunos casos, además, las medidas de adaptación al cambio climático están muy relacionadas con las de gestión de riesgos, sobre todo en relación con eventos climatológicos extremos, como inundaciones, por lo que suelen estar ya identificadas y previstas en los planes de gestión de riesgos de las organizaciones.

En cualquier caso, la adaptación al cambio climático en cualquier sector requiere de la participación de diversos agentes y niveles de concreción. En este sentido, la colaboración público-privada favorecerá la implementación de acciones que contribuyan a reducir la vulnerabilidad a los impactos del cambio climático.

Tras la identificación y definición de las medidas de adaptación al cambio climático, es necesario establecer una priorización de las mismas dentro de la estrategia empresarial. Para ello, se debe realizar un análisis completo de las diferentes opciones identificadas, incluyendo una definición lo más completa posible y un estudio económico de las mismas.

<sup>23</sup> OECD, 2013; GIZ, 2011; OECC; Partnership for Resilience and Environmental Preparedness.

En este sentido, en los siguientes capítulos se profundiza en las diferentes herramientas y metodologías existentes para llevar a cabo este análisis y lograr una priorización de las medidas de adaptación al cambio climático.

### 3. Metodología para la toma de decisión

Para facilitar la toma de decisión en materia de adaptación al cambio climático es importante el estudio de los costes económicos ligados a sus impactos. Esta información supone la base para el análisis de las medidas que permitan la adaptación.

Los avances realizados hasta el momento, así como las reflexiones derivadas de ellos, apuntan a que existen todavía importantes vacíos de información en torno a este ámbito. Los estudios realizados sobre los costes del cambio climático presentan estimaciones globales, siendo necesaria la concreción a las diferentes realidades nacionales.

Además, uno de los aspectos que dificultan en mayor medida el análisis de los costes de la adaptación al cambio climático es la propia incertidumbre del cambio climático y sus impactos. Sin embargo, ello no debe suponer una barrera para continuar avanzando en la toma de decisiones al respecto. En este sentido, es necesario un cambio de mentalidad, asumiendo la incertidumbre ligada al cambio climático y sus impactos, así como a las hipótesis asociadas a su análisis (OECC).

Por otra parte, hay que tener presente que la aplicación de estas metodologías en el ámbito privado es más complicada, debido al propio enfoque que presentan, pero también por la profundidad de los análisis a realizar y la cantidad de datos de partida necesarios.

En este capítulo se presentan las principales metodologías utilizadas en el análisis económico de la adaptación al cambio climático, así como métodos de análisis para priorizar las medidas y acciones que puedan favorecer la adaptación al cambio climático.

#### 3.1. Metodologías para el análisis económico de la adaptación.

En los últimos años, diversas organizaciones a nivel mundial han desarrollado estudios y metodologías encaminadas a estimar los costes del cambio climático, es decir, los costes de la no adaptación. Como se ha comentado anteriormente, este primer paso es relevante, ya que permite establecer la línea de base para la evaluación económica de las acciones de adaptación al cambio climático.

A continuación, se presentan algunas de las iniciativas más relevantes para evaluar los impactos económicos a la adaptación al cambio climático. Aunque todas tienen como objetivo final establecer la batería de medidas a implementar, cada una presenta un enfoque diferente.

**Tabla 3. Clasificación de las principales metodologías disponibles para evaluar los impactos económicos a la adaptación al cambio climático.**

Fuente: Elaboración propia a partir de diferentes fuentes.

Metodologías	Objetivo principal	Fuente
Economía de la adaptación al cambio climático	Modelo para calcular los costes económicos de la adaptación al cambio climático, con el objetivo de restaurar el bienestar del escenario sin cambio climático.	Banco Mundial, 2010.
Economía de la adaptación al clima	Metodología para evaluar el riesgo climático total que afronta una economía y calcular los costes económicos de la adaptación al cambio climático con el objetivo de minimizarlos.	Grupo de trabajo de ECA, 2009.
Otras metodologías	Guías para calcular los costes y beneficios de los impactos del cambio climático.	Metroeconomica, 2004; Van Beukering et al., 2007; entre otros
	Metodología para evaluar los riesgos derivados del cambio climático y evaluar las opciones de adaptación, a través de un proceso enfocado más en el diálogo entre expertos y partes interesadas.	Australian Greenhouse Office, 2006.
	Guías para el diseño e implementar métodos de seguimiento y evaluación a la adaptación cambio climático.	Institute of Development Studies (IDS), Christian Aid, and Plan, 2011. Institute for Social and Environmental Transition (ISET), 2012.
	Guía para la identificación de riesgos, impactos, vulnerabilidad y capacidad de adaptación	Department for Environment Food and Rural Affairs, 2012.



## **Economía de la adaptación al cambio climático (EACC)**

La metodología EACC, por sus siglas en inglés ("The Economics of Adaptation to Climate Change"), realizada por el Banco Mundial, tiene dos objetivos principales. Por un lado, estimar los costos de adaptación para los países en desarrollo y, por otro, apoyar a los responsables de la toma de decisiones a entender y evaluar los riesgos derivados del cambio climático, con el fin de mejorar el diseño de las estrategias de adaptación a sus impactos.

La metodología EACC fue desarrollada en base a las previsiones del IPCC, asumiendo que los efectos del cambio climático influirán de forma negativa en el bienestar social. Los costes de las medidas que permitan adaptarse a las nuevas condiciones climáticas serán aquellos que permitan mantener unos niveles de bienestar adecuados en la sociedad. Este enfoque no aísla riesgos específicos durante el análisis, pero sí que incorpora la evaluación de la vulnerabilidad de los sectores.

Por lo tanto, esta iniciativa aporta una perspectiva global para la estimación de los costes del cambio climático, a la vez que proporciona orientaciones para la evaluación de las medidas de adaptación a implementar.

Para ello, los pasos que implica la metodología EACC son los siguientes:

- Definir una base de desarrollo y establecer la senda de crecimiento hasta un horizonte lejano (por ejemplo 2050) para cada sector analizado, basada en las provisiones de cambio de la población y del PIB para el periodo. Esta base representa el escenario sin cambio climático.
- Definir varios escenarios climáticos que representen los extremos de las proyecciones climáticas. Estos escenarios serán los que sirvan de base para evaluar los costes de la adaptación al cambio climático
- Analizar las diferencias entre los diferentes escenarios, para identificar el cambio que se produciría en los sectores objeto de estudio.
- Definir las opciones de adaptación que permitirían restaurar las condiciones definidas para el primer escenario (sin cambio climático).
- Estimar los costes de implementación de las medidas definidas y los asociados a los daños residuales de un clima cambiante. Agregar los costes de implementación y daños residuales para obtener una estimación del coste de la adaptación al cambio climático.
- Realizar un análisis de inversión para establecer el beneficio neto de las medidas de adaptación definidas. Los estudios piloto realizados por el Banco Mundial estuvieron desarrollados en base a un análisis del equilibrio general.

## **Economía de la adaptación al clima (ECA)**

Por su parte, el grupo de trabajo sobre la economía de la adaptación al clima (ECA) integrado por distintos actores como la Comisión Europea, el Fondo para el Medio Ambiente Mundial, fundaciones como la Fundación Rockefeller y la Fundación ClimateWorks y organismos privados como el Banco Standard Chartered, McKinsey & Company y Swiss Re, trabajó en 2009 una metodología para estimar los costes del cambio climático e implementar medidas para su reducción.

En este caso, la metodología propone un marco que cuantifica el riesgo climático total que enfrenta un país, ciudad o región. Esto implica tres pasos principales:

- La evaluación de los riesgos climáticos totales que enfrenta el país, a partir de la identificación de los riesgos climáticos y la evaluación de la vulnerabilidad frente a los mismos. A partir de esta información se estima el valor de capital en riesgo en términos de vidas humanas e infraestructura bajo un escenario sin cambio climático. Posteriormente, se evalúa el impacto del cambio climático mediante el examen de los riesgos adicionales, la vulnerabilidad adicional y el incremento del valor de capital en riesgo bajo escenarios de cambio climático. Esto proporciona una información completa de los riesgos que presenta el cambio climático a la economía del país.
- La comprensión precisa de las medidas disponibles para tratar estos riesgos. Tras la identificación de diversas medidas para la adaptación al cambio climático se realiza un análisis coste-beneficio para cada opción.
- La priorización de las medidas más eficaces e integración en la estrategia. Además de la variable económica, también se pueden considerar otras, como por ejemplo la urgencia de implementación o la capacidad para afrontar las inversiones necesarias.

El marco de la ECA se ha implementado en muchas regiones, incluyendo el Caribe, Florida (Estados Unidos), Maharashtra (India) o Hull (Reino Unido), entre otros.

### **Otras guías para el análisis de los costes de los impactos del cambio climático**

Otras organizaciones han desarrollado publicaciones orientadas a proporcionar directrices sobre cómo valorar los bienes y calcular los costes y beneficios una vez que ya se han identificado los impactos del cambio climático.

Algunos ejemplos son los trabajos realizados por la organización Metroeconómica, que publicó en 2004 una guía en este sentido para Reino Unido, aportando una metodología para estimar los costes de bienes comercializados y no comercializados que pueden verse afectados por el cambio climático. En la misma línea están también los estudios realizados por Van Beukering et al en 2007, centrados en islas pequeñas o los llevados a cabo por diversas facultades de economía de todo el mundo.

Por otra parte, bajo un enfoque metodológico distinto, el gobierno de Australia ha desarrollado también guías dirigidas a empresas y gobiernos para apoyar en la evaluación de impactos del cambio climático y gestionar sus riesgos. En este caso, los primeros pasos son análogos a la metodología planteada por la OECC en su publicación "Guía metodológica para la evaluación de los impactos y la vulnerabilidad en el sector privado":

- Establecer el contexto y alcance, incluyendo los objetivos del estudio, las partes interesadas o *stakeholders*, los criterios, los elementos claves, y los escenarios climáticos.
- Identificar los riesgos climáticos ligados al alcance del estudio.
- Analizar los riesgos en función de sus probabilidades, consecuencias, el nivel de riesgo y los controles ya implementados para afrontar los riesgos (capacidad de adaptación).
- Evaluar los riesgos, eliminando los que no tienen impactos relevantes, e identificando los que necesitarán un análisis más detallado.
- Identificar, analizar y priorizar opciones para afrontar los riesgos climáticos, de cara a su incorporación en las estrategias futuras.

Esta metodología destaca dos líneas de trabajo que deben ser implementadas a lo largo del proceso: la comunicación y la consulta con las partes interesadas y expertos claves. Así mismo, recomienda el establecimiento de un sistema de monitoreo y revisión para asegurar que los resultados son coherentes.

En la fase de evaluación de las medidas de adaptación, esta guía recomienda la celebración de jornadas participativas con expertos sectoriales y partes interesadas, apostando por una priorización de las mismas basada en variables cualitativas y en criterio de expertos. Así mismo, también recomienda la aplicación de análisis cuantitativos complementarios. Es por lo tanto útil, en este caso, para organizaciones interesadas en tener una evaluación de los riesgos climáticos y medidas de adaptación más abierta y participativa.

Otro ejemplo lo encontramos en el manual *Making Adaptation Count (Institute of Development Studies (IDS), Christian Aid, and Plan 2011)* donde se muestra un marco de trabajo para diseñar y desarrollar sistemas de seguimiento y evaluación de programas para la preservación y adaptación. Hace especial hincapié en relacionar los programas medioambientales entre las distintas instituciones y sectores de interés. Sus propuestas son flexibles, permitiendo la aplicación de su metodología a distintos casos. En el mismo se proponen distintos retos para impulsar la toma de decisiones y adopción de medidas. El manual está dividido en cuatro partes en las que se muestra una serie de guías para la adaptación y desarrollo para diseñar e implementar sistemas de seguimiento y evaluación.

Los autores proponen seis pasos para desarrollar dichos sistemas, que pueden ser ajustados a los requerimientos propios de cada programa en particular. En éstos se describe el contexto y se identifica la contribución a la adaptación. Posteriormente se procede a postular una hipótesis para la adopción de las medidas necesarias a partir de la cual se formula una teoría para impulsar el cambio y medidas de adaptación tras la que se generan una serie de indicadores y una base de procedimientos para su implantación y desarrollo, y finalmente se implementa un sistema adecuado para el seguimiento y evaluación.

Para entender la aplicación de las medidas en un contexto más amplio y conocer la metodología necesaria entre instituciones y otros organismos está la guía metodológica *Tracking Adaptation and Measuring Development (TAMD) (International Institute for Environment and Development (IIED) 2013)*. Se compone de dos tomos; el primero es muy práctico y está dirigido principalmente a aquellos ya introducidos en el mundo del cambio climático y la adaptación y buscan un marco conceptual que sea aplicable a su programa o situación.

El segundo tomo es una actualización del primero, éste es más detallado y preciso sobre la teoría y puesta en marcha de medidas para la adaptación y cambio climático. Incluye unos indicadores de desarrollo más exactos, además incorpora una descripción de los vínculos existentes entre los diferentes niveles y sectores del programa, y de su capacidad para transformarse en el largo plazo.

Uno de los indicadores destacables dentro de este manual es el que gira en torno a la financiación y generación de presupuestos destinados a la adopción de medidas para paliar el cambio climático tomadas por parte de los distintos organismos. Para ello se propone la creación de una ficha de puntuación basada en cinco criterios relacionados en mostrar cómo se sufraga, presupuesta y financia la adaptación al cambio climático.

La evaluación para estos indicadores no depende de la disponibilidad de datos independientes o externos, sino de la opinión de aquellas personas involucradas en el proceso (directores de programa, personal en las oficinas regionales, asesores de

cambio climático y consultores externos). Aunque alguna de las materias en torno a la evaluación económica para la implantación de medidas para la adaptación pueden resultar algo subjetivas, se ha intentado diseñar preguntas lo más concretas y específicas posibles, además se incorpora una guía que presta el soporte adecuado para saber responderlas.

El *Climate Change Risk Assessment Methodology Report (Department for Environment Food and Rural Affairs, 2012)* describe los sistemas de evaluación de riesgos aplicados en el informe de *Evaluación del Cambio Climático en Reino Unido 2012*. En éste se explica cómo la evaluación de riesgos encaja en el marco para la planificación a la adaptación, posteriormente se centra en los pasos necesarios para el asesoramiento para la prevención de riesgos.

Se divide en dos partes; en primer lugar se proporcionan distintas perspectivas y puntos de debate para la evaluación de riesgos para el cambio climático en relación con la metodología de análisis utilizada durante ese periodo del proyecto. En la segunda parte se proporciona un método piloto para el estudio en el sector del agua, el cual se realizó para obtener ejemplos tangibles sobre aspectos específicos de los métodos que pueden ser aplicados para el entendimiento de futuros riesgos climáticos. Aunque la metodología aplicada en este informe fue creada para la *Evaluación de Riesgos para el Cambio Climático en Reino Unido*, puede ser adaptada al uso por otras instituciones.

Uno de los puntos de interés es el que hace referencia a los métodos aplicados para la evaluación de los impactos climáticos, haciéndose una aproximación desde el punto de vista monetario donde coste se asocia a riesgo. La creación de estas métricas permite el diseño de decisiones para la adaptación al cambio climático asociados a sus valores económicos.

La valoración monetaria de las actividades para la adaptación y reducción de riesgos climáticos facilita la comparación entre actividades en cuanto a la importancia estimada (monetariamente) de cada una de estas. Además permite asociar el "riesgo" de una manera tangible, de tal forma que el valor total de una sociedad en estado de riesgo corresponde a la suma de los valores de los distintos individuos. Para la determinación de los costes se aplicaron distintas metodologías; las asociadas al "valor del mercado", a los "no valores del mercado" y "valor percibido" (usado en los casos en los que no había valores cuantitativos para extrapolar). En estas categorías se consideró como más fiable y acertada las que contaban con "valores del mercado" y las menos fiables las asociadas al "valor percibido".

### **3.2. Aplicación al sector privado.**

Como se ha podido observar, existen diferentes metodologías que pueden utilizarse para el análisis de los costes asociados a la adaptación al cambio climático. En unos casos, están más enfocadas a incorporar en el análisis económico los costes ligados a la pérdida de crecimiento económico, mientras que, en otros, se dirigen a evaluar el coste de conservar el capital físico que se encuentra en peligro por los riesgos climáticos.

Su aplicación directa en el sector privado presenta complicaciones por diferentes motivos. Por un lado, estas metodologías tienen un enfoque temporal y espacial amplio, excediendo los límites que suelen aplicarse en el caso de la toma de decisiones en el sector privado. A este respecto, es importante señalar que aunque los enfoques temporales más inmediatos (corto plazo) son más coherentes con la toma de decisión en el ámbito privado, es importante tener una visión del medio y largo plazo para la

priorización de las actuaciones en materia de adaptación al cambio climático. Ello es debido a que los estudios apuntan a un endurecimiento de los impactos con el tiempo, con lo que priorizar únicamente medidas cortoplacistas podría desencadenar en una mal-adaptación<sup>24</sup>.

Por otra parte, el objetivo principal de estas metodologías es facilitar la toma de decisiones en el ámbito público, con lo que los estudios realizados hasta el momento tienen muy pocos ejemplos donde se haya incluido también la vertiente privada (excepto en algunos ámbitos, como puede ser la agricultura, por su marcado carácter social a nivel mundial).

Por ello, para su aplicación en el sector privado, se muestran a continuación las metodologías clásicas de análisis de diferentes opciones ajustadas a las particularidades de las medidas de adaptación al cambio climático.

En este sentido, en la tabla siguiente, se clasifican los métodos disponibles para evaluar las opciones potenciales de adaptación.

**Tabla 4. Métodos para analizar las opciones de adaptación en el sector privado.**

Fuente: Elaboración propia a partir de distintas fuentes<sup>25</sup>.

Método	Tipo	Descripción	Comentarios
<b>Análisis coste-eficiencia (ACE)</b>	Cuantitativo, mixto	Se comparan los costes de poner en marcha una medida con los resultados que se obtienen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Únicamente necesitan ser cuantificados monetariamente los costes de las medidas, los beneficios se miden en unidades físicas.</li> <li>Las medidas deben tener la misma unidad física de beneficio, por lo que no se puede comparar una gama amplia de medidas para diferentes sectores que tengan beneficios diferentes.</li> </ul>
<b>Análisis coste-beneficio (ACB)</b>	Cuantitativo, monetario	Determina si los beneficios totales de una medida superan los costes de la misma y qué opción (dentro del grupo analizado) produce el mayor beneficio neto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se basa en los flujos de beneficios y costes, por lo que prioriza la eficiencia de las medidas, dejando fuera criterios como la urgencia o importancia.</li> <li>El cálculo de los costes y beneficios de bienes no de mercado requiere de mucha información y recursos, pudiendo ser no viable en determinadas ocasiones.</li> <li>Es importante realizar un análisis de sensibilidad para conocer el efecto de la tasa de descuento a aplicar.</li> </ul>

<sup>24</sup> Tal y como se define la mal-adaptación en la "Guía metodológica para la evaluación de los impactos y la vulnerabilidad en el sector privado", sería aquella que resulta de una mala toma de decisiones o una mala priorización de las mismas, que acaba limitando o impidiendo la capacidad para adaptarse o reducir los riesgos en el futuro.

<sup>25</sup> GIZ, 2013; CMNUCC, 2012; CMNUCC, 2010.

Método	Tipo	Descripción	Comentarios
<b>Análisis multicriterio (MCA)</b>	Cualitativo / semi-cuantitativo	Introduce distintas variables, comparándolas pero sin reducirlas a una única magnitud. Las opciones son evaluadas utilizando una gama amplia de criterios ponderados a través de una valoración cualitativa o semi-cuantitativa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No limita el análisis a variables monetarias o físicas, permitiendo incorporar otro tipo de criterios.</li> <li>• Se puede compaginar con métodos más economicistas para ampliar las variables evaluadas.</li> <li>• Se basa en la opinión de expertos, por lo que es interesante involucrar a diferentes expertos para nutrir el análisis.</li> </ul>

Aunque los tres métodos se pueden aplicar en cualquier tipo de actuación, en función de la información de partida y/o del objetivo del análisis, es habitual que las medidas de reducción de emisiones de GEI se analicen desde la óptica coste-eficiencia (analizando los costes de implantarlas frente a las reducciones que se obtienen). En el caso de las medidas de adaptación, se pueden analizar a través de las distintas metodologías, dependiendo de la información de partida y de los objetivos buscados.

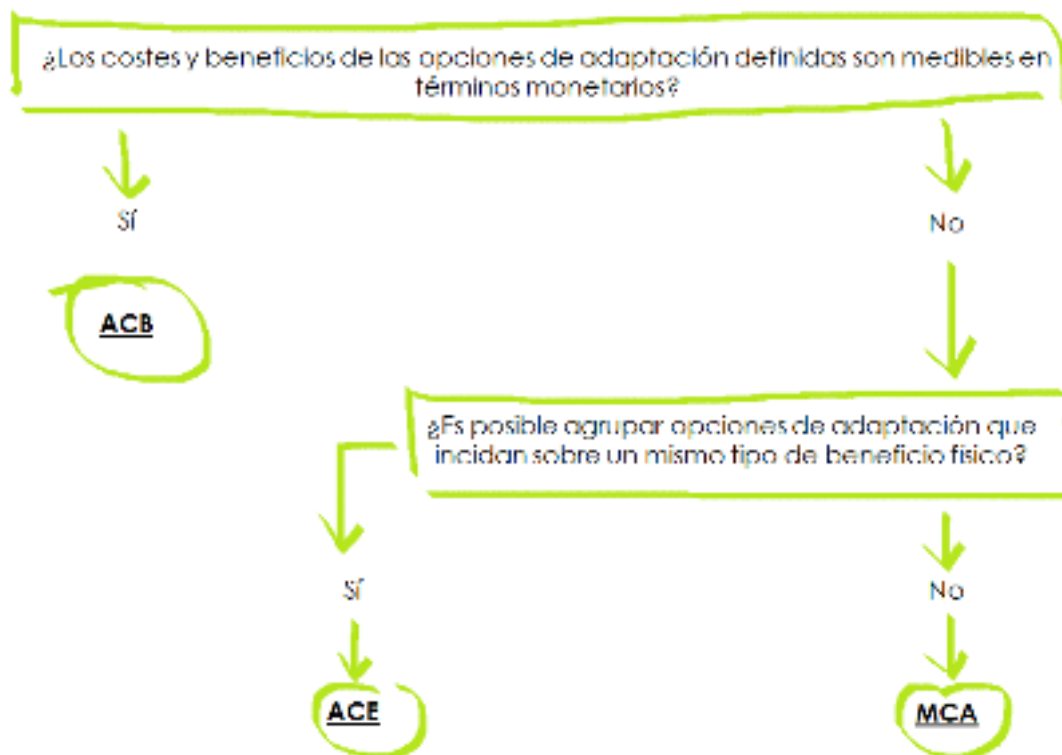
No cabe duda de que, en el caso del sector privado, el ACB resulta de aplicación más natural y orienta de forma más efectiva la toma de decisiones. Sin embargo, presenta importantes limitaciones a la hora de capturar potenciales situaciones extremas en un contexto de incertidumbre. Además, necesita de información de cantidad y calidad. Sin embargo es extremadamente valioso como “método de encuadre” que ayude a establecer prioridades y a calibrar necesidades (Leichenko, et al. 2011).

Hay que tener presente, como se comenta en la tabla anterior, que la principal dificultad que presenta el ACB aplicado a la acción para la adaptación al cambio climático, es la dificultad de monetizar muchos de los impactos del cambio climático, especialmente cuando se trabaja desde una óptica pública. Por ello, en muchos casos, será necesario recurrir a un análisis mixto de las medidas de adaptación, es decir, aplicando diferentes metodologías para obtener una única priorización de las mismas. Sin embargo, en el caso del sector privado, el análisis coste-beneficio suele ser el método más habitual para la toma de decisiones.

En la siguiente figura se muestra un árbol de decisión para conocer el tipo de análisis que se puede aplicar, en función de la tipología de medidas definidas y la información de que se disponga en cada caso.

**Figura 1. Árbol de decisión para la definición de la metodología a aplicar en el análisis de medidas de adaptación al cambio climático.**

Fuente. Elaboración propia a partir de varias fuentes<sup>26</sup>.



Aunque el análisis ACE es también considerado para la priorización de medidas de adaptación al cambio climático, en este caso no se ha incluido en la metodología a aplicar. La principal razón es la dificultad de identificar una única variable física que aplicar a un conjunto de medidas. Así como en la vertiente de mitigación, es fácil identificar esta variable como la reducción de emisiones de GEI como toneladas de CO<sub>2</sub> reducidas, los beneficios físicos de la adaptación al cambio climático son muchos y muy diversos, en función del sector y tipología de impactos y consecuencias en el que se realice el estudio.

Por ello, la metodología que se plantea en este caso para la priorización de medidas de adaptación al cambio climático es una combinación del análisis coste-beneficio, junto con el análisis multicriterio de las medidas definidas.

A continuación se presenta la metodología planteada en este sentido.

1. **Análisis coste-beneficio de las medidas definidas**, estimando los costes y los beneficios de las mismas y analizando el ratio global resultante para cada una de beneficios frente a costes.
2. **Análisis multicriterio de las medidas definidas**, definiendo previamente un conjunto de criterios o variables con las que se evalúa cada medida e identificando aquellas que resulten con una mayor puntuación final.

<sup>26</sup> GIZ, 2013; CMNUCC, 2012.

- 3. Interpretación y priorización** de las medidas en función de los resultados de ambos métodos, dándole el peso preciso a la variable puramente económica y teniendo presentes también los criterios más cualitativos analizados en el segundo paso.

## 1. Análisis coste-beneficio (ACB)

Para la aplicación del análisis ACB a un conjunto de acciones o medidas es necesario que éstas estén previamente definidas, tanto en alcance como en horizonte temporal.

El primer paso en el análisis supone definir la línea de base o la situación en ausencia de adaptación al cambio climático. Para ello, deberá proyectarse (al horizonte temporal fijado) la situación actual, en ausencia de la medida de adaptación definida.

El siguiente paso es la recopilación de la información económica, tanto de la línea de base como de la línea de proyecto. En este sentido, a continuación se especifican las variables que es necesario considerar.

### ANÁLISIS ACB. VARIABLES A CONSIDERAR.

**Análisis temporal (n).** Para el conjunto de acciones definidas se debe definir un horizonte temporal sobre el que realizar el análisis. Las acciones de adaptación al cambio climático, como se ha comentado anteriormente, deberán tener un horizonte amplio, aunque su implementación se prevea inmediata, debido a que los horizontes sobre los que se realiza el análisis de vulnerabilidad suelen ser amplios.

**Costes (C)** efectivos en la aplicación de la medida, incluyendo tanto las inversiones iniciales como los costes de operación y mantenimiento asociados durante el período analizado. Los valores de los costes se aplican con el signo negativo.

**Beneficios (B)**, considerados como las ganancias en términos monetarios que se obtienen con la puesta en marcha de la medida. En la mayoría de los casos, estas ganancias son los costes derivados del cambio climático, que son evitados por la aplicación de la medida en cuestión (por lo tanto, serán los costes del cambio climático estimados respecto a la línea de base definida). En muchas ocasiones, estos costes pueden no incidir directamente o únicamente en la empresa y tener un enfoque más ambiental y/o social, viéndose beneficiados otros sectores relacionados (por ejemplo beneficios sobre la salud de las personas o sobre los recursos naturales).

Los valores de los beneficios se aplican con el signo positivo.

En este caso, es necesario incidir en la dificultad asociada a muchos sectores en el proceso de monetización de los beneficios ligados a las medidas que permiten una mejor adaptación al cambio climático, en el análisis de las opciones identificadas. Ello es debido a que la mayoría de los beneficios a cuantificar son beneficios esperados.

**Tasa de descuento (i)**, utilizada para calcular el valor actual de las magnitudes anteriores.

La selección de la tasa de descuento a aplicar es uno de los aspectos que generan mayor controversia, debido a que los horizontes que se manejan en materia de adaptación al cambio climático le conceden una relevancia determinante. En este contexto, la tasa de descuento refleja principalmente el coste de oportunidad temporal de la inversión que se vaya a realizar.

Una buena práctica es realizar un análisis de sensibilidad, aplicando diversas tasas de descuento y valorando cómo afecta la variación a los resultados y conclusiones.

**Período de tiempo (t)**, número de años para los que se esté realizando el estudio.



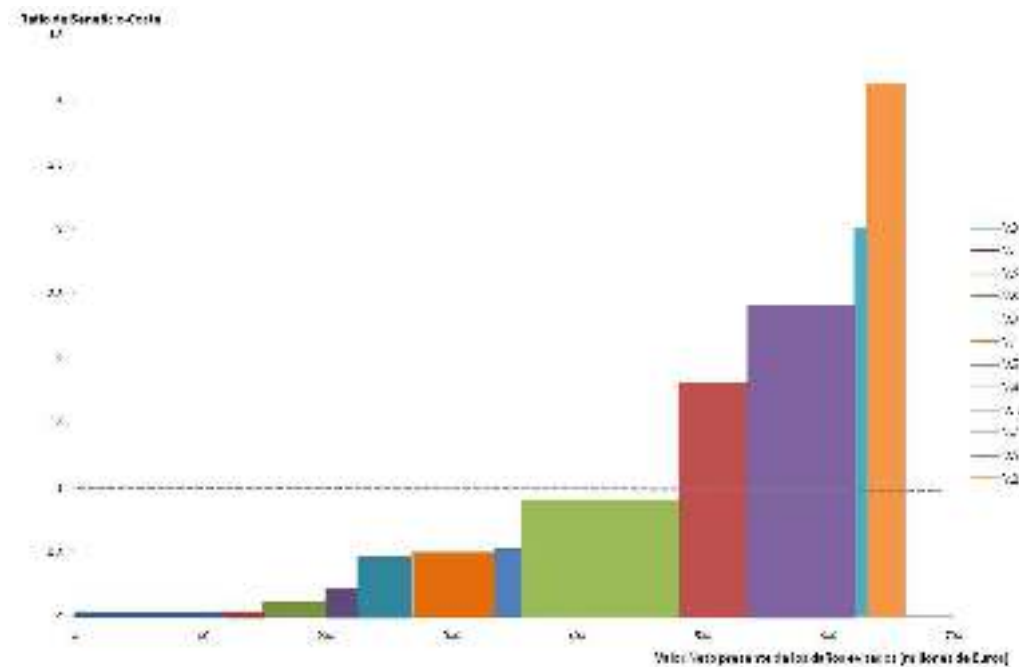
La aplicación del análisis ACB se basa en la siguiente ecuación:

$$[1] \quad ACB = \sum_{n=1}^N \frac{Bn - Cn}{(1+i)^n}$$

En la siguiente gráfica se muestra un ejemplo en el que se analiza el valor actual neto de varias medidas en relación con el ratio coste-beneficio.

**Gráfico 1. Ejemplo de resultados del análisis ACB.**

Fuente: Elaboración propia.



Los resultados que aporta este análisis pueden representarse junto con la estimación total de daños evitados con la implementación de la medida, lo que aporta una representación visual de la eficacia de las medidas. Los resultados del análisis coste-beneficio negativos reflejan un coste asociado a la medida. De la misma forma, los resultados positivos significan beneficios.

- ✓ Medidas que tienen un ratio de beneficio-coste mayor que 1 suponen más beneficio que coste, por lo que puede ser interesante contemplar su implementación.
- ✓ Medidas que presentan un ratio de beneficio-coste menor de 1 no serían atractivas desde una perspectiva puramente económica, aunque pueden ser interesantes por otras razones (técnicas, sociales estratégicos o ambientales). En este sentido, un enfoque conservador podría priorizar también medidas con un ratio beneficio-coste entre 0 y 1, ya que aunque suponen más coste que beneficio, su implementación mejoraría la situación futura de la organización frente al cambio climático.

Como se ha comentado anteriormente, es importante tener presente que, al igual que ocurre con el análisis de medidas en la vertiente de reducción de emisiones, el coste-beneficio es una metodología muy sensible a pequeños cambios en las hipótesis o en los períodos de cálculo. Cuestiones como la tasa de descuento a aplicar o el horizonte temporal de las medidas, pueden cambiar de forma sustancial los resultados.

Por último, es relevante hacer una mención a la consideración de costes sociales. Aunque el análisis pueda realizarse en base exclusivamente a los resultados para la empresa, es muy aconsejable incorporar costes y beneficios desde un enfoque social. Sólo de esta forma se tendrá en cuenta plenamente la acción de la empresa en el contexto de adaptación al cambio climático en un determinado entorno, en un marco de responsabilidad social.

El principal reto en este sentido se deriva de la dificultad de monetizar ciertos costes y beneficios que no tienen un correlato evidente en el mercado. Aquí las alternativas son la realización de trabajos de valoración económica, así como la utilización de valores provenientes de otros estudios en la materia, siempre que los valores obtenidos resulten pertinentes. Sería muy interesante para ello la sistematización de trabajos realizados en España que puedan servir de base para este tipo de análisis.

## 2. Análisis multicriterio (MCA)

Como se ha comentado anteriormente, en numerosas ocasiones será necesario aplicar un análisis combinado a las diferentes opciones de adaptación al cambio climático. En este sentido, el análisis MCA ofrece la posibilidad de incluir en la toma de decisiones otras variables interesantes, además de la puramente económica. En el sector privado, estas variables adicionales deben de estar relacionadas con la estrategia y realidad de cada organización.

A continuación se muestran una serie de variables que puede aplicarse en este tipo de análisis, pero el conjunto final debe ser definido por cada organización en el momento de su aplicación, en función de las que se consideren más destacables para el caso concreto que se analice.

### ANÁLISIS MCA. EJEMPLO DE VARIABLES A CONSIDERAR<sup>27</sup>.

**Importancia:** El valor que presenta la medida en cuanto a la capacidad de disminuir las consecuencias del cambio climático.

**Urgencia:** La necesidad con la que la medida debe estar implementada, con el fin de obtener los máximos beneficios.

**Efectos secundarios:** Los beneficios adicionales a la adaptación al cambio climático que presenta la medida.

Dentro de esta variable, suele ser habitual valorar la capacidad de la medida en materia de mitigación de emisiones de GEI, para favorecer aquellas medidas que además de contribuir a reducir la vulnerabilidad al cambio climático, apoyan en la reducción de emisiones.

**“No-Regret”:** La capacidad de la medida de generar beneficios, incluso sin cambio climático.

**Sensibilidad:** El nivel de interés o voluntad de la organización con respecto a la implementación de la medida.

<sup>27</sup> Adaptado de varias fuentes: CMNUCC, 2010; Bruin, K. et al., 2009.

**Flexibilidad o reversibilidad:** El nivel que presenta la medida para volver a la situación inicial, en caso de que los impactos del cambio climático fuesen diferentes de lo previsto.

**Valor reputacional:** El nivel en el que la medida mejora la reputación de la organización que la lleve a cabo.

**Interés estratégico:** El valor que la medida aporta a la estrategia empresarial de la organización.

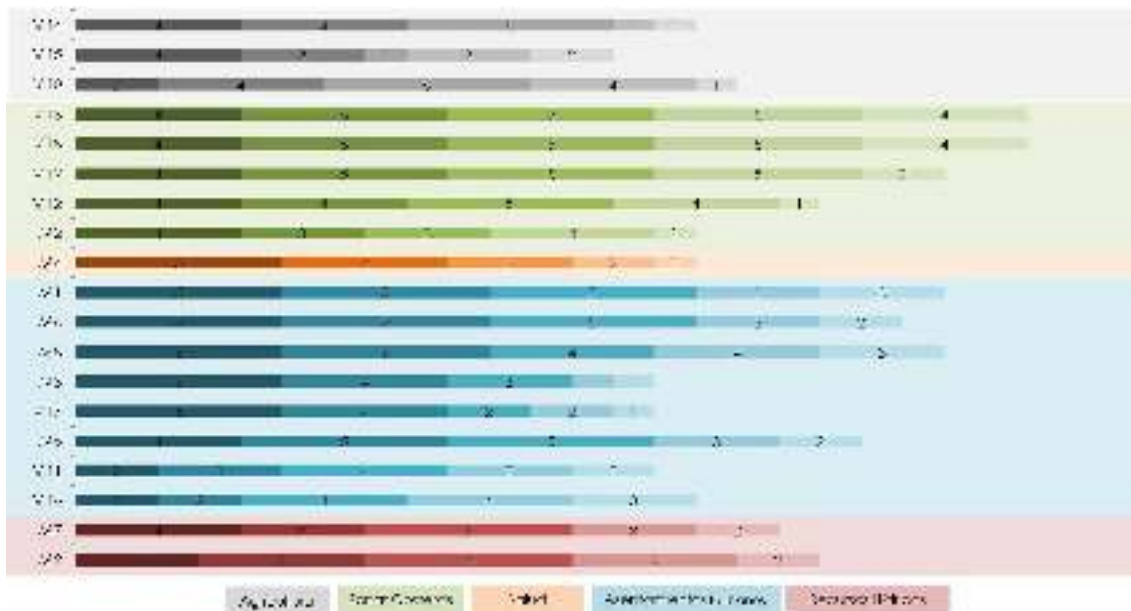
En el análisis MCA, las medidas reciben un valor de categoría, calificación, o puntuación en una escala predeterminada para cada variable definida. Por ejemplo las medidas pueden recibir una valoración de 1 a 10 en relación con los criterios establecidos. En caso necesario, los resultados pueden ser ponderados para dar más importancia a un variable que a otra.

Debido a que este método tiene un fuerte componente que depende del criterio de expertos, se considera una buena práctica la involucración en el proceso de diferentes personas relacionadas con la definición y futura implementación de la medida. La utilización de métodos participativos, pueden apoyar en la mejora de la representatividad de los resultados.

A continuación se muestra un ejemplo de la representación gráfica de este tipo de análisis.

**Gráfico 2. Ejemplo de resultados del análisis MCA.**

Fuente: Elaboración propia.



En el gráfico anterior, se muestra el resultado de la aplicación de un análisis multicriterio a un conjunto de distintas medidas (M) en diferentes sectores. Las puntuaciones en cada barra - de izquierda a derecha - son: Importancia, Urgencia, "No-Regret", Efectos Secundarios y Sensibilidad. La priorización de las medidas bajo este método se basa en aquellas que han obtenido una mayor puntuación.

### 3. Interpretación y priorización

Una vez aplicados ambos análisis a las medidas definidas, inicialmente se verán priorizadas aquellas medidas que tengan un ratio beneficio – coste mayor, ya que supondrán que los beneficios son superiores a los costes, y una mayor puntuación en el análisis multicriterio, debido a que integrarán también otras variables además de las puramente económicas.

Por lo tanto, las acciones de adaptación al cambio climático que deriven en beneficios a corto plazo o que puedan generar beneficios secundarios (efectos secundarios) a más largo plazo, podrían verse priorizadas a pesar de la incertidumbre ligada al cambio climático. Así, por ejemplo, aquellas medidas que estén destinadas a reforzar las áreas de producción más vulnerables a los cambios en las condiciones climáticas (principalmente temperatura y precipitación) probablemente se verán favorecidas tras el análisis, así como las que presenten efectos secundarios positivos, como son las asociadas a la eficiencia y el ahorro energético, las energías renovables o la gestión óptima del recurso hídrico.

Por otra parte, aquellas medidas que contribuyan a una adaptación efectiva frente a impactos climáticos en el largo plazo, aunque quizá no se vean favorecidas en el análisis global por su horizonte temporal, no deben perderse de vista, ya que deberán volver a ser evaluadas y redefinidas en las siguientes actualizaciones de la estrategia global de adaptación de la organización, en el caso de que esté disponible una mayor o mejor información sobre las mismas.

En cualquier caso, como se ha comentado anteriormente, una buena práctica en el caso de ausencia de una estrategia previa de adaptación al cambio climático, es comenzar priorizando acciones que tengan un carácter más estratégico, que sean proactivas y flexibles, así como las clasificadas como *no-regret*. En todos los casos, serán acciones que tendrán beneficios secundarios y facilitarán la toma de decisión futura para la adaptación al cambio climático, evitando pérdidas económicas y daños irreversibles en la actividad de la organización.

## 4. Análisis de medidas para la adaptación al cambio climático

La metodología presentada ha sido aplicada en dos casos piloto, que abarcan los de energía y construcción, tras un ambicioso proceso participativo con empresas de cada sector que se inició con la elaboración de la primera guía orientada al desarrollo de metodologías para la evaluación de los impactos y la vulnerabilidad al cambio climático en el sector privado (OECC, 2014). Para la elaboración de esta segunda guía de análisis y priorización de medidas, se ha trabajado sobre los resultados del análisis de vulnerabilidad realizados para cada caso piloto. A partir de este primer análisis se han definido y analizado una serie de acciones, como un ejercicio de priorización entre ellas en base a diferentes criterios, combinando para ello el análisis coste-beneficio y el análisis multicriterio.

A continuación se presenta una síntesis de los resultados obtenidos. La información completa de estos estudios de caso está disponible en los informes individuales, ligados a la presente publicación.

### 4.1. Sector energía: Endesa.

<b>SECTOR:</b>	Energía	<b>ORGANIZACIÓN:</b>	Endesa		
<b>Caso piloto:</b>	<b>Producción de energía hidroeléctrica.</b>				
<b>Ubicación:</b>	Andalucía: embalses de Cala (provincia de Sevilla) y El Tranco y central fluyente de Mengíbar (estas dos últimas en la provincia de Jaén)				
<b>Proyecciones climáticas:</b> Para Andalucía <sup>28</sup>	Respecto a la actualidad (periodo 1960-2000), las temperaturas mínimas en el área de la cuenca que vierte a la central de Cala podrían subir en 2,17°C en la década 2051-2060 y 3,63°C en la década 2091-2100. En el caso de la cuenca que vierte a la central de El Tranco, las proyecciones de evolución de las temperaturas mínimas son similares a las anteriores: aumentos de 2,03°C para mediados del siglo XXI, y de 3,38°C para finales del mismo. Respecto a la cuenca que vierte a Mengíbar, los aumentos de temperatura serían, según las proyecciones, de 2,64°C para mediados del siglo XXI, y de 4,46°C para finales del siglo XXI. En todos los casos, los aumentos de temperatura se prevé que sean más notables en los meses de primavera y verano, y de menor importancia durante el resto del año. Respecto al mismo periodo, las precipitaciones podrían verse disminuidas en la cuenca que vierte a la central de Cala de entre el 12,75% y el 11,75% para mediados del siglo XXI, y de entre el 15,88% y el 16,75% para finales del siglo XXI. Para la cuenca que vierte a la central de El Tranco, las proyecciones de disminución de la precipitación son del 12,67% para mediados del siglo XXI, y del 18,94% para finales del mismo siglo. En cuanto a la cuenca que vierte a Mengíbar, las reducciones en el volumen de precipitación proyectadas serían de entre el 10,9% y el 11,86% para mediados del siglo XXI, y de entre el 25,9% y el 16,95% para finales.				
			<b>Cala</b>	<b>El Tranco</b>	<b>Mengíbar</b>
	<b>Aumento de la temperatura</b>	<b>2051-2060</b>	2,17°C	2,03°C	2,64°C
		<b>2091-2100</b>	3,63°C	3,38°C	4,46°C

<sup>28</sup> Moreira Madueño, J.M. (Dirección general de participación e información ambiental. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía). El cambio climático en Andalucía. Escenarios actuales y futuros del clima. 2008; AEMET. Generación de escenarios climáticos regionalizados para España. 2009.

	Disminución de las precipitaciones	2041-2070	-11,01-12,75%	-12,67%	-10,09-11,86%
		2071-2100	-16,75-15,88%	-18,94%	-16,95-25,9%
<b>Análisis de impactos:</b>	<p>Las centrales de Cala y El Tranco son centrales de embalse, y la liberación de caudales en estas instalaciones está condicionada a las necesidades de suministro de agua urbana y riego aguas abajo, respectivamente, especialmente acentuado en el caso de la central de Tranco.</p> <p>En cuanto a la central de Mengíbar, es una central fluyente sin capacidad de regulación, lo que implica que su producción de energía eléctrica depende del caudal que llegue en cada momento a la planta.</p> <p>El aumento en la temperatura lleva asociada una mayor evapotranspiración de la vegetación en las cuencas, así como mayores necesidades de abastecimiento de agua y riego, lo que daría lugar en algunos casos a reducciones en el disponible para la producción de energía y en los ingresos procedentes de su venta en el mercado eléctrico.</p> <p>En el caso de la central de El Tranco, al tener su funcionamiento condicionado por la necesidad de riego aguas abajo, las repercusiones de una mayor demanda de riegos no serían mucho mayores que las que este hecho ya tiene en la actualidad.</p> <p>La menor precipitación en las cuencas, igualmente, podría dar lugar a reducciones en la producción hidroeléctrica y en los correspondientes ingresos por su venta.</p> <p>Adicionalmente, la central de Mengíbar, como otras de la cuenca del Guadalquivir, presenta problemas de colmatación debidos al arrastre hacia la cuenca de sólidos en suspensión en momentos de precipitaciones torrenciales, fenómeno aumentado por determinadas prácticas agrícolas en la zona, que favorecen la eliminación del estrato herbáceo de los suelos con la consiguiente erosión del suelo.</p>				
<b>Análisis de riesgos:</b>	<p>Los mayores niveles de riesgo estarían asociados al incremento de la temperatura y a la disminución de la precipitación, por su repercusión directa sobre las aportaciones, estrechamente relacionadas con la producción y las posibilidades de venta de la energía producida en momentos de mayores precios en el mercado eléctrico. Los riesgos comenzarían en la actualidad en un nivel muy bajo (nivel 1), en el caso del aumento de la temperatura, y bajo (nivel 2), en el caso de la disminución de las precipitaciones, terminando en el último período del siglo XXI en niveles altos (nivel 4).</p> <p>Con respecto a los riesgos asociados a los eventos extremos, éstos serían muy bajos en la actualidad (nivel 1) y no pasarían de un nivel medio (nivel 3) en el último período estudiado.</p>				
<b>Análisis de capacidad de adaptación:</b>	<p>Endesa ya ha llevado a cabo trabajos de evaluación del riesgo asociado al cambio climático en sus activos, dentro los que se incluyen, de modo genérico, las centrales hidráulicas.</p> <p>En cuanto a la regulación pública, la Ley de Aguas 9/2010 de Andalucía contempla en su artículo 21 limitaciones destinadas a la conservación de la biodiversidad y del estado natural de los ríos, cuyo escenario base podrá verse afectado por los cambios derivados del cambio climático. Además, a nivel nacional, se está trabajando en la integración de la adaptación al cambio climático en la legislación, tal y como se comenta en el capítulo 2.2 de esta publicación.</p> <p>Endesa tiene capacidad para hacer frente a grandes inversiones. Sin embargo, la actuación en materia de energía hidroeléctrica y aguas requiere de la coordinación con otros agentes públicos (confederaciones hidrográficas y comunidades de regantes), que no siempre cuentan con las mismas prioridades de actuación. Además, hay que tener presente que un menor volumen de precipitación y un aumento de temperatura contribuyen a disminuir los caudales en los ríos, lo cual se traduce en general en una menor</p>				

	<p>producción hidroeléctrica, con independencia de los recursos económicos de que se disponga.</p> <p>La capacidad de adaptación global para este caso se valora como media.</p>
<p><b>Análisis de vulnerabilidad:</b></p>	<p>Por lo tanto, cruzando la información sobre el análisis de riesgos y la capacidad de adaptación, se puede concluir que la mayor vulnerabilidad está asociada al aumento de las temperaturas. Éstas empezarían en un nivel muy bajo (nivel 1) en la actualidad, terminando en un nivel medio (nivel 3) en el último período del siglo XXI, debido a su repercusión sobre las aportaciones a las centrales, sobre su producción, sobre las necesidades de abastecimiento de agua y riego aguas abajo, y sobre las posibilidades de turbinar en momentos de mayor necesidad de la energía en el mercado eléctrico.</p> <p>En el caso de la vulnerabilidad al descenso de las precipitaciones, comenzaría en un nivel actual muy bajo o bajo en función de la central (nivel 1 o 2) (nivel 2), pasando en el último período estudiado a un nivel medio (nivel 3).</p> <p>El menor nivel de vulnerabilidad estaría asociado a los eventos extremos, que no superaría el nivel bajo (nivel 2).</p>
<p><b>Medidas de adaptación al cambio climático:</b></p>	<p><u>Medida 1: Gestión de la demanda hídrica</u></p> <p><i>Objetivo:</i> Influir en la demanda hídrica, de forma que se pueda optimizar la gestión de las instalaciones hidroeléctricas.</p> <p><i>Descripción de la acción:</i> La reducción de la demanda de agua para usos diferentes a la generación eléctrica (abastecimiento, riego, etc.) puede permitir cambios en la gestión del embalse y optimizar el recurso hidráulico. Además, esta acción busca promocionar un uso consciente de este recurso, que no solo permita optimizarlo para la generación eléctrica, sino que, además, reduzca el uso innecesario del mismo.</p> <p>Esta medida se vertebra mediante dos tipos de actuaciones. Por una parte, las encaminadas a sensibilizar sobre el consumo eficiente del agua en diferentes sectores. Por otra parte, las que buscan reducir las pérdidas de la red de abastecimiento, mediante acciones preventivas y de mejora del sistema.</p> <p><u>Medida 2: Programas de predicción meteorológica y climática y gestión de embalses</u></p> <p><i>Objetivo:</i> Incrementar la producción de las centrales hidroeléctricas mediante la mejora de la gestión del embalse, a través de nuevos modelos matemáticos combinados con la implantación de programas de predicción meteorológica y climática.</p> <p><i>Descripción de la acción:</i> Los diferentes usos del embalse (abastecimiento, riego, control crecidas, producción eléctrica) condicionan la operativa del mismo y la disponibilidad de agua para la generación eléctrica en las centrales hidroeléctricas. Los cambios en las condiciones de diseño y la disponibilidad de datos hidrológicos más abundantes pueden justificar la modificación de los modelos de gestión de los mismos con el objetivo de incrementar la producción. De esta forma, la medida busca incorporar estrategias de control avanzadas, basadas en nuevos modelos matemáticos a la gestión del embalse.</p> <p>Otro de los factores que condicionan la operativa de los embalses es la disponibilidad de información meteorológica y climática que permita conocer con mayor antelación los cambios que se puedan producir en las precipitaciones o fenómenos meteorológicos extremos. Esta información se puede incorporar a los modelos de gestión del embalse para planificar la producción con mayor margen de tiempo. Por tanto, en la medida se desarrolla un sistema de predicción meteorológica y climática para las plantas hidroeléctricas de la compañía que permita conocer las predicciones más recientes e incorporar dicha información al sistema de gestión de embalses desarrollado.</p>

**Medida 3: Gestión de los sólidos en suspensión y sedimentos**

*Objetivo:* Minimizar la acumulación de sedimentos en los embalses mediante la gestión de los sólidos en suspensión y sedimentos en las zonas adyacentes a los cauces, ya que la acumulación de los mismos tiene consecuencias negativas tanto a nivel medioambiental como técnico, pudiendo llegar a la colmatación de los mismos.

*Descripción de la acción:* La medida está orientada a potenciar acciones preventivas que disminuyan la velocidad de colmatación del embalse. Así, una de las primeras acciones a impulsar es el refuerzo del conocimiento previo que se tiene sobre el proceso de sedimentación. Esta información debería contemplarse también en el futuro, teniendo presente los cambios que se van a dar principalmente en los regímenes de precipitación, así como en la frecuencia e intensidad de los fenómenos climáticos extremos, que pueden contribuir a aumentar los procesos de escorrentía.

Por último, a la vista de los resultados obtenidos de la mejora del conocimiento, se pueden impulsar actuaciones sobre el terreno, para la disminución de los sedimentos en los terrenos adyacentes, de forma previa a otras de carácter más reactivo, que estén más relacionadas con procesos de dragado o aumento de la cota del embalse, por ejemplo.

**Medida 4: Adecuación a los planes de emergencia a las nuevas condiciones climáticas**

*Objetivo:* Adaptar los planes de emergencia de las centrales hidroeléctricas a las nuevas condiciones climáticas que puedan darse a consecuencia del cambio climático.

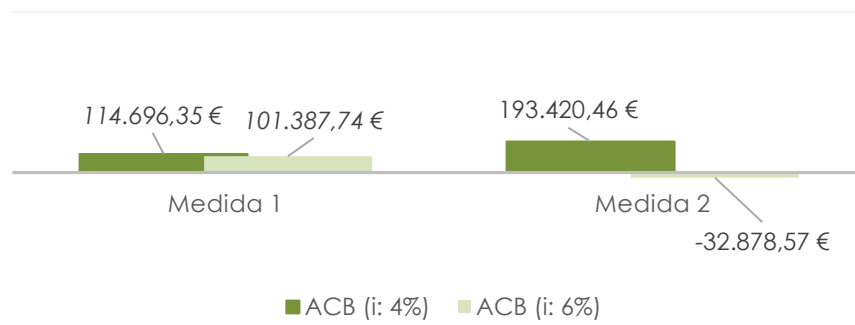
*Descripción de la acción:* Los planes de emergencia de las instalaciones hidroeléctricas se han diseñado y elaborado en base a las condiciones climáticas actuales, no considerando los efectos que el cambio climático pudiera tener en sus ubicaciones y, por tanto, en el propio funcionamiento de las instalaciones.

Por tanto, en esta medida se busca actualizar los planes de emergencia considerando las proyecciones climáticas. Así, para cada una de las centrales hidroeléctricas se analizarán las proyecciones climáticas del área en el que se sitúa y se establecerá si los resultados de dicho análisis han de ser consideradas en el plan de emergencia. Si fuera así, se actualizaría el plan de emergencia teniendo en cuenta dichas variables.

Adicionalmente, de forma periódica se llevará a cabo una revisión bibliográfica para detectar nuevas proyecciones climáticas que se analizarán y, en caso de que sea necesario, emplearán para actualizar los planes de emergencia en vigor.

**Análisis coste-beneficio de las opciones:**

Los resultados del ACB de la Medida 1 Gestión de la demanda hídrica y la Medida 2 Programas de predicción meteorológica y climática y gestión de embalses, para tasas de descuento del 4% y del 6 % son:

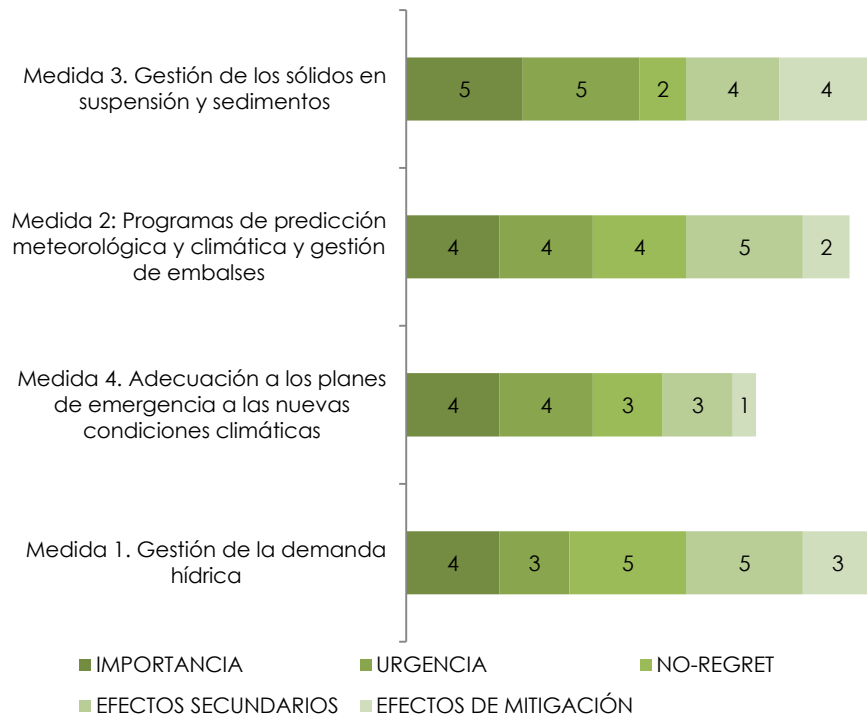


La implantación de la medida 1 reportaría unos beneficios levemente superiores a los costes, mientras que en el caso de la medida 2, el beneficio neto es más sensible a la tasa de descuento considerada. No ha sido posible



**Análisis multicriterio:**

realizar ninguna estimación económica de las medidas 3 y 4 al no haber información sobre resultados cuantitativos de experiencias similares.



Según el MCA realizado, las primeras medidas a considerar serían la medida 3 de gestión de los sólidos en suspensión y la medida 2 de programas de predicción meteorológica y climática. Por detrás de ellas quedarían las medidas 4 y 1 que, aunque también relevantes, tendrían una menor importancia y urgencia sobre la actividad de las instalaciones analizadas.

#### 4.2. Sector construcción: Ferroviario.

<b>SECTOR:</b>	Construcción	<b>ORGANIZACIÓN:</b>	Cadagua (Ferroviario)
<b>Caso piloto:</b>	<b>Desalinización de agua de mar.</b>		
<b>Ubicación:</b>	Alicante.		
<b>Proyecciones climáticas:</b>	<p>Incremento de las temperaturas máximas y mínimas de 1°C-2°C para mediados del siglo XXI, y de entre 1 y 4°C para finales, variando en función del escenario de emisiones de GEI considerado, así como una reducción de hasta un 5% a mediados de siglo y en algo más del 15% a finales del mismo, con respecto a la cuantía de las precipitaciones.</p> <p>En cuanto a las olas de calor, éstas se prolongarían en un número de días que oscilaría entre 5 y 10 para mediados de siglo, y entre 5 y 40 hacia el año 2100. Las lluvias intensas tendrían una gran variabilidad interanual (de hasta ± 10%), sin una clara tendencia a aumentar o disminuir.</p> <p>El nivel del mar, por último, podría situarse 0,51 metros por encima del actual a finales del siglo XXI.</p>		
<b>Análisis de impactos:</b>	<p>El incremento de temperatura superficial provocaría un incremento de la temperatura del agua del mar, lo que conllevaría a un empeoramiento de la calidad del agua (mayor salinidad, mayor contenido en boro y mayor crecimiento microbiano), lo que derivaría en un mayor consumo de productos químicos para asegurar la calidad del agua producida, o a la necesidad de un segundo paso de ósmosis, aumentando el gasto energético. A este respecto y para este caso en particular, debe tenerse en cuenta que, al situarse las tomas en agua en pozos, el agua de mar que entra en las instalaciones se encuentra más atemperada que en el mar abierto. Sin embargo, la temperatura afecta a la presión de diseño de las bombas de alta presión, así como al diseño de las membranas. Por eso, es importante conocer las oscilaciones de temperatura del agua de mar a lo largo del año en las plantas desalinizadoras.</p> <p>La disminución prevista en las precipitaciones podría derivar en una mayor necesidad de uso y producción de la planta para suplir la demanda de agua.</p> <p>Los eventos extremos podrían ocasionar daños a infraestructuras de captación de agua de mar, así como daños físicos en las tuberías de transporte de agua desalinizada al depósito de Elche en zonas de cruce de cauces. Ello podría derivar en una interrupción del suministro de agua.</p> <p>El aumento del nivel del mar podría derivar en daños en las infraestructuras de captación, aunque en este caso particular son mínimos, ya que las tomas de agua de mar se realizan a través de pozo.</p>		
<b>Análisis de riesgos:</b>	<p>Los mayores niveles de riesgo estarían asociados al incremento de las temperaturas. Estos riesgos comenzarían en un nivel muy bajo (nivel 1) en la actualidad y terminarían en un valor alto (nivel 4) en el último período del siglo XXI.</p> <p>Con respecto a los riesgos asociados a los eventos extremos, éstos se situarían en un nivel muy bajo en la actualidad (nivel 1) y terminarían en un nivel medio (nivel 3) en el último período de tiempo estudiado.</p> <p>El riesgo de la disminución de la precipitación no pasaría del nivel bajo (nivel 2), mientras que el incremento del nivel del mar presentaría un nivel de riesgo muy bajo (nivel 1) en todos los períodos estudiados.</p>		

<sup>29</sup> AEMET. Generación de escenarios climáticos regionalizados para España. 2009.

<p><b>Análisis de capacidad de adaptación:</b></p>	<p>La instalación cuenta con un Plan de Gestión de Riesgos, aunque no contempla riesgos climáticos y no se ha podido constatar la existencia de políticas o planes públicos de prevención de riesgos climáticos para la actividad de la planta.</p> <p>Por otra parte, existe una planificación hidrológica en el ámbito nacional y en el ámbito de la Confederación Hidrográfica del Júcar, que prevé garantizar el suministro de agua para el consumo humano y la agricultura en el futuro, recurriendo a la desalinización de agua marina cuando las aportaciones hídricas de la precipitación sean insuficientes. La existencia de estas dos planificaciones contribuiría a garantizar la actividad de la planta siempre que fuese necesario.</p> <p>Tanto Cadagua (Ferroviario), a cargo de la gestión de la instalación, como la Mancomunidad de Canales del Taibilla, propietaria de la instalación, cuentan con los recursos para acometer medidas para hacer frente a los riesgos detectados.</p> <p>Existe en la planta conocimiento sobre la mayor parte de los efectos de la climatología sobre la actividad, muchos de los cuales tendrían una mayor ocurrencia debido al cambio climático. Por ello, se han mejorado las parrillas de dosificación de CO<sub>2</sub>, para evitar los efectos de la congelación en las tuberías por las que circula.</p> <p>Por otra parte, no se ha detectado la necesidad de unas infraestructuras diferentes a las ya existentes en la planta para hacer frente a los riesgos identificados, tras la mejora de las parrillas de dosificación de CO<sub>2</sub>.</p> <p>Por ello, la capacidad de adaptación resulta valorada como alta (CA3).</p>
<p><b>Análisis de vulnerabilidad:</b></p>	<p>Por lo tanto, cruzando la información sobre el análisis de riesgos y la capacidad de adaptación, se puede concluir que la mayor vulnerabilidad estaría asociada al incremento de la temperatura. Ésta empezaría en un nivel muy bajo (nivel 1) en la actualidad, terminando en un nivel medio (nivel 3) en el último período del siglo XXI estudiado, debido al incremento de gastos en productos químicos para evitar los problemas asociados al borato en aguas.</p> <p>La vulnerabilidad a los eventos meteorológicos extremos se situaría en la actualidad en un nivel muy bajo (nivel 1), terminando en un nivel bajo (nivel 2) en el último período del siglo XXI. En este caso sería necesario mantener un seguimiento al respecto, en especial por la posibilidad de daños físicos por grandes avenidas en zonas en las que la tubería de transporte de agua desalinizada a Elche cruce cauces de agua.</p> <p>Por último, respecto al incremento del nivel del mar y el descenso de las precipitaciones, la vulnerabilidad a los mismos sería muy baja (nivel 1) en todos los períodos estudiados. La razón de estos bajos valores de vulnerabilidad se debería a las escasas repercusiones de estos dos impactos en la actividad de la planta desalinizadora.</p> <p>Al margen de todo lo anterior, debe llamarse la atención sobre el hecho de que el aumento de la temperatura y la reducción de las precipitaciones podrían contribuir a aumentar la necesidad de diversificar las fuentes de recursos hídricos para el suministro a la agricultura y al consumo humano, suponiendo una oportunidad para esta tecnología.</p>
<p><b>Medidas de adaptación al cambio climático:</b></p>	<p><u>Medida 1: Adición de hidróxido de sodio</u></p> <p><i>Objetivo:</i> Minimizar los efectos del incremento de temperatura del agua de cara a cumplir con la legislación vigente en cuanto a la calidad del agua suministrada.</p> <p><i>Descripción de la acción:</i> El hidróxido de sodio se emplea para elevar el pH del agua de entrada a los bastidores de ósmosis inversa, con el objetivo de que parte del boro se transforme en boratos, los cuales son rechazados por las membranas de ósmosis. El boro es uno de los elementos químicos que es</p>

necesario controlar en el agua suministrada ya que su concentración ha de cumplir con los parámetros establecidos en la legislación vigente.

Medida 2: Recambio de membranas

**Objetivo:** Minimizar los efectos del incremento de temperatura del agua sobre la eficiencia del proceso de tratamiento.

**Descripción de la acción:** En caso de no dosificarse hidróxido sodio, habría que realizar una reposición de aquellas membranas de mayor edad, ya que éstas no podrían producir un agua producto que cumpliera con los parámetros exigidos por la legislación vigente. Si no se procediera a esta reposición habría que dejar fuera de uso los bastidores que tuvieran estas membranas en la época estival con la consiguiente disminución de producción de agua.

Medida 3: Choques de hipoclorito de sodio

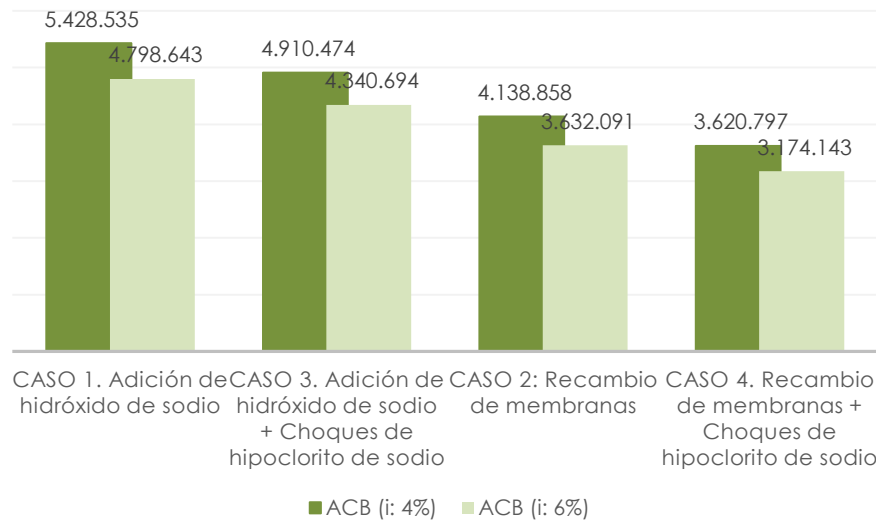
**Objetivo:** Minimizar los efectos del crecimiento bacteriano debido al incremento de temperatura del agua y proteger la integridad de los sistemas de tratamiento.

**Descripción de la acción:** Con el fin de reducir la actividad biológica del agua de mar por el aumento de la temperatura se realizarán choques de hipoclorito sódico en el inmisario de la desaladora.

La adición de hipoclorito de sodio cobra mayor importancia en la época estival, ya que aumenta la proliferación de materia orgánica, por lo que se trata de una medida que garantiza que no se den problemas en la operación de la planta. De esta forma se evitan problemas en las membranas y equipamiento empleado debido a la proliferación de microorganismos.

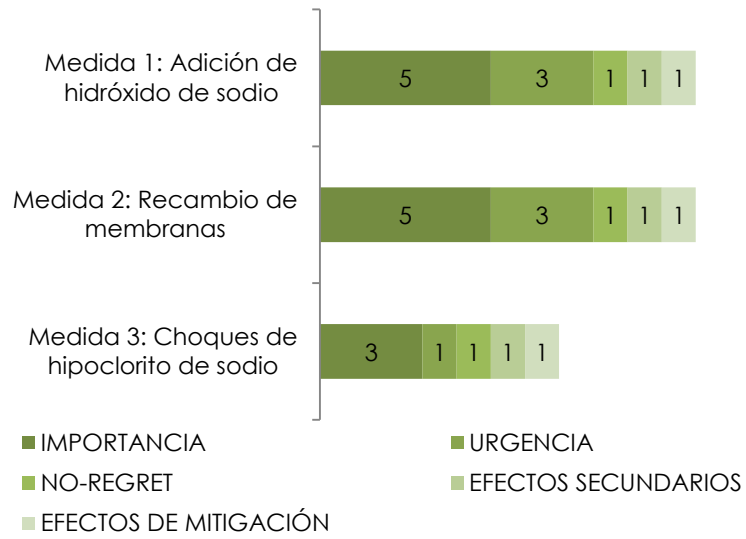
**Análisis coste-beneficio de las opciones:**

Los resultados del ACB para tasas de descuento del 4% y del 6% son los siguientes:



Las distintas combinaciones de medidas tienen como resultado valores positivos, por lo que la implantación de las medidas reportaría más beneficios que costes.

**Análisis multicriterio**



Según el MCA realizado, las Medida 1: Adición de hidróxido de sodio y Medida 2: Recambio de membranas tendrían la misma prioridad, en caso de producirse un aumento de la temperatura suficiente para causar las consecuencias ya comentadas. Por detrás de ellas quedaría la Medida 3: Choques con hipoclorito de sodio, con una menor importancia y urgencia debido a las características propias de esta planta en concreto.

## 5. Principales referencias

- AEMET (2009). Generación de escenarios regionalizados de cambio climático para España.
- Agencia Canaria de Desarrollo Sostenible y Cambio Climático. Contexto económico de la adaptación al cambio climático.
- Agencia Europea del Medio Ambiente (2012). Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012. An indicator-based report.
- Australian Greenhouse Office (2006). Climate Change Impacts and Risk Management: A Guide for Business and Government. Preparado por el Australian Greenhouse Office por Broadleaf Capital International and Marsden Jacob Associates, 73 pp.
- Institute of Development Studies (IDS), Christian Aid, and Plan (2011). Learning to Adapt.
- International Institute for Environment and Development (IIED) (2013). Tracking Adaptation and Measuring Development (TAMD).
- Department for Environment Food and Rural Affairs, (2012). Climate Change Risk Assessment Methodology Report.
- Banco Mundial (2010). Economics of adaptation to climate change - Synthesis report.
- Banco Mundial (2010). The Costs to Developing Countries of Adapting to Climate Change. *New Methods and Estimates*. Washington, D.C.: The World Bank Group.
- Bruin, K. et al. (2009). Adapting to climate change in The Netherlands: an inventory of climate adaptation options and ranking of alternatives.
- CMNUCC (2010). Costes y beneficios de las opciones de adaptación: Una revisión de la literatura existente Informe técnico.
- CMNUCC (2012). The Nairobi Work Programme on Impacts, Vulnerability and Adaptation to Climate Change. Assessing the costs and benefits of adaptation options an overview of approaches.
- Comisión Económica para América Latina. 2009. Economics of Climate Change in Latin America and the Caribbean: Summary 2009. United Nations. Santiago, Chile.
- Comisión Económica para América Latina. 2010. Economics of climate Change in Latin America and the Caribbean.
- ECA Working Group (2009). Shaping Climate-Resilient Development: A Framework for Decision-Making. A Report of Economics of Climate Adaptation (ECA) Working Group.
- GIZ (2011). Costos y beneficios de la adaptación al cambio climático en América Latina.

- GIZ (2013). Economic approaches for assessing climate change adaptation options under uncertainty. Excel tools for Cost-Benefit and Multi-Criteria Analysis.
- IPCC (2013). Resumen para responsables de políticas. Cambio Climático 2013: Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.
- Leichenko, R., Major, DC., Johnson, K., Patrick, L., and O'Grady, M. (2011). An economic analysis of climate change impacts and adaptations in New York State.
- Metroeconomica (2004). Costing the impacts of climate change in the UK: Overview of guidelines." Oxford: UKCIP. Technical Report.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural Marino de España (2009). Políticas de Cambio Climático en la UE y España. Análisis y Prospectiva: Serie MedioAmbiente Número 1.
- OECC. Costes y beneficios de las opciones de adaptación: Una revisión de la literatura existente. Documento de síntesis.
- OECC (2014). Integración de la adaptación al cambio climático en la estrategia empresarial. Guía metodológica para la evaluación de los impactos y la vulnerabilidad en el sector privado.
- OECD (2013). Private Sector Engagement in Adaptation to Climate Change.
- Partnership for Resilience and Environmental Preparedness. Value Chain Climate Resilience a guide to managing climate impacts in companies and communities.
- Van Beukering, P., Brander, L., Tompkins, E. and McKenzie, E. (2007). Valuing the Environment in Small Islands - An Environmental Economics Toolkit.





