



MEMORIA

Plan de Adaptación al Cambio Climático



Excmo. Ayuntamiento de Carmona

Con el apoyo de:



Contenido

| | | | |
|--|----|---|----|
| 1. Introducción | 4 | 5. Contextualización municipal en materia de Cambio Climático | 24 |
| 2. Perspectiva y principios | 5 | 5.1 Caracterización municipal | 24 |
| 3. ¿Qué comporta un Plan de Adaptación? | 6 | 5.1.1 Indicadores Sociales | 28 |
| 4. Metodología del Proceso de Adaptación | 7 | 5.1.2 Sectores económicos | 31 |
| 4.1 Definición del alcance de los trabajos | 7 | 5.1.3 Patrimonio | 32 |
| 4.2 Metodología de participación y diálogo | 8 | 5.1.4 Ciclo del agua | 32 |
| 4.3 Fase I: Puesta en marcha y caracterización inicial | 11 | 5.1.5 Indicadores ambientales | 37 |
| 4.3.1 Contextualización del municipio | 11 | 5.1.6 Identificación de planes y programas | 41 |
| 4.3.2 Planteamiento del proceso adaptativo | 12 | 6. Análisis de la variabilidad climática | 42 |
| 4.4 Fase II: Identificación de la variabilidad climática | 13 | 6.1 Tendencias históricas y escenarios climáticos futuros | 44 |
| 4.4.1 Variabilidad y proyecciones climáticas | 13 | 6.1.1 Contexto climático regional | 44 |
| 4.4.2 Análisis de impactos y estudios locales | 14 | 6.1.2 Datos y metodología | 45 |
| 4.4.3 Análisis de vulnerabilidad al cambio climático | 14 | 6.1.3 Análisis de tendencias históricas (1951-2016) | 47 |
| 4.4.4 Evaluación del riesgo | 15 | 6.1.3.1 Temperatura máxima y mínima anual | 47 |
| 4.5 Fase III: Identificación de posibles opciones de adaptación | 16 | 6.1.3.2 Precipitación anual | 54 |
| 4.5.1 Preselección de las medidas de adaptación | 17 | 6.1.3.3 Humedad anual | 56 |
| 4.5.2 Caracterización de las medidas de adaptación | 17 | 6.1.3.4 Viento | 57 |
| 4.6 Fase IV: Evaluación y selección de medidas de adaptación | 18 | 6.1.3.5 Cálculo de indicadores climáticos | 58 |
| 4.6.1 Priorización de las medidas de adaptación | 18 | 6.1.3.6 Proyecciones de temperatura | 62 |
| 4.6.2 Selección definitiva de medidas | 18 | 6.1.3.7 Proyecciones de precipitación | 75 |
| 4.7 Fase V: Redacción del Plan de Adaptación al Cambio Climático | 19 | 6.1.4 Conclusiones | 78 |
| 4.7.1 Planificación de la adaptación | 19 | 6.2 Identificación de impactos potenciales | 79 |
| 4.8 Fase VI: Seguimiento y evaluación | 21 | 6.3 Potenciales focos de mala adaptación | 81 |
| 4.8.1 Diseño del plan de gestión | 22 | | |
| 4.8.2 Sistema de evaluación y seguimiento | 23 | | |

Con el apoyo de:



| | |
|---|-----|
| 7. Análisis de los impactos municipales | 82 |
| 7.1 Metodología y proceso | 82 |
| 7.1.1 1ª Etapa: Definición del método de evaluación de la vulnerabilidad | 83 |
| 7.1.2 2ª Etapa: Selección de la escala y unidad de análisis | 84 |
| 7.1.3 3ª Etapa: Composición de los árboles de problemas y sus relaciones causa-efecto | 84 |
| 8. Análisis de vulnerabilidad y riesgo al Cambio Climático | 91 |
| 8.1 Evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático de los sectores y propuesta de priorización | 91 |
| 8.2 Evaluación del riesgo al cambio climático actual y futuro | 93 |
| 9. Proceso de adaptación | 96 |
| 9.1 Caracterización de medidas para la adaptación | 96 |
| 9.2 Preselección y priorización de medidas para la adaptación | 96 |
| 9.3 Elección final de las medidas | 99 |
| 9.4 Planificación y diseño del proceso de adaptación | 99 |
| 9.5 Plan de implementación | 104 |
| 10. Plan de seguimiento y evaluación | 106 |
| 10.1 Diseño del plan de seguimiento y evaluación | 106 |
| 10.2 Definición del objetivo de la evaluación | 107 |
| 10.3 Objeto y modelo conceptual | 108 |
| 10.4 Sistema de gestión y evaluación del plan | 109 |
| Glosario, abreviaturas y acrónimos IPCC | 110 |

Con el apoyo de:



1. Introducción

Uno de los mayores retos ambientales del siglo XXI que afronta la humanidad es el Cambio Climático, por su gran dimensión a escala planetaria y sus repercusiones sociales y económicas. El conocimiento, seguimiento y prácticas de adaptación con el fin de hacer frente a las dificultades que supone el cambio climático, fundamenta las acciones de reducción de la vulnerabilidad, a la vez que se incrementa la resiliencia frente a este.

Esto ha ido ganando peso en las agendas políticas internacionales, ya que para hacer frente al cambio climático, es fundamental definir y evaluar impactos en los distintos sectores y sistemas de un territorio (sectores económicos, sistemas sociales y ecológicos). Adaptarse al cambio climático es un gran reto en el que la anticipación es imprescindible para reducir los impactos en los ecosistemas, en la salud humana, el desarrollo económico y las infraestructuras. De ahí que sea necesario tomar unas acciones básicas con el propósito de reducir los impactos por medio de la adaptación, mitigando a su vez la vulnerabilidad al cambio.

Según el último informe (AR5) del IPCC en 2014, la actividad humana ha sido la principal causante del calentamiento global que se ha ido percibiendo en los últimos años a nivel mundial. En dicho informe, tal como se venía indicando en los anteriores, se predicen una gran cantidad de impactos, algunos de los cuales acontecerían en el municipio de Carmona, como por ejemplo:

- ▶ Incremento de la intensidad de la meteorología extrema incluyendo fuertes lluvias, tormentas de nieve y tornados.
- ▶ Incremento de las pérdidas económicas por el aumento de indemnizaciones frente a eventos extremos.
- ▶ Incremento de las olas de calor, frío y “smog”.
- ▶ Aumento de la incidencia y extensión de las sequías e incendios asociados.
- ▶ Reducción del acceso al agua potable, descenso de los niveles de embalses y retroceso de la cobertura de nieve.
- ▶ Exposición de las poblaciones a vectores de enfermedades antes confinadas en zonas tropicales.
- ▶ Expansión de las plagas de insectos que afectan a la producción agrícola y a los bosques.
- ▶ Incremento del estrés y deterioro de los hábitats y ecosistemas vulnerables.

Algunos de los impactos señalados tendrán graves consecuencias en el sistema de abastecimiento y depuración del agua, la distribución de energía y los sistemas de transporte. Además, también afectará a edificios, infraestructuras y zonas verdes, e intensificarán enfermedades y muertes en la población más vulnerable. Esto también tendrá efectos en la economía por pérdidas ocasionadas por desperfectos cuyo origen está en eventos extremos de los últimos años. Todo en conjunto revela la vulnerabilidad del entorno urbano independientemente de los potenciales cambios del clima.

Con el apoyo de:



2. Perspectiva y principios

La finalidad de esta memoria es dar a conocer las acciones y propuestas de gestión para poner en funcionamiento el **Plan de Adaptación al Cambio Climático para el municipio de Carmona**. El avance de esta planificación es flexible y abierto, para irlo adaptando a las distintas circunstancias que pueden presentarse mientras se realiza. En el progreso del Plan es necesario:

- ▶ La coordinación entre los grupos de trabajo, así como su gestión, para que se facilite la transparencia y traspaso de conocimiento e información.
- ▶ Beneficiarse de las sinergias con otros procedimientos y/o iniciativas políticas similares.
- ▶ La transmisión de los avances y conocimientos obtenidos para su aplicación en el Plan.

La utilización de estas indicaciones cambia radicalmente con la forma habitual de actuar, dando lugar a la modernización mediante la innovación. Es por eso que se comienza con un planteamiento global e integrado, en el que la correlación coordinación-participación se convierte en un método continuado y no una secuencia de acciones sin relación entre estas.

Con el apoyo de:



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



20 AÑOS



3. ¿Qué comporta un Plan de Adaptación?

La estructura de un Plan de Adaptación al Cambio Climático municipal debe analizar distintos ámbitos de actuación, que según diferentes organizaciones (Naciones Unidas), comunidades políticas (Unión Europea) e instituciones internacionales, entre los cuales deberían distinguirse los siguientes ámbitos:

- ▶ **La instauración de un instrumento institucional para el desarrollo y puesta en marcha del Plan.**
Para la adaptación es necesario conocimiento local, competencias locales y capacidad administrativa local, teniendo a la vez una comunidad informada, organizada y con capacidad de acción. El establecimiento, desarrollo e implementación del instrumento institucional, es una de las etapas más decisivas en el desarrollo del proceso de adaptación, ya que debe contarse con la colaboración de sectores relevantes, por ejemplo, comité interdepartamental o de coordinación, al igual que ocurre en otros ámbitos de la gestión local, como las agendas 21. Este tipo de instrumentos manifiestan el carácter interinstitucional e intersectorial del cambio climático, facilitando un lugar de unificación entre los actores y sectores relevantes para la adaptación así como mitigación del cambio climático.
- ▶ **La evaluación del cambio climático.**
Las necesidades y capacidades de adaptación son distintas en cada territorio, teniendo cada municipio las suyas particulares. Por ello es necesario que las políticas de adaptación identifiquen la climatología actual y futura del municipio como cimiento sobre el que deben asentarse.
- ▶ **La evaluación de escenarios sociodemográficos y socioeconómicos a escala local/regional.**
Es trascendental analizar la evolución de los escenarios climáticos y considerar los diferentes escenarios sociales (demográficos y económicos) en la escala local, manteniendo una visión a corto y a medio plazo.
- ▶ **La cuantificación de los riesgos e impactos relativos a los cambios del clima.**
Los cambios en el clima han causado impactos en los sistemas naturales y humanos, variando tanto interna como externamente las regiones. Es por ello que algunos de estos riesgos se delimitan a un sector o región particular, por lo que realizar una caracterización sectorial de impactos ad hoc (método diseñado para una situación o proyecto específico basado en consultas a expertos de distintos campos para plantear medidas frente a los impactos) y un pre-análisis de la vulnerabilidad potencial es primordial. Para el clima presente y futuro, los análisis se pueden integrar de manera colateral con la valoración del grado de pérdida y la evolución del coste de los riesgos tanto directos como indirectos.
- ▶ **La articulación de la intención de actuar.**
Para una adecuada implantación de las medidas identificadas en el plan, es esencial que los órganos administrativos estén coordinados entre sí. Además, se debe hacer un seguimiento en la política municipal en cuanto a la gestión y el grado de evolución del proceso y a las acciones definidas en el Plan de Adaptación.

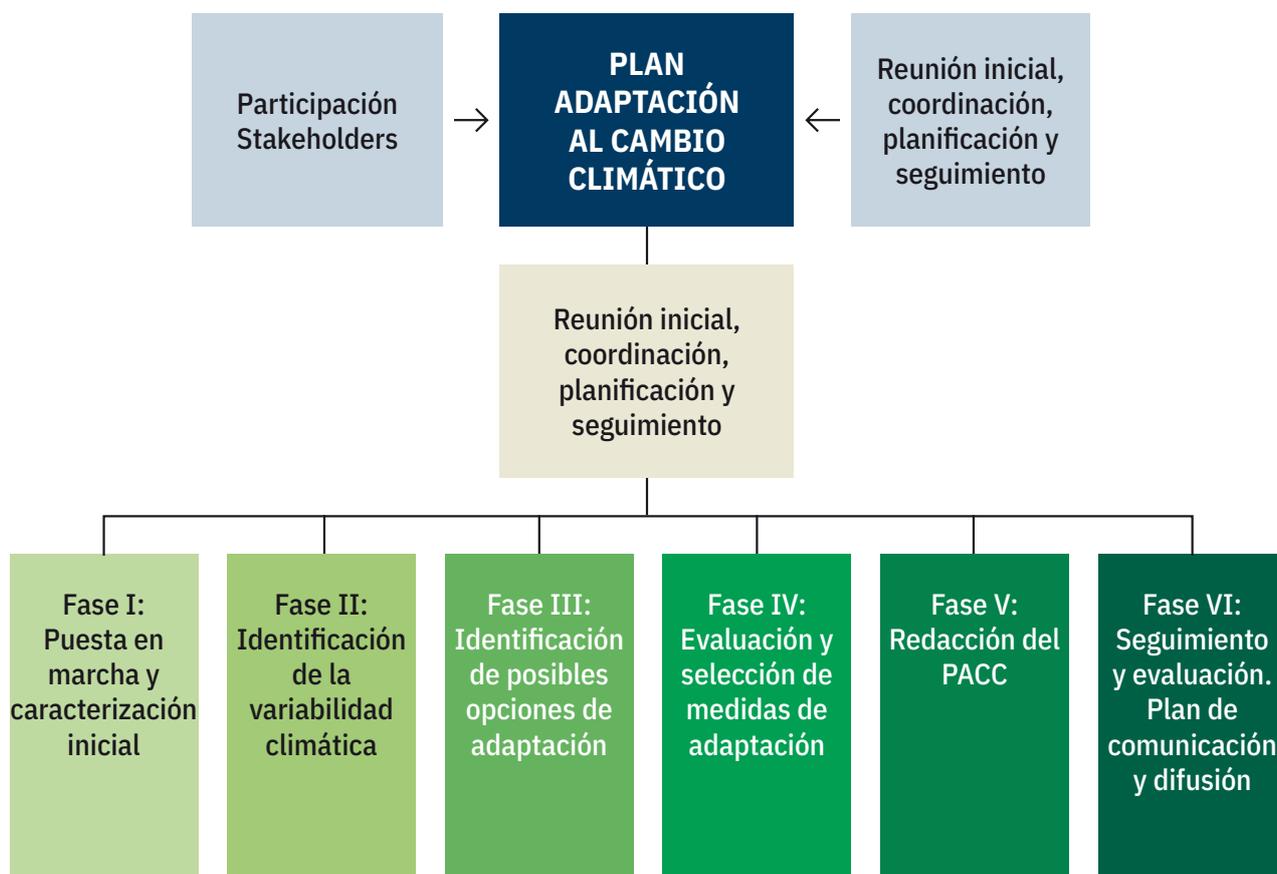
Con el apoyo de:



4. Metodología del Proceso de Adaptación

4.1 Definición del alcance de los trabajos

La presente metodología de los trabajos ha sido desarrollada teniendo en cuenta la metodología internacional diseñada por el Panel de Expertos de Cambio Climático (IPCC), así como las orientaciones de la Oficina Española de Cambio Climático a través del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Los trabajos a desempeñar se desarrollarán según las fases indicadas en el siguiente esquema:



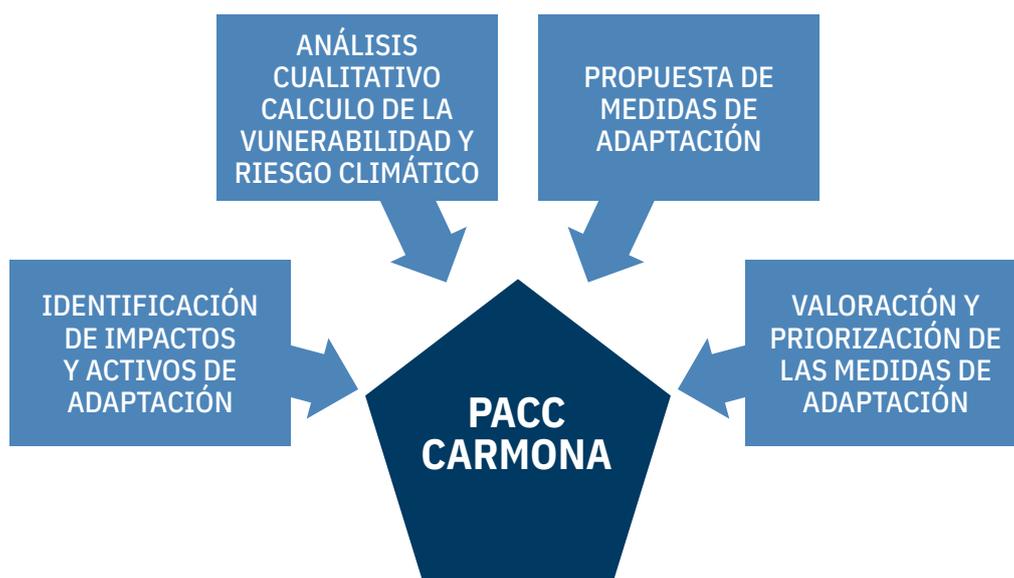
Esquema 1: Metodología del Panel de Stakeholders. IPCC.

Fuente: Elaboración propia.

Con el apoyo de:

4.2 Metodología de participación y diálogo

Una acción prioritaria en todo proceso de planificación, es la convocatoria y la potenciación de un proceso de participación basado en Stakeholders, por ello se propone la realización de mesas o foros de trabajo, constituyendo un punto de encuentro en el cual los agentes clave identificados puedan dar su visión sobre el territorio, efectos del cambio climático observados, así como propuestas que lleven a un proceso de adaptación. Los objetivos de las mesas de trabajo son:



Esquema 2: Objetivos o foros de las mesas de trabajo
Fuente: Elaboración propia.

Se realizarán 3 sesiones de Trabajo o panel de expertos, más una reunión de constitución y otra adicional en la que se realice la presentación del PACC.



Esquema 3: Distribución de las sesiones de trabajo.
Fuente: Elaboración propia.

Con el apoyo de:

1ª SESIÓN DE TRABAJO

Conocer la visión profesional de los expertos sobre los distintos sectores, desde una óptica práctica.

Identificación de activos de adaptación.

Identificación de impactos potenciales.

2ª SESIÓN DE TRABAJO

Previamente se rellenará una encuesta on-line de valoraciones sobre riesgos y vulnerabilidad.

Elaboración de una batería de alternativas y posibles medidas de adaptación.

Exposición de las medidas de adaptación relativas a las valoraciones aportadas.

3ª SESIÓN DE TRABAJO

Establecer unos criterios para la caracterización de las medidas de adaptación preseleccionadas.

Caracterización de las medidas preseleccionadas que serán evaluadas y priorizadas en la fase posterior.

Evaluar y seleccionar aquellas medias de adaptación más idóneas según los criterios.

Esquema 4: Identificación y clasificación de las distintas sesiones de trabajo.
Fuente: Elaboración propia.

Con el apoyo de:



A continuación se indican las entidades que han sido invitadas a formar parte del panel de expertos para la redacción del presente Plan de Adaptación al Cambio Climático de Carmona:

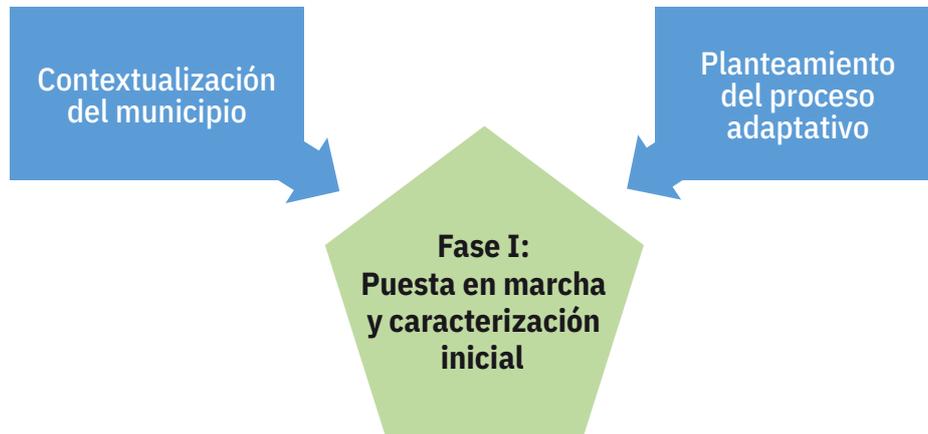
| Panel de Stakeholders para el grupo de trabajo del PACC |
|--|
| Agentes económicos |
| Panel de Stakeholders para el grupo de trabajo del PACC |
| Agentes económicos |
| Cámara de comercio Sevilla |
| Confederación de Empresarios de Sevilla |
| UGT |
| CCOO |
| Universidad de Sevilla |
| Ecologistas en acción |
| Profesionales y consultores |
| Cornisa de los Alcores |
| Sectores/Sistemas |
| Asaja |
| SEPRONA |
| Colegio profesional de Ambientólogos de Andalucía |
| Guarda Rural |
| Ayuntamiento de Carmona |
| Áreas municipales: Obras, Medio Ambiente, parques y jardines |
| Otras administraciones |
| Ayuntamiento de Mairena del Alcor |
| Ayuntamiento del Viso del Alcor |
| Ayuntamiento de La campana |
| Delegación territorial de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio |
| Subdelegación del Gobierno |
| Agencia de Medio Ambiente |
| Diputación de Sevilla |
| Mancomunidad EcoAlcores |
| Grupo Desarrollo Rural Fomento de los Alcores |
| Ciudadanía |
| Representantes del Foro A21L |
| Tabla 1: Panel de Stakeholders para el grupo de trabajo del PACC |
| Ciudadanía |
| Representantes del Foro A21L |

Tabla 1: Panel de Stakeholders para el grupo de trabajo del PACC. Fuente: Elaboración propia

Con el apoyo de:

4.3 Fase I: Puesta en marcha y caracterización inicial

Durante la primera fase del proyecto se asientan las bases de todo el proceso.



Esquema 5: Fase I. Puesta en marcha y caracterización inicial. Fuente: Elaboración propia.

4.3.1 Contextualización del municipio

Para poder identificar la vulnerabilidad y el riesgo del cambio climático, con el objetivo de plantear el plan de adaptación, se hace necesario conocer el municipio en los siguientes aspectos:

- ▶ Recopilación de la información disponible en materia de cambio climático y riesgos naturales (escenarios climáticos regionales; cartografía de inundabilidad, deslizamientos y efecto isla de calor; registros de olas de calor, etc.).
- ▶ Definición de un planteamiento y enfoque para la gestión de la incertidumbre inherente a todas las fases del proceso. Han de tenerse en cuenta las fuentes de información disponibles y los recursos comprometidos en el desarrollo del proceso que puedan asignarse a la realización de estudios y mejora del conocimiento.
- ▶ Identificación de posibles motivos y focos de “mala adaptación” asociados a eventos históricos y respuestas que se hayan dado en su momento a dicha problemática.

Con el apoyo de:

4.3.2 Planteamiento del proceso adaptativo

Durante la primera fase se plantea la necesidad de realizar una serie de acciones transversales que permitan afrontar el proceso con garantías de éxito, siendo las mismas:

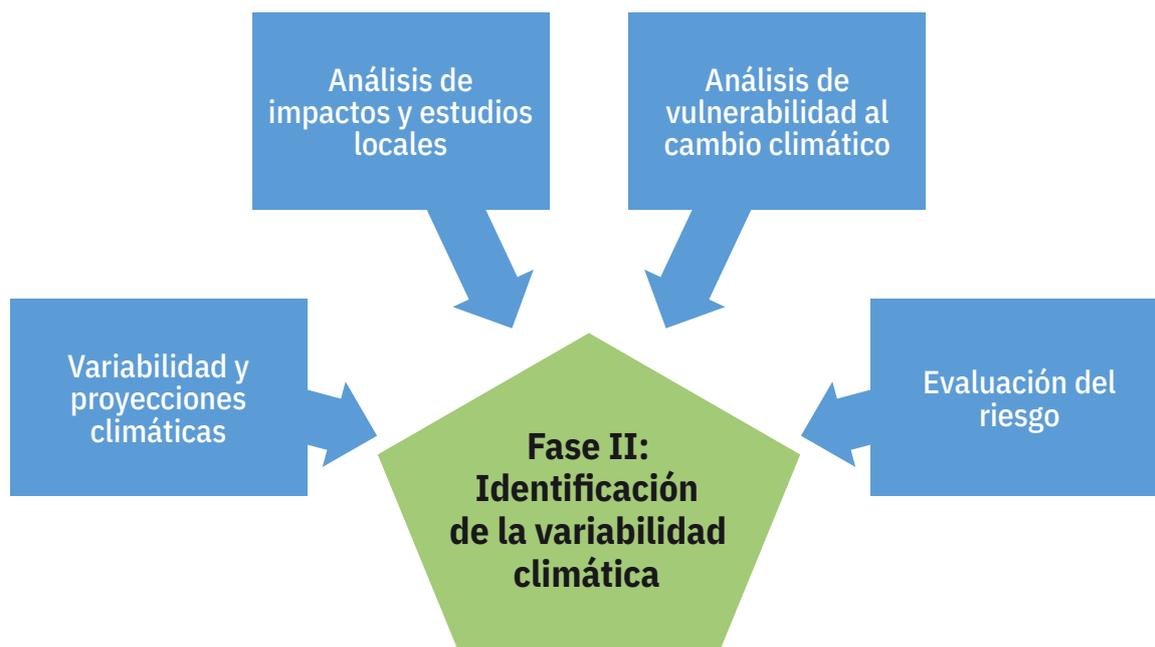
- ▶ Configuración del equipo de trabajo interno responsable del proceso de adaptación en todas sus fases.
- ▶ Gestión del apoyo institucional en la propia organización y de otras instituciones implicadas en las diferentes fases del proceso de adaptación.
- ▶ Implicación de agentes (públicos, privados, asociaciones, etc.) involucrados en las distintas fases del proceso de adaptación.
- ▶ Comunicación interna y externa y participación ciudadana. Habilitación y utilización (o en su caso creación) de mecanismos de comunicación y espacios de participación ciudadana.

Con el apoyo de:



4.4 Fase II: Identificación de la variabilidad climática

Para plantear medidas de adaptación efectivas, antes es indispensable contar con información para evaluar la situación actual de la manera más realista posible. Es importante cuantificar tendencias climáticas y sus impactos, los factores que determinan la vulnerabilidad actual y futura ante los mismos, así como el riesgo potencial al que se enfrenta el municipio. Adicionalmente, en esta fase es importante realizar una identificación de la existencia de efectos positivos, cuantificándolos en medida de lo posible.



Esquema 6: Fase II. Identificación de la variabilidad climática.
Fuente: Elaboración propia.

4.4.1 Variabilidad y proyecciones climáticas

Con el objetivo de conocer la variabilidad y proyección climática del municipio de Carmona se han realizado las siguientes tareas:

- ▶ Selección de variables climáticas clave, partiendo de índices de precipitación, y temperatura (mínimas y máximas), aunque se podrán complementar con otras variables de interés identificadas.
- ▶ Selección de las Trayectorias de Concentración Representativas, o RCP's, modelos y horizontes temporales. Se trata de establecer qué escenarios de cambio climático se van a utilizar.
- ▶ Tratamiento de datos de los escenarios climáticos y ajuste a la escala local. Para ello se utilizan diferentes técnicas trabajando conjuntamente con proyecciones de variables climáticas y series históricas de registros obtenidos en estaciones locales.
- ▶ Análisis de las proyecciones y tendencias, estableciendo los valores de referencia para las variables climáticas a utilizar en cada lugar.

Con el apoyo de:

4.4.2 Análisis de impactos y estudios locales

La existencia de una amenaza climática no implica necesariamente que el municipio vaya a sufrir sus efectos o impactos, pues ello va a depender en primera instancia de qué está expuesto (zonas específicas, sectores de actividad, infraestructuras, población, ecosistemas, etc.). La exposición se refiere a la presencia de personas, medios de vida, especies o ecosistemas, servicios ambientales, recursos, infraestructuras, o activos económicos, sociales o culturales, en lugares que podrían verse afectados o impactados de manera adversa por un evento o tendencia climática.

Identificación de impactos potenciales significativos del cambio climático, basado en el análisis de:

- ▶ Proyecciones y escenarios de cambio climático.
- ▶ Identificación preliminar de potenciales impactos.

4.4.3 Análisis de vulnerabilidad al cambio climático.

Consiste en el análisis de las afecciones de los impactos del cambio climático identificados en el municipio. La vulnerabilidad de un municipio depende de la sensibilidad o susceptibilidad a dichas amenazas climáticas, así como de la capacidad de respuesta para hacerles frente y adaptarse.

Vulnerabilidad = f(sensibilidad, capacidad adaptativa)

La **sensibilidad o susceptibilidad** es el grado en el que se ve afectado un sistema, elemento o especie, negativa o positivamente, por la variabilidad climática.

La **capacidad adaptativa**, es la capacidad de los sistemas, instituciones, seres humanos y otros organismos para adaptarse a los daños potenciales, aprovechar las oportunidades o responder a las consecuencias del cambio climático.

Para evaluar la vulnerabilidad se debe cuantificar, asignando valores a la sensibilidad y la capacidad adaptativa. Para ello se usarán indicadores socioeconómicos y ambientales que se asocien a ambas categorías, o por medio de juicio experto, a través de una escala de valoración predefinida.

Las actuaciones realizadas para su determinación son:

- ▶ Definición de cadenas de impacto, basadas en la revisión de árboles de problema elaborados en la identificación preliminar de potenciales impactos.
- ▶ Definición de la aproximación y método de evaluación de la vulnerabilidad.
- ▶ Selección de la escala y la unidad de análisis.
- ▶ Definición del modelo de datos y selección de indicadores para la evaluación de sensibilidad y capacidad adaptativa.
- ▶ Recopilación de información y cálculo de indicadores: Análisis cuantitativo y/o valoración cualitativa a juicio de experto.
- ▶ Agregación de indicadores y resultados de evaluación de la vulnerabilidad frente a cada amenaza.

Con el apoyo de:

4.4.4 Evaluación del riesgo

La evaluación del riesgo se obtiene cuantificando la probabilidad de ocurrencia de las amenazas climáticas y considerando asimismo las consecuencias de las mismas. Expresado como probabilidad por consecuencias.

Riesgo = probabilidad x consecuencias

La **probabilidad** de ocurrencia viene derivada del análisis de escenarios climáticos y la modelización de impactos, pudiendo igualmente valorar las **consecuencias** a partir del análisis de la exposición y la vulnerabilidad.

Riesgo = probabilidad (amenaza) x consecuencia f (exposición, vulnerabilidad)

Por tanto, recientemente y según la última definición de IPCC, el riesgo se expresa como la función de amenaza, exposición y vulnerabilidad.

Riesgo = f (amenaza, exposición, vulnerabilidad)

Las actuaciones realizadas para su determinación son:

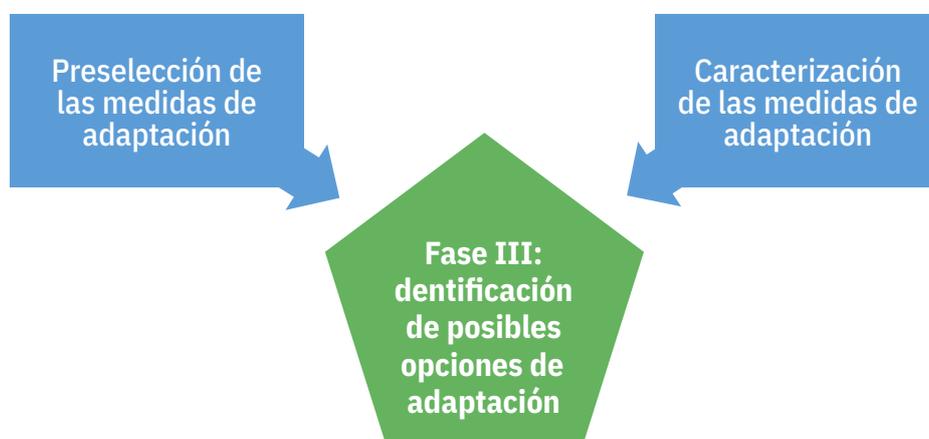
- ▶ Descripción de los componentes del riesgo y obtención de información.
- ▶ Construcción del modelo de análisis del riesgo. En el caso de Carmona se realiza una valoración del riesgo de forma cualitativa, basada en evaluaciones por parte de expertos y Stakeholders a través de una escala de valoración numérica.
- ▶ Estimación del riesgo. Como forma de resumir, comparar y priorizar los riesgos, los resultados del análisis se clasifican de acuerdo con una escala nominal (alto, medio, bajo).

Con el apoyo de:

4.5 Fase III: Identificación de posibles opciones de adaptación

Las posibles respuestas y soluciones asociadas a los impactos y efectos del cambio climático pueden resultar conocidas, incluso obvias, si dichos efectos están relacionados con un agravamiento de problemáticas que sufridas o ya conocidas (inundaciones, olas de calor, etc.). Si por el contrario los potenciales impactos son nuevos (vectores infecciosos, desplazamiento de nicho ecológico, cambio de productividad de especies, etc.), pueden resultar menos evidentes y será necesario hacer mayor esfuerzo para identificar respuestas.

Existe un amplio abanico de medidas de adaptación para reducir los impactos negativos del cambio climático y favorecer los efectos positivos. En esta fase, se identificarán alternativas y posibilidades para responder a los retos u oportunidades, entre las que posteriormente se puedan seleccionar aquellas que mejor se adecuen a la naturaleza de las amenazas y al nuestro contexto territorial e institucional.



Esquema 7: Fase III. Identificación de posibles opciones de adaptación.
Fuente: Elaboración propia.

4.5.1 Preselección de las medidas de adaptación

Las medidas de adaptación están orientadas a reducir la exposición, minorar la sensibilidad o aumentar la capacidad de respuesta. Por otra parte, las medidas de adaptación se clasifican en las siguientes categorías:

- ▶ Medidas estructurales y físicas que a su vez pueden clasificarse en: prestación de servicios (nuevos centros de día para mayores), de ingeniería (aumento o construcción de diques de protección de inundaciones), tecnológicas (implantación o mejora de sistemas de alerta temprana ante inundaciones), infraestructuras verdes y soluciones basadas en la naturaleza (recuperación de humedales que ayuden a la laminación de avenidas).
- ▶ Medidas sociales, que incluyen entre otros aspectos la sensibilización (campañas de comunicación), información (cartografía, manuales, etc.), formación y capacitación (cursos o talleres). Estas medidas pueden estar dirigidas a agentes y sectores específicos.
- ▶ Medidas institucionales, que pueden incluir instrumentos económicos (impuestos o incentivos), legales (normativa, ordenanzas), así como desarrollo de políticas, planes y programas de diferente índole.
- ▶ Otras tipologías derivadas de las fases y etapas anteriores.

La preselección de medidas se ha realizado mediante:

- ▶ Elaboración de una batería de alternativas. Con el objeto de incluir todas las opciones posibles.
- ▶ Identificación de activos de adaptación. Es importante considerar qué políticas o planes existentes en el municipio contribuyen actualmente a estar mejor preparados ante los efectos del cambio climático.
- ▶ Identificación de catálogos de medidas, buenas prácticas y casos de referencia en otros municipios. Para ello se tendrán en cuenta las plataformas de Climate-ADAPT, AdapteCCa o Climate Kit, entre otras.

4.5.2 Caracterización de las medidas de adaptación

Una vez identificadas las medidas de adaptación y preseleccionadas, se procede a su caracterización, según el siguiente orden:

- ▶ Caracterización de las alternativas preseleccionadas con una información mínima y suficiente para ser evaluadas y priorizadas.
- ▶ Identificar si alguna de las alternativas puede suponer “mala-adaptación”, es decir, que pueda conllevar efectos asociados o colaterales no deseados, para descartarla a priori o tenerlo en cuenta en la siguiente fase.

Con el apoyo de:

4.6 Fase IV: Evaluación y selección de medidas de adaptación

Atendiendo a los resultados de la fase anterior, en esta fase se trata de seleccionar las acciones y medidas de adaptación entre las diferentes opciones y alternativas identificadas previamente.



Esquema 8: Fase IV. Evaluar y seleccionar las medidas de adaptación.
Fuente: Elaboración propia.

4.6.1 Priorización de las medidas de adaptación

Definición de criterios de priorización de las opciones de adaptación identificadas y preseleccionadas en la fase anterior. Estos criterios pueden estar relacionados entre otros con el ratio coste-beneficio, la complejidad y necesidad de apoyo externo, las competencias municipales, el vínculo y sinergias con políticas y planes en curso, la disponibilidad de recursos humanos y financieros propios o externos, la multifuncionalidad y co-beneficios, etc.

Selección y aplicación del método o métodos de priorización, existiendo de diferente tipo:

- ▶ Cuando se opta por que las dimensiones de la toma de decisión trascienda de los aspectos económicos, el instrumento más utilizado es el Análisis Multicriterio (Multi-Criteria Analysis, MCA), que tiene una mayor capacidad para incorporar aspectos no económicos en el análisis.
- ▶ Otros métodos de priorización de medidas están orientados a la gestión de la incertidumbre, tales como: Toma de Decisiones Robustas (Robust Decision Making, RDM) o el enfoque de Gestión Adaptativa (Adaptive Management, AM).

4.6.2 Selección definitiva de medidas.

Se trata de realizar la selección de las medidas más robustas, eficientes y efectivas desde los puntos de vista económico, social y ambiental, en base a los resultados de la priorización y deseable mediante un proceso de toma de decisión consensuado y participativo con distintos agentes, niveles y sectores de la administración.

4.7 Fase V: Redacción del Plan de Adaptación al Cambio Climático

Es importante concebir la adaptación con perspectiva de proceso, y que por tanto no concluye con la definición de un cúmulo de acciones o medidas. Articular de forma coherente y robusta las mismas a en el marco de una estrategia o plan es clave para una implementación efectiva, que no debe ser aislada ni realizarse al margen de las políticas e instrumentos ya existentes.

Fase V: Redacción del Plan de Adaptación al Cambio Climático (PACC)



Planificación de la adaptación

Esquema 9: Fase V. Redacción del Plan de Adaptación al Cambio Climático. Fuente: Elaboración propia.

4.7.1 Planificación de la adaptación

En esta actividad, por una parte ha de definirse cuál es el enfoque de la estrategia o plan, pues condiciona la implementación de las medidas. Por otra, se deben definir dos aspectos fundamentales como son establecer cuál es la relación entre la implementación de diferentes medidas y la temporalidad adecuada para su puesta en marcha. Siendo las tareas necesarias para su ejecución:

- ▶ La definición del enfoque, naturaleza y alcance de la estrategia o plan de adaptación. Se tendrán en cuenta la posibilidad de un desarrollo del plan de forma autónoma y con entidad propia; o de forma incorporada en otras políticas municipales de forma transversalizada.
- ▶ Definición de una hoja de ruta de adaptación que establezca:
 - La complementariedad entre medidas de adaptación, ya que puede haber amenazas y riesgos que para su respuesta requieran de un paquete de medidas planteadas e implementadas de forma conjunta y coordinada (por ejemplo, las obras de defensa de prevención de inundaciones pueden planificarse junto a la mejora o creación de sistemas de alerta temprana).
 - La secuencialidad y temporalidad de las medidas de adaptación. Por una parte el orden de prioridad de las amenazas o riesgos puede establecer la prelación en la implementación (por ejemplo puede ser más urgente responder al efecto isla de calor que al incremento en la peligrosidad de inundaciones o viceversa). Por otra parte, es posible que para hacer efectiva la complementariedad, también se requiera de una secuencia de implementación determinada (por ejemplo un sistema de alerta ante inundaciones puede ponerse en marcha con determinados umbrales de aviso de forma previa a obras de defensa, que harán modificar esos umbrales una vez implementadas).

Con el apoyo de:

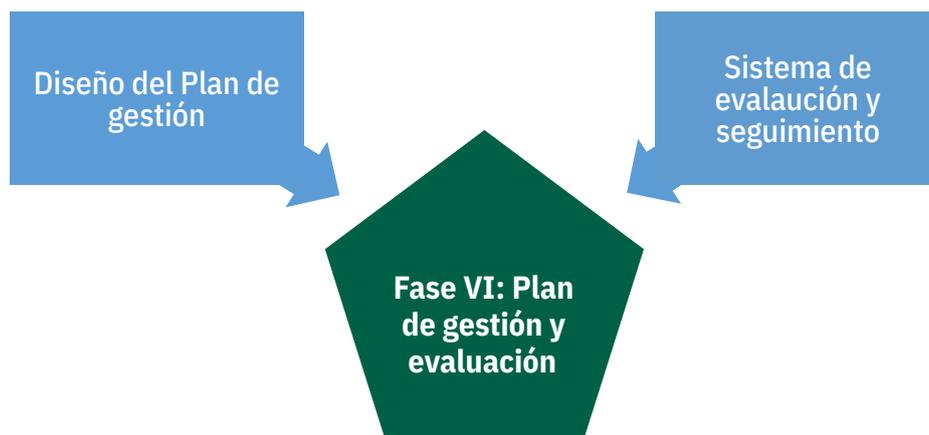
- Un aspecto adicional a considerar en la definición de la hoja de ruta es el margen de flexibilidad que tiene, la posibilidad de aplicar una aproximación de gestión adaptativa, que permita reconsiderar la planificación según evolucionen las evidencias del cambio climático. Para ello, más allá de la importancia del monitoreo y la evaluación, retroalimentando el diagnóstico en la medida que existan nuevas evidencias y estudios locales, es importante el número de medidas de “no-arrepentimiento” (no-regret en inglés).
Éstas suelen conllevar beneficios adicionales a la propia reducción del riesgo (por ejemplo la recuperación de un humedal o la creación de un área verde con el objeto de laminar avenidas, tiene beneficios asociados a la biodiversidad o la oferta de áreas recreacionales).
- ▶ Un último aspecto de cierta relevancia en las hojas de ruta es la detección de fuerzas motrices y factores que condicionan el proceso favoreciendo o entorpeciendo la implementación de las medidas de adaptación, de manera que se pueda actuar sobre ellos o gestionarlos. Algunos ejemplos pueden ser la existencia de un tejido asociativo muy arraigado, partenariados público-privados, conflictos ambientales, el marco legal de carácter supramunicipal, convenios con otras administraciones, etc.

Con el apoyo de:



4.8 Fase VI: Seguimiento y evaluación

No siempre se presta la debida atención al seguimiento de políticas, estrategias y planes, que normalmente está orientado a la evaluación tanto de su nivel de ejecución como de su efectividad en la consecución de objetivos. En la adaptación hay que añadir una perspectiva adicional, el seguimiento a la evolución de las evidencias de cambio climático que es un input indispensable para aplicar un enfoque de gestión adaptativa.

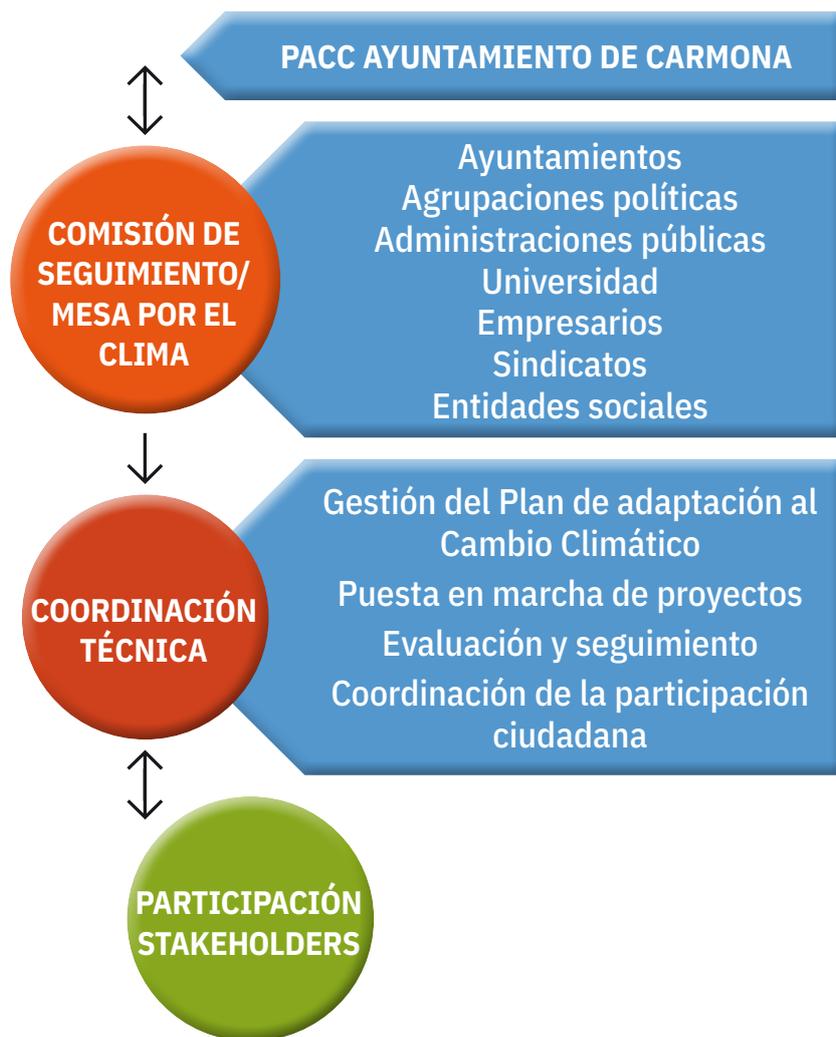


Esquema 10: Fase VI. Plan de gestión y evaluación.
Fuente: Elaboración propia.

Con el apoyo de:

4.8.1 Diseño del plan de gestión

Esta actividad tiene como objetivo diseñar el modelo de gestión del Plan de Adaptación al Cambio Climático, consistente en la creación de una estructura de coordinación y gestión, de carácter consultivo, que responderá al siguiente esquema:



Con el apoyo de:

4.8.2 Sistema de evaluación y seguimiento

Todo Plan debe tener un seguimiento y evaluación a través de un **sistema de indicadores** apropiado, el cual tiene como finalidad:

- ▶ La obtención de datos específicos que permitan el seguimiento del estado del municipio así como el grado de éxito del Plan que se haya implantado.
- ▶ Favorecer la obtención de información de manera rápida y eficaz.
- ▶ Determinar el grado de implicación de los agentes en el Plan.
- ▶ Ayudar en la gestión municipal y en la toma de decisiones políticas.
- ▶ Obtener una visión integral de los intereses predominantes en el municipio.

Para lograr los objetivos del sistema de indicadores, éstos deben presentar una serie de características:

- ▶ Exactos, inequívocos y específicos.
- ▶ Comprensibles y fáciles de interpretar.
- ▶ Accesibles y sencillos de obtener.
- ▶ Sensibles a los cambios.
- ▶ Válidos, verificables y reproducibles.
- ▶ Útiles para proporcionar una visión rápida de la situación integral de la realidad municipal.

A continuación se expone un ejemplo de tabla para el cálculo y representación de los indicadores:

| INDICADOR | |
|-------------------------|--|
| Descripción | |
| | |
| Escala de valoración | |
| | |
| Umbral de alerta | |
| Línea de actuación | |
| Tendencia deseada | |
| Periodicidad de cálculo | |
| Formula de cálculo | |
| Unidad de medida | |
| Fuente de los datos | |
| Última actualización | |
| Observaciones | |
| Representación gráfica | |
| | |

Con el apoyo de:

5. Contextualización municipal en materia de Cambio Climático

En este apartado se procederá a exponer la información e identificación de aquellos datos relevantes generales en relación al cambio climático y que tendrán su implicación en el entorno municipal de Carmona.

5.1 Caracterización municipal

Carmona está localizado en el centro de la provincia de Sevilla y al este de la capital, emplazándose el centro de la población a 38 km de esta. Además, el municipio está encuadrado en La Campiña de Carmona, junto con los municipios de El Viso del Alcor, La Campana y Mairena del Alcor.

| MUNICIPIO | SUPERFICIE (km ²) | POBLACIÓN | DENSIDAD (hab/km ²) |
|-------------------|-------------------------------|-----------|---------------------------------|
| Carmona | 924,12 | 28.540 | 30,88 |
| Mairena del Alcor | 69,72 | 23.222 | 233,08 |
| El Viso del Alcor | 20,40 | 19.234 | 942,84 |
| La Campana | 126,09 | 5.349 | 42,42 |

Tabla 1: Datos poblacionales de Carmona, Mairena del Alcor, El Viso del Alcor y La Campana.
Fuente: INE. Padrón municipal a 1 de enero de 2017.

El municipio queda ubicado en Los Alcores, situada en la Vega de Corbones, geolocalizándose en 5º 38' longitud oeste y 37º 28' latitud norte, a una altitud de 233 msnm. Limita al este con la comarca de Écija (Fuentes de Andalucía), al sur con la Campiña de Morón y Marchena (Arahal, Marchena y Paradas), al oeste con la Comarca Metropolitana de Sevilla (Alcalá de Guadaíra, La Rinconada, y Sevilla) y al norte con la Vega del Guadalquivir (Alcolea del Río, Brenes, Cantillana, Lora del Río y Villanueva del Río y Minas).

Con el apoyo de:



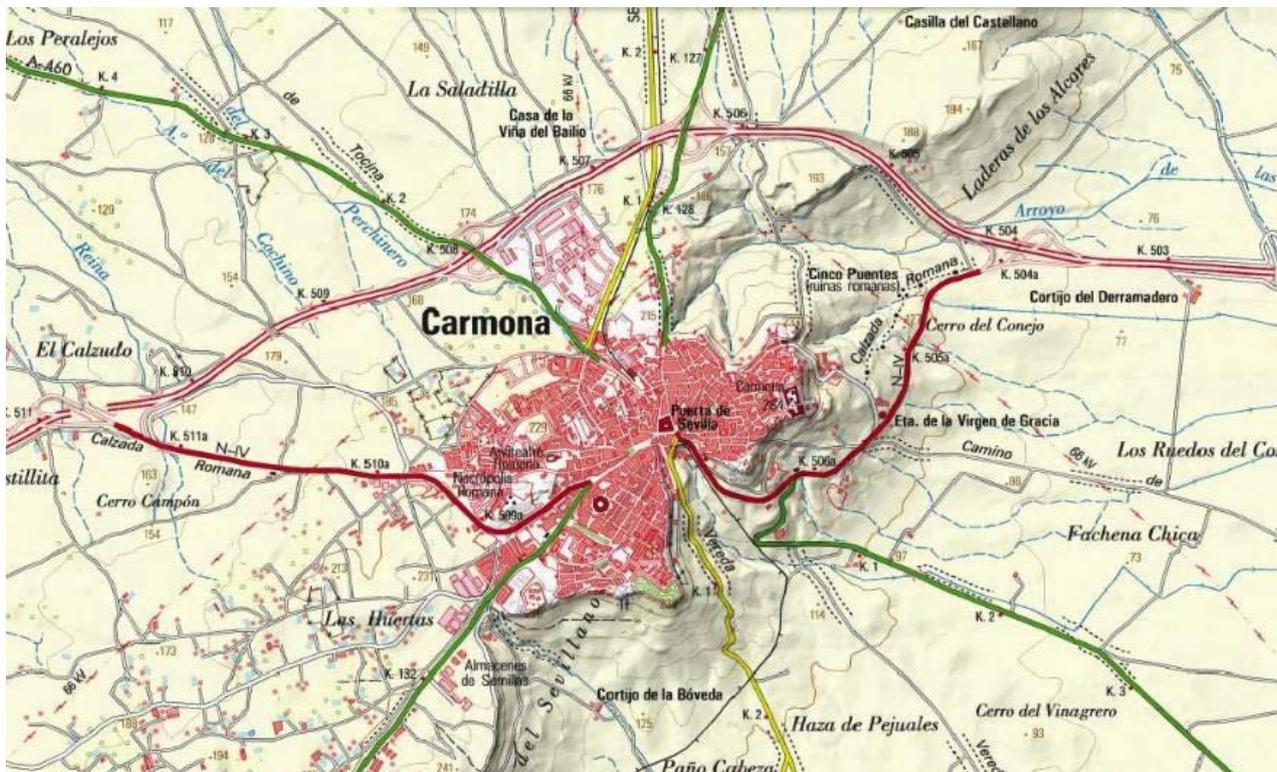


Ilustración 1: Mapa del municipio de Carmona. Escala 1:42.000. Fuente: Fototeca del Instituto Geográfico Nacional.



Ilustración 2: Imagen del municipio de Carmona. Escala 1:42.000. Fuente: Fototeca del Instituto Geográfico Nacional.

Con el apoyo de:



El clima de Carmona es mediterráneo semicontinental de veranos cálidos, muy típico en esta región, que corresponde al área del interior del valle del Guadalquivir, donde la penetración de la influencia oceánica por el oeste tiene lugar preferentemente en invierno, pero no tanto en verano. En esta última estación tiende a imponerse un régimen de levante en la región, en esas condiciones las influencias oceánicas se reducen al máximo y ello explica el carácter muy cálido y seco de los veranos de la ciudad.

De hecho, éste es el rasgo que mejor define lo peculiar de Carmona, donde las temperaturas medias de julio y agosto superan los 28°C, produciéndose, además, estos elevados valores en virtud de unas temperaturas máximas muy altas, que superan casi siempre los 35°C y con una frecuencia nada desdeñable los 40°C. Los inviernos, aunque son suaves por la penetración de las influencias oceánicas, son algo más frescos que en las zonas costeras (la temperatura media anual suele descender de los 10°C, aunque no suele ser inferior a 6º-7°C).

La estructura territorial de Carmona se configuró desde etapas muy tempranas con asentamientos vinculados a su capacidad estratégica y de control visual. Los primeros asentamientos estables se produjeron en el Neolítico, vinculados al eje del Corbones en relación con la explotación agraria y a la línea del escarpe para el control estratégico del área. No obstante, es en la protohistoria cuando Carmona se consolidó como el gran centro turdetano del área, controlando la explotación agrícola del territorio.

Como consecuencia de las transformaciones producidas en la intensificación y especialización de la producción agrícola, se fue conformando un poblamiento rural denso en torno al eje fluvial del Corbones y a las vías de comunicación. Esto hizo que, en la Vega, destacara el cultivo de cereal, enfocado al abastecimiento de la población cercana pero también a la producción de excedentes para la exportación, mientras que el olivo y la vid se expanden por los suelos rojos de los Alcores.

El desarrollo del municipio de Carmona respondió a varios factores, entre los que destaca su emplazamiento en altura que lo dotaba de un amplio control visual sobre un extenso territorio, que además destacaba por su riqueza agrícola. Para el control efectivo de este territorio se va desarrollando durante la etapa alto imperial un sistema viario con Carmona como centro de una compleja red radial de caminos, de ahí su estructura actual.

No obstante, en los últimos decenios el área de Los Alcores y la Vega de Carmona ha experimentado dos cambios importantes si atendemos a la evolución de la participación de los usos y aprovechamientos del suelo en el total de la superficie de la misma. Por un lado, la vocación agrícola del territorio se ha mantenido, pero ha habido cambios fundamentales en los cultivos, y por otro lado, se ha extendido la urbanización.

En cuanto a los componentes del medio físico del área alrededor de Sevilla, es importante recalcar que adquieren un alto valor como patrimonio natural ya que, debido al carácter de islote natural rodeado por espacios muy antropizados, los hace aún más valiosos desde un punto de vista territorial. En este sentido, los Alcores junto con su escarpe se presentan rodeados de vegas, terrazas y campiñas altamente transformadas por la mano del hombre y presentan procesos de urbanización de los municipios de Alcalá de Guadaíra, Mairena del Alcor, el Viso del Alcor y Carmona, enclavados en él que han provocado un importante cambio, sobre todo en las características físicas y ecológicas del territorio. Por este motivo, los Alcores y su escarpe cuentan con un régimen de protección que asegura el mantenimiento de los valores ambientales que representan.

Con el apoyo de:



Del mismo modo hay que valorar muy positivamente el efecto de variedad paisajística que introducen los Alcores como uno de los relieves presentes en el área metropolitana en medio del terreno mayoritariamente llano de la misma. Se trata de una plataforma, diferenciada de su entorno por su mayor altitud situada prácticamente en el centro de la Depresión del Guadalquivir. Se extiende en dirección NE-SO, desde Carmona, con 242 m de altura, hasta Alcalá de Guadaíra, con 122 m, ocupando una superficie de unos 150 km². Está formada por arenas, margas arenosas y calcarenitas miocenas. Estas últimas se depositan sobre las margas, que ocupan una gran extensión en la Campiña. La diferencia litológica entre ambas unidades hace que, los Alcores aparezcan a modo de cerro testigo con marcado escarpe al sur y suave pendiente al norte, dentro de un paisaje llano.

| Tipo de uso | Superficie Ha | % total |
|--|-----------------|------------|
| Tejido urbano | 230,15 | 10,85 |
| Urbanizaciones residenciales | 541,93 | 25,54 |
| Urbanizaciones agrícola/residenciales | 667,65 | 31,47 |
| Zonas industriales y comerciales | 336,39 | 15,85 |
| Autovías, autopistas y enlaces viarios | 280,75 | 13,23 |
| Otras infraestructuras técnicas | 58,87 | 2,77 |
| Zonas verdes urbanas | 6,12 | 0,29 |
| Total superficies construidas y alteradas | 2.121,86 | 100 |

Tabla 2: Usos del suelo de Carmona. Fuente: Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía. Consejería de Economía y Conocimiento (2007).

La superficie construida y alterada total del municipio supone sólo el 2,29% del suelo del municipio de Carmona. Es de destacar que las superficies de urbanizaciones residenciales y agrícola/residenciales suponen el 0,59% y 0,72% respectivamente superando ampliamente la de tejido urbano (0,25%), lo cual puede suponer problemas añadidos a la hora de proporcionar servicios y/o medidas adaptativas por la dispersión en el territorio, tal como se verá más adelante en el siguiente apartado.

Si se analiza el espacio natural, ocupa un 1,39% de la superficie municipal, un dato muy importante en la observación climática y en las potenciales medidas a proponer. A continuación, se muestra la ocupación y segmentación de las mismas:

| Tipo de superficie | Ha | % |
|---|-----------------|------------|
| Formaciones arboladas densas | 70,91 | 5,51 |
| Formaciones de matorral con arbolado | 239,45 | 18,61 |
| Formaciones de pastizal con arbolado | 64,83 | 5,04 |
| Formaciones arbustivas y herbáceas sin arbolado | 629,86 | 48,95 |
| Espacios abiertos con escasa cobertura vegetal | 281,72 | 21,89 |
| Total | 1.286,77 | 100 |

Tabla 3: Superficies forestales y naturales. Fuente: Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía. Consejería de Economía y Conocimiento. (2007).

5.1.1 Indicadores Sociales

Carmona tiene una población empadronada de 28.540 habitantes a 1 de enero de 2017, repartidos en 37 núcleos en sus 924,12 km² de extensión. Además, el municipio cuenta con una densidad de 30,88 hab/km², muy por debajo de la media andaluza que es de 96 hab/km². Los últimos datos sobre la distribución de la población por sexo y edad conforman la siguiente pirámide poblacional.

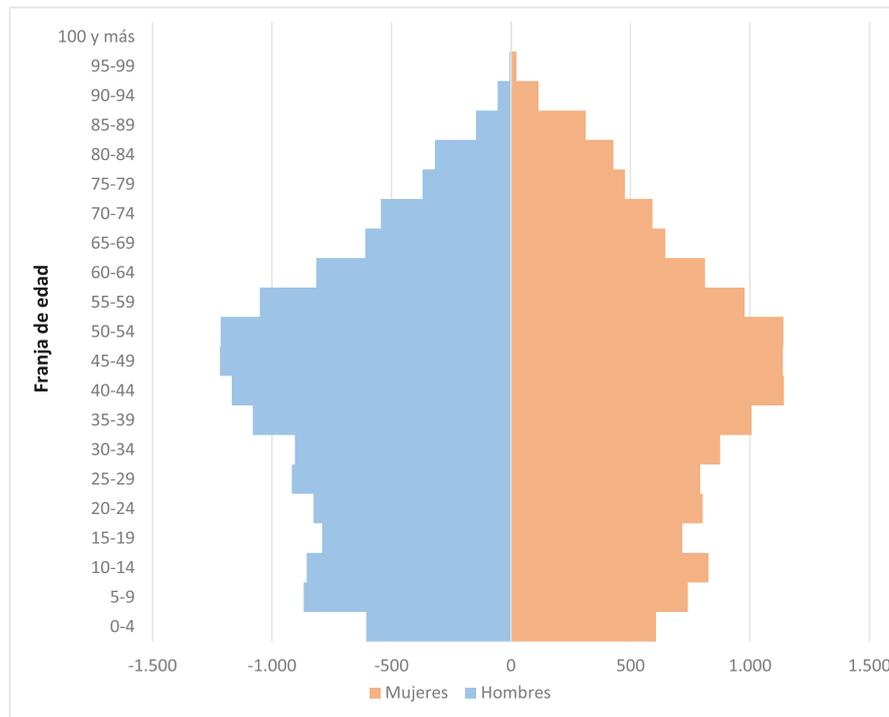


Gráfico 1: Pirámide de población. Fuente: Elaboración propia a partir del Informe Argos.

Como se puede apreciar, la pirámide de Carmona es regresiva, más ancha en los grupos superiores que en la base, debido al descenso en la natalidad y al envejecimiento continuo de su población. Este hecho apunta a que en sus perspectivas de futuro su número de habitantes descenderá. También es destacable que el total de las personas incluidas en la franja entre los 15 y los 29 años alcanzan 4.845 personas, lo que supone un 19,97% de la población. Visualizando el conjunto, en total hay 14.180 mujeres (49,68%) y 14.360 hombres (50,31%), por lo que la población, en cuestión de género, está prácticamente equiparada.

Con el apoyo de:



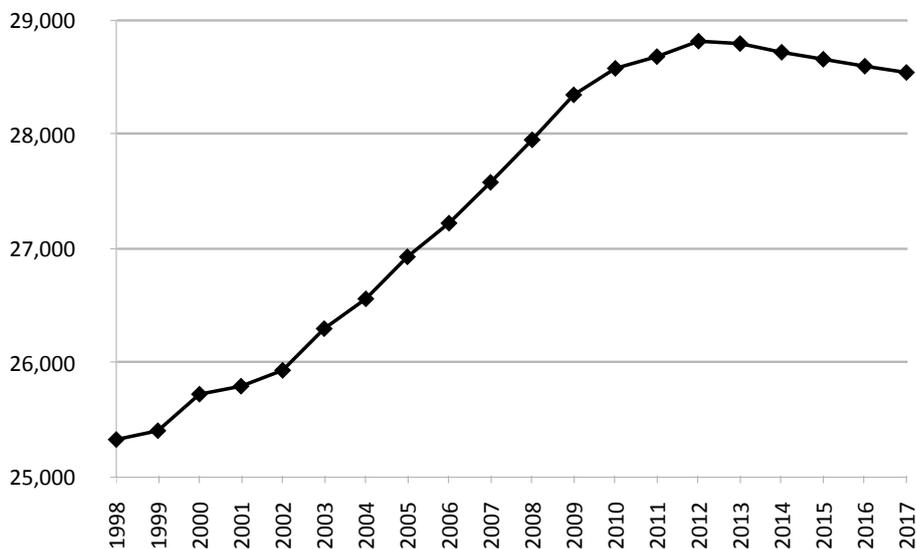


Gráfico 2: Evolución de la población de Carmona en el periodo 1998-2017.
Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE).

El crecimiento poblacional de Carmona ha sido imparable desde 1998 hasta 2012. Su mayor aumento se encuentra en el periodo 2002-2012 con una media de crecimiento anual de 288 habitantes. Es en 2012 el año en que la población parece estancarse (28.814), ya que comienza a descender su población levemente hasta la actualidad (28.540).

En cuanto a las tasas demográficas que constituyen los habitantes de Carmona presentan los índices que se muestran a continuación.

| Tasas demográficas | % |
|---|-------|
| Tasa de juventud | 11,10 |
| Índice de vejez | 16,06 |
| Índice de maternidad | 19,28 |
| Índice de tendencia | 75,55 |
| Índice de reemplazo | 97,46 |
| Índice de dependencia | 47,14 |
| Índice de renovación de la población activa | 90,53 |

Tabla 4: Tasas demográficas. Fuente: Informe Argos.

En cuanto a la distribución de los ciudadanos por los diferentes núcleos, según el nomenclátor de población sería tal y como se presenta a continuación.

| Unidad poblacional | Población total | Hombres | Mujeres |
|------------------------------------|-----------------|---------|---------|
| 000101 Carmona | 22.926 | 11.372 | 11.554 |
| 000102 Carmona | 199 | 104 | 95 |
| 000103 Carmona | 15 | 9 | 6 |
| 000104 Carmona | 295 | 166 | 129 |
| 000105 Cerros del Alcor | 71 | 43 | 28 |
| 000106 Chaparral (El) | 34 | 18 | 26 |
| 000108 Cierva (La) | 120 | 63 | 57 |
| 000109 Cortijos del Alcor (Los) | 47 | 23 | 24 |
| 000110 Corzo (El) | 132 | 70 | 62 |
| 000111 Entrearroyos | 42 | 19 | 23 |
| 000112 Este es mi caudal | 2 | 1 | 1 |
| 000113 Frutales del Alcor (Los) | 238 | 130 | 108 |
| 000114 Giralda (La) | 15 | 8 | 7 |
| 000115 Jinetes (Los) | 192 | 103 | 89 |
| 000116 Llave (La) | 1 | 1 | 0 |
| 000117 Mantallana (La) | 149 | 71 | 78 |
| 000118 Monjas (Las) | 97 | 55 | 42 |
| 000119 Nietos (Los) | 230 | 114 | 116 |
| 000120 Pilar (El) | 34 | 15 | 19 |
| 000121 Pino (El) | 262 | 145 | 117 |
| 000122 Pradollano | 250 | 129 | 121 |
| 000123 San Bernardo | 24 | 12 | 12 |
| 000124 S. Francisco de Raso Espejo | 13 | 8 | 5 |
| 000125 Santa Fe | 12 | 5 | 7 |
| 000126 Santaella de Fátima | 6 | 5 | 1 |
| 000127 Socorro (El) | 164 | 87 | 77 |
| 000128 Soldado (El) | 93 | 55 | 38 |
| 000129 Torrelaguna | 18 | 9 | 9 |
| 000130 Torrepalma | 365 | 202 | 163 |
| 000131 Tres Palmeras (Las) | 25 | 12 | 13 |
| 000132 Tres Rosas (Las) | 3 | 1 | 2 |
| 000133 Valsequillo | 12 | 7 | 5 |
| 000134 Ventanal Bajo | 79 | 37 | 42 |
| 000135 Viñas Viejas (Las Arenas) | 4 | 2 | 2 |
| 000136 Virgen de Araceli | 13 | 6 | 7 |
| 000199 *Diseminado* | 1.259 | 669 | 59 |
| 000201 Guadajoz | 1.086 | 576 | 510 |
| 000299 *Diseminado* | 13 | 8 | 5 |

Tabla 5: Distribución de la población por núcleos 2016. Fuente: Nomenclátor. Instituto Nacional de Estadística (INE).

Con el apoyo de:



5.1.2 Sectores económicos

Carmona, se caracteriza por ser un municipio con una extensión superficial dedicada a la agricultura que supera las 79.000 Ha, lo cual supone casi del 86% de la superficie municipal. En cuanto al resto de los sectores económicos, el mayor número de empresas por actividad lo representa el comercio, seguido del sector servicios, la construcción, la hostelería y la industria.

| Actividad | Nº de empresas |
|---|----------------|
| Industria, energía, agua y gestión de residuos | 144 |
| Construcción | 189 |
| Comercio | 550 |
| Transporte y almacenamiento | 67 |
| Hostelería | 161 |
| Información y comunicaciones | 6 |
| Banca y seguros | 30 |
| Servicios sanitarios, educativos y resto de servicios | 411 |

Tabla 6: Empresas por actividad económica según CNAE 09 (2016).
Fuente: Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía (SIMA).

Volviendo de nuevo la atención al sector agrícola, la superficie cultivada que ocupaba en 2014 es del 85,91%, siendo la de cultivos herbáceos superior a la de los leñosos, suponiendo estos el 69,23% del total de esa superficie. Los principales cultivos son el trigo, el girasol y la aceituna de mesa.

| Cultivos herbáceos | | Cultivos leñosos | |
|------------------------------|------------|------------------------------|---------------------------|
| Superficie total | 63.973 Has | Superficie total | 15.419 Has |
| Principal cultivo de regadío | Trigo | Principal cultivo de regadío | Olivar aceituna de mesa |
| Superficie | 2.743 Has | Superficie | 5.511 Has |
| Principal cultivo de secano | Trigo | Principal cultivo de secano | Olivar aceituna de aceite |
| Superficie | 24.609 Has | Superficie | 2.650 Has |

Tabla 7: Superficie de cultivos (2014). Fuente: Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía (SIMA).

5.1.3 Patrimonio

Carmona se precia de ser una de las ciudades más antiguas del continente europeo. Cinco mil años de ininterrumpida presencia humana han dado como resultado su inestimable patrimonio histórico. Una de las principales atracciones en este sector es su abundante y extraordinaria arquitectura religiosa, civil y militar que la convierten en una ciudad monumental que supera a muchas capitales de provincia.

En el municipio se ubica uno de los “templos” más grandiosos de la Hispania romana. El “recinto amurallado”, la “Puerta de Sevilla” y la “Puerta de Córdoba” son notables muestras de dicho patrimonio. El monumento romano más notable, único en su género, es la “Necrópolis”, usada entre los siglos I a.C. y IV d.C.

Entre la arquitectura civil destacan: el conjunto de la “Plaza de San Fernando” y las “casas de estilo mudéjar” de los siglos XV y XVII, repartidas por toda la población. Un ejemplo de éstas, es la casa que alberga el Museo de la Ciudad.

También resaltan en el municipio edificios “renacentistas” del siglo XVI. No obstante, son más abundantes las “viviendas barrocas” del XVII y XVIII. Igualmente existe una importante diversidad de conventos e iglesias de los siglos XV, XVI y XVII que contemplan los estilos gótico, barroco y mudéjar.

De su arquitectura militar se conservan aún el “Alcázar de la Puerta de Sevilla”, restos de murallas en su mayor parte romanas, con modificaciones medievales, islámicas o cristianas. En la zona más elevada, se sitúa el “Alcázar de Arriba”, o de la “Puerta de Marchena”, cuya estructura tiene un claro origen almohade, aunque ha sufrido numerosas reformas a lo largo de la historia. De entre estas sobresalen, en primer lugar, las efectuadas por Pedro I el Cruel, las realizadas bajo el reinado de los Reyes Católicos, y las hechas a partir del siglo XVII. En la actualidad, en un ángulo de la “Plaza de Armas”, se ha construido el Parador de Turismo “Alcázar del Rey Don Pedro”, dentro de la tradición arquitectónica mudéjar, que da al edificio un aspecto notable y sencillo, pareciendo desde lejos una parte más de la antigua fortaleza.

5.1.4 Ciclo del agua

El sistema hidrográfico de Carmona cuenta con tres cuencas distintas según los cursos fluviales de la red de arroyos: Río Guadalquivir, el Corbones o el Guadaíra.

Los terrenos al norte y noroeste de los Alcores drenan directamente al Guadalquivir, aunque actualmente los arroyos mueren en el Canal del Bajo Guadalquivir. Toda esta cuenca queda enmarcada dentro de la zona conocida como Terrazas del Guadalquivir a excepción del arroyo Azanque que discurre por el extremo oriental del término municipal, siendo también el único que tiene cierta entidad. Dentro de esta zona de terrazas aparece una laguna originada por la restauración de una gravera denominada el Lampistero.

Por su parte, Corbones y Guadaíra son afluentes del Guadalquivir por su margen izquierda y proceden de las sierras subbéticas. El Guadaíra sólo atraviesa un corto tramo del término por su límite meridional, pero recibe las aguas de numerosos arroyos nacidos en el escarpe de los Alcores y en los relieves miocénicos de la vega de Carmona, en el cuadrante sur y sureste que, asimismo, funcionan como línea divisoria de aguas con la cuenca del Corbones.

Con el apoyo de:



Carmona se articula en torno al río Corbones, siendo el principal curso fluvial que recorre el término atravesándolo de sureste a norte. Recibe el aporte de pequeños arroyos que nacen en los Alcores y en las pequeñas elevaciones que se presentan a ambos lados de su curso. Muy maltratado por la cercanía de los cultivos a su cauce, no hace viable el uso recreativo de sus aguas.

El relieve plano de la vega, incluso a veces con topografías cóncavas, dificulta la circulación de las aguas lo que, unido a la abundancia de suelos arcillosos en la zona, da como resultado que en invierno los terrenos de la Vega resulten muy fangosos, formándose a veces pequeñas lagunas, especialmente en las áreas más bajas y donde la divisoria de aguas entre el Corbones y el Guadaíra no se delimita con claridad. Por el contrario, durante la prolongada estación estival, con acusado déficit hídrico, la mayor parte de los arroyos y lagunas endorreicas se secan y los suelos de la Vega se presentan duros y cuarteados.

De las lagunas presentes en esta unidad cabría destacar la de Santo Domingo, por ser la de mayor entidad del territorio y estar catalogada dentro del P.E.P.M.F., y la que aparece junto al cortijo Torrechuelo, por encontrarse junto a la carretera y por tanto de interés paisajístico.

Aparentemente se dispone de una red fluvial importante, pero tanto el caudal como por los periodos de precipitaciones, dichos cauces son estacionales manteniendo caudal únicamente cuando llueve.

HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

Una porción importante del subsuelo, en el término municipal de Carmona, presenta un manto freático que pertenece a la Unidad Hidrogeológica 47 Sevilla-Carmona, con una superficie permeable de 1.380 km².

Está representado por las terrazas del río Guadalquivir y las calcarenitas de Carmona. De SE a NW se suceden las calcarenitas, en cabecera del acuífero, y las terrazas del Cuaternario antiguo, medio y reciente, que desciende de forma escalonada hasta el río Guadalquivir quedando patente el paso de una terraza a la contigua. Estos terrenos acuíferos descansan sobre las margas tortenienses, que constituyen los límites geológicos del sistema y su substrato impermeable.

Las calcarenitas presentan una permeabilidad media alta y espesores de hasta 50 m. Las terrazas cuaternarias varían de 5 m. a 25 m de espesor y su permeabilidad pasa de media a alta o muy alta, desde el Cuaternario antiguo al reciente, por el progresivo aumento de la fracción gruesa y pérdida de la matriz arcillosa.

Se trata de un acuífero libre cuya superficie piezométrica desciende progresivamente, de SE a NW, desde 170 m.s.n.m. en las calcarenitas a 10 m.s.n.m. en el aluvial actual, donde se establece una estrecha conexión hidráulica con el río Guadalquivir.

Las oscilaciones estacionales del nivel de agua son de 0 m a 2 m en la terraza reciente y de 2 m a 8 m en las calcarenitas, en las que además se observa un descenso progresivo de niveles como consecuencia de la sobreexplotación, con 40 puntos de bombeo, aunque en años húmedos se recupera con rapidez.

La alimentación del sistema se realiza a partir de la infiltración del agua de lluvia y, en menor medida, para el retomo de los regadíos ubicados sobre el acuífero, existiendo una estrecha relación hidráulica con el río Guadalquivir.

Con el apoyo de:

Las relaciones río-acuífero son, esencialmente, función del régimen del río y del régimen de explotación del acuífero en sus inmediaciones. No aparecen transferencias subterráneas ni de esta unidad a las colindantes ni de estas a la primera.

El drenaje se realiza de forma natural hacia los ríos Guadaíra y Guadalquivir, que son efluentes normalmente e influyentes en las crecidas o, muy localmente, en áreas de bombeo intensivo.

En la zona sureste del término municipal los materiales existentes son muy arcillosos, por ello las condiciones de permeabilidad y, en consecuencia, de transmisividad son casi nulas.

La unidad presenta un riesgo de contaminación de las aguas subterráneas de grado alto, en las calcarenitas y materiales de las terrazas cuaternarias, y variable en las arenas limoarcillosas del sector sureste. Los focos de contaminación están constituidos por los residuos líquidos urbanos por la actividad agrícola y por los residuos industriales ya que tanto los núcleos de población, actividades industriales, como las actividades agrícola-ganaderas, ubicados en la unidad vierten sus aguas residuales directamente a cauces superficiales, sin depurar, suponiendo un foco de contaminación de las aguas subterráneas.

Con el apoyo de:



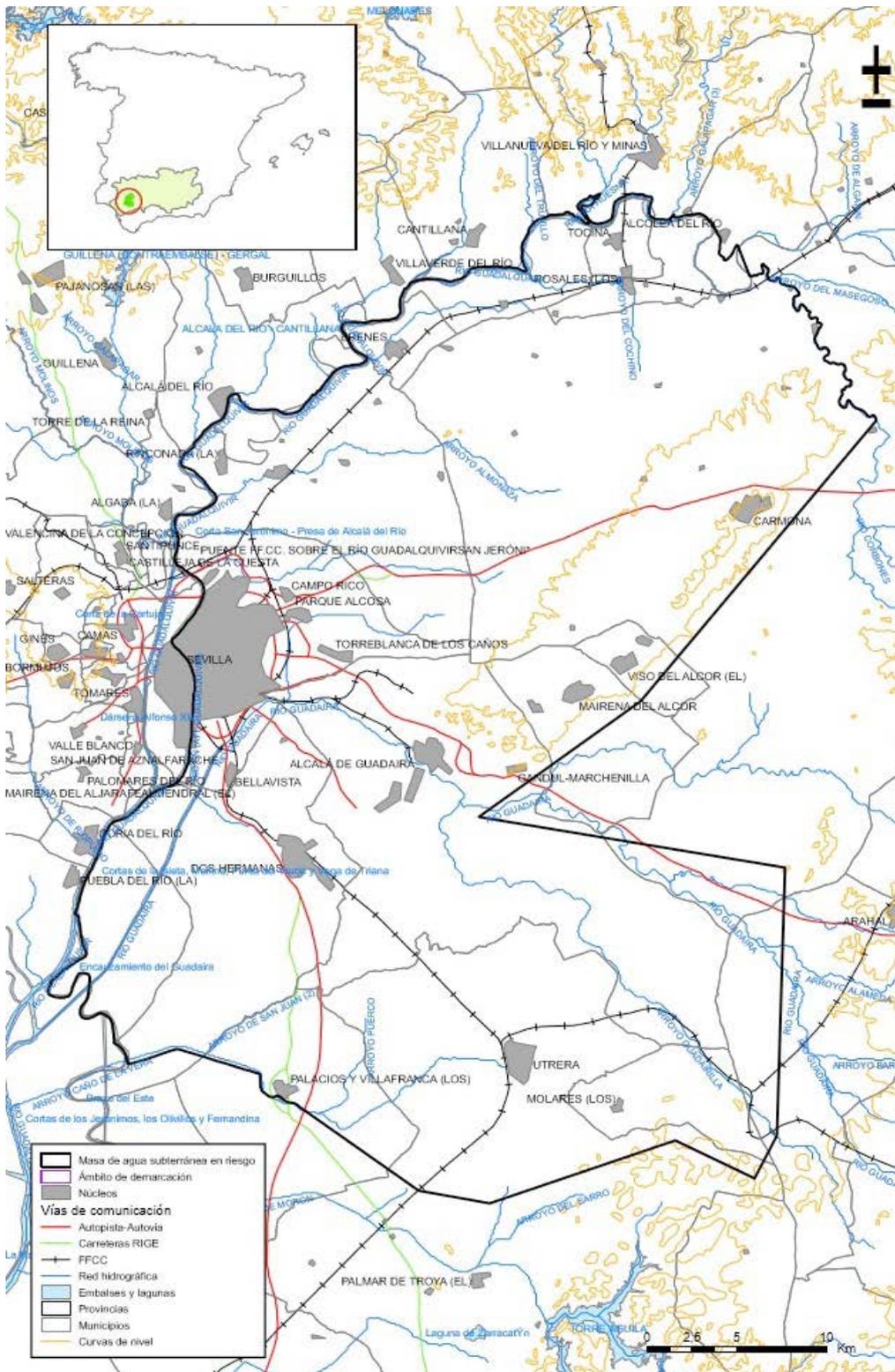


Ilustración 3: Unidad Hidrogeológica 47 Sevilla-Carmona. Fuente: Caracterización de las masas de agua subterránea. Instituto Geológico y Minero de España.

Con el apoyo de:



CALIDAD HÍDRICA

AGUAS SUPERFICIALES

En la actualidad los vertidos de aguas residuales no reciben tratamiento alguno de depuración, por lo que estos vertidos se realizan directamente a cauces, provocando la contaminación de los arroyos y ríos a los que vierten.

Los vertidos anteriormente citados se localizan de la siguiente forma:

- ▶ Tres van a parar al arroyo Alberquilla.
- ▶ Uno al arroyo Cochino.
- ▶ Uno al arroyo de la Reina.
- ▶ Uno al arroyo de Brenes.
- ▶ Uno al arroyo de matadero con tres puntos de vertido.

Río Corbones: dentro del contexto del Plan Hidrológico elaborado por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (C.H.G.), el río Corbones tiene un Objetivo de Calidad tipo Ciprinícola desde la Cabecera hasta la presa de Puebla de Cazalla, no teniendo ningún Objetivo de Calidad el resto de su curso, parte del cual discurre por el término.

Con la construcción de la presa, anteriormente mencionada, en un principio realizada con fines de regadío, se ha conseguido mantener un nivel de aguas constante durante todo el año, modulando la carga contaminante tan elevada, que existía durante los meses de nula pluviometría, debida al exclusivo aporte de aguas residuales al cauce durante esos meses.

Las aguas de esta presa, debido a su alta concentración en sales (Cloruros y Sulfatos) sobre todo cloruros, no permite su utilización con fines agrícolas actuando, exclusivamente, como presa de regulación.

Para tener una aproximación a la calidad de las aguas la C.H.G., dentro del Plan Hidrológico, crea un Índice de Calidad (I.C.) en base a una serie de parámetros englobados en compuestos orgánicos, inorgánicos, físicos y tóxicos. Este índice está tabulado de 0 a 100, considerándose un agua de buena calidad a partir de 60.

Al río Corbones, el Plan Hidrológico le otorga un I.C. de 52'9 es decir de mala calidad. La influencia en esta mala calidad viene determinada principalmente por las elevadas concentraciones de compuestos orgánicos e inorgánicos provenientes de vertidos directos de aguas residuales urbanas, existiendo, por comparación, una baja concentración de compuestos físicos y tóxicos.

Río Guadaíra: tiene un I.C. de 58'5, algo más elevado que el anterior y por tanto con mejor calidad, pero sin llegar a los límites inferiores de buena calidad. También las concentraciones de compuestos orgánicos e inorgánicos es la que determina la baja calidad. En este río la carga inorgánica es mucho mayor que en el Corbones, debido principalmente al mayor número de industrias agroalimentarias que vierten sus residuos al cauce, sobre todo las del sector del procesado de las aceitunas para mesa. El Plan Hidrológico no contempla ningún objetivo de calidad para este río, ni siquiera para vida piscícola.

Con el apoyo de:



AGUAS SUBTERRÁNEAS

Las facies químicas predominantes son bicarbonatadas-cloruradas cálcicas y bicarbonatadas cálcicas-sódicas y, más esporádicamente, sulfatadas cálcicas. Los valores medios de los iones más significativos son: bicarbonatos (300 mg/l); cloruros (225 mg/l); sulfatos (160 mg/l); nitratos (40 mg/l); calcio (160 mg/l); potasio (14 g/l); y residuo seco (1000 mg/l).

Aunque con calidad algo deficiente, las aguas pueden ser utilizadas para abastecimiento humano, salvo en algunos puntos con exceso de nitratos, nitritos y, excepcionalmente, algunos metales pesados (Plomo). Precisamente el regadío constituye el principal riesgo de contaminación por el uso de fertilizantes y plaguicidas sobre unos materiales extraordinariamente vulnerables.

5.1.5 Indicadores ambientales

Energía

Uno de los grandes problemas ambientales a los que deben hacer frente los estudios del cambio climático es al consumo ilimitado de la demanda de energía y en el uso creciente de los combustibles fósiles.

La tasa de dependencia energética ha ido en aumento debido al uso de energía para cualquier actividad diaria. Esto ha hecho que el consumo sea irracional, por lo que hacer frente a estas dificultades es fundamental.

Según registros del suministro de energía eléctrica, la demanda de energía por parte de los habitantes de Carmona es levemente mayor que en la media nacional. En esta demanda eléctrica prevalece el uso doméstico. Esto puede estar sometido a dos razones:

- ▶ el aumento de la demanda de suministro al generalizarse el uso de electrodomésticos en todos los ámbitos del hogar, ya que el suministro debido a una expansión urbanística no ha variado, de hecho el número de habitantes se ha ido reduciendo en el último lustro.
- ▶ otra fracción significativa del consumo eléctrico es la dedicada a climatización, ya que en Carmona aumenta ese consumo para producir frío y contrarrestar las altas temperaturas.

Con el apoyo de:



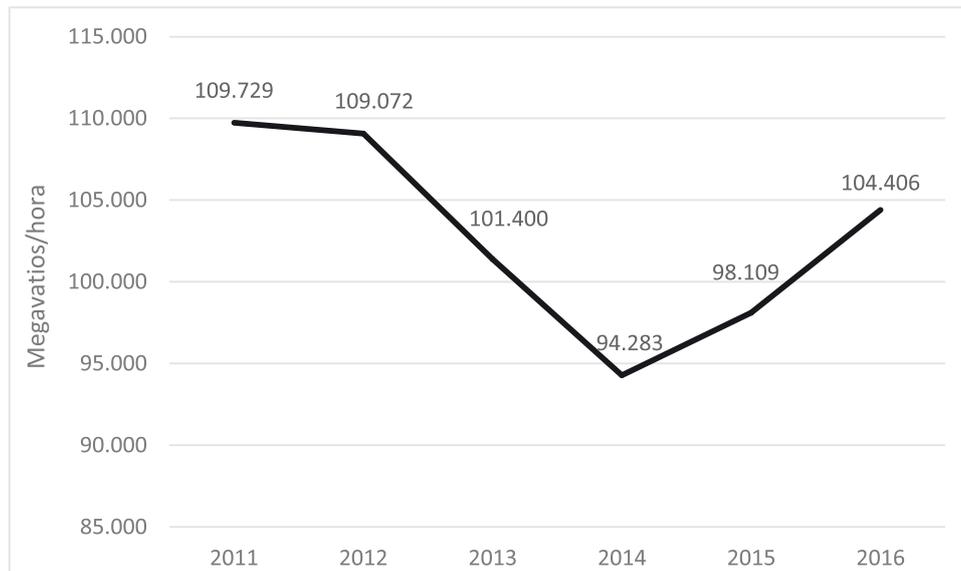


Gráfico 3. Consumo eléctrico total de Carmona desde 2011-2016. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Endesa.

Si se observa el gráfico del consumo de energía eléctrica de Carmona, se contempla una caída considerable del mismo desde los 109.729 MWh de 2011 hasta los 94.283 MWh de 2014. Este descenso es más que probable que se deba a los efectos de la crisis económica. Sin embargo desde el mínimo alcanzado en 2014, el consumo comienza de nuevo a ascender hasta los 104.406 MWh de 2016. Seguidamente, se expresan los datos de consumo energético segregados por sectores de actividad en el municipio:

| Sectores | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|----------------|
| Agricultura | 15.860 | 17.241 | 15.357 | 14.010 | 14.522 | 14.236 |
| Industria | 7.468 | 7.866 | 7.297 | 7.399 | 7.323 | 7.862 |
| Servicios | 19.293 | 18.595 | 18.024 | 17.241 | 17.466 | 18.077 |
| Residencial | 57.308 | 55.678 | 51.940 | 46.885 | 49.822 | 54.968 |
| Administración | 7.583 | 7.586 | 7.539 | 7.634 | 8.002 | 8.404 |
| Resto | 2.217 | 2.106 | 1.243 | 1.113 | 973 | 860 |
| Total | 109.729 | 109.072 | 101.400 | 94.283 | 98.109 | 104.406 |

Tabla 8: Consumo de energía eléctrica por sectores (Megavatios/hora). Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Endesa (2016).

Con el apoyo de:



Consumo de agua

Uno de los efectos más importantes del cambio climático, observados durante los últimos 60 años, es la disminución de la pluviometría, situación que provoca un descenso del volumen de agua disponible y de las reservas, pero tal como se ha podido observar en los indicadores sociales, aunque ahora esté en leve declive, la población aumentó considerablemente en los últimos años. A consecuencia de esto, es muy importante buscar herramientas de mitigación y adaptación que sean eficientes y eficaces para administrar de forma adecuada la demanda hídrica. Por tanto, pensando en el futuro y en la adaptación del sector y se hace indispensable tomar en consideración el consumo hídrico y la depuración como indicadores, ya sea por la distribución espacial disgregada e incluso ante posibles aumentos del número de habitantes.

| CARMONA | ESTACIÓN | | Capacidad (M ³) |
|---------|----------|--------|-----------------------------|
| | Invierno | Verano | |
| | 5.058 | 7.195 | 22.300 |

Tabla 9: Consumo medio de agua y capacidad de los depósitos de agua.
Fuente: Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía (SIMA). 2013.

El embalse del Huesna se ubica sobre la Rivera del Huesna, afluente por la margen derecha del Guadalquivir, ocupando superficie en los términos municipales de El Pedroso y Constantina. Con una capacidad de 140 hm³ y adscrito a la Cuenca Hidrográfica del Guadalquivir, es una presa del tipo de escollera con una pantalla asfáltica, posee una cota de coronación de 280 metros, y una cota de salida mínima en la obra de toma de 230 m. El volumen que regula anualmente la presa del Huesna al 95% de garantía es de 50 hm³ de agua de muy alta calidad. De uso exclusivo para abastecimiento humano, el agua que almacena es de primer uso, dada la cercanía al nacimiento del río. Del total de agua que almacena, el Consorcio tiene asignados por el Plan Hidrológico de la Cuenca del Guadalquivir 30,2 hm³.



Ilustración 4. Embalse del Huesna. Fuente: Aguas del Huesna.

Con el apoyo de:

Carmona dispone en la actualidad para la regulación del suministro de agua de los depósitos que a continuación se detallan. Identificación de planes y programas

| Depósito | Capacidad (M ³) |
|--|-----------------------------|
| El Cerrillo | 10.000 |
| El Almendral (depósito superficial) | 1.500 |
| El Almendral (depósito elevado) | 50 |
| El Alcázar (depósito superficial) | 1.000 |
| El Alcázar (depósito elevado) | 500 |
| Pedanía de Guadajoz (dos depósitos elevados) | 25 |

Tabla 10: Regulación del suministro de agua de los depósitos de Carmona.
Fuente: Aguas del Huesna.

El depósito El Cerrillo se encuentra ubicado a cota 209, es superficial, cuadrado, está dividido en su interior en dos vasos comunicados y tiene capacidad para 10.000 m³. Desde este punto se eleva el agua hasta los depósitos de El Almendral y El Alcázar.

En la zona conocida como El Almendral existen dos depósitos, uno de tipo superficial y otro elevado. Las características de ambos depósitos son distintas: el depósito superficial es cuadrado, de una sola cámara y con capacidad para 1.500 m³; el segundo es elevado, de unos 27 metros, con forma cilíndrica y una capacidad para 50 m³. Desde ambos depósitos se distribuye el agua por gravedad a un 70% de la población. El Alcázar consta de dos depósitos; uno superficial, cuadrado y de 1.000 m³ de capacidad que está en desuso, y otro elevado de unos dos metros, de tipo cuadrado y de 500 m³ de capacidad.

Teniendo en cuenta que la dotación diaria para la totalidad de la población es de 4.861 m³/día y que la capacidad total de los depósitos de Carmona es de 13.100 m³, obtenemos una capacidad de regulación en el momento actual, superior a 24h diarias.

En cuanto a la pedanía de Guadajoz, el sistema se compone de dos depósitos elevados, cilíndricos, de 25 m³ de capacidad cada uno, que reciben el agua desde el depósito de “El Rosario”, que también abastece a Tocina-Rosales.

Para concluir, la red de distribución de Carmona tiene una longitud total de 100 kilómetros, está constituida en su mayor parte por tuberías de fibrocemento, con diámetros comprendidos entre 60 y 350 mm.

Con el apoyo de:

5.1.6 Identificación de planes y programas

- ▶ Plan Nacional de Adaptación al cambio climático. Tercer Programa de trabajo (2013).
- ▶ Plan Hidrológico Nacional (2005).
- ▶ Plan nacional de regadíos.
- ▶ Plan nacional de actuaciones prioritarias en materia de restauración hidrológico-forestal, control de la erosión y defensa contra la desertificación.
- ▶ Programa de Acción Nacional contra la Desertificación
- ▶ Programa de mitigación del Plan Andaluz de Acción por el Clima (2007/2012).
- ▶ Programa andaluz de adaptación al Cambio Climático (2010).
- ▶ Programa de comunicación frente al Cambio Climático (2012).
- ▶ Plan andaluz para la prevención de los efectos de las temperaturas excesivas sobre la salud 2010.
- ▶ Plan forestal andaluz. Horizonte 2015.
- ▶ Plan de Emergencia por Incendios Forestales de Andalucía (Infoca) 2016.
- ▶ Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir (2013).
- ▶ Plan especial de sequía. Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir (2017).
- ▶ Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) de Carmona, actualmente pendiente de aprobación.
- ▶ Estrategia de Desarrollo Urbano Sostenible e Integrado (EDUSI) “Impulsa Carmona 2020”.
- ▶ Agenda 21 Local.
- ▶ Plan especial de Protección del Patrimonio Histórico de Carmona (2009).

Con el apoyo de:



6. Análisis de la variabilidad climática

En la ejecución de observaciones climáticas y de escenarios futuros a nivel urbano es necesario un análisis exhaustivo de los flujos globales dominantes, muy importantes a la hora del estudio del clima regional. Además, el microclima generado en la ciudad se vincula directamente a la situación climática de la zona, siendo necesario para conocer los riesgos y vulnerabilidades ocasionadas por el cambio climático.

En este sentido, se ha realizado una descripción del flujo climático dominante en Andalucía y los elementos clave que influyen a nivel regional. Además, se incluyen aquellos conceptos técnicos, modelos y medidas utilizadas.

La generación de escenarios a escala regional es muy importante, por lo que es necesario abordarla antes de evaluar la situación local. Por ello, se han desarrollado distintos escenarios que se han analizado a través de indicadores climáticos. Estos indicadores estiman los episodios extremos que tendrán lugar en proyecciones futuras para variables meteorológicas clave como son: temperatura máxima, temperatura mínima, precipitación y humedad.

Para la generación de las proyecciones futuras a escala urbana, es necesario también llevar a cabo una evaluación previa de la situación actual. Para ello, se han elaborado mapas térmicos de Carmona, en los que se analiza la situación en diferentes estaciones del año.

Una vez que se dispone de la generación de los escenarios regionales y con el apoyo del mapa térmico de la ciudad (situación actual), se pueden generar los escenarios futuros, para Carmona. Los escenarios futuros se definen con los mismos indicadores climáticos utilizados en el análisis. En estos escenarios, como era de esperar, aparece una tendencia climática similar a la de la región, o incluso más pronunciada.

La generación de los escenarios climáticos, tanto a escala regional como a escala urbana, está basada en los definidos por el IPCC (<http://www.ipcc-data.org>). Estos escenarios definen hipotéticas situaciones futuras con un abanico de impactos en diferentes campos: impacto en los movimientos de población, fluctuaciones en la economía, impacto en el medio ambiente, en la tecnología y en la Globalización. Los escenarios en los que se basa el estudio son:

- ▶ El escenario de impacto moderado A1B del IPCC SRES que corresponde a un escenario de globalización que pone el énfasis en la riqueza humana.
- ▶ El escenario regional A2, drástico con una involución en el desarrollo (reducción en el crecimiento de los factores).
- ▶ El escenario B1, con un énfasis en la sostenibilidad y la equidad.

| Escenario | Población | Economía | Medioambiente | Equidad | Tecnología | Globalización |
|------------|-----------|----------|---------------|---------|------------|---------------|
| A2 | ↗ | ↗ | ↘ | ↗ | ↗ | ↘ |
| B1 | ↻ | ↗ | ↗ | ↗ | ↗ | ↗ |
| A1B | ↻ | ↗ | ↗ | ↗ | ↗ | ↗ |

Tabla 11: Escenarios en los que se basa el estudio. Elaboración propia.

Con el apoyo de:

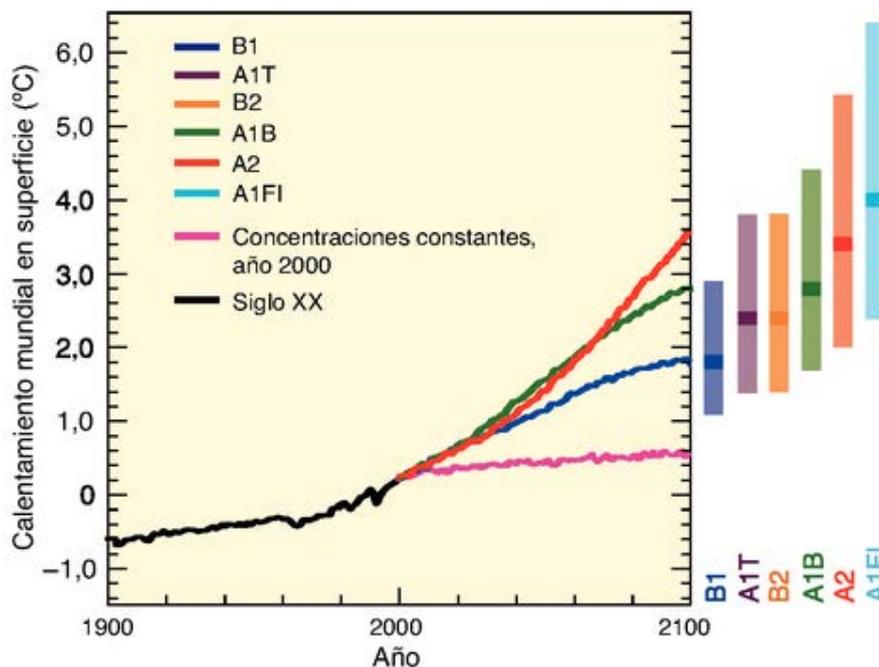


Ilustración 5: Medias en varios modelos e intervalos estimados del calentamiento global en superficie entre 1900-2100. Fuente: IPCC.

Las líneas sólidas denotan las medias del calentamiento mundial obtenidas con múltiples modelos (con respecto a 1980–1999) para los escenarios A2, A1B y B1 mostrados como continuación de las simulaciones del siglo XX. El sombreado denota el intervalo de la desviación estándar+1 de las medias anuales de los modelos individuales. La línea color naranja representa el experimento donde las concentraciones se mantuvieron constantes en los valores del año 2000. Las barras grises de la derecha indican la mejor estimación (línea sólida en cada barra) y el rango probable evaluado de los seis escenarios de referencia del IE-EE. La evaluación de la mejor estimación y de los rangos probables en las barras grises incluyen MCGAOs (Modelos de Clima Global Atmosférico-Oceánicos) en la parte izquierda de la figura y los resultados de una jerarquía de modelos independientes y las limitaciones de la observación.

Los escenarios predicen un aumento de temperaturas a lo largo del siglo XXI, siendo este aumento mayor para el año 2100 con el escenario A2, seguido por el A1B y después por el B1. Es decir, el escenario A1B predeciría un calentamiento global de la superficie intermedio, pero más semejante al A2.

En la región mediterránea se prevén menos precipitaciones, con sequías más largas y frecuentes, lo que se traduce en una reducción de la disponibilidad de recursos hídricos en todo el Mediterráneo. Cada grado de calentamiento producirá un descenso de los recursos hídricos de al menos un 20% considerando un aumento adicional de la población del 7%.

6.1 Tendencias históricas y escenarios climáticos futuros

6.1.1 Contexto climático regional

Andalucía, por su localización geográfica, disfruta de un clima mediterráneo templado caracterizado por veranos secos y temperaturas altas, inviernos con temperaturas suaves y precipitaciones, por lo general, irregulares. Según la clasificación de Austin Miller, Andalucía estaría ubicada dentro de los climas templado-cálidos de las costas occidentales. De Martonne la clasificaría como dentro del clima mediterráneo. Köppen clasificaría al clima andaluz como clima Csa. Es decir, clima mediterráneo, con inviernos suaves, veranos calurosos y lluvias escasas, sobre todo en Almería, que no hay lluvia prácticamente.

Aun teniendo en cuenta esto, los factores geográficos de la comunidad establecen una regionalización climática con múltiples zonas bioclimáticas distintas, con matices oceánicos, continentales, subtropicales, desérticos e incluso de alta montaña, que conforman una gran variabilidad climática. Esto se debe especialmente a la gran diversidad que tiene Andalucía, limitada por diversos factores, recalando su posición geográfica, situada entre dos mares muy distintos entre sí y en medio de dos continentes, además de la complejidad orográfica del territorio.

Andalucía como un ámbito de transición entre dominios climáticos diferentes: la zona tropical y subtropical, la coloca entre masas de aire distintas. Esto hace que distintos centros de acción marquen de manera significativa las estaciones de verano (influencia de altas presiones subtropicales) e invierno (vientos del oeste), dando lugar a una gran variabilidad temporal.

También influyen el océano Atlántico y el mar Mediterráneo, comunicándose en el extremo más meridional de Andalucía, aunque ésta sea lo suficientemente pequeña como para que ambas masas de aire mantengan su independencia.

Mar Mediterráneo

Es un mar cerrado que se extiende en el sentido de los paralelos y se encuentra en una zona bastante cálida de la Tierra. Al ser un mar de aguas muy cálidas, en verano, su papel suavizador de la temperatura es menor. El clima de la costa mediterránea andaluza presenta inviernos muy suaves y veranos muy calurosos. El que los vientos predominantes sean del Oeste hacen que el Mediterráneo no sea una fuente de humedad importante. Cuando circunstancialmente los vientos soplan del Este, el Mediterráneo es una fuente de agua para Andalucía, al unirse el grado higrométrico elevado del mar, altas temperaturas y montañas abruptas.

Océano Atlántico

Es un mar abierto influido por los océanos glaciares. Como toda masa de agua presenta unas características que tendrán repercusión en el clima, como es la capacidad calorífica del agua del mar, que hace que presente una gran estabilidad térmica. Así, en invierno, el océano es una masa cálida, y en verano al ser una masa fría suaviza las temperaturas.

Los vientos del oeste tanto en invierno como en verano suavizan las temperaturas. Este efecto se atenúa conforme nos alejamos del mar, especialmente el factor suavizador del verano. Los vientos templados en invierno se acentúan por el mecanismo Foëhn y su efecto suavizador en verano desaparece cuando cruza las montañas.

Con el apoyo de:



El efecto humificador del mar es el factor principal que origina humedad y precipitaciones en Andalucía, atenuado por la corriente fría de Canarias, la cual, presenta un carácter restrictivo con respecto a las precipitaciones. Ni siquiera en las áreas oceánicas de Andalucía las precipitaciones son abundantes, ya que el efecto de esa corriente fría es mayor en verano que en invierno porque Andalucía está más caliente, lo que hace disminuir las precipitaciones y, además, está dominada por el Anticiclón de las Azores.

6.1.2 Datos y metodología

La concentración urbana de habitantes, su movilidad con un crecimiento acelerado y descontrolado del transporte privado, etc., producen un importante desgaste de recursos energéticos, lo que ha generado, entre otras cosas, una enorme cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). El impacto de la humanidad puede provocar grandes catástrofes en el medio y riesgos en los seres vivos. Es por ello que la prevención y el desarrollo sostenible son imprescindibles. Esto nos conduce a pensar en la elaboración de escenarios regionales de cambio climático.

Habitualmente, el cambio climático se describe sólo como cambios de precipitación y temperaturas, pero lo que produce mayores costes económicos y sociales derivados de él consiste en cambios en la frecuencia y rigurosidad de sucesos extremos. Desde los años 80, hay una amplia lista de estos hechos observados en todo el mundo, de forma que la verdadera cuestión sería si el calentamiento global está encaminándose a un clima más extremo.

La incertidumbre de las condiciones meteorológicas futuras es necesaria entenderla en un contexto de clima extremo. Generalmente, a través de los resultados de la ejecución de los modelos de clima y técnicas estadísticas se estudian los eventos climáticos y las temperaturas extremas mediante índices climáticos estandarizados.

La Organización Mundial de Meteorología (WMO) y el Programa Medioambiental de las Naciones Unidas (UNEP) crearon en 1988 el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), que ha emitido ya cinco informes (1990, 1996, 2001, 2007 y 2014, preparando el sexto para 2022); que constituyen la fuente de información más completa y actualizada para todos los temas sobre el cambio climático. Además, el desarrollo de escenarios regionales ha sido uno de los objetivos prioritarios de numerosos proyectos de investigación.

Dentro de la comunidad científica, las herramientas principales que se utilizan son los llamados Modelos de Circulación General (en adelante MCGs). Estos modelos representan el clima a través de simulaciones de flujos de energía, masa y cantidad de movimiento, mediante las ecuaciones primitivas de la dinámica. El clima se simula entre puntos de malla tridimensionales (horizontal en dos direcciones (latitud y longitud) y en la vertical por niveles) que cubren la atmósfera, océanos y las capas superiores de la litosfera y la criosfera. Existen varios MCGs que pueden caracterizarse por tres rasgos principales comunes: la resolución, la formulación y la configuración del modelo.

Sin embargo, para los estudios de impacto y adaptación al cambio climático, se realizan técnicas de descenso de escala; es decir, se aplican técnicas matemáticas o técnicas de modelización a las salidas de los MCGs y se obtienen un aumento en el número de mallas que cubre la zona de interés. Así, el área de cada celda es menor, simulando de manera más precisa el clima. Estos descensos de escala (“downscaling”) permiten obtener proyecciones del clima futuro (escenarios climáticos) a meso-escala y a escala local generando los llamados Modelos de Clima Regional (en adelante MCR). Un intento de obtener este tipo de escenarios son los Proyectos Europeos PRUDENCE, ENSEMBLES, CORDEX y Mistra-SWECIA Project que han realizado un conjunto de simulaciones con MCR para toda Europa.

Con el apoyo de:



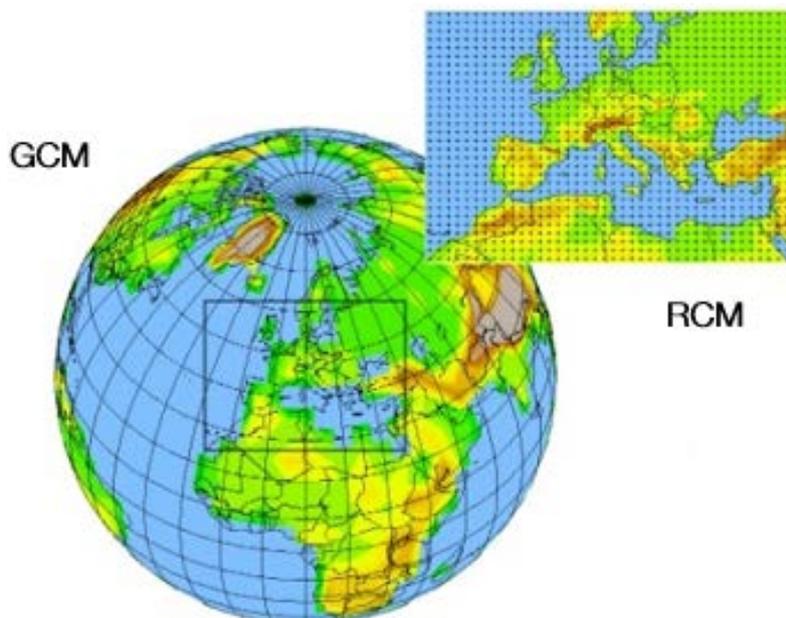


Ilustración 6: Disminución de escala general de un Modelo Climático Global (Global Climate Model, GCM) a un Modelo Climático Regional (Regional Climate Model, RCM).

No obstante, antes de realizar el análisis de estas variables, es necesario validar de nuevo los resultados de los modelos con series observadas emplazadas en la región de estudio. Esto es, cada variable meteorológica simulada en cada modelo se compara con las series observadas extraídas a partir de estaciones meteorológicas de toda la región con objeto de verificar cómo se adecúan a la realidad estos modelos.

Para evaluar la situación climática se determina un periodo de control y se obtienen los índices de referencia, de esta manera, a la hora de estudiar los escenarios futuros se obtendrán las anomalías (variaciones) de los índices respecto este periodo de referencia. Además, para completar el análisis de las series temporales de las variables meteorológicas se proporciona la tendencia de la serie y su significancia ya que pudiendo ser creciente, decreciente o, por el contrario, no presentar ninguna tendencia significativa, influirá sobre las condiciones ambientales y sus afecciones, así como en su continuidad o no para las proyecciones.

En el caso de Carmona, los datos para el análisis han sido extractados del AEMET Open Data de las **estaciones meteorológicas del Aeropuerto de Sevilla y la base aérea de Morón de la Frontera**. Esta selección se ha realizado teniendo en cuenta que son las estaciones con una serie histórica más amplia, así como una variedad de tipología de datos más completa para el análisis.

En cuanto a las proyecciones, la **Fundación Biodiversidad** tiene disponible en la web de la plataforma **Adaptecca** la aplicación **Escenarios de cambio climático para España**, desarrollada en el marco del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático y gracias a la cofinanciación de un proyecto de la Fundación con el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, diseñada bajo la supervisión de la Oficina Española de Cambio Climático, está orientada a facilitar la consulta de las proyecciones regionalizadas de cambio climático para España a lo largo del siglo XXI, realizadas por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) siguiendo técnicas de regionalización estadística. En concreto para **Carmona**, los datos que se muestran corresponden a los modelos:

Con el apoyo de:

- ▶ **AR5:** ACCESS1-0, ACCESS1-3, BCC-CSM1-1, bcc-csm1-1-m, BNU-ESM, CMCC-CESM, CMCC-CM, CMCC-CMS, CNRM-CM5, GFDL-ESM2G, GFDL-ESM2M, HadGEM2-CC, INMCM4, IPSL-CM5A-LR, IPSL-CM5A-MR, IPSL-CM5B-LR, MIROC5, MIROC-ESM, MPI-ESM-LR, MPI-ESM-MR, MRI-GGCM3.
- ▶ **AR5 SDSM (Statistical DownScaling Model):** ACCESS1-3, bcc-csm1-1, bcc-csm1-1-m, BNU-ESM, CanESM2, CMCC-CESM, CMCC-CM, CMCC-CMS, CSIRO-Mk3-6-0, GFDL-ESM2G, inmcm4, IPSL-CM5A-LR, IPSL-CM5A-MR, IPSL-CM5B-LR, MIROC-ESM, MIROC-ESM-CHEM, MIROC5, MPI-ESM-LR, MPI-ESM-MR, MRI-CGCM3.

6.1.3 Análisis de tendencias históricas (1951-2016)

La acción inicial del estudio se fundamenta en los datos que ofrecen las estaciones de medición elegidas (Aeropuerto de Sevilla y base aérea de Morón de la Frontera), analizando las tendencias históricas del periodo 1951-2016, ya que, a excepción de periodos puntuales en los que no están los datos completos, estas estaciones disponen de las cifras meteorológicas necesarias para ello en este espacio de tiempo. En cada uno de los apartados se expondrá cuáles son los parámetros analizados así como una breve explicación de las implicaciones que suponen.

6.1.3.1 Temperatura máxima y mínima anual

Este apartado mostrará el análisis de variaciones de las temperaturas, tanto máximas como mínimas, bien sean absolutas o sus medias anuales. Además, relacionados con estas variaciones, también se tiene en cuenta el número de días cálidos (DC), que son aquellos días con temperatura máxima mayor o igual que 30°C, y el número de días helada (DH), que son los días de temperatura mínima menor o igual que 0°C.

Un primer acercamiento general a los datos térmicos medios representativos de los sesenta y cinco años del periodo de referencia, muestran los datos siguientes.

| Índices | Media conjunta del periodo 1951-2016 | Desviación típica conjunta |
|-----------------------|--------------------------------------|----------------------------|
| Temperatura máxima | 42,95°C | 1,65 |
| Tª media máxima anual | 25,50°C | 0,78 |
| Nº días cálidos (DC) | 115,81 | 14,86 |
| Temperatura mínima | -1,21°C | 2,07 |
| Tª media mínima anual | 12,55°C | 1,05 |
| Nº días helada (DH) | 4,57 | 4,91 |

Tabla 11: Media conjunta de temperaturas máximas, mínimas y días cálidos y de heladas para el periodo de referencia 1951-2016. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

Con el apoyo de:



Tal y como puede apreciarse en los gráficos a continuación, tanto para las temperaturas máximas absolutas como para las mínimas absolutas, se puede observar que a lo largo del periodo de referencia su tendencia es ascendente, indicio del aumento progresivo generalizado de la temperatura. Hecho que también se puede discernir de la comparativa entre las medias anuales de máximas y mínimas.

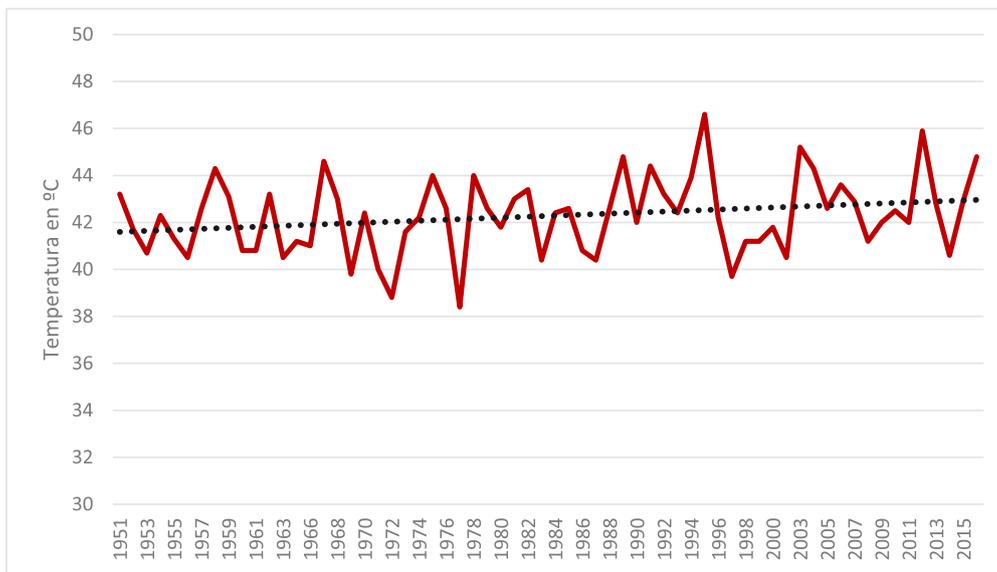


Gráfico 4: Evolución de las temperaturas anuales máximas en el periodo de referencia 1951-2016. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de AEMET.

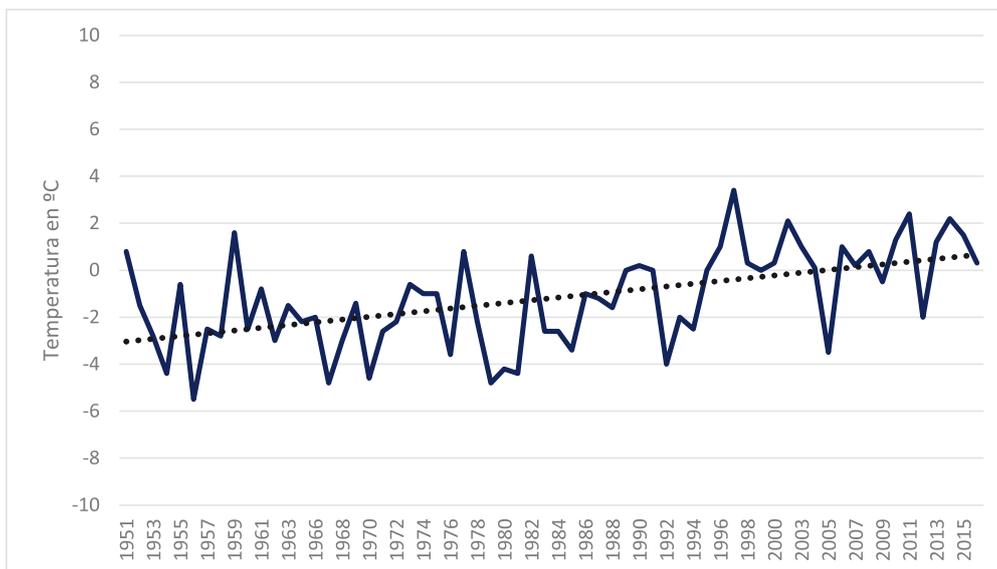


Gráfico 5: Evolución de las temperaturas anuales mínimas en el periodo de referencia 1951-2016. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de AEMET.

Con el apoyo de:



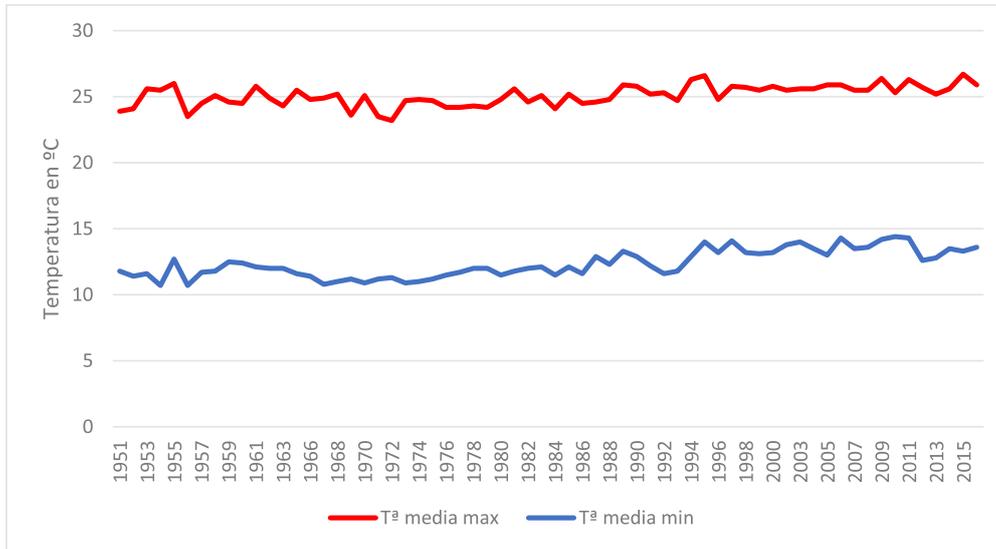


Gráfico 6: Evolución de las temperaturas medias anuales máximas y mínimas en el periodo de referencia 1951-2016. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de AEMET.

Al estudiar de las temperaturas medias mensuales, se observa una dilatación del período estival, al tiempo que las estaciones primaveral y otoñal resultan breves y templadas, y por último, el invierno es corto y suave, presentando pocas oscilaciones. La temperatura media anual se sitúa alrededor de los 19-20°C. En verano se suelen alcanzar temperaturas máximas de 36°C, incluso en los últimos cincuenta años se han registrado temperaturas superiores a los 45°C. Por su parte la temperatura media mínima en invierno se sitúa entre los 5-9°C pudiéndose alcanzar valores entorno a los cero grados en los meses de enero y febrero. De esta forma, la oscilación térmica que presenta el municipio es muy amplia.

Los incrementos en las temperaturas máximas influyen de manera inequívoca en la intensificación de días cálidos, aquellos en los que la temperatura máxima mayor o igual que 30°C. Ese incremento tendencial también se puede ver de forma similar aún a pesar de un ligero descenso en su número durante un breve periodo a principios de los años 70. Asimismo, de manera análoga, el aumento de las temperaturas mínimas repercute en la gran reducción del número de días de helada, aquellos en los cuales la temperatura mínima es menor o igual a 0°C, que a día de hoy prácticamente son anecdóticos, repitiéndose cada vez más la situación de que no haya un solo día a lo largo de un año completo.

Con el apoyo de:



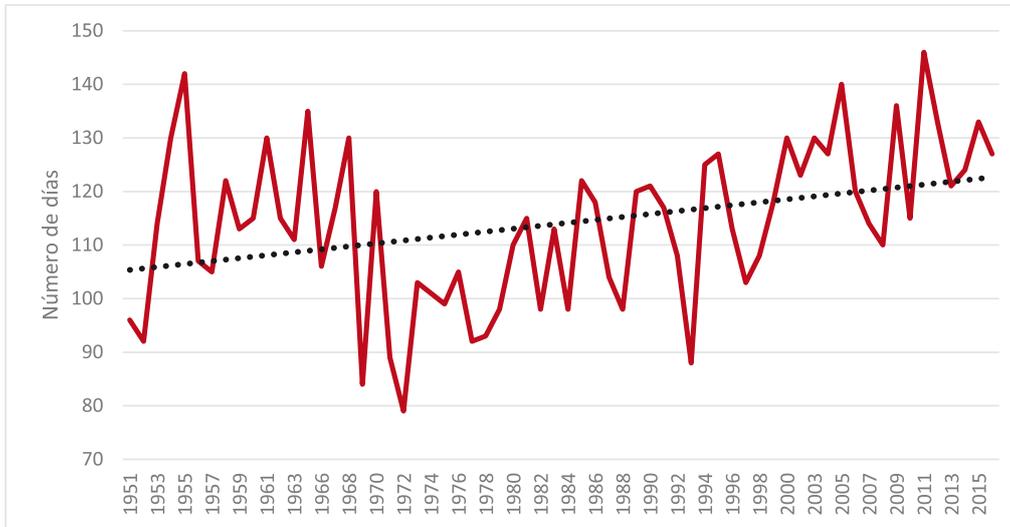


Gráfico 7: Evolución del número de días cálidos en el periodo de referencia 1951-2016.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos AEMET.

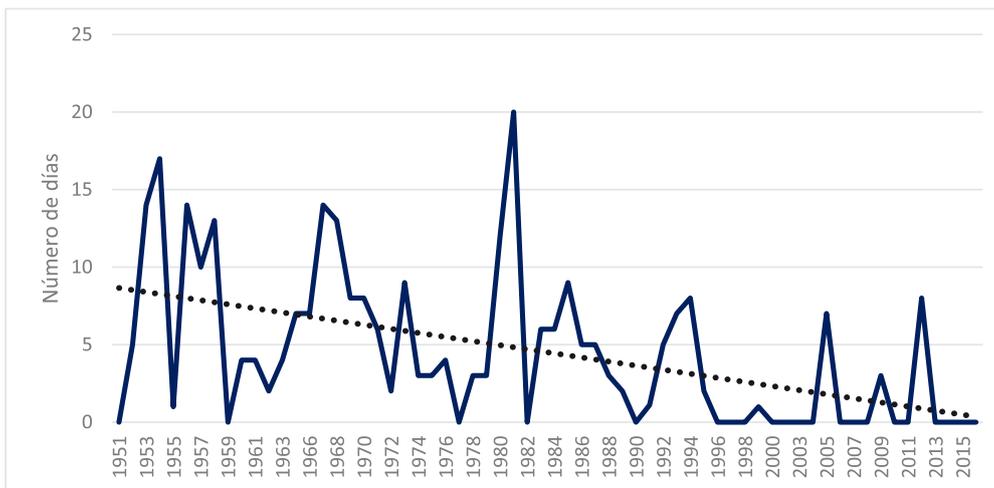


Gráfico 8: Evolución del número de días de helada en el periodo de referencia 1951-2016.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de AEMET.

Con el apoyo de:



Para comprobar de forma más firme las tendencias que se apreciaban en las temperaturas a lo largo del periodo de referencia, se ha realizado un breve análisis estadístico. Para este se han tenido en cuenta:

Análisis de tendencias: Utilizando la correlación de Spearman, Rho (no paramétrico) y regresión lineal (paramétrico).

Los datos muestran una tendencia significativa para las pruebas estadísticas, existiendo una tendencia positiva tanto de temperaturas máximas como mínimas en el periodo estudiado (1951-2016), lo que supone que ha habido un incremento de la misma a lo largo de los años.

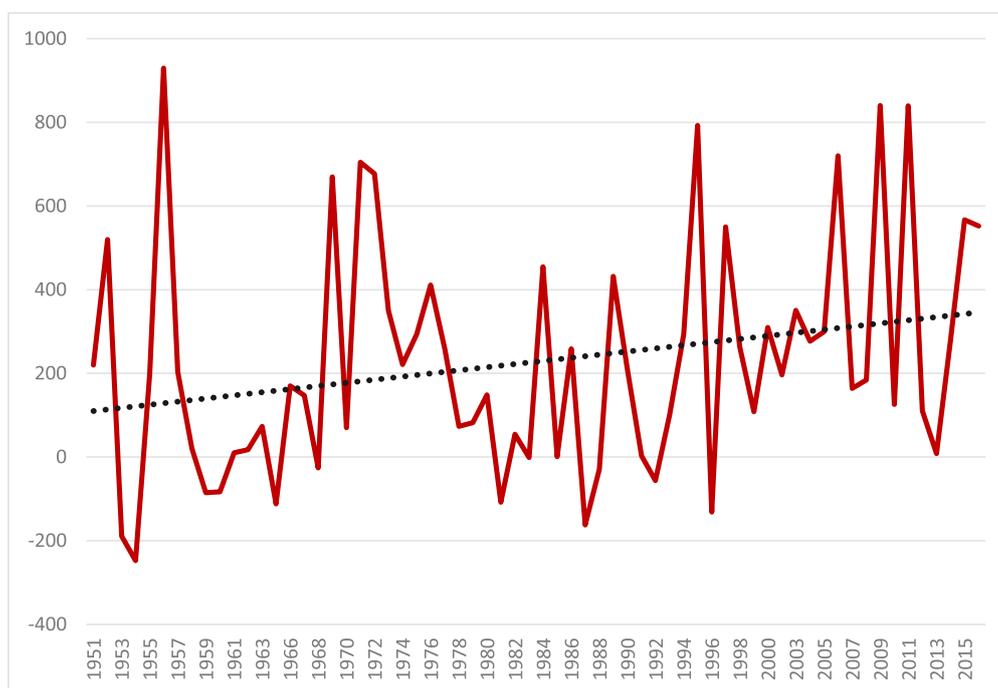


Gráfico 9: Correlación de Spearman (Rho). Fuente: Elaboración propia a partir de datos de AE-MET.

Con el apoyo de:

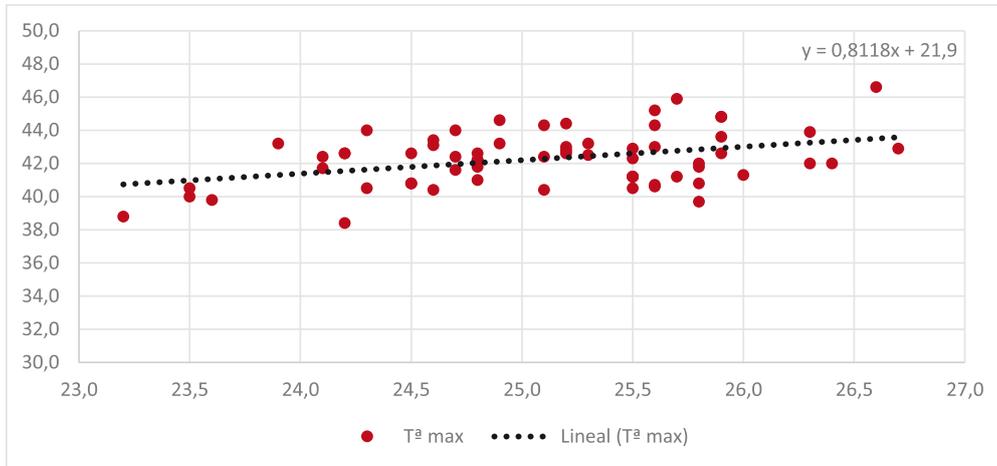


Gráfico 10: Regresión lineal de Temperatura Máxima. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de AEMET.

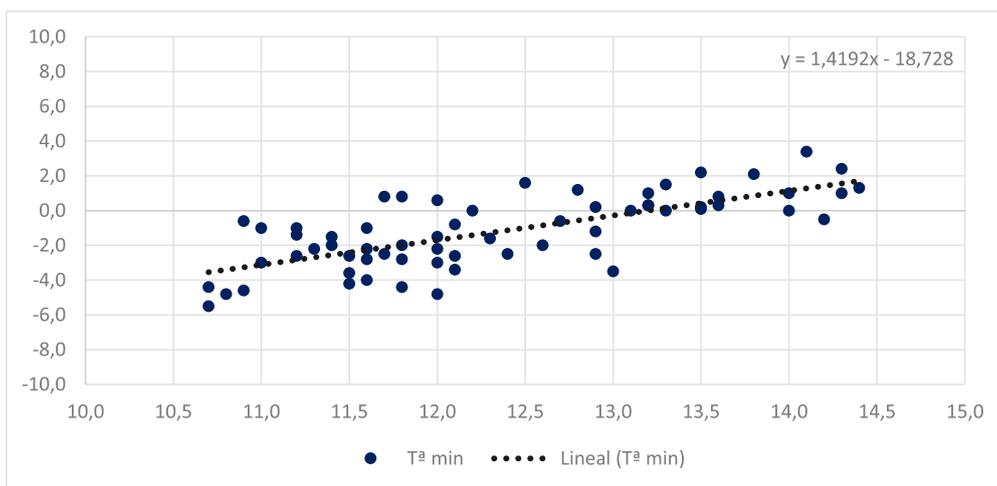


Gráfico 11: Regresión lineal de Temperatura mínima. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de AEMET.

Con el apoyo de:



Detección de cambios en la media y mediana: Usando la desviación acumulada (paramétrico).

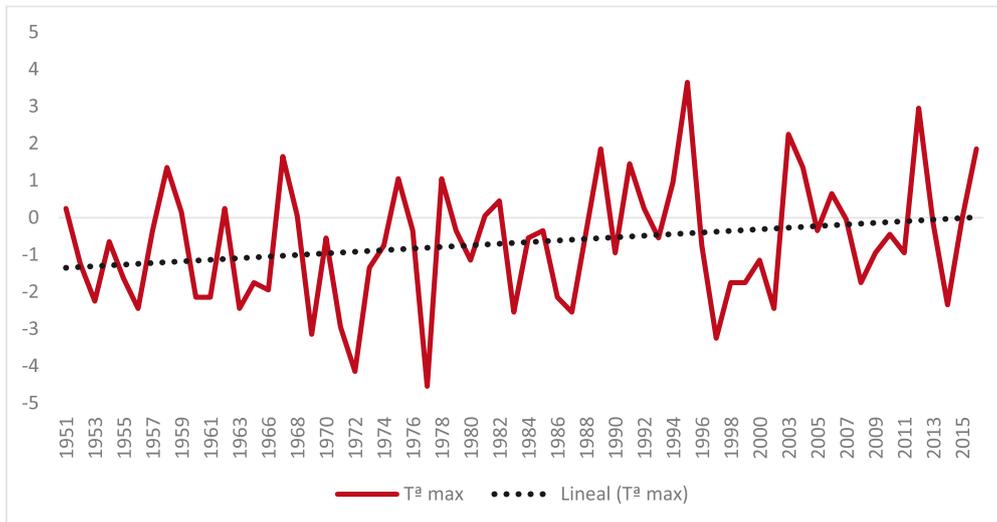


Gráfico 12: Desviación acumulada de las Temperaturas Máximas. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de AEMET.

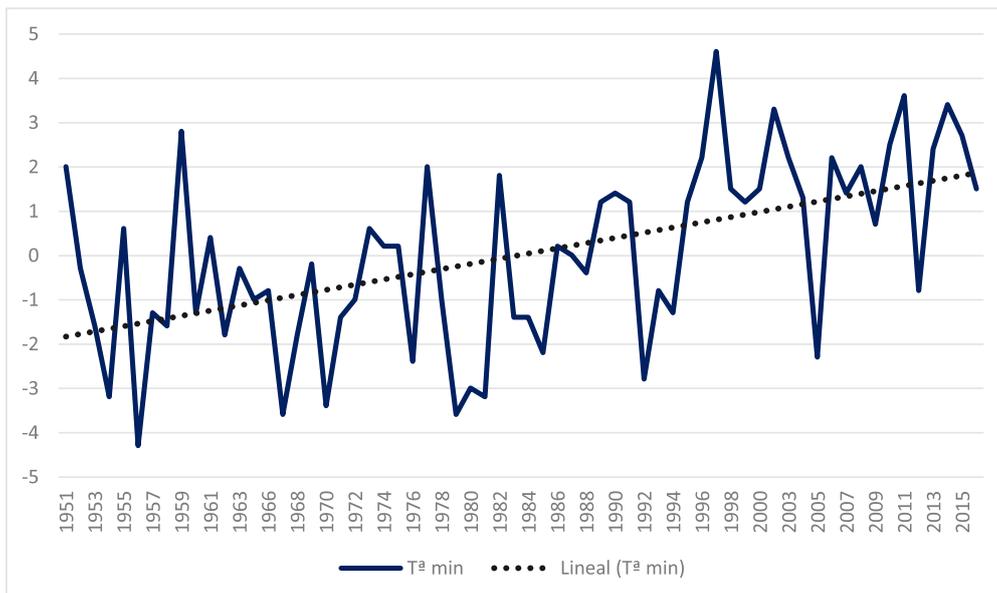


Gráfico 13: Desviación acumulada de la Temperatura Mínima. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de AEMET.

Como puede extraerse de todos los estadísticos empleados, los datos históricos de temperaturas del entorno de Carmona muestran una clara tendencia de crecimiento.

Con el apoyo de:



6.1.3.2 Precipitación anual

Durante el periodo elegido, 1951-2016, la precipitación media anual calculada particular de Carmona es de 575,79 mm. En este periodo de referencia, las irregulares épocas de lluvias muestran cómo se tiene una clara tendencia descendente, lo que influirá determinadamente en la menor disponibilidad de agua potable para el suministro municipal.

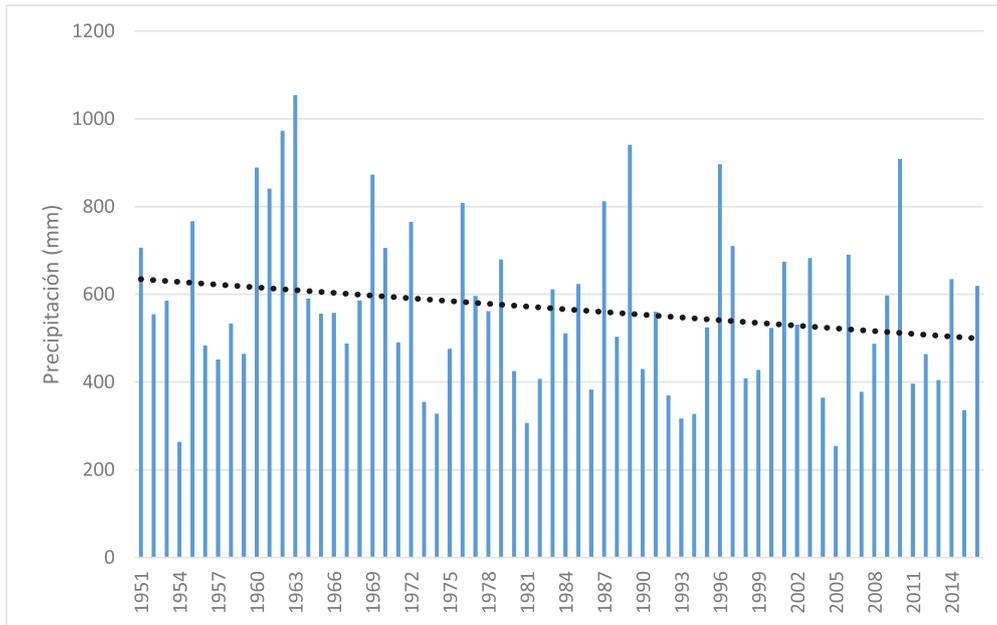


Gráfico 14: Serie de la precipitación anual (mm) para el período 1951-2016. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de AEMET.

Para años pluviométricos normales existen dos ciclos de lluvias: uno a finales de otoño y otro a finales de invierno, abarcando la estación seca los meses de julio y agosto, con menos del 1 % del total medio anual de precipitaciones. Es de destacar que la mayor parte de las mismas, el 85 % del total, se producen entre los meses comprendidos entre octubre y abril, siendo el otoño la estación más lluviosa.

La sequía estival, propia del clima de Carmona, se da en los meses comprendidos entre junio y agosto, presentando durante éstos un balance hídrico negativo, que es máximo en el mes de julio.

Teniendo en cuenta los días de lluvia (tan sólo el periodo 1986-2016, en el cual hay datos) así como los tormentosos (periodo completo) podemos advertir que hay una media de 96,73 días en los que llueve y 10 que sufren tormentas. En los gráficos a continuación puede estimarse la leve tendencia decreciente de los días tormentosos, dándose en general entre los meses de marzo-junio y septiembre-diciembre, y la pequeña subida del número de días de lluvia.

Con el apoyo de:



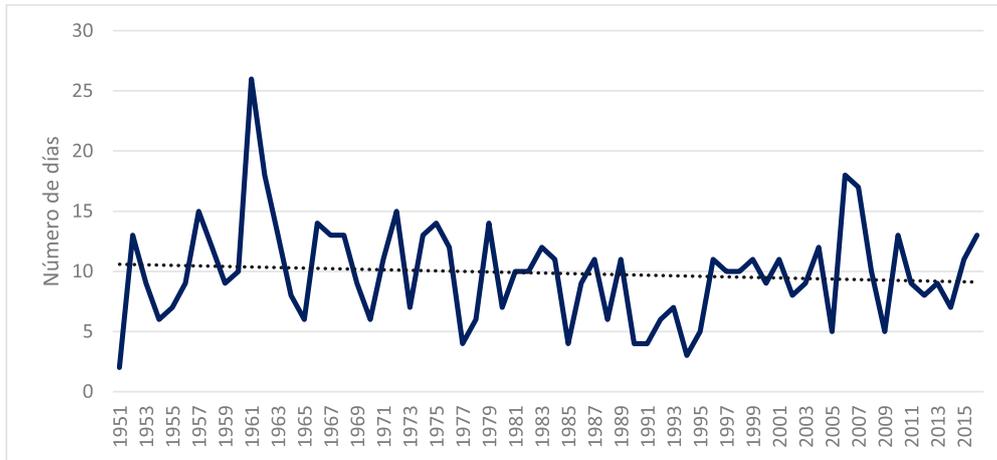


Gráfico 15: Serie de los días de tormenta anual para el período 1951-2016. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de AEMET.

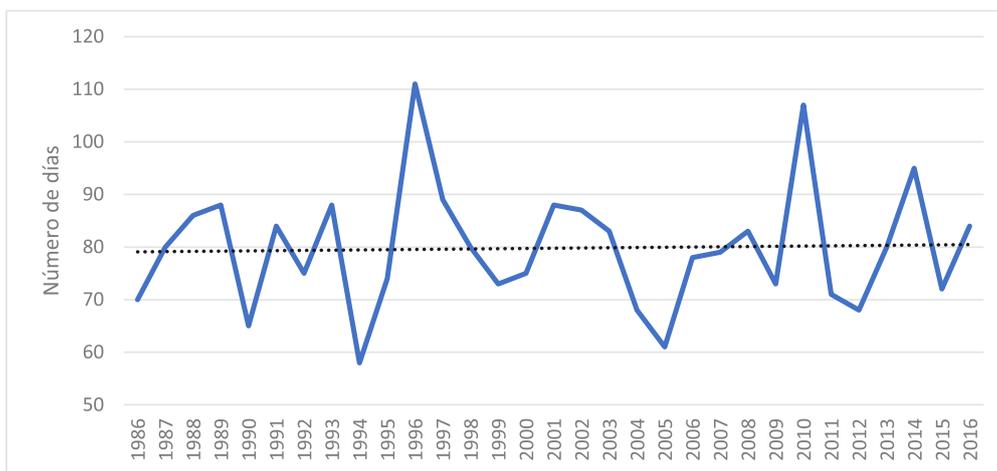


Gráfico 16: Serie de los días de lluvia anual para el período 1986-2016. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de AEMET.

Con el apoyo de:



6.1.3.3 Humedad anual

Equiparativamente a lo que ocurre con la precipitación, en el periodo de referencia los irregulares incrementos y detrimentos de los datos de humedad revelan la caída tendencial, con una media representativa del 62,59%, siendo mayor entre los meses de noviembre y febrero (época invernal). Este hecho contribuirá al crecimiento del riesgo de incendios, así como en mayores concentraciones de polvo en suspensión que perjudicará la salud de los habitantes: acentuando alergias, proliferando resfriados, produciendo inflamación ocular, asma y dolor de cabeza entre otras dolencias.

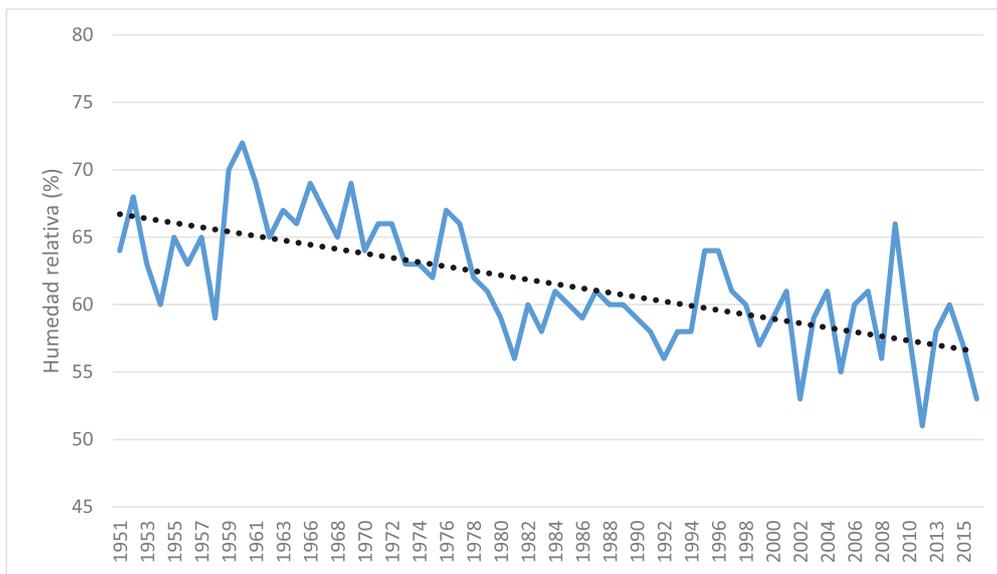


Gráfico 17: Serie de la humedad relativa anual (%) para el período 1951-2016. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de AEMET.

Asimismo, la alta conductividad térmica del agua facilita la rápida distribución y regulación del calor. Además, su alto calor específico, la convierte en un estupendo regulador y amortiguador de cambios térmicos, ya que, aunque acepte o ceda una gran cantidad de calor, su temperatura se modifica muy poco debido a esta capacidad para almacenar calor. Por ello la disminución sosegada de la humedad relativa hace que ante aumentos de temperatura se tenga una menor capacidad de aplacamiento de esta.

Con el apoyo de:



6.1.3.4 Viento

El régimen de vientos se caracteriza por una velocidad media anual, para el periodo 1960-2016, que se ha reducido muy levemente, oscilando entre los 9 y 13 km/h y una media para todo el periodo de 10,89. Los valores más altos son los de años más próximos a los 60 y los menores los de los más actuales.

Atendiendo a la dirección de procedencia de los vientos, primero debe tenerse en cuenta que lo que se mide es la componente horizontal de la velocidad del viento y siempre el origen desde el cual llega. La dirección se mide en grados, desde 0° (excluido) hasta 360° (incluido), girando en el sentido de las agujas del reloj en el plano horizontal visto desde arriba. Valores cercanos a 1° y 360° indican viento del norte, cercanos a 90° viento del este, 180° del sur y 270° del oeste. Entre estos valores tendremos el resto de direcciones: nordeste, sureste, suroeste y noroeste.

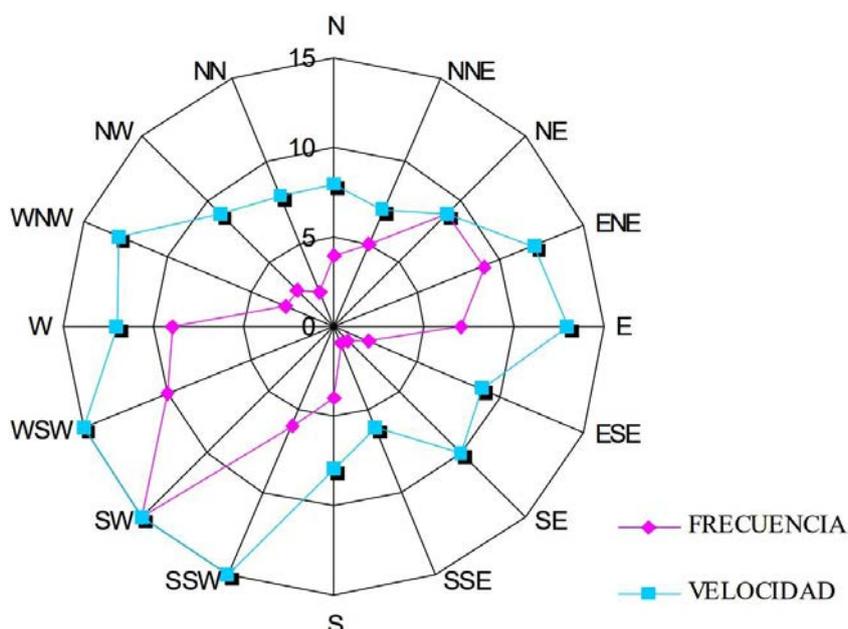


Ilustración 7: Rosa de los vientos de la estación meteorológica del Aeropuerto de San Pablo. (Velocidad en km/h. Frecuencia en %). Fuente: Centro meteorológico de Andalucía Occidental.

El análisis del viento en Carmona, resalta que la dirección predominante siempre ha sido de 23° Norte-Nordeste, para el periodo 1960-1986. Desde de ese año, el régimen de viento empieza a cambiar oscilando en el rango de 20° a 30°, manteniendo la orientación Norte-nordeste. Esas variaciones del periodo incluyen el incremento en el número de rachas provenientes del Norte, entre 6 y 10°, y recurrentemente del Este a 99° desde 2012.

Estos cambios son indicativos de los fenómenos vividos recientemente, y que han quedado registrados en el Sistema de Notificación de Observaciones Atmosféricas Singulares (SINOBAS) de AEMET, de formación de tornados en municipios vecinos de Mairena del Alcor el 4 de Noviembre de 2012 y en Alcalá de Guadaíra el 10 de Octubre de 2014 y 13 de Mayo de 2016.

A lo largo de todo el periodo 1960-2016 la velocidad media de estas rachas ha alcanzado los 18,55 m/s (66,78 km/h), si bien el valor más común ha sido de 17,5 m/s (63 km/h).

Con el apoyo de:

6.1.3.5 Cálculo de indicadores climáticos

El Informe “Generación de Escenarios de cambio Climático en Andalucía”, de la Fundación para la Investigación del Clima, cuenta con simulaciones de todo el siglo XXI para la comunidad, basadas en la utilización de dos MCGs diferentes, siguiendo la estrategia multimodelo clave del proyecto ENSEMBLES, que son:

- Modelo Alemán ECHAM4: 2.79° x 2.81°
- Modelo Canadiense CGCM2: 3.71° x 3.75°

Estos escenarios se presentan como la diferencia entre los valores promedio de las series obtenidas aplicando la metodología a las simulaciones del modelo para el periodo cuyos escenarios se presentan, y los valores promedio de las series obtenidas aplicando la metodología a las simulaciones del mismo MCG para el periodo de referencia. Este periodo de referencia ha sido 1960-1990 en el caso del modelo CGCM2 y 1990-2000 en el caso del modelo ECHAM4.

Temperaturas:

Se presentan las variaciones medias relativas para todas las décadas desde 2001 hasta 2100, como diferencia entre las temperaturas medias de cada década y la temperatura media del periodo de referencia, en grados Celsius.

Con el apoyo de:



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



20
AÑOS



| Mínima | | | | | |
|-------------------------|-----------|----------|--------------|---------------|---------------|
| Modelo | Escenario | Promedio | Percentil 5% | Percentil 95% | Percentil 50% |
| Década 2011-2020 | | | | | |
| CGCM2 | A2 | 0,75 | 0,54 | 0,93 | 0,76 |
| | B2 | 0,99 | 0,77 | 1,22 | 0,98 |
| ECHAM4 | A2 | 0,83 | 0,56 | 1,04 | 0,84 |
| | B2 | 0,21 | 0,06 | 0,34 | 0,22 |
| Década 2021-2030 | | | | | |
| CGCM2 | A2 | 1,20 | 0,90 | 1,51 | 1,18 |
| | B2 | 1,09 | 0,77 | 1,46 | 1,08 |
| ECHAM4 | A2 | 0,76 | 0,54 | 0,95 | 0,77 |
| | B2 | 0,91 | 0,63 | 1,16 | 0,92 |
| Década 2031-2040 | | | | | |
| CGCM2 | A2 | 1,40 | 1,08 | 1,68 | 1,40 |
| | B2 | 1,40 | 1,10 | 1,74 | 1,38 |
| ECHAM4 | A2 | 1,14 | 0,84 | 1,39 | 1,15 |
| | B2 | 1,19 | 0,88 | 1,45 | 1,20 |
| Década 2041-2050 | | | | | |
| CGCM2 | A2 | 1,57 | 1,20 | 1,93 | 1,55 |
| | B2 | 1,50 | 1,14 | 1,88 | 1,49 |
| ECHAM4 | A2 | 1,70 | 1,26 | 2,12 | 1,72 |
| | B2 | 1,41 | 1,05 | 1,75 | 1,43 |
| Década 2051-2060 | | | | | |
| CGCM2 | A2 | 2,11 | 1,61 | 2,60 | 2,08 |
| | B2 | 1,89 | 1,46 | 2,35 | 1,85 |
| ECHAM4 | A2 | 2,11 | 1,60 | 2,60 | 2,13 |
| | B2 | 1,83 | 1,39 | 2,26 | 1,86 |
| Década 2061-2070 | | | | | |
| CGCM2 | A2 | 2,61 | 1,98 | 3,26 | 2,62 |
| | B2 | 1,83 | 1,41 | 2,22 | 1,82 |
| ECHAM4 | A2 | 2,61 | 1,92 | 3,22 | 2,64 |
| | B2 | 1,95 | 1,40 | 2,42 | 2,01 |
| Década 2071-2080 | | | | | |
| CGCM2 | A2 | 2,87 | 2,19 | 3,51 | 2,85 |
| | B2 | 2,05 | 1,57 | 2,53 | 2,04 |
| ECHAM4 | A2 | 3,20 | 2,44 | 3,99 | 3,23 |
| | B2 | 2,32 | 1,72 | 2,84 | 2,35 |
| Década 2081-2090 | | | | | |
| CGCM2 | A2 | 3,43 | 2,55 | 4,22 | 3,46 |
| | B2 | 2,39 | 1,84 | 2,91 | 2,39 |
| ECHAM4 | A2 | 3,73 | 2,81 | 4,61 | 3,76 |
| | B2 | 2,50 | 1,84 | 3,10 | 2,53 |
| Década 2091-2100 | | | | | |
| CGCM2 | A2 | 3,85 | 2,95 | 4,84 | 3,85 |
| | B2 | 2,40 | 1,83 | 2,93 | 2,39 |
| ECHAM4 | A2 | 4,06 | 2,97 | 5,11 | 4,11 |
| | B2 | 2,86 | 2,14 | 3,54 | 2,89 |

Tabla 12: Escenarios de temperatura mínima por décadas para el periodo 2011-2100. Fuente: Informe “Generación de Escenarios de cambio Climático en Andalucía”, Fundación para la Investigación del Clima (FIC).

Con el apoyo de:



MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



20
AÑOS



| Máxima | | | | | |
|-------------------------|-----------|----------|--------------|---------------|---------------|
| Modelo | Escenario | Promedio | Percentil 5% | Percentil 95% | Percentil 50% |
| Década 2011-2020 | | | | | |
| CGCM2 | A2 | 0,95 | 0,64 | 1,17 | 0,98 |
| | B2 | 1,21 | 0,87 | 1,52 | 1,23 |
| ECHAM4 | A2 | 1,05 | 0,58 | 1,38 | 1,09 |
| | B2 | 0,32 | 0,10 | 0,50 | 0,35 |
| Década 2021-2030 | | | | | |
| CGCM2 | A2 | 1,59 | 1,12 | 2,01 | 1,63 |
| | B2 | 1,55 | 1,10 | 1,95 | 1,57 |
| ECHAM4 | A2 | 0,94 | 0,60 | 1,20 | 0,98 |
| | B2 | 1,30 | 0,74 | 1,70 | 1,32 |
| Década 2031-2040 | | | | | |
| CGCM2 | A2 | 1,69 | 1,23 | 2,06 | 1,73 |
| | B2 | 1,87 | 1,31 | 2,32 | 1,91 |
| ECHAM4 | A2 | 2,21 | 1,31 | 2,82 | 2,29 |
| | B2 | 1,87 | 1,17 | 2,39 | 1,94 |
| Década 2041-2050 | | | | | |
| CGCM2 | A2 | 2,05 | 1,46 | 2,47 | 2,10 |
| | B2 | 1,97 | 1,39 | 2,43 | 2,00 |
| ECHAM4 | A2 | 2,21 | 1,31 | 2,82 | 2,29 |
| | B2 | 1,87 | 1,17 | 2,39 | 1,94 |
| Década 2051-2060 | | | | | |
| CGCM2 | A2 | 2,75 | 1,92 | 3,38 | 2,84 |
| | B2 | 2,48 | 1,71 | 3,02 | 2,56 |
| ECHAM4 | A2 | 2,77 | 1,63 | 3,53 | 2,86 |
| | B2 | 2,48 | 1,49 | 3,17 | 2,56 |
| Década 2061-2070 | | | | | |
| CGCM2 | A2 | 3,50 | 2,32 | 4,31 | 3,63 |
| | B2 | 2,39 | 1,71 | 2,93 | 2,45 |
| ECHAM4 | A2 | 3,40 | 0,21 | 4,32 | 3,53 |
| | B2 | 2,58 | 1,57 | 3,31 | 2,66 |
| Década 2071-2080 | | | | | |
| CGCM2 | A2 | 3,84 | 2,69 | 4,74 | 3,97 |
| | B2 | 2,74 | 1,93 | 3,36 | 2,83 |
| ECHAM4 | A2 | 4,23 | 2,57 | 5,40 | 4,37 |
| | B2 | 3,01 | 1,8 | 3,83 | 3,09 |
| Década 2081-2090 | | | | | |
| CGCM2 | A2 | 4,59 | 3,08 | 5,63 | 4,74 |
| | B2 | 3,13 | 2,17 | 3,85 | 3,23 |
| ECHAM4 | A2 | 4,77 | 2,97 | 6,01 | 4,92 |
| | B2 | 3,32 | 1,96 | 4,24 | 3,45 |
| Década 2091-2100 | | | | | |
| CGCM2 | A2 | 5,28 | 3,50 | 6,53 | 5,47 |
| | B2 | 3,15 | 2,29 | 3,86 | 3,24 |
| ECHAM4 | A2 | 5,40 | 3,30 | 6,92 | 5,60 |
| | B2 | 3,79 | 2,28 | 4,83 | 3,94 |

Tabla 13: Escenarios de temperatura máxima por décadas en el periodo 2011-2100 Fuente: Informe “Generación de Escenarios de cambio Climático en Andalucía”, Fundación para la Investigación del Clima (FIC).

Con el apoyo de:



Precipitación:

Se presentan las variaciones medias relativas para tres treintenas 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100, como porcentaje de variación de la precipitación media de cada treintena con respecto a la media del periodo de referencia del modelo.

A continuación se presentan tablas resumen con los cambios simulados, para cada treintena, para los dos modelos y para los dos escenarios de emisiones (A2 y B2). Se exponen los datos anuales del promedio de la variación media relativa (en %), y los percentiles 5%, 95% y 50% (en %).

| Máxima | | | | | |
|----------------------------|-----------|----------|--------------|---------------|---------------|
| Modelo | Escenario | Promedio | Percentil 5% | Percentil 95% | Percentil 50% |
| Treintena 2011-2040 | | | | | |
| CGCM2 | A2 | -0,26 | -4,94 | 6,99 | -0,88 |
| | B2 | -10,07 | -17,51 | -4,06 | -9,74 |
| ECHAM4 | A2 | 2,95 | -5,16 | 11,75 | 2,73 |
| | B2 | -9,82 | -19,02 | 5,73 | -11,27 |
| Treintena 2041-2070 | | | | | |
| CGCM2 | A2 | -8,14 | -13,48 | -0,54 | -8,79 |
| | B2 | -3,90 | -8,11 | 0,65 | -3,94 |
| ECHAM4 | A2 | -6,90 | -16,11 | 3,76 | -7,28 |
| | B2 | -8,52 | -17,48 | 7,10 | -10,30 |
| Treintena 2071-2100 | | | | | |
| CGCM2 | A2 | -18,99 | -28,06 | -0,25 | -21,03 |
| | B2 | -10,36 | -16,23 | -4,23 | -10,54 |
| ECHAM4 | A2 | -7,05 | -18,89 | 5,37 | -7,31 |
| | B2 | -12,65 | -21,34 | 2,42 | -13,96 |

Tabla 14: Escenarios de precipitaciones por treintenas para el periodo 2011-2100. Fuente: Informe “Generación de Escenarios de cambio Climático en Andalucía”, Fundación para la Investigación del Clima (FIC).

Como se puede observar, los valores de los cambios previstos son casi siempre inferiores a los errores medios obtenidos en la verificación, por lo que estos cambios no son lo suficientemente significativos.

El escenario B2 presenta un cambio mayor en las primeras décadas (especialmente en temperatura máxima), pero claramente menor en las siguientes. Los cambios de temperatura que se han venido considerando inasumibles, de 2°C, aparecen en estos escenarios en las décadas de 2041 a 2050 para la máxima, y 2051 a 2060 para la mínima, en el escenario A2, y ligeramente más tarde en el escenario B2.

En términos generales, se espera un aumento progresivo de las temperaturas; más las temperaturas máximas que las mínimas. En el 2050 se espera un aumento medio de 1,7°C en las mínimas y 2,2°C en las máximas. En el año 2100 las mínimas podrían aumentar 4°C y las máximas 5,4. Las áreas que sufrirán un mayor aumento serán las áreas de montaña donde se prevén para 2100 aumentos de más 6°C en las temperaturas mínimas y más de 8°C en las máximas.

En cuanto a las precipitaciones aumentarán un 3% en el primer tercio del siglo XXI y después descenderán hasta un 7%. Son especialmente significativos los descensos en la cuenca alta del Guadalquivir y en la Cuenca Atlántica Andaluza, con descensos superiores al 20%.

Con el apoyo de:



A continuación pasaremos a analizar las diferentes variables climáticas en la situación futura a nivel más local, apoyándonos en la información meteorológica que está disponible en la plataforma Adaptecca.

6.1.3.6 Proyecciones de temperatura

Una vez se ha desarrollado la metodología de análisis para evaluar los modelos regionales, puede extractarse de los resultados obtenidos que, para el municipio de Carmona, durante el periodo futuro (2018-2100), el rango de variación de las temperaturas mínimas se encuentra entre $-0,57^{\circ}\text{C}$ y los $6,88^{\circ}\text{C}$, y en máximas se encuentra entre $0,42^{\circ}\text{C}$ y $7,26^{\circ}\text{C}$, para ambos a lo largo de todo el periodo y dependiendo del modelo de Trayectoria de Concentración Representativa (en adelante RCP, siglas en inglés de Representative Concentration Pathways), con una desviación estándar respecto a la media de $1,28^{\circ}\text{C}$, en ambos casos.

Igualmente al análisis de la situación precedente, los atributos climáticos analizados son los cambios en los grados centígrados de las temperaturas máximas y mínimas, el **número de días cálidos (DC)**, como el cambio en el número de días con temperatura máxima superior al percentil 90 del periodo de referencia, y el **número de días helada (DH)**, como el cambio en el número de días con temperatura mínima inferior a 0°C . Todos los cambios están expresados en días respecto al periodo de referencia.

Seguidamente, se puede apreciar el aumento prácticamente continuo, década a década, tanto en las temperaturas máximas como en el número de los días cálidos para todos los RCPs. En relación a la temperatura máxima este aumento se verá incrementado, desde la situación de partida en 2021, variando entre los $1,62^{\circ}\text{C}$ del RCP 4.5 y los $4,64^{\circ}\text{C}$ del RCP 8.5 más hasta finales del siglo. En cuanto al número de días cálidos su cuantía crecerá difiriendo entre los 22 días más del RCP 4.5 y los 63 del RCP 8.5.

| Índices | Periodo | Media Conjunta | | | Desviación típica conjunta |
|----------------------|-----------|----------------|---------|---------|----------------------------|
| | | RCP 4.5 | RCP 6.0 | RCP 8.5 | |
| Tª máxima | 2021-2030 | 1,43 | 1,35 | 1,69 | 0,18 |
| | 2031-2040 | 1,87 | 1,54 | 2,13 | 0,30 |
| | 2041-2050 | 2,16 | 2,06 | 2,75 | 0,37 |
| | 2051-2060 | 2,43 | 2,38 | 3,46 | 0,61 |
| | 2061-2070 | 2,63 | 2,71 | 4,21 | 0,89 |
| | 2071-2080 | 2,86 | 3,08 | 4,86 | 1,10 |
| | 2081-2090 | 2,97 | 3,60 | 5,55 | 1,34 |
| | 2091-2100 | 3,05 | 4,00 | 6,33 | 1,69 |
| Nº días cálidos (DC) | 2021-2030 | 74,59 | 77,58 | 74,68 | 1,70 |
| | 2031-2040 | 79,51 | 81,44 | 80,71 | 0,97 |
| | 2041-2050 | 85,49 | 86,74 | 89,19 | 1,88 |
| | 2051-2060 | 87,92 | 91,75 | 98,81 | 5,53 |
| | 2061-2070 | 91,72 | 96,81 | 108,18 | 8,43 |
| | 2071-2080 | 94,16 | 104,36 | 117,34 | 11,62 |
| | 2081-2090 | 94,55 | 112,03 | 127,80 | 16,63 |
| | 2091-2100 | 96,62 | 117,57 | 138,01 | 20,69 |

Tabla 15: Medias de proyecciones de temperaturas máximas anuales y de días cálidos para las distintas RCPs en el periodo 2021-2100. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Adaptecca.

Con el apoyo de:



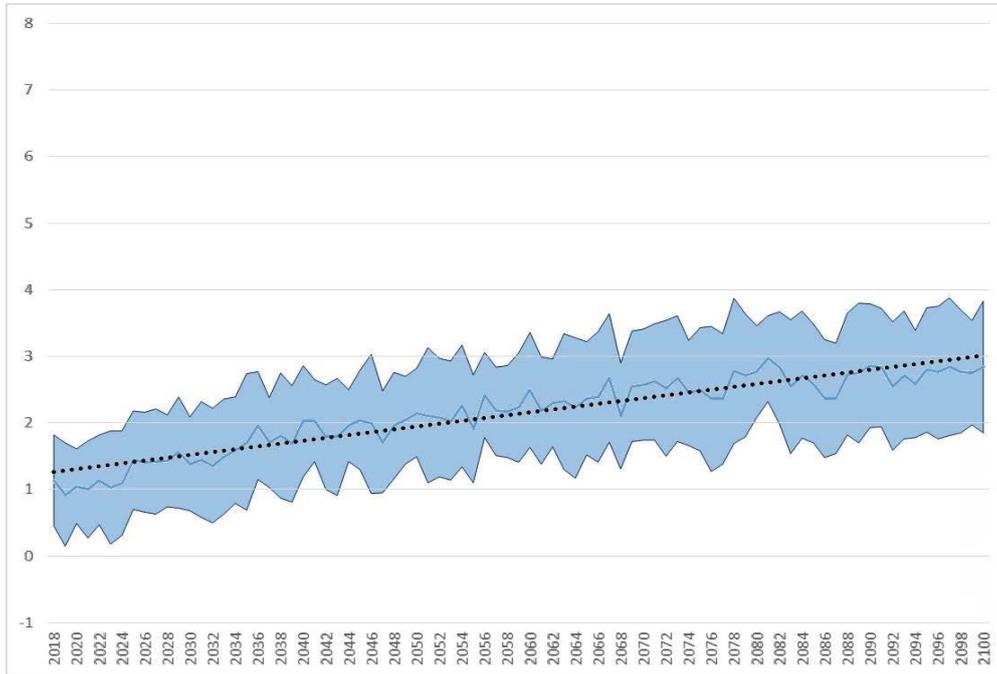


Gráfico 18: Proyecciones de temperatura máxima anual. RCP 4.5. Periodo 2018-2100. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Adaptecca.

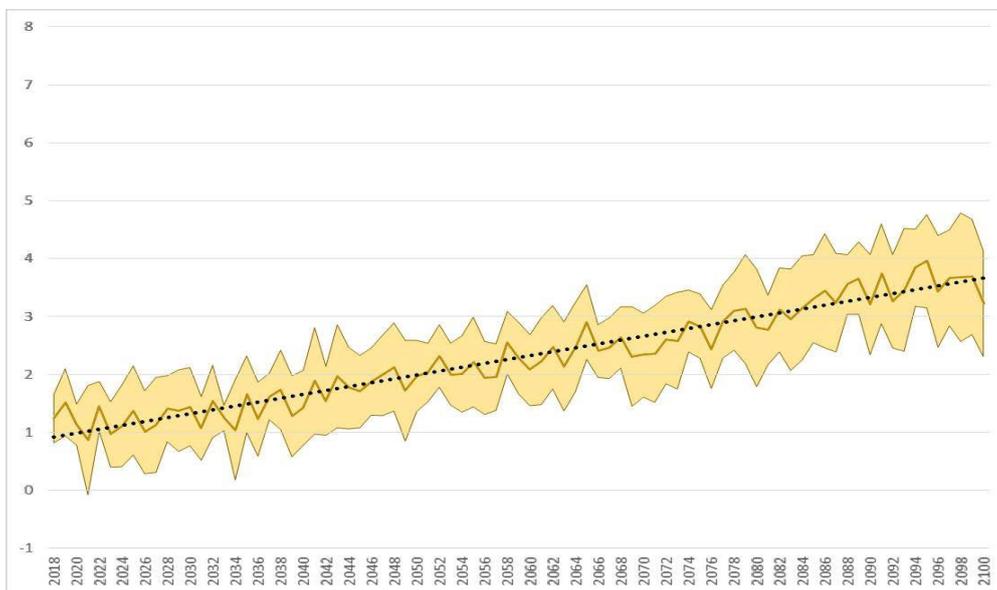


Gráfico 19: Proyecciones de temperatura máxima anual. RCP 6.0. Periodo 2018-2100. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Adaptecca.

Con el apoyo de:



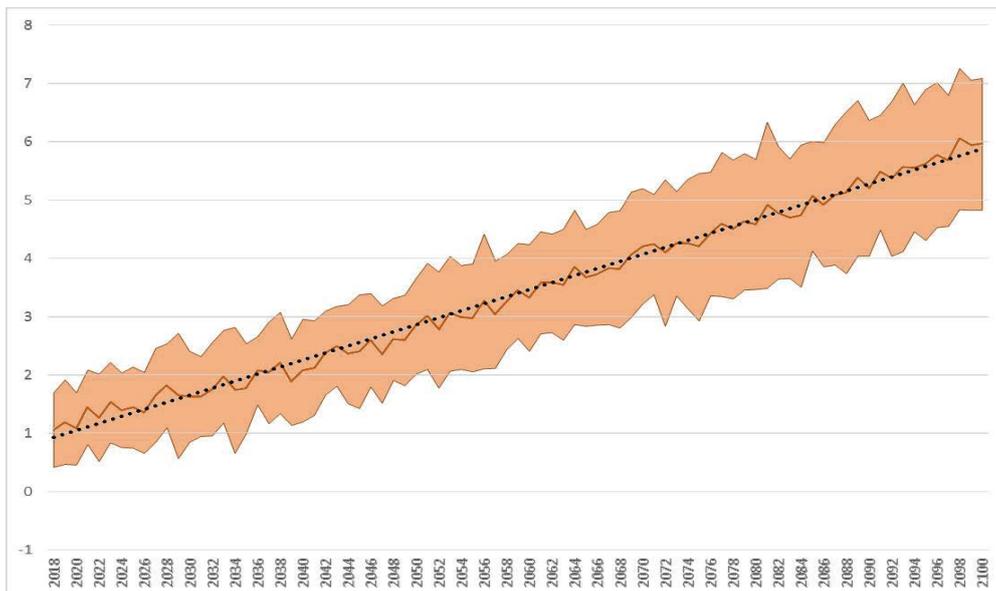


Gráfico 20. Proyecciones de temperatura máxima anual. RCP 8.5. Periodo 2018-2100. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Adapteca.

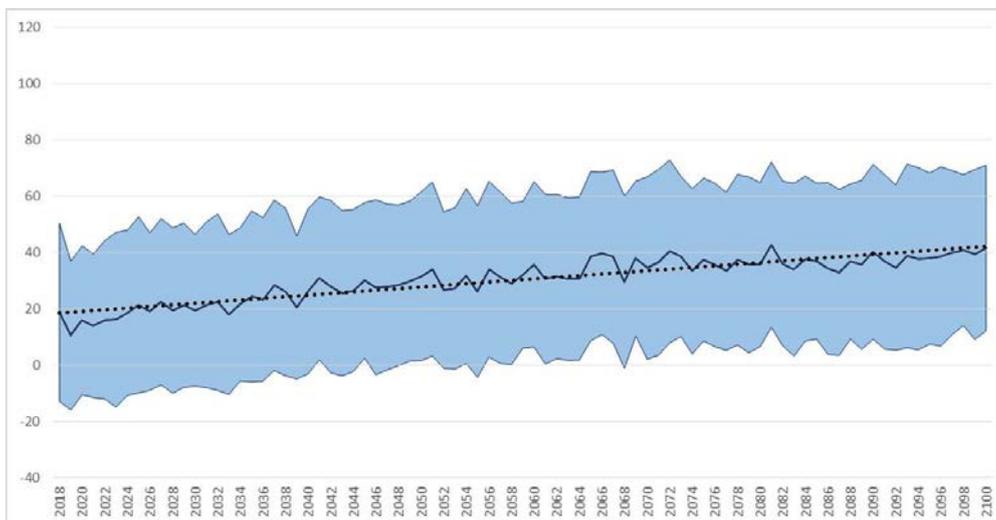


Gráfico 21: Proyecciones de días cálidos anuales. RCP 4.5. Periodo 2018-2100. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Adapteca.

Con el apoyo de:



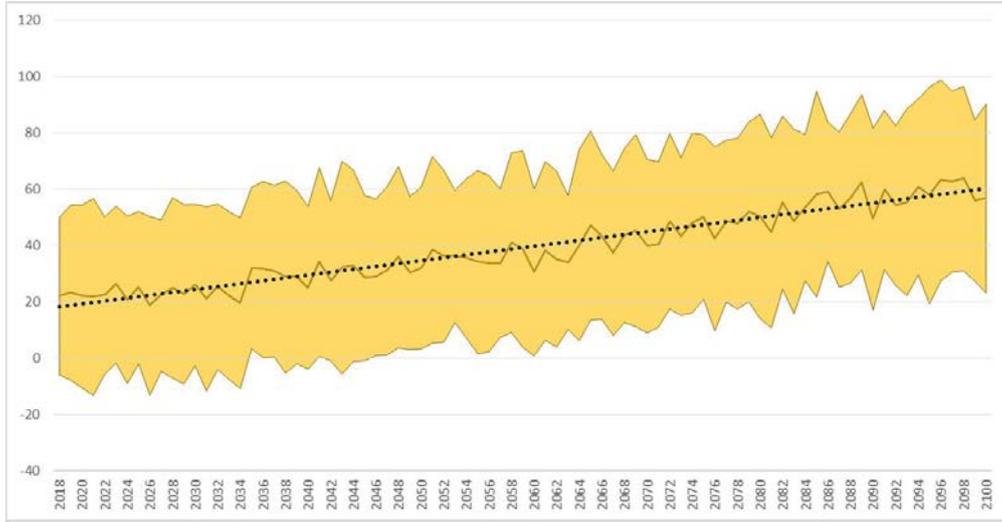


Gráfico 22: Proyecciones de días cálidos anuales. RCP 6.0. Periodo 2018-2100. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Adaptecca.

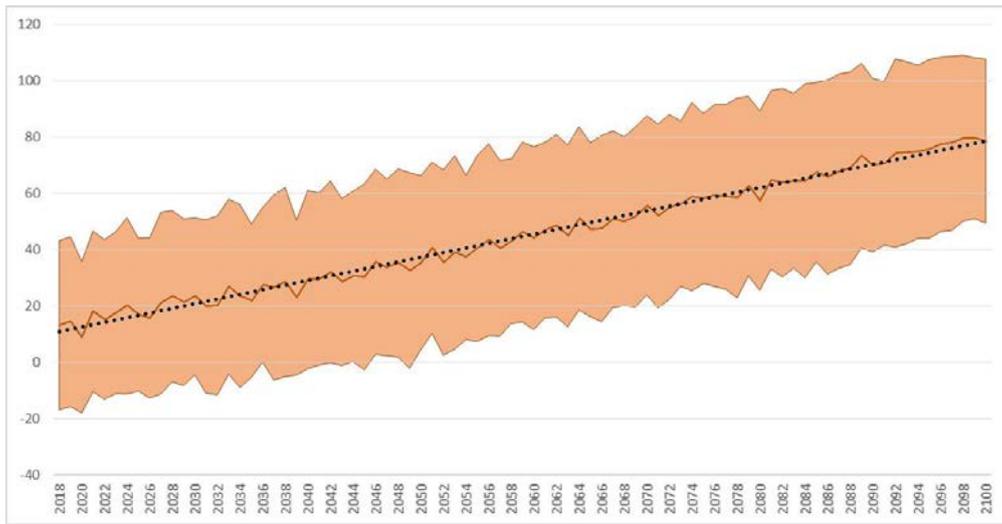


Gráfico 23: Proyecciones de días cálidos anuales. RCP 8.5. Periodo 2018-2100. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Adaptecca.

Con el apoyo de:



Explicado el escenario de temperaturas máximas, en la siguiente tabla se puede observar el aumento, decenio a decenio, de las temperaturas mínimas así como del descenso en el número de días de helada, igualmente en todos los RCPs.

Las temperaturas mínimas aumentarán oscilando entre los 1,35°C del RCP 4.5 y los 3,87°C del RCP 8.5 añadidos a la situación inicial desde 2021 hasta 2100. Con respecto al número de días helada su cantidad decrecerá variando entre los casi 6 del RCP 4.5 y los 76,78 del RCP 8.5.

| Índices | Periodo | Media Conjunta | | | Desviación típica conjunta |
|----------------------------|-----------|----------------|---------|---------|----------------------------|
| | | RCP 4.5 | RCP 6.0 | RCP 8.5 | |
| Tª mínima | 2021-2030 | 1,16 | 1,08 | 1,73 | 0,35 |
| | 2031-2040 | 1,52 | 1,32 | 2,13 | 0,42 |
| | 2041-2050 | 1,76 | 1,69 | 2,57 | 0,49 |
| | 2051-2060 | 1,95 | 2,00 | 3,23 | 0,72 |
| | 2061-2070 | 2,18 | 2,26 | 3,83 | 0,93 |
| | 2071-2080 | 2,37 | 2,46 | 4,41 | 1,16 |
| | 2081-2090 | 2,45 | 2,99 | 5,00 | 1,34 |
| | 2091-2100 | 2,51 | 3,18 | 5,60 | 1,62 |
| Nº días helada (DH) | 2021-2030 | 328,56 | 352,70 | 336,46 | 12,31 |
| | 2031-2040 | 323,09 | 348,05 | 329,02 | 13,04 |
| | 2041-2050 | 316,97 | 341,30 | 320,31 | 13,19 |
| | 2051-2060 | 313,17 | 334,35 | 308,04 | 13,95 |
| | 2061-2070 | 308,59 | 327,58 | 296,44 | 15,70 |
| | 2071-2080 | 305,50 | 322,00 | 285,75 | 18,15 |
| | 2081-2090 | 304,30 | 311,42 | 274,96 | 19,33 |
| | 2091-2100 | 302,58 | 308,18 | 259,68 | 26,53 |

Tabla 16: Medias de proyecciones de temperaturas mínimas anuales y días de helada para las distintas RCPs en el periodo 2021-2100. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Adapteca.

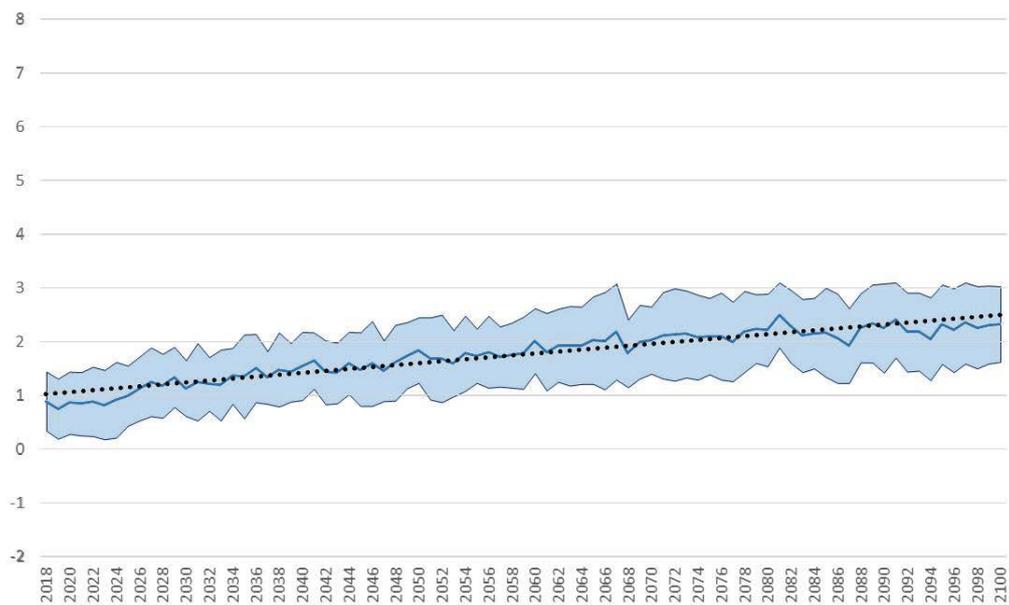


Gráfico 24: Proyecciones de Temperatura Mínima Anual. RCP 4.5. Periodo 2018-2100. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Adaptecca.

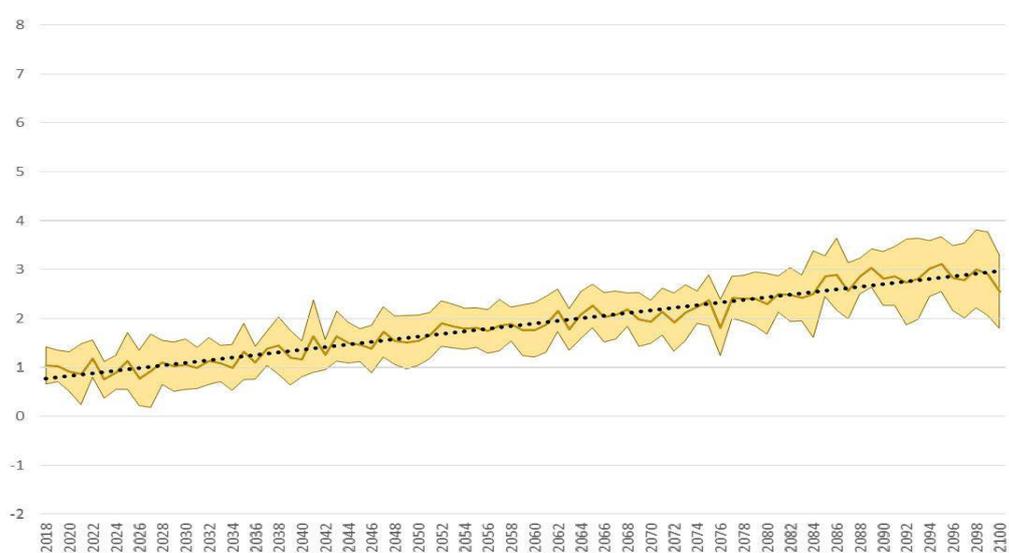


Gráfico 25: Proyecciones de Temperatura Mínima Anual. RCP 6.0. Periodo 2018-2100. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Adaptecca.

Con el apoyo de:



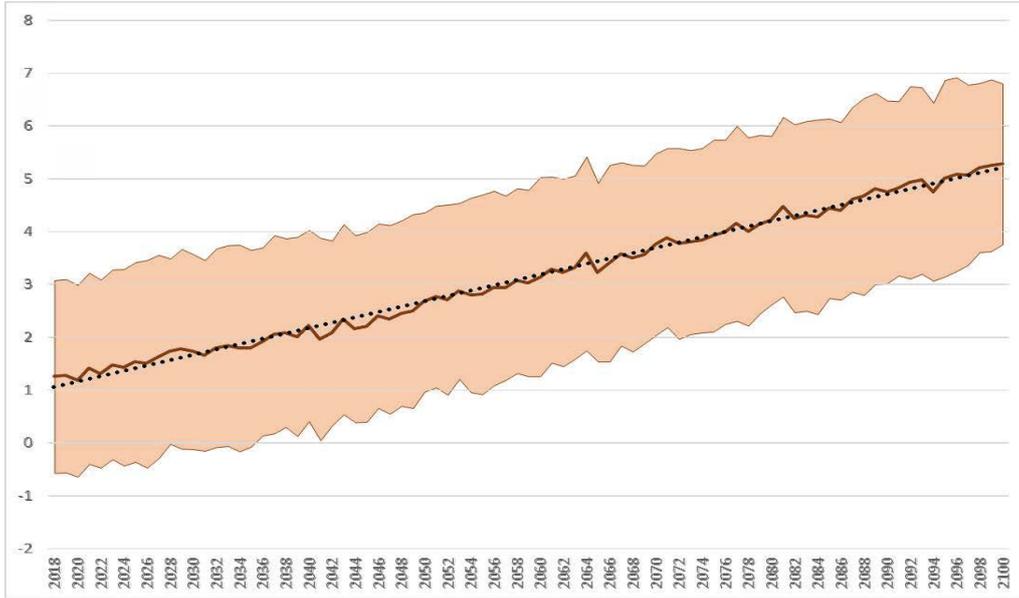


Gráfico 26: Proyecciones de Temperatura Mínima Anual RCP 8.5. Período 2018-2100. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Adaptecca.

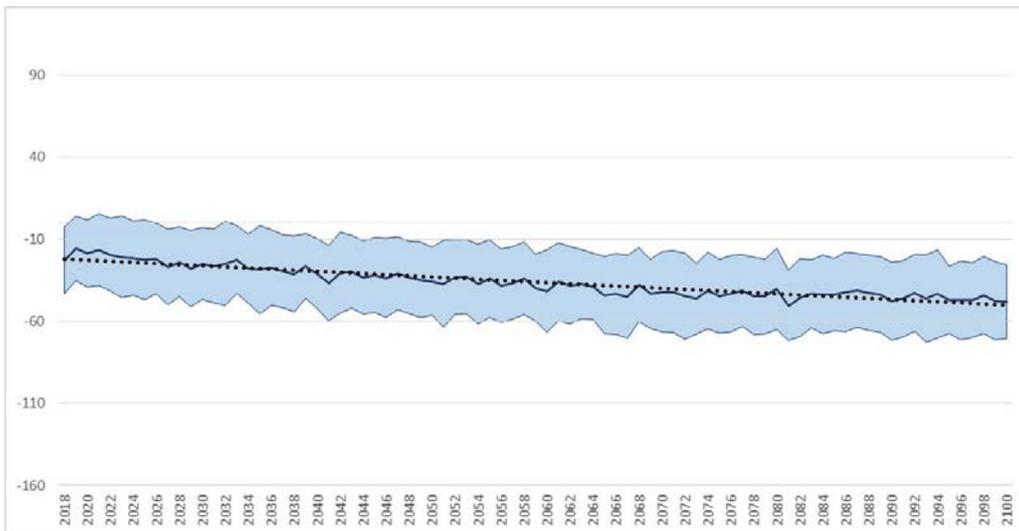


Gráfico 27: Proyección de días de Helada Anuales. RCP 4.5. Período 2018-2100. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Adaptecca.

Con el apoyo de:



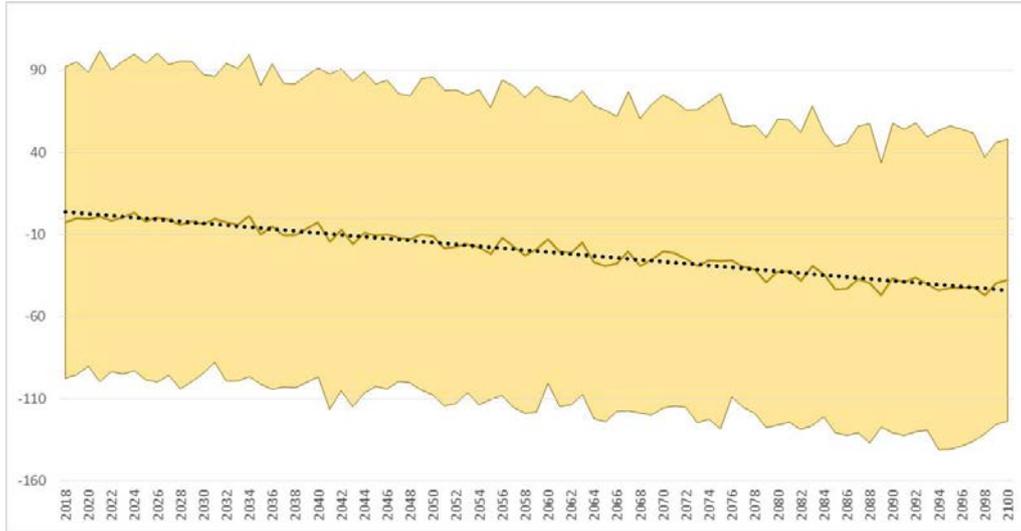


Gráfico 28: Proyección de días de Helada Anuales. RCP 6.0. Periodo 2018-2100. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Adaptecca.

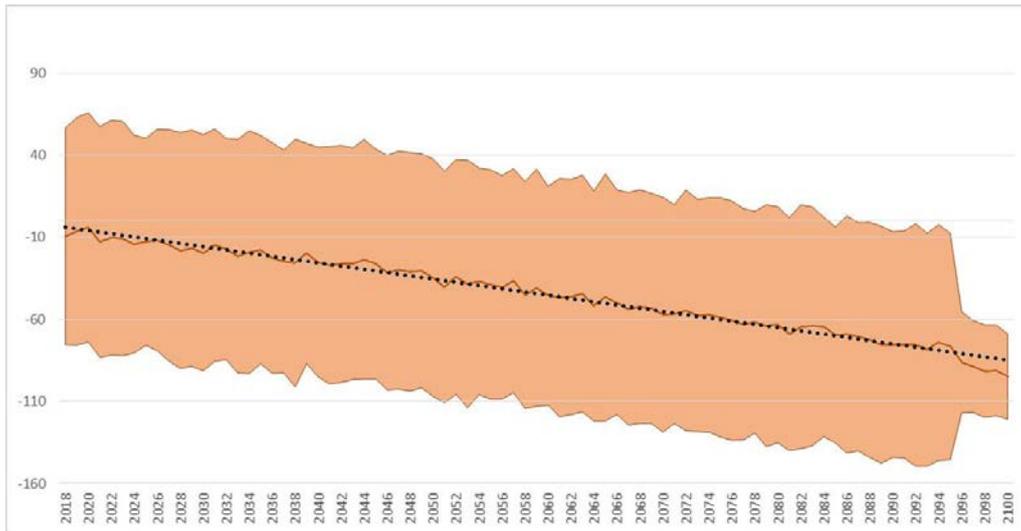


Gráfico 29: Proyección de días de Helada Anuales. RCP 8.5. Periodo 2018-2100. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Adaptecca.

De forma similar al periodo diurno, es necesario atender a las variaciones que se tendrán en las noches. Al sufrir altas temperaturas diurnas y no disminuir estas en la noche, la fatiga se incrementa y se reduce la capacidad de recuperación. Esto es debido a la afectación del ritmo normal del sueño, trastornándolo cuando la temperatura de supera los 26°C, variando las horas de descanso nocturno, y produciendo cansancio e irritabilidad, además de otras consecuencias fisiológicas de la privación del sueño.

El **número de noches cálidas (NC)**, definido como el cambio en el número de noches con temperatura mínima superior al percentil 90 del periodo de referencia, aumentarán su cantidad oscilando entre las 25,96 del RCP 4.5 y los 70,23 del RCP 8.5 a lo largo del periodo comprendido entre 2021 y 2100. Ello supondrá un incremento en el porcentaje representativo en un año que estará comprendido entre el 0,07% del RCP 4.5 y el 0,2% del RCP 8.5 para el periodo 2021-2100.

| Periodo | Media de días con noches cálidas | | | | | | Desviación típica conjunta |
|-----------|----------------------------------|---------------|---------|---------------|---------|---------------|----------------------------|
| | RCP 4.5 | % días al año | RCP 6.0 | % días al año | RCP 8.5 | % días al año | |
| 2021-2030 | 77,11 | 21,13 | 79,98 | 21,91 | 82,11 | 22,50 | 2,51 |
| 2031-2040 | 82,63 | 22,64 | 84,67 | 23,20 | 89,61 | 24,55 | 3,59 |
| 2041-2050 | 88,70 | 24,30 | 91,38 | 25,04 | 98,26 | 26,92 | 4,93 |
| 2051-2060 | 92,55 | 25,36 | 98,38 | 26,95 | 110,59 | 30,30 | 9,21 |
| 2061-2070 | 97,08 | 26,60 | 105,10 | 28,79 | 122,40 | 33,53 | 12,94 |
| 2071-2080 | 100,23 | 27,46 | 110,73 | 30,34 | 132,88 | 36,40 | 16,67 |
| 2081-2090 | 101,37 | 27,77 | 121,26 | 33,22 | 143,61 | 39,35 | 21,13 |
| 2091-2100 | 103,07 | 28,24 | 124,48 | 34,10 | 152,34 | 41,74 | 24,71 |

Tabla 17: Medias de noches cálidas para las distintas RCP's en el periodo 2021-2100. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Adapteca.

Con el apoyo de:



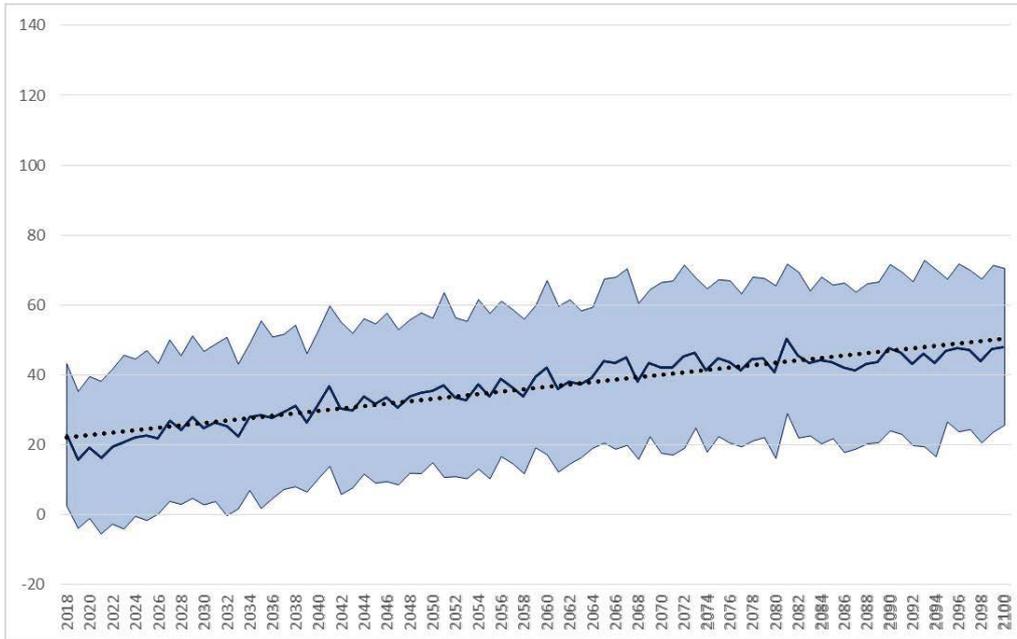


Gráfico 30: Proyección de Noches Cálidas Anuales. RCP 4.5. Periodo 2018-2100.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Adaptecca.

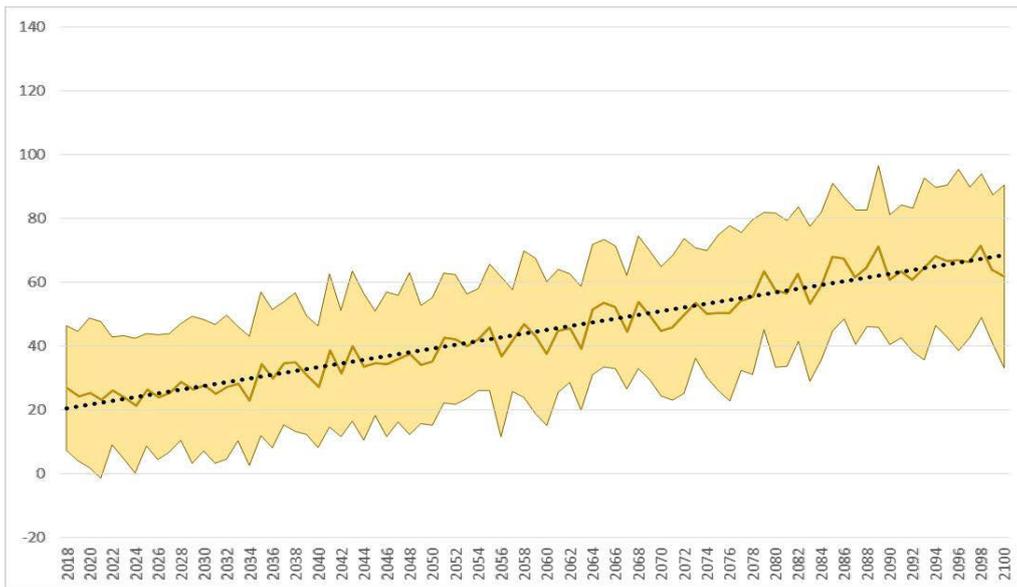


Gráfico 31: Proyección de Noches Cálidas Anuales. RCP 6.0. Periodo 2018-2100.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Adaptecca.

Con el apoyo de:



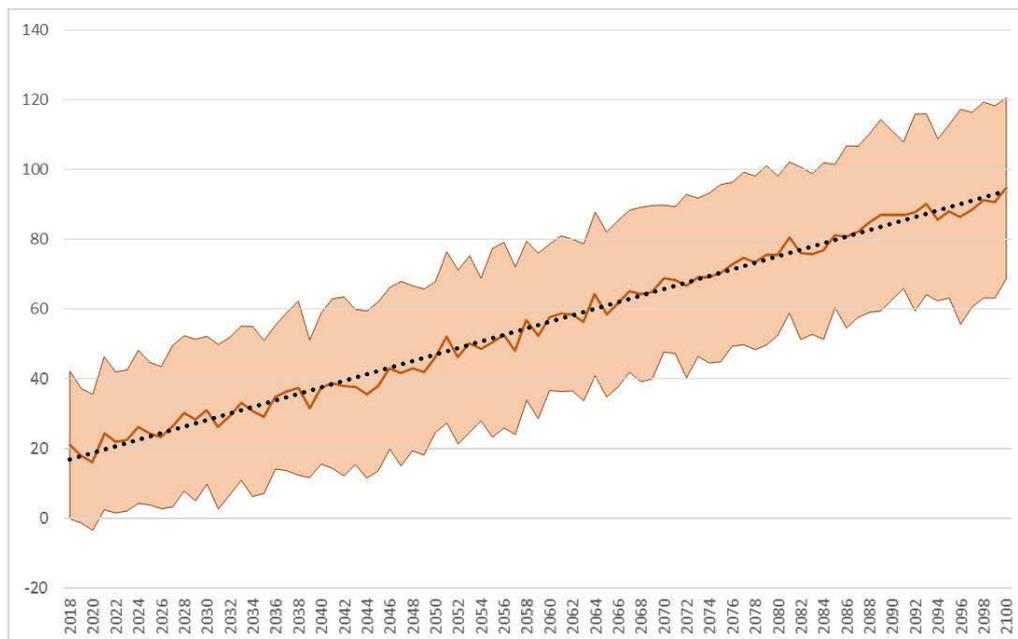


Gráfico 32: Proyección de Noches Cálidas Anuales RCP 8.5. Período 2018-2100. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Adaptecca.

De igual manera, las variaciones de temperatura expuestas también inciden sobre la duración y la frecuencia de las olas de calor. La duración de olas de calor (DOC) supone el cambio en el número de días de la ola de calor más larga, definiéndose estas como al menos 5 días consecutivos con temperatura máxima superior al percentil 90 del periodo de referencia. La variación en el número de días de duración de olas de calor estará comprendida entre los 4,28 del RCP 4.5 y los 13,38 del RCP 6.0 para el intervalo 2021 hasta 2100, suponiendo un aumento de un 1,17-3,66% en los días de un año para ese periodo (Si bien los datos aportados por Adaptecca para el RCP 8.5 parecen no ser tan consistentes como en el resto de los precedentes aportados).

| Período | Media de días de duración de las olas de calor | | | | | |
|-----------|--|---------------|---------|---------------|-----------|---------------|
| | RCP 4.5 | % días al año | RCP 6.0 | % días al año | RCP 8.5 | % días al año |
| 2021-2030 | 4,55 | 1,25 | 4,64 | 1,27 | 5,24 | 1,44 |
| 2031-2040 | 5,34 | 1,46 | 5,16 | 1,41 | 5,88 | 1,61 |
| 2041-2050 | 6,21 | 1,70 | 7,11 | 1,95 | 7,60 | 2,08 |
| 2051-2060 | 6,70 | 1,84 | 7,27 | 1,99 | 9,92 | 2,72 |
| 2061-2070 | 7,47 | 2,05 | 8,29 | 2,27 | 13,03 | 3,57 |
| 2071-2080 | 8,44 | 2,31 | 10,31 | 8,82 | 16,02 | 4,39 |
| 2081-2090 | 8,53 | 2,34 | 10,30 | 2,82 | 18,62 | 5,10 |
| 2091-2100 | 8,83 | 2,42 | 11,34 | 3,11 | Sin datos | Sin datos |

Tabla 18: Medias de días de duración de olas de calor para las RCP's 4.5, 6.0 y 8.5 en el periodo 2021-2100. Provincia de Sevilla. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Adaptecca.

Con el apoyo de:



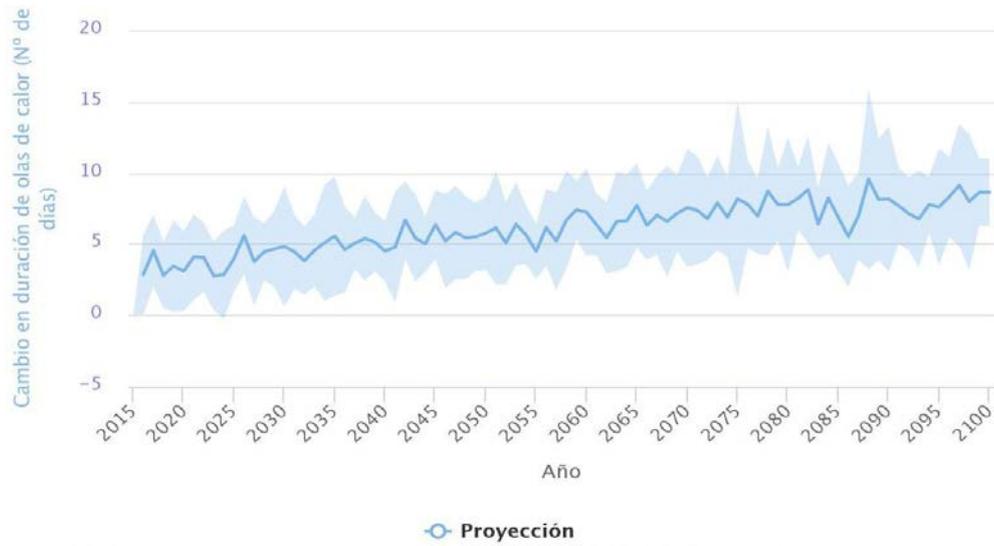


Gráfico 33: Duración de las olas de calor en el escenario RCP 4.5. Fuente: Adaptecca.

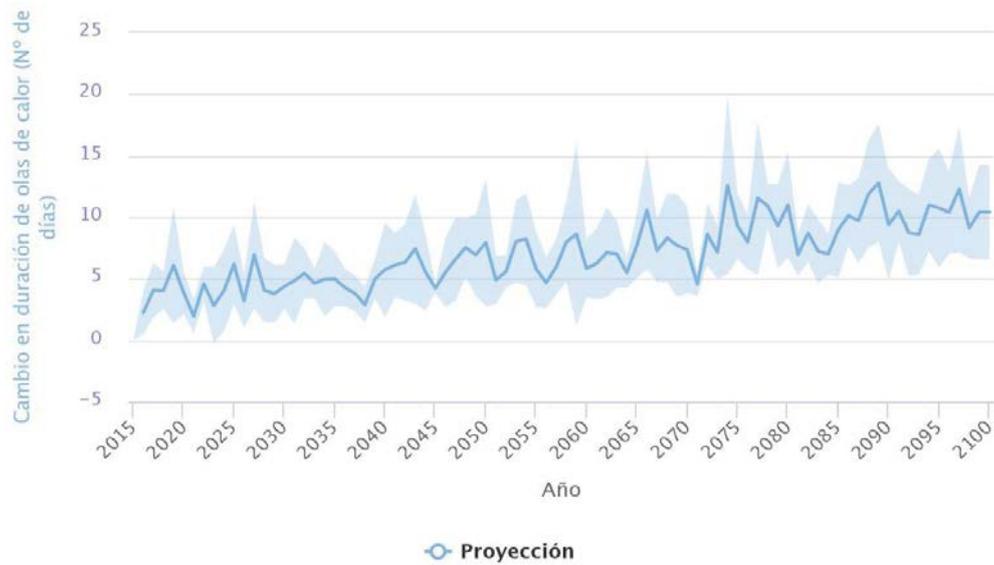


Gráfico 34: Duración de las olas de calor (número de días) en el escenario RCP 6.0. Fuente: Adaptecca.

Con el apoyo de:



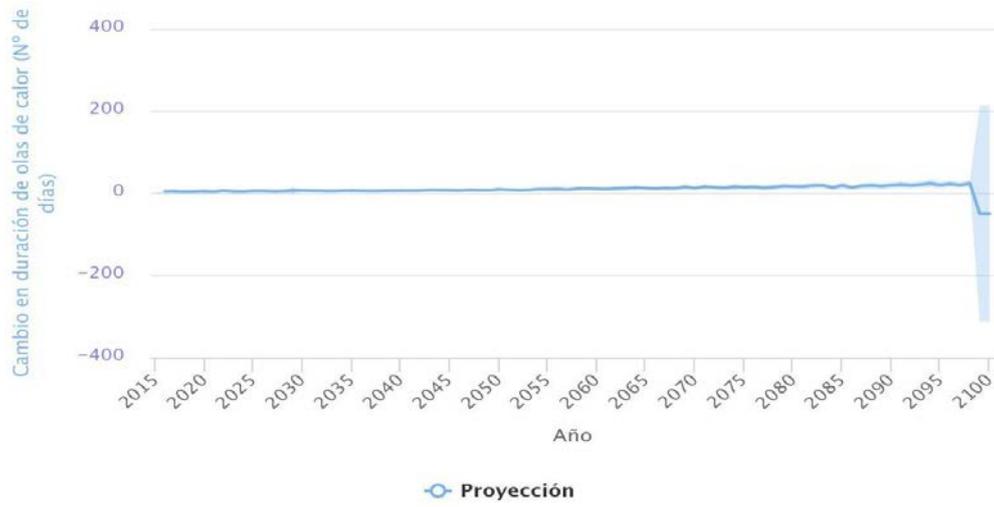


Gráfico 35: Duración de las olas de calor (número de días) en el escenario RCP 8.5.
Fuente: Adaptecca.

Con el apoyo de:



6.1.3.7 Proyecciones de precipitación

El análisis de los eventos de precipitaciones pone al descubierto cómo el número de días en los cuales habría lluvia desciende gradualmente conforme nos acercamos al año 2100, entendiéndose el **número de días de lluvia (DL)** como el cambio en el número de días con precipitación total igual o superior a 1mm. También tendrá su incidencia, dilatando la **duración de periodos secos (PS)**, comprendidos como el cambio en el número máximo de días consecutivos con precipitaciones inferiores a 1 mm o sin ellas. Ambos cambios están expresados en días respecto al periodo de referencia.

La evolución del número de días de lluvia estará comprendida entre los 5,68 del RCP 4.5 y los 16,38 del RCP 8.5. Ello supondrá un detrimento en el porcentaje representativo de días de lluvia en un año que estará comprendido entre el 1,55% del RCP 4.5 y el 4,49% del RCP 8.5 para el intervalo entre 2021 y 2100.

| Periodo | Media de días con noches cálidas | | | | | | Desviación típica conjunta |
|-----------|----------------------------------|---------------|---------|---------------|---------|---------------|----------------------------|
| | RCP 4.5 | % días al año | RCP 6.0 | % días al año | RCP 8.5 | % días al año | |
| 2021-2030 | 127,87 | 35,03 | 114,13 | 31,27 | 122,05 | 33,44 | 6,90 |
| 2031-2040 | 126,21 | 34,58 | 113,57 | 31,11 | 119,91 | 32,85 | 6,32 |
| 2041-2050 | 126,09 | 34,54 | 112,84 | 30,92 | 117,04 | 32,07 | 6,77 |
| 2051-2060 | 124,14 | 34,01 | 111,20 | 30,47 | 116,59 | 31,94 | 6,50 |
| 2061-2070 | 123,94 | 33,96 | 109,86 | 30,10 | 112,34 | 30,78 | 7,52 |
| 2071-2080 | 122,86 | 33,66 | 105,65 | 28,94 | 110,19 | 30,19 | 8,92 |
| 2081-2090 | 121,87 | 33,39 | 105,11 | 28,80 | 108,36 | 29,69 | 8,89 |
| 2091-2100 | 122,19 | 33,48 | 101,97 | 27,94 | 105,67 | 28,95 | 10,77 |

Tabla 21: Medias de días con lluvia para las distintas RCP's en el periodo 2021-2100. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Adaptecca.

Con el apoyo de:



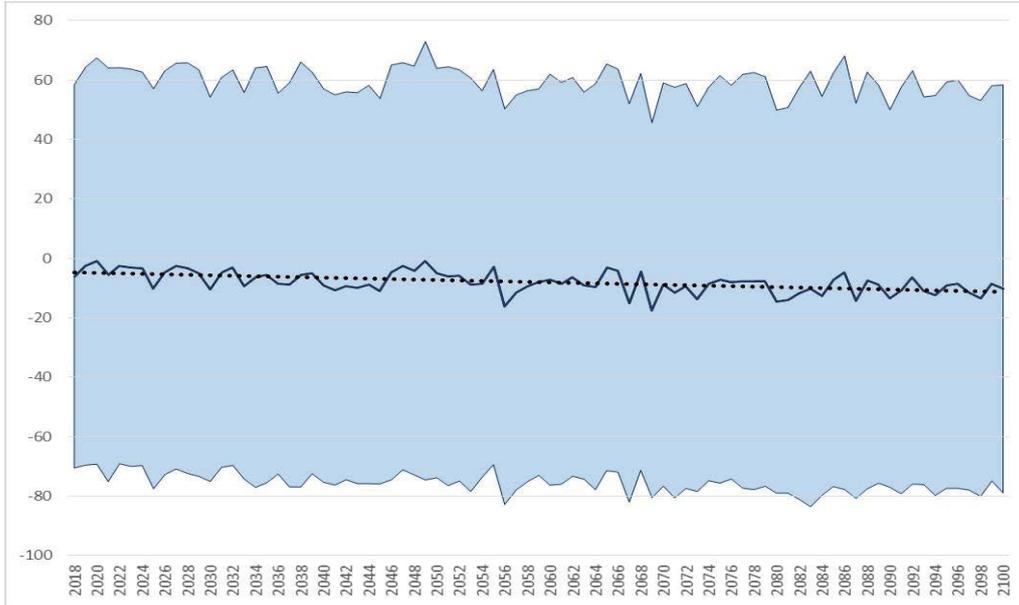


Gráfico 36: Proyección de días de Lluvia Anuales. RCP 4.5. Periodo 2018-2100.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Adaptecceca.

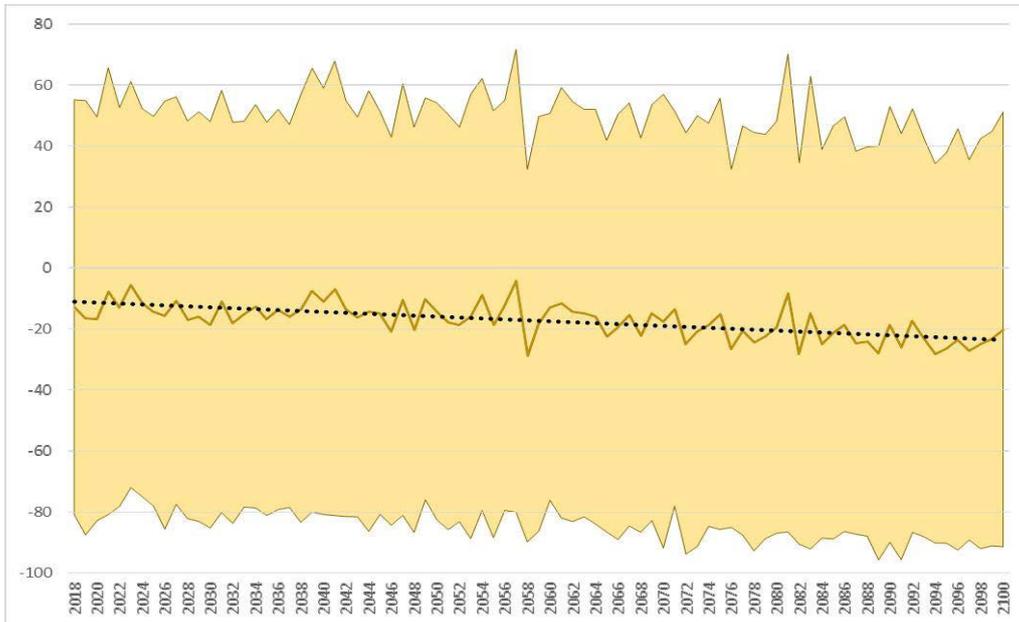


Gráfico 37: Proyección de días de Lluvia Anuales. RCP 6.0. Periodo 2018-2100. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Adaptecceca.

Con el apoyo de:



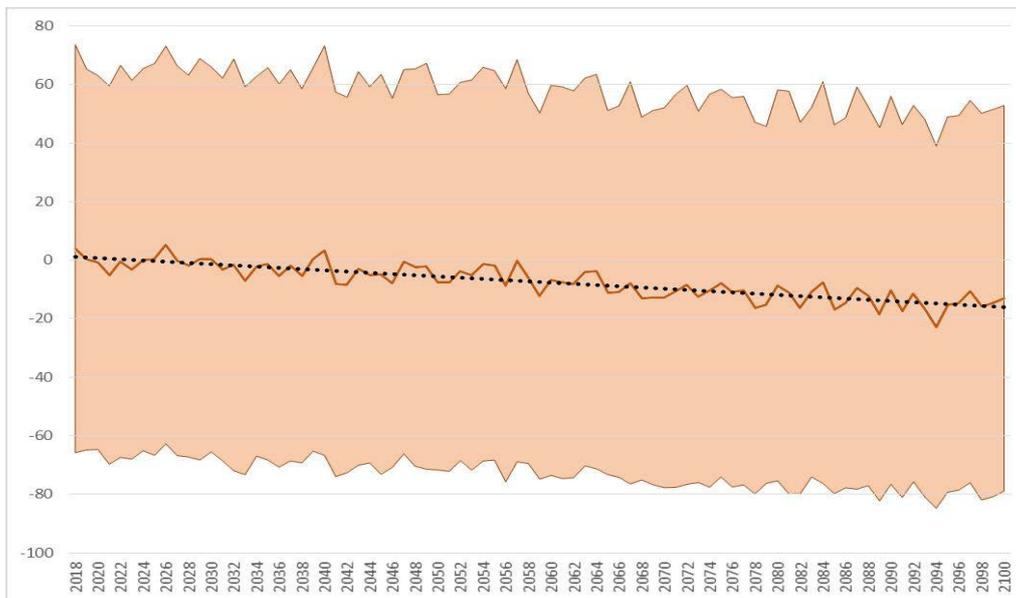


Gráfico 38: Proyección de días de Lluvia Anuales RCP 8.5. Periodo 2018-2100.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Adaptecca.

En cuanto a la variación de la duración de periodos secos, se aprecia una extensión global de 0,73 días según el RCP 6.0, en el transcurso entre 2021 y 2100, aunque contará con periodos en los cuales estos aumentos se verán atenuados. Dependiendo de la década, estos cambios supondrán un aumento en el porcentaje representativo en un año del 5% y el 31%.

| Periodo | Duración periodos secos RCP 6.0 | % días al año |
|-----------|---------------------------------|---------------|
| 2021-2030 | 0,41 | 11 |
| 2031-2040 | 0,19 | 5 |
| 2041-2050 | 0,98 | 27 |
| 2051-2060 | 0,61 | 17 |
| 2061-2070 | 0,83 | 23 |
| 2071-2080 | 0,50 | 14 |
| 2081-2090 | 1,01 | 28 |
| 2091-2100 | 1,14 | 31 |

Tabla 20: Medias de la duración de los periodos secos (número de días) para la RCP 6.0 en el periodo 2021-2100. Andalucía. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Adaptecca.

Con el apoyo de:



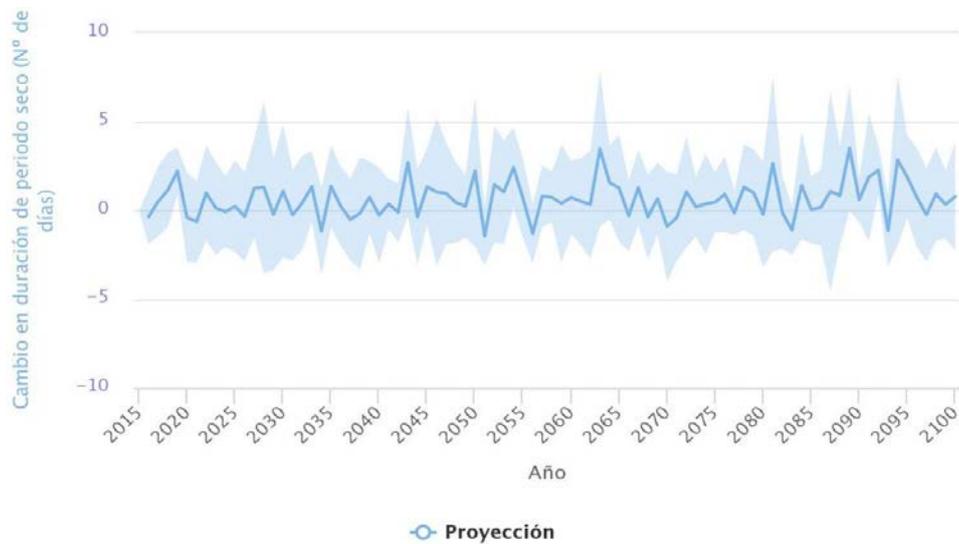


Gráfico 39: Proyección de la duración de los periodos secos (número de días) en el escenario RCP 6.0. Fuente: Adaptecca.

6.1.4 Conclusiones

A raíz de lo mostrado en el apartado de tendencias históricas y escenarios climáticos, se asegura la existencia de una tendencia positiva tanto para la temperatura máxima como mínima durante los últimos años 60 años, así como de sus temperaturas medias, experimentando mayores aumentos las mínimas que las máximas.

En cuanto a precipitación y humedad, sus pautas de ascensos y caídas llevan aparejada una mengua a lo largo de todo el periodo, existiendo una bajada de la precipitación media de casi 300mm y un descenso de más del 20% en la humedad relativa.

Respecto al viento, se observa un predominio de la orientación Norte-Noreste, así como una disminución de la velocidad media, aunque sin embargo las rachas han variado más sus direcciones e incluso aumentado su rapidez hasta el punto de llegar a formarse tornados de forma puntual.

En las proyecciones futuras, se espera una continuidad de la tendencia advertida en los datos históricos. Para el horizonte 2100 los aumentos de temperaturas máximas podrían llegar a alcanzar los 7,26°C y los de mínimas hasta 6,88°C más de las temperaturas actuales, según el escenario más desfavorable.

Según los datos observados, es patente una tendencia ascendente del número de días cálidos. Este aumento podría llegar a ser de 63 días, más que en la situación actual, para final del siglo. Igualmente, se vigila que haya un incremento mayor para las noches pudiendo llegar a ser unas 70 noches más en los peores pronósticos. Asimismo, las proyecciones estiman la crecida tanto en el número como en duración de las olas de calor para finales de siglo, pudiendo extenderse hasta casi diez días más según la RCP 6.0.

Los días de helada están prácticamente desapareciendo y, además, se han tenido días menos fríos en estos últimos años. Las proyecciones para finales de siglo auguran la desaparición de los días de helada y la disminución del número de días de frío.

Los días de lluvia se reducirán en algo más de una quincena del total anual según el RCP 8.5 para 2100, lo cual dejará menos precipitaciones y además contribuirá a alargar los periodos secos.

Con el apoyo de:

6.2 Identificación de impactos potenciales

A tenor de la contextualización preliminar del municipio y las consecuencias de análisis de variabilidad climática se concluyen los siguientes impactos potenciales:

- ▶ Disminución de la **calidad del aire** en la zona urbana.
- ▶ Efectos sobre la **salud humana** relacionados con la contaminación atmosférica. (Enfermedades infecciosas, aumento de la morbilidad-mortalidad causada por la más frecuente e intensa contaminación atmosférica-olas de calor).
- ▶ Aumento de la **aridez** debida a la reducción de precipitaciones, así como incremento de **degradación y erosión** del suelo. Lo que acelera los **procesos de desertificación**.
- ▶ Mayor ocurrencia y duración de periodos de **sequía**, por producirse el descenso de precipitaciones y disminuyendo el agua en el suelo disponible.
- ▶ Reducción de recursos hídricos subterráneos por la menor **recarga del acuífero** Sevilla-Carmona.
- ▶ Falta de garantía en el **suministro de agua** ocasionada por la disminución de los **recursos hídricos**, como consecuencia de menores precipitaciones.
- ▶ Reducción de las zonas arboladas y su cambio por matorral debido al **estrés hídrico**.
- ▶ Aumento de la recurrencia de **incendios** en las mismas zonas, por el incremento de la frecuencia de igniciones y el estado de desecación de las plantas.
- ▶ **Toxiinfección alimentaria** y brotes epidémicos de transmisión hídrica.
- ▶ Aumento de la frecuencia de **inundaciones y daños materiales** en los diversos núcleos de población así como vías de comunicación debidos al incremento de la **torrencialidad** de la lluvia.
- ▶ Daños en **infraestructuras** de comunicación.
- ▶ Aumento de la **erosión** en cimientos y pilares.
- ▶ Daños en **infraestructuras, red de abastecimiento, saneamiento, etc.**
- ▶ Aumento de **inestabilidad en laderas, deslizamientos, movimientos de tierra y cambios en la morfología** del territorio y el paisaje.
- ▶ Pérdida de **biodiversidad animal** y vegetal debido a la variación y cambios en los ecosistemas y biotopos en los que viven.
- ▶ Cambios en las pautas de **enfermedades y plagas**, tanto sobre el ganado como en los cultivos.
- ▶ Pérdida de cabezas de ganado y productos obtenidos a partir de ellas, debido a eventos de temperaturas extremas.
- ▶ Daños y pérdida de cosechas y dificultad en la planificación de los **cultivos**, ocasionados por eventos extremos.

Con el apoyo de:

- ▶ Mayor variabilidad de la **producción ganadera y agrícola**, produciendo inestabilidad en los sectores debido a la oscilación en las condiciones del clima.
- ▶ Acortamiento de los **ciclos vegetativos** en los cultivos y variación de las fechas de los ciclos de germinación, maduración y floración.
- ▶ **Descenso de los de viajes turísticos al centro urbano y monumental** durante el período estival.
- ▶ **Limitaciones** laborales en actividades agrarias, constructivas, etc., originadas para preservar la salud y seguridad de los trabajadores.

Estos impactos tendrán aparejados sus efectos sobre:

- ▶ en los **recursos hídricos** en régimen natural y sistemas de explotación.
- ▶ en las **demandas de agua**.
- ▶ en el estado ecológico de las **masas de agua**.
- ▶ en los **ciclos de sequía**.
- ▶ sobre los **ecosistemas naturales**, hábitat, flora y fauna.
- ▶ en **especies y recursos naturales**.
- ▶ la **biodiversidad**.
- ▶ los **cultivos** y la **ganadería**, así como en sus **sistemas de producción**.
- ▶ la **salud**, aumentando la morbilidad-mortalidad causada por el binomio contaminación atmosférica-olas de calor, que cada vez serán más frecuentes y más intensas.
- ▶ la salud, por el exceso de temperaturas.
- ▶ las pautas **epidemiológicas**.
- ▶ las propiedades del **suelo**.
- ▶ las **actividades socioeconómicas**.
- ▶ la demanda y **disponibilidad de recursos energéticos**.
- ▶ el **turismo**.
- ▶ fenómenos extremos adversos.

Con el apoyo de:

6.3 Potenciales focos de mala adaptación

Tan importante como la identificación de impactos es la detección de potenciales medidas y focos de mala adaptación a consecuencia de una mala aplicación de medidas o estrategias, tales como:

- ▶ Acciones de adaptación que no consideren el conjunto de impactos.
- ▶ Esperar más información, o no hacerlo, y actuar demasiado temprano o demasiado tarde.
- ▶ Renunciar a los beneficios de largo plazo en favor de medidas de adaptación inmediatas.
- ▶ Errores en la estimación del clima futuro. Por ejemplo, usando intensivamente recursos no-renovables (como el agua subterránea) para atender los problemas inmediatos de adaptación.
- ▶ Agotamiento del capital natural que conduzca a una mayor vulnerabilidad.
- ▶ Adopción de medidas que ignoren las relaciones locales, el conocimiento tradicional o los derechos de propiedad, y avoquen al fracaso de las mismas.
- ▶ Mantener las respuestas tradicionales aunque no resulten apropiadas.
- ▶ Adoptar medidas que favorezcan directa o indirectamente a un grupo sobre otros y deriven en conflictos.
- ▶ La migración puede ser adaptativa o mala adaptación dependiendo del contexto y de los individuos involucrados.
- ▶ Tecnologías para suministro de agua, climatización y refrigeración con un consumo intensivo de energía que pueden aumentar las emisiones de GEI's.
- ▶ Expandir áreas de riego que tendrán que ser remplazadas en un futuro distante.

Con el apoyo de:



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



20
AÑOS



7. Análisis de los impactos municipales

7.1 Metodología y proceso

Para el análisis de la vulnerabilidad y el riesgo de Carmona se ha usado una metodología que se basa en la utilización conjunta de una combinación de métodos cualitativos y cuantitativos que tienen por referencia aproximaciones a nivel internacional de evaluación de la vulnerabilidad incluidas en el proyecto de investigación europeo “RAMSES” (Reconciling Adaptation, Mitigation and Sustainable Development for cities).

La siguiente figura muestra, esquemáticamente, un enfoque secuencial de las vías seguidas en el proceso.



Con el apoyo de:

7.1.1 1ª Etapa: Definición del método de evaluación de la vulnerabilidad

A partir del modelo de marco conceptual de análisis de la vulnerabilidad propuesto en el quinto informe (AR5) del IPCC, y tomándolo como base, para el planteamiento se elige un enfoque en el que se estima directamente la vulnerabilidad a partir de la exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa.

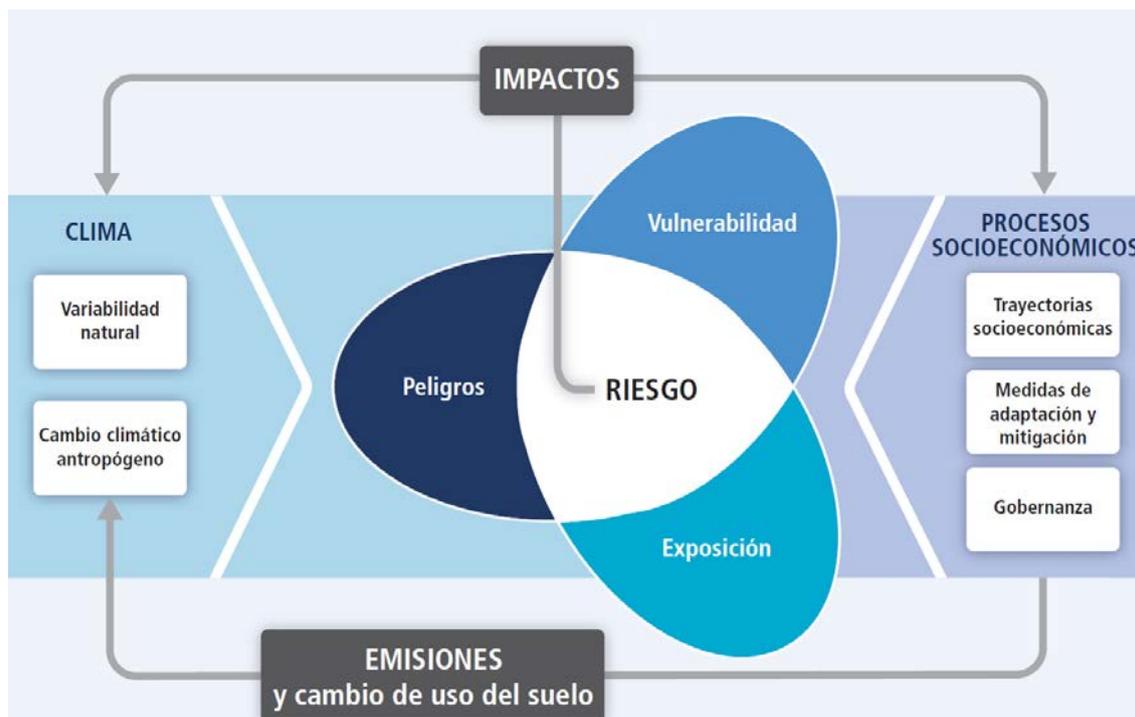


Ilustración 8: Marco conceptual IPCC 2014.

7.1.2 2ª Etapa: Selección de la escala y unidad de análisis

En Carmona, teniendo en cuenta las extensas dimensiones del municipio, se ha optado por separar tanto escala como unidad en dos grandes bloques. Uno se correspondería con el territorio agreste, para tenerlo en cuenta en el sector agroalimentario, y otro urbano que englobaría el resto de sectores del municipio.

7.1.3 3ª Etapa: Composición de los árboles de problemas y sus relaciones causa-efecto.

Los árboles de problemas sirven para poner en contexto el escenario del municipio a tenor de las amenazas climáticas que se prevén y así identificar impactos potenciales y efectos sobre el municipio, positivos y negativos, como consecuencia del cambio climático. Estos árboles describen claramente las relaciones causa-efecto que representa la variabilidad climática y a su vez los eventos extremos derivados de ella sobre sectores concretos y los resultados que puedan representar en el municipio.

Este procedimiento se ha llevado a cabo a través de un análisis **sectorial/funcional**, enfocando la evaluación de la vulnerabilidad desde una visión funcional, de estos sectores productivos y de actividad potencialmente expuestos a una determinada amenaza, sobre varias dimensiones, considerando el municipio en su conjunto, incluyendo sus redes y sistemas de gestión. Los sectores que se han estimado más prominentes en el municipio, son los siguientes:

- ▶ **Urbanismo e infraestructuras:** Zonas urbanas construidas, entre las que se incluyen tanto las áreas residenciales como los espacios públicos urbanos en uso por los habitantes (parques, plazas, centros culturales y/o de deportes, etc.), así como redes de comunicación y transporte.
- ▶ **Salud y calidad de vida:** Abarcando la repercusiones sobre la salud causadas por eventos extremos o la no adecuada calidad ambiental (agua, aire, suelos, etc.), poniendo el foco en los grupos más vulnerables, como niños y personas mayores, además de tener en cuenta posibles diferencias en la atención sanitaria.
- ▶ **Economía:** Englobando todas aquellas actividades comerciales y económicas (servicios, industria, turismo,...) incluidas dentro de la zona urbana. (No quedando del excluidas completamente las relacionadas con la agroganadería).
- ▶ **Recursos hídricos:** Incluyendo formaciones de agua naturales y artificiales como: acuíferos, ríos, arroyos, embalses...; e infraestructuras de abastecimiento y saneamiento, vinculadas a los recursos hídricos de Carmona. Todo ello en lo relativo a su uso, calidad o estado ecológico de las aguas.
- ▶ **Sector agroganadero:** Aquellas actividades y servicios que se relacionen con la agricultura, ganadería, conservación de la biodiversidad, paisaje, etc.

Con el apoyo de:



Estos sectores fueron analizados conforme a un listado de elementos clave característicos, aunque algunos sean transversales en varios, tal como se expone en la tabla a continuación:

| Sector | Elementos clave |
|------------------------------|--|
| Urbanismo e infraestructuras | Calidad ambiental |
| | Movilidad |
| | Vivienda |
| | Servicio de abastecimiento y saneamiento |
| | Patrimonio |
| Salud y calidad de vida | Salud |
| | Personas vulnerables (Mayores y niños) |
| | Movilidad |
| Economía | Trabajo |
| | Agroganadería |
| | Turismo |
| | Energía |
| Recursos hídricos | Servicio de abastecimiento y saneamiento |
| | Acuífero |
| | Suelo |
| Sector agroganadero | Agroganadería |
| | Suelo |
| | Acuífero |

Partiendo de la base de las amenazas climáticas que perjudican al municipio, incorporadas a los árboles de problemas, se elegirán las cadenas de impacto que interrelacionan esas amenazas a un sector municipal en concreto.

Con el apoyo de:



| Urbanismo e infraestructuras | | | |
|--|--|---|--|
| Impacto | Elemento clave | Causas | Consecuencias |
| 01 – Incremento del coste en mantenimiento de parques y jardines. | Calidad ambiental. | <ul style="list-style-type: none"> • Lluvias torrenciales. • Estrés hídrico. • Aumento de la evapotranspiración. • Viento. • Variaciones de temperatura. • Radiación solar. | <ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de vegetación por estrés hídrico • Menor cantidad de agua disponible. • Proliferación de enfermedades o plagas. • Tendencia al mayor uso de herbicidas, fertilizantes e insecticidas. • Destrozos por inclemencias meteorológicas. |
| 02 – Necesidad de adaptar las viviendas a las nuevas condiciones climáticas. | Vivienda. | <ul style="list-style-type: none"> • Aumento de las temperaturas. • Régimen de vientos. • Humedad relativa. • Radiación solar. • Sistemas constructivos ineficientes. • Diseño urbano no bioclimático. | <ul style="list-style-type: none"> • Afecciones en la salud. • Aumento de la demanda energética. • Pérdida de calidad de vida. • Costos económicos. |
| 03 - Pérdida de entorno paisajístico y patrimonio natural. | Calidad ambiental. Patrimonio. | <ul style="list-style-type: none"> • Disminución de precipitaciones. • Lluvias torrenciales. • Estrés hídrico. • Incremento de la evapotranspiración. • Régimen de vientos. • Aumentos de temperaturas. • Radiación solar. | <ul style="list-style-type: none"> • Disminución y/o desaparición de vegetación. • Menor cantidad de agua disponible. • Desertización y desertificación. • Aumento de plagas. • Estragos por eventos meteorológicos extremos. |
| 04 – Daños patrimoniales por la contaminación. | Patrimonio. | <ul style="list-style-type: none"> • Disminución de precipitaciones. • Lluvias torrenciales. • Régimen de vientos. • Aumento de temperaturas. • Uso excesivo de automóviles, sobre todo con motores de combustión. | <ul style="list-style-type: none"> • Deterioro y desprendimientos de fachadas y ornamentos. Descascaramiento. • Ennegrecimiento de los revestimientos. • Erosión de los materiales constructivos. |
| 05 – Efecto “isla de calor”. | Calidad ambiental. | <ul style="list-style-type: none"> • Aumento de temperaturas. • Diseño urbano no bioclimático. • Tipos de pavimentos. • Incremento del uso de vehículos. • Radiación solar. microorganismos e insectos. | <ul style="list-style-type: none"> • Afecciones en la salud. • Aumento de la demanda energética. • Alteraciones en biodiversidad urbana. • Mayor aumento de la temperatura en zona urbana. |
| 06 – Incremento del mantenimiento en la red de abastecimiento y saneamiento por la proliferación de bacterias e insectos, así como por malos olores. | Sistema de abastecimiento y saneamiento. | <ul style="list-style-type: none"> • Aumento de las temperaturas. • Fenómenos meteorológicos extremos. • Diseño de la red no adaptado al cambio climático. • Mejores condiciones climáticas para la proliferación de microorganismos e insectos. | <ul style="list-style-type: none"> • Producción de olores molestos. • Proliferación de insectos. • Contaminación del agua. • Problemas en la salud. • Aparición de nuevos vectores de enfermedad. |

| Salud y calidad de vida | | | |
|---|---|--|---|
| Impacto | Elemento clave | Causas | Consecuencias |
| 07 – Incremento de las alergias. | Salud. | <ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la temperatura. • Disminución de precipitaciones. • Régimen de vientos. • Humedad relativa. | <ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de calidad de vida. • Aparición de enfermedades respiratorias por material particulado en suspensión. • Modificación de la vegetación. • Mayor duración del período de floración de las plantas. |
| 08 - Incremento del efecto golpe de calor y estrés térmico. | Salud. Personas vulnerables (Mayores y niños). | <ul style="list-style-type: none"> • Aumento de las temperaturas. • Aumento de olas de calor en número y tiempo de duración. | <ul style="list-style-type: none"> • Afecciones en la salud. • Pérdida de confort térmico. • Cambios anímicos. • Incremento del riesgo de mortalidad. |
| 09 - Prolongación de olas de calor, en número y duración. | Salud. Personas vulnerables (Mayores y niños). | <ul style="list-style-type: none"> • Aumento de las temperaturas. | <ul style="list-style-type: none"> • Prolongación de las olas de calor. • Menor disponibilidad hídrica por mayor evapotranspiración. • Incremento del riesgo de mortalidad por golpes de calor. • Efectos en salud. • Estrés térmico. • Aumento del consumo en refrigeración. |
| 10 – Proliferación de vectores portadores de nuevas enfermedades. | Salud. | <ul style="list-style-type: none"> • Mejores condiciones climáticas para la proliferación de microorganismos e insectos. • Variabilidad climática: altas temperaturas, sequías, etc. • Disminución de las precipitaciones. • Contaminación del agua. | <ul style="list-style-type: none"> • Mayor expansión de enfermedades. • Incremento de la presencia de insectos y larvas. • Proliferación y propagación de plagas. • Incremento de los costes de potabilización del agua. |

Con el apoyo de:



| Economía | | | |
|--|----------------|--|---|
| Impacto | Elemento clave | Causas | Consecuencias |
| 11 - Pérdida de productividad y rentabilidad de explotaciones agroganaderas. | Agroganadería. | <ul style="list-style-type: none"> • Aumento de olas de calor en número y tiempo de duración. • Disminución de precipitaciones. • Sequías. • Lluvias torrenciales. | <ul style="list-style-type: none"> • Reducción de productividad. • Costes económicos. |
| 12 – Aumento del consumo energético (particular e institucional) por necesidades de climatización. | Energía. | <ul style="list-style-type: none"> • Altas temperaturas. • Aumento de olas de calor en número y tiempo de duración. | <ul style="list-style-type: none"> • Costes económicos. • Afecciones en la salud. |
| 13 – Aparición de nuevas enfermedades laborales como el estrés térmico. Trabajo. | Trabajo. | <ul style="list-style-type: none"> • Altas temperaturas. • Aumento de olas de calor en número y tiempo de duración. | <ul style="list-style-type: none"> • Reducción de la productividad. • Costos económicos. • Afecciones en la salud. |
| 14 – Cambio en el calendario turístico. | Turismo. | <ul style="list-style-type: none"> • Aumento de temperaturas. • Aumento de noches cálidas. | <ul style="list-style-type: none"> • Cambios en la demanda de los turistas. • Modificación de la oferta turística. • Pérdida de puestos de trabajo del sector. |

Con el apoyo de:



| Recursos hídricos | | | |
|---|---|---|---|
| Impacto | Elemento clave | Causas | Consecuencias |
| 15 – Aumento del riesgo de desertificación. | Suelo. | <ul style="list-style-type: none"> • Cambio en el régimen de vientos. • Disminución de las precipitaciones. • Fenómenos meteorológicos extremos. | <ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de fertilidad del suelo. • Reducción en la diversidad de los cultivos. |
| 16 – Contaminación hídrica, por el aumento del uso de pesticidas y abonos químicos. | Acuífero. Suelo. | <ul style="list-style-type: none"> • Disminución de precipitaciones. • Aumento de temperaturas. • Malas prácticas agrícolas. | <ul style="list-style-type: none"> • Menor disponibilidad de agua. • Aumento de parásitos patógenos. • Problemas de salud. |
| 17 – Incremento de la torrencialidad de las lluvias. | Calidad Ambiental Agroganadería. | <ul style="list-style-type: none"> • Precipitaciones más intensas. | <ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de suelo fértil y erosión, que reduce la productividad de las cosechas. • Daños sobre infraestructuras y edificios. • Repercusiones sobre aguas superficiales y subterráneas. |
| 18 – Pérdida de agua por mayor evapotranspiración y/o fugas del sistema. | Servicio de abastecimiento y saneamiento. | <ul style="list-style-type: none"> • Daños en la red. • Aumento de la temperatura. • Aumento de la evapotranspiración. | <ul style="list-style-type: none"> • Escasez de agua. • Disminución de la productividad por falta de riegos. • Filtraciones causan daño por agua en edificios. |

Con el apoyo de:



Sector agroganadero

| Impacto | Elemento clave | Causas | Consecuencias |
|--|----------------|--|--|
| 19 – Aparición de plagas latentes. | Agroganadería. | <ul style="list-style-type: none"> • Altas temperaturas. • Estrés hídrico. • Suelos contaminados. • Intensificación de la agricultura. • Malas prácticas en el cultivo. • Plantación inadecuada. • Especies de cultivo no adaptadas al terreno. | <ul style="list-style-type: none"> • Erosión del suelo. • Contaminación del agua. • Problemas en la salud vegetal. • Transmisión de enfermedades. • Daños económicos. |
| 20 – Transmisión de enfermedades procedentes de otras latitudes, como por ejemplo África: peste porcina y equina, lengua azul, etc. Agroganadería. | Agroganadería. | <ul style="list-style-type: none"> • Menor precipitación. • Aumento de las temperaturas. • Incremento del número de vectores. | <ul style="list-style-type: none"> • Mayor presencia de enfermedades en los animales. • Reducción de la productividad. • Incremento del riesgo de mortalidad. |
| 21 – Incremento de los costes de explotación por mayores necesidades hídricas, energéticas, etc.; en las explotaciones agroganaderas. | Agroganadería. | <ul style="list-style-type: none"> • Aumento de olas de calor en número y tiempo de duración. • Disminución de las precipitaciones. • Sequías. • Lluvias torrenciales. | <ul style="list-style-type: none"> • Reducción de la productividad. • Costes económicos. • Abandono del sector. • Sustitución de cultivos. |
| 22 - Cambios en el uso del suelo. | Suelo. | <ul style="list-style-type: none"> • Variabilidad climática: altas temperaturas, sequías, etc. • Fenómenos meteorológicos extremos. | <ul style="list-style-type: none"> • Cambios de la unidad de cultivo. • Degradación del suelo. |

Con el apoyo de:



MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



20
AÑOS



8. Análisis de vulnerabilidad y riesgo al Cambio Climático

8.1 Evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático de los sectores y propuesta de priorización

La vulnerabilidad frente al cambio climático radica en el análisis del grado de afectación en el municipio de los impactos reconocidos. Ésta es dependiente de la susceptibilidad o sensibilidad a esas amenazas climáticas y a la capacidad de respuesta que se posee para enfrentarlas y adaptarse.

Las acciones ejecutadas para su designación fueron:

- ▶ Definición de los impactos identificados preliminarmente como potenciales.
- ▶ Definición de la aproximación y método de evaluación de la vulnerabilidad.
- ▶ Selección de la escala y la unidad de análisis.
- ▶ Definición del modelo de datos y selección de indicadores para la evaluación de sensibilidad y capacidad adaptativa.
- ▶ Recopilación de información y cálculo de indicadores: valoración cualitativa a juicio de los expertos.
- ▶ Agregación de indicadores y resultados de evaluación de la vulnerabilidad frente a cada amenaza.

Durante la etapa de diagnóstico de la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático se efectuó una sesión de trabajo inicial en la que participó tanto personal técnico municipal como Stakeholders, como presentación y lanzamiento del plan, con el objetivo de dar a conocer el contexto, etapas y alcance del análisis que se llevaría a cabo. Con posterioridad el grupo de expertos tuvo a una segunda reunión en la que expresaron sus opiniones y valoraciones sobre las vulnerabilidades identificadas en el municipio relativas a los impactos.

Fundamentada en la opinión de los expertos, se consiguieron los valores que se tendrían en cuenta para la ulterior elección de las posibles medidas de adaptación respectivas a los impactos identificados. Por cada uno de los impactos se debía elegir:

- ▶ la **tendencia**, que señala la evolución del impacto en el tiempo, indicando su sensibilidad, si Mejora, Se mantiene o Empeora.
- ▶ la **magnitud**, que muestra la intensidad con que afecta el impacto, según la capacidad adaptativa. Esta se catalogó como Muchísimo, Mucho, Normal, Poco o Poquísimo, valorándose cuantitativamente, de forma respectiva como: 5, 4, 3, 2 y 1.

De esta manera, según la fórmula **Vulnerabilidad = f (sensibilidad, capacidad adaptativa)** y tomando por base este **Valor de Vulnerabilidad (VV)** logrado, se eligió el **orden de prioridad (OP)**, dispuesto en función de los impactos y que se determinó como se muestra a continuación:

Con el apoyo de:



| VV | OP | Urbanismo e infraestructuras |
|----|----|--|
| 60 | 1 | 05 – Efecto “isla de calor”. |
| 58 | 2 | 03 – Pérdida de entorno paisajístico y patrimonio natural. |
| 56 | 3 | 01 – Incremento del coste en mantenimiento de parques y jardines. |
| 54 | 4 | 02 – Necesidad de adaptar las viviendas a las nuevas condiciones climáticas. |
| 51 | 5 | 04 – Daños patrimoniales por la contaminación. |
| 47 | 6 | 06 – Incremento del mantenimiento en la red de abastecimiento y saneamiento por la proliferación de bacterias e insectos, así como por malos olores. |

| VV | OP | Salud y Calidad de vida |
|----|----|---|
| 62 | 1 | 09 - Prolongación de olas de calor, en número y duración. |
| 60 | 2 | 08 – Incremento del efecto golpe de calor y estrés térmico. |
| 56 | 3 | 07 – Incremento de las alergias. |
| 52 | 4 | 10 - Proliferación de vectores portadores de nuevas enfermedades. |

| VV | OP | Economía |
|----|----|--|
| 62 | 1 | 12 – Aumento del consumo energético (particular e institucional) por necesidades de climatización. |
| 53 | 2 | 11 – Pérdida de productividad y rentabilidad de explotaciones agroganaderas. |
| 52 | 3 | 13 – Aparición de nuevas enfermedades laborales como el estrés térmico. |
| 40 | 4 | 14 – Cambio en el calendario turístico. |

| VV | OP | Recursos hídricos |
|----|----|---|
| 60 | 2 | 18 – Pérdida de agua por mayor evapotranspiración y/o fugas del sistema. |
| 59 | 4 | 17 – Incremento de la torrencialidad de las lluvias. |
| 55 | 5 | 15 – Aumento del riesgo de desertificación. |
| 52 | 6 | 16 – Contaminación hídrica, por el aumento del uso de pesticidas y abonos químicos. |

| VV | OP | Sector agroganadero |
|----|----|--|
| 57 | 1 | 21 – Incremento de los costes de explotación por mayores necesidades hídricas, energéticas, etc.; en las explotaciones agroganaderas. |
| 56 | 2 | 19 – Aparición de plagas latentes. |
| 55 | 3 | 20 – Transmisión de enfermedades procedentes de otras latitudes, como por ejemplo de África: Peste porcina y equina, lengua azul, etc. |
| 52 | 5 | 22 – Cambios en el uso del suelo. |

8.2 Evaluación del riesgo al cambio climático actual y futuro

El riesgo se evalúa a partir de la cuantificación de la probabilidad de ocurrencia de las amenazas climáticas, teniendo en consideración las consecuencias que producen las mismas. Una vez recabadas las reflexiones sobre la probabilidad de ocurrencia de los diversos eventos climáticos y preguntados todos los agentes, se determinaron y ponderaron los riesgos.

El riesgo queda formulado como la probabilidad por las consecuencias, que en este caso lo supone la vulnerabilidad estimada anteriormente. Los diferentes niveles de riesgo están jerarquizados de la siguiente forma:

| Evaluación del riesgo | | | Probabilidad | | |
|-----------------------|---------------|---|--------------|-------|------|
| | | | Baja | Media | Alta |
| | | | 1 | 2 | 3 |
| Vulnerabilidad | Baja (1-10) | 1 | 1 | 2 | 3 |
| | Media (11-20) | 2 | 2 | 4 | 6 |
| | Alta (>20) | 3 | 3 | 6 | 9 |

| Urbanismo e infraestructuras | | | |
|--|--|------------------------|------------------------|
| Elemento clave | Impacto | Riesgo actual | Riesgo futuro |
| Calidad ambiental. | 01 – Incremento del coste en mantenimiento de parques y jardines. | V Media X P Baja = R2 | V Media X P Media = R4 |
| Calidad ambiental. | 05 – Efecto “isla de calor”. | V Media X P Media = R4 | V Media X P Alta = R6 |
| Calidad ambiental Patrimonio. | 03 - Pérdida de entorno paisajístico y patrimonio natural. | V Media X P Baja = R2 | V Media X P Media = R4 |
| Patrimonio. | 04 – Daños patrimoniales por la contaminación. | V Media X P Media = R4 | V Media X P Alta = R6 |
| Vivienda. | 02 – Necesidad de adaptar las viviendas a las nuevas condiciones climáticas. | V Media X P Media = R4 | V Media X P Alta = R6 |
| Sistema de abastecimiento y saneamiento. | 06 – Incremento del mantenimiento en la red de abastecimiento y saneamiento por la proliferación de bacterias e insectos, así como por malos olores. | V Media X P Baja = R2 | V Media X P Media = R4 |

Con el apoyo de:

Salud y calidad de vida

| Elemento clave | Impacto | Riesgo actual | Riesgo futuro |
|--|---|------------------------|------------------------|
| Salud. | 07 – Incremento de las alergias. | V Media X P Media = R4 | V Media X P Alta = R6 |
| Salud. Personas vulnerables (Mayores y niños). | 08 - Incremento del efecto golpe de calor y estrés térmico. | V Media X P Media = R4 | V Media X P Alta = R6 |
| Salud. Personas vulnerables (Mayores y niños). | 09 - Prolongación de olas de calor, en número y duración. | V Alta X P Media = R6 | V Alta X P Alta = R9 |
| Salud. | 10 – Proliferación de vectores portadores de nuevas enfermedades. | V Media X P Baja = R2 | V Media X P Media = R4 |

Economía

| Elemento clave | Impacto | Riesgo actual | Riesgo futuro |
|----------------|--|------------------------|------------------------|
| Agroganadería. | 11 - Pérdida de productividad y rentabilidad de explotaciones agroganaderas. | V Media X P Baja = R2 | V Media X P Media = R4 |
| Energía. | 12 – Aumento del consumo energético (particular e institucional) por necesidades de climatización. | V Media X P Media = R4 | V Media X P Alta = R6 |
| Trabajo. | 13 – Aparición de nuevas enfermedades laborales como el estrés térmico. | V Media X P Baja = R2 | V Media X P Media = R4 |
| Turismo. | 14 – Cambio en el calendario turístico. | V Media X P Baja = R2 | V Media X P Media = R4 |

Con el apoyo de:



| Recursos hídricos | | | |
|---|---|------------------------|------------------------|
| Elemento clave | Impacto | Riesgo actual | Riesgo futuro |
| Suelo. | 15 – Aumento del riesgo de desertificación. | V Media X P Baja = R2 | V Media X P Media = R4 |
| Acuífero. Suelo. | 16 – Contaminación hídrica, por el aumento del uso de pesticidas y abonos químicos. | V Media X P Media = R4 | V Media X P Alta = R6 |
| Calidad Ambiental Agroganadería. | 17 – Incremento de la torrencialidad de las lluvias. | V Media X P Media = R4 | V Media X P Alta = R6 |
| Servicio de abastecimiento y saneamiento. | 18 – Pérdida de agua por mayor evapotranspiración y/o fugas del sistema. | V Media X P Baja = R2 | V Media X P Media = R4 |

| Sector agroganadero | | | |
|---------------------|---|-----------------------|------------------------|
| Elemento clave | Impacto | Riesgo actual | Riesgo futuro |
| Agroganadería. | 19 – Aparición de plagas latentes. | V Media X P Baja = R2 | V Media X P Media = R4 |
| Agroganadería. | 20 – Transmisión de enfermedades procedentes de otras latitudes, como por ejemplo África: peste porcina y equina, lengua azul, etc. | V Media X P Baja = R2 | V Media X P Media = R4 |
| Agroganadería. | 21 – Incremento de los costes de explotación por mayores necesidades hídricas, energéticas, etc.; en las explotaciones agroganaderas. | V Media X P Baja = R2 | V Media X P Media = R4 |
| Suelo. | 22 - Cambios en el uso del suelo. | V Media X P Baja = R2 | V Media X P Media = R4 |

En el anexo I pueden consultarse las respectivas fichas de evaluación de los impactos derivados del cambio climático en Carmona, en las cuales se agregan los elementos clave a los que afecta, así como los valores tanto de vulnerabilidad como del riesgo actual y futuro.

Con el apoyo de:



9. Proceso de adaptación

En esta fase se tiene como objetivo identificar las opciones de adaptación para enfrentarse a los problemas ya identificados, con el fin de que los impactos negativos alcancen un nivel aceptable, o aprovechar aquellas oportunidades positivas que aparezca con el cambio climático. Para esto se examinan las diferentes posibilidades o alternativas que respondan a esos desafíos u oportunidades, entre las cuales poder seleccionar luego aquellas que se adapten mejor a la idiosincrasia de las amenazas que afectan a Carmona, proporcionando de esta manera el sondeo de opciones potenciales de adaptación y sirviendo para la identificación de actuaciones relevantes así como sus potenciales beneficios.

9.1 Caracterización de medidas para la adaptación.

Existe una gran diversidad de medidas de adaptación que pueden ir desde aquellas dirigidas a robustecer la resiliencia (por ejemplo, creando apoyo institucional, distribuyendo información, etc.) hasta otras más concretas como mecanismos de seguro, soluciones técnicas, etc.

En el proceso se tuvo en cuenta:

- ▶ La consulta de inventarios disponibles de opciones de adaptación para responder a los impactos esperados. Fuentes: Climate-ADAPT, ClimWatAdapt Inventario de medidas, ADAM Compendio de Adaptación Digital, Global and local Adaptation Support Action.
- ▶ Las diversas opciones de adaptación según sus beneficios y usos potenciales.

9.2 Preselección y priorización de medidas para la adaptación.

Una vez fueron identificados los activos de adaptación, así como tras haber consultado catálogos de referencia con medidas y/o buenas prácticas, se preseleccionaron de esas medidas haciendo diferenciación para en la temática de cada bloque. Siguiendo un proceso similar al mantenido en la valoración de vulnerabilidad, tomando como base la opinión de expertos se obtuvo la evaluación con la que se ordenarían las medidas de adaptación presentadas. Para disponer el puesto de importancia de las medidas provenientes de la caracterización de impactos climáticos elaborada preliminarmente, los participantes ordenaron de mayor a menor las medidas, teniendo en cuenta la división por sectores. De este modo el **orden de prioridad propuesto (OP)**, en base al **orden de elección (OE)**, para las medidas de adaptación quedó establecido como sigue:

Con el apoyo de:

| OE | OP | Urbanismo e infraestructuras |
|----|----|---|
| 1 | 1 | Campaña de concienciación social en materia de urbanismo y cambio climático. |
| 5 | 2 | Instalar elementos que proyecten sombra en las calles durante la temporada estival. |
| 4 | 3 | Incluir el clima urbano como factor para el diseño de nuevos desarrollos urbanos o regeneraciones urbanas. |
| 2 | 4 | Fomentar la movilidad sostenible a través de la redacción de un Plan Movilidad Sostenible, con especial incidencia en la comunicación de los núcleos urbanos diseminados. |
| 6 | 5 | Promover nuevos sistemas de construcción basados en medidas pasivas de alta eficiencia energética. |
| 7 | 6 | Aprovechamiento de la exposición solar para la implantación de energía solar térmica y fotovoltaica. |
| 3 | 7 | Firmar el pacto europeo Mayor Adapt por el clima y energía sostenible. |

| OE | OP | Salud y Calidad de vida |
|----|----|--|
| 4 | 1 | Elaborar un mapa urbano de riesgo de la población frente al cambio climático. |
| 2 | 2 | Creación de un mapa territorial de alergias, que incluya los núcleos urbanos diseminados. |
| 1 | 3 | Fortalecer servicios de salud: control de la vulnerabilidad a los riesgos sanitarios relacionados con el cambio climático; estabilizar la capacidad local para abordar los riesgos sanitarios en cuanto al clima; implantar sistemas de alerta temprana. |
| 3 | 4 | Establecimiento de un protocolo de actuación frente a situaciones de calor extremo y olas de calor. |
| 5 | 5 | Podas controladas de árboles en los meses de polinización. |

| OE | OP | Economía |
|----|----|---|
| 1 | 1 | Incorporar el riesgo de estrés térmico en los ambientes laborales, especialmente a los sectores agrícolas y ganaderos. |
| 2 | 2 | Diversificación de las unidades de cultivo, para evitar la proliferación de plagas y las pérdidas de variabilidad genética. |
| 5 | 3 | Nuevas ofertas turísticas adaptadas al cambio climático. |
| 4 | 4 | Desarrollar en colaboración con las cooperativas y universidad un semillero de especies adaptadas al cambio climático. |
| 3 | 5 | Promover servicios de asesoramiento a los agricultores sobre las prácticas de cultivo adaptadas al cambio climático y la puesta en marcha de nuevos cultivos. |

Con el apoyo de:



MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



20
AÑOS



| OE | OP | Recursos hídricos |
|----|----|--|
| 2 | 1 | Crear un plan contra sequía. |
| 1 | 2 | Reducir la demanda hídrica a través de la mejora de la red de distribución y sistemas de riego de áreas urbanas, especialmente de los núcleos diseminados. |
| 4 | 3 | Instaurar nuevos sistemas de riego inteligente en áreas verdes municipales. |
| 3 | 4 | Campaña de concienciación en el sector agroganadero para reducir los consumos hídricos. |

| OE | OP | Sector agroganadero |
|----|----|--|
| 3 | 1 | Desarrollar nuevos protocolos de lucha contra plagas. |
| 5 | 2 | Rediseñar los planes de riego para combatir el estrés hídrico con riegos parciales. |
| 2 | 3 | Actualizar los calendarios de siembra y poda conforme al cambio climático. |
| 6 | 4 | Promocionar la incorporación de sistemas de riego inteligentes más eficientes. |
| 1 | 5 | Analizar la posibilidad de realizar un cambio de la unidad productiva, hacia otras más rentables ante el cambio climático. |
| 8 | 6 | Plan formativo para los agricultores y ganaderos en materia de gestión del riesgo del cambio climático. |
| 4 | 7 | Promover la agricultura y ganadería ecológica más adaptada al cambio climático. |
| 7 | 8 | Mejorar la gestión de los suelos especialmente los dedicados a la ganadería. |

Con el apoyo de:



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



Fundación Biodiversidad

20
AÑOS



Oficina Española de Cambio Climático

9.3 Elección final de las medidas.

Teniendo como base el orden valorado para priorizar las medidas, obtenido a partir del juicio experto, durante el procedimiento de decisión para elegir finalmente las medidas que se llevarán a cabo, se tuvieron en cuenta también cuestiones como: la capacidad de gobierno local, los recursos actuales del municipio, las circunstancias financieras del ayuntamiento para implementar las medidas, etc. Por tanto, después de estas deliberaciones las medidas se catalogaron finalmente como Iniciativas de Adaptación (IA), quedando conformadas tal como se muestran en el apartado 9.5 Plan de implementación.

9.4 Planificación y diseño del proceso de adaptación.

Incorporación de la adaptación a los planes, programas y políticas existentes

→ Contexto europeo

Son varias las publicaciones que, desde la Comisión Europea (CE) y la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA), ofrecen información sobre los impactos del cambio climático en Europa y guías para la elaboración de estrategias regionales, evaluación de la vulnerabilidad local y definición de medidas de adaptación.

La CE adoptó en el año 2009 el Libro Blanco sobre la Adaptación al Cambio Climático, consciente de la necesidad de garantizar la sostenibilidad de las políticas que desarrolla y de promover la cooperación entre sus Estados miembros en materia de cambio climático.

En el año 2012 se creó La Plataforma Europea para la Adaptación al Cambio Climático (ClimateADAPT) a iniciativa de la Comisión Europea, y que está gestionada por la AEMA. Su objetivo es apoyar a los Estados miembros en su adaptación al cambio climático, mediante el acceso e intercambio de información en materia de previsiones climáticas, vulnerabilidad, estrategias de adaptación nacionales y transnacionales, estudios piloto, opciones de adaptación, herramientas de apoyo a la planificación, etc. Cabe destacar, como aspecto relevante de la plataforma, que establece un vínculo entre la gestión del riesgo y la adaptación al cambio climático y que está muy orientada a la escala local.

Posteriormente, en abril de 2013, se aprobó la Estrategia Europea de Adaptación al Cambio Climático, que constituye el marco europeo en materia de adaptación. Esta Estrategia sirve de guía a los Estados miembros para la armonización de las acciones de adaptación, e incluye la gestión de riesgos como uno de los pilares fundamentales para la gobernanza efectiva en este ámbito.

La Estrategia Europea de Adaptación también fomenta la adaptación local a través de la iniciativa Mayors Adapt. El Pacto de Alcaldes sobre Adaptación al Cambio Climático también tiene por objeto la promoción del compromiso voluntario de entidades locales para desarrollar estrategias de adaptación. En 2016 se han integrado ambas perspectivas (mitigación y adaptación) bajo el marco único del Pacto de Alcaldes para el Clima y la Energía.

Además de planes de adaptación nacionales a lo largo del territorio europeo, cabe destacar la iniciativa EU Cities Adapt, que presenta casos de referencia de ciudades pioneras en materia de adaptación.

Con el apoyo de:



→ Contexto nacional

En el contexto nacional, destaca el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC). Entre los objetivos generales de este Plan destaca: la inclusión explícita de la adaptación al cambio climático en la normativa sectorial.

Además, La Red Española de Ciudades por el Clima (RECC), sección de la Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP), se dedica a luchar contra el cambio climático y los efectos que de este se derivan, aglutinando a las ciudades y pueblos comprometidos con el desarrollo sostenible y la protección del clima.

Por otra parte, sobresale la Plataforma Nacional de Adaptación al Cambio Climático AdapteCCa, que nace de la mano de la Oficina Española de Cambio Climático (OECC) y la Fundación Biodiversidad para tener un instrumento de intercambio de información y comunicación entre todos los expertos, organizaciones, instituciones y agentes activos responsables en materia de adaptación al cambio climático de las comunidades autónomas.

También es resaltable el Grupo de Trabajo sobre Impactos y Adaptación (GTIA), siendo su objetivo general el de coordinar el desarrollo de los marcos estratégicos y acciones de adaptación que se llevan a cabo en los niveles autonómicos y central.

→ Contexto regional

Como consecuencia de las competencias de las comunidades autónomas, se crean las estrategias, planes y programas para el cumplimiento de los objetivos nacionales de mitigación. Una de las comunidades pioneras en el campo de la adaptación al cambio climático es Andalucía que, en 2002, aprueba su Estrategia Andaluza ante el Cambio Climático, convirtiéndose en la primera comunidad española en aprobar una estrategia de esta índole, si bien, con una vocación de reducción de emisiones. El Plan Andaluz de Acción por el Clima 2007-2012 incorpora un Programa Andaluz de Adaptación al Cambio Climático, que tiene como objetivo minimizar los efectos negativos del cambio climático, elaborando escenarios climáticos propios y diseñando medidas de adaptación para el territorio andaluz. El programa gira en torno a cuatro subprogramas, que contemplan el impulso de medidas de acción inmediata, el análisis sectorial de evaluación de los efectos, el desarrollo de medidas sectoriales de adaptación y la mejora continua del conocimiento y la gobernanza.

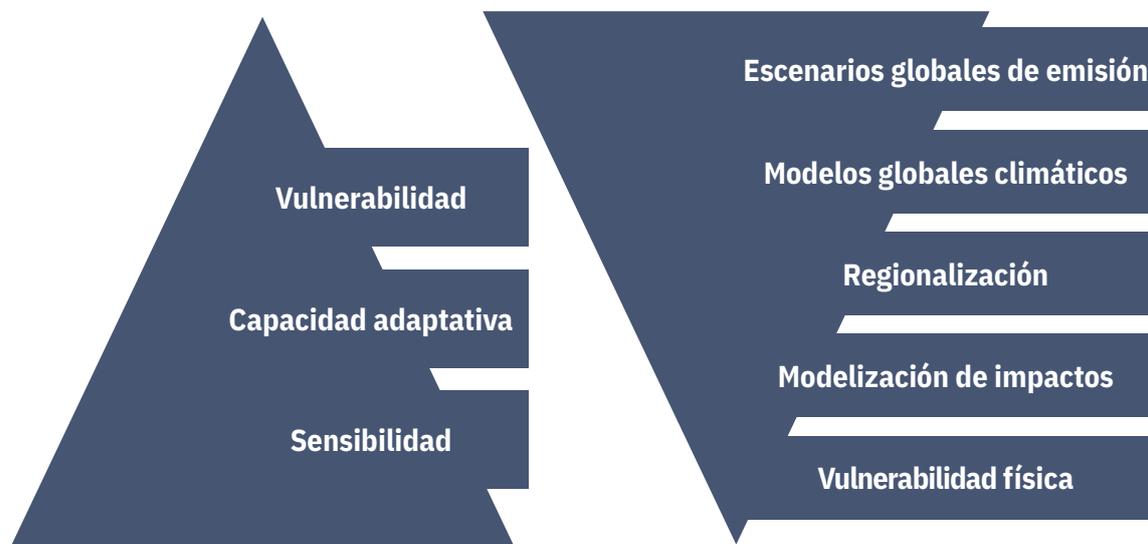
Definición del enfoque, naturaleza y alcance de la estrategia

Para abordar la evaluación de la vulnerabilidad a nivel local, se distinguen dos enfoques:

- ▶ Enfoque descendente. En este se incluyen herramientas para la predicción causa-efecto, en las que se parte de la elaboración de escenarios de cambio climático, proyecciones y regionalización de modelos climáticos, como insumo para la elaboración de modelos biofísicos de predicción de impactos y vulnerabilidades locales, para la toma de decisiones de adaptación. Está ligado al concepto de lo que podríamos denominar “vulnerabilidad física”.
- ▶ Enfoque ascendente. Este enfoque, diferenciado con el anterior, pone el énfasis en las condiciones sociales y socioeconómicas, pasadas y presentes, para comprender la vulnerabilidad y las opciones de adaptación futura. En este caso estaríamos hablando de lo que se ha llamado “vulnerabilidad social”.

Con el apoyo de:





En la adaptación, como en cualquier otro proceso de planificación, hay dos tareas transversales clave a tener en cuenta para garantizar el éxito de los resultados:

- ▶ Establecer los canales y espacios adecuados para la participación de los interesados, incluida por supuesto la ciudadanía, sus competencias y responsabilidades y sus posibles puntos de entrada en la implementación de las acciones de adaptación.
- ▶ Definir de forma clara la naturaleza y alcance de la adaptación en el contexto de nuestro municipio. Si bien se trata de una tarea que forma parte de la fase preparatoria, es posible que a lo largo del proceso los objetivos, naturaleza y alcance de la adaptación evolucionen. Por ello, en esta fase han de fijarse de forma definitiva, pues de ello depende la concreción de un plan de trabajo efectivo y eficiente. **Detección de factores condicionantes.**

Con el apoyo de:

Hay una serie de aspectos que han de evaluarse cualquiera que sea la aproximación metodológica por la que se opte, clasificándose en:

- ▶ Factores externos: variabilidad climática y eventos climáticos extremos.
- ▶ Factores internos: sensibilidad y capacidad de adaptación de aquello que está expuesto a una determinada amenaza, evento o impacto.

Combinando esos factores se analiza el riesgo como función de la probabilidad de ocurrencia de un evento y su impacto, de acuerdo a la vulnerabilidad del sistema afectado.

La detección de fuerzas motrices y factores que puedan condicionar o facilitar la adaptación es fundamental para orientar la adaptación con una visión a largo plazo de la gestión del municipio. Entre esos factores se destacan: el marco político, la gobernanza local, las condiciones financieras, los recursos, etc; que son piezas claves para concretar las estrategias más adecuadas teniendo en cuenta:

| OPORTUNIDADES | RESTRICCIONES | LIMITACIONES |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ▶ Capacidad de adaptación de los sistemas socioecológicos, ciudadanos y sistemas naturales. ▶ Sensibilización de los ciudadanos e instituciones sobre los impactos del cambio climático y la importancia de adaptación. ▶ Aprendizaje de la experiencia. | <ul style="list-style-type: none"> ▶ Capacidad de adaptación de los sistemas socioecológicos, ciudadanos y sistemas naturales. ▶ Factores locales biofísicos, financieros, sociales, culturales, institucionales, que puedan reducir la efectividad de la adaptación. | <ul style="list-style-type: none"> ▶ Interacción entre el cambio climático y las restricciones biofísicas y socioeconómicas. Mala adaptación. ▶ Implicaciones éticas y/o de aceptación social en la implementación de medidas específicas. |

Con el apoyo de:



Todo ello para llevar a cabo un planteamiento de:



Con el apoyo de:

9.5 Plan de implementación

Continuando con la división que se ha ido usando en el documento, para estructurar el plan de implementación, se mantiene esa segmentación del análisis sectorial/funcional, para confeccionar una serie de fichas, una por Iniciativa de Adaptación (IA) definitiva ateniéndose al orden de prioridad, en las que se relacionan las medidas con los impactos sobre los que actuarían. De igual forma, cada ficha contiene una descripción del proceso más idóneo para realizarlas. Estas fichas pueden consultarse en el Anexo II, siguiendo el orden que se expone a continuación.

| Urbanismo e infraestructuras |
|---|
| IA01 - Campaña de concienciación social en materia de urbanismo y cambio climático. |
| IA02 - Instalar elementos que proyecten sombra en las calles durante la temporada estival. |
| IA03 - Incluir el clima urbano como factor para el diseño de nuevos desarrollos urbanos o regeneraciones urbanas. |
| IA04 - Fomentar la movilidad sostenible a través de la redacción de un Plan Movilidad Sostenible, con especial incidencia en la comunicación de los núcleos urbanos diseminados. |
| IA05 - Promover nuevos sistemas de construcción basados en medidas pasivas de alta eficiencia energética. |
| IA06 - Aprovechamiento de la exposición solar para la implantación de energía solar térmica y fotovoltaica. |
| IA07 - Firmar el pacto europeo Mayor Adapt por el clima y energía sostenible. |
| Salud y Calidad de vida |
| IA08 - Elaborar un mapa urbano de riesgo de la población frente al cambio climático. |
| IA09 - Creación de un mapa territorial de alergias, que incluya los núcleos urbanos diseminados. |
| IA10 - Fortalecer servicios de salud: control de la vulnerabilidad a los riesgos sanitarios relacionados con el cambio climático; estabilizar la capacidad local para abordar los riesgos sanitarios en cuanto al clima; implantar sistemas de alerta temprana. |
| IA11 - Establecimiento de un protocolo de actuación frente a situaciones de calor extremo y olas de calor. |
| IA12 - Podas controladas de árboles en los meses de polinización. |

Con el apoyo de:



Economía

| |
|--|
| IA13 - Incorporar el riesgo de estrés térmico en los ambientes laborales, especialmente a los sectores agrícolas y ganaderos. |
| IA14 - Diversificación de las unidades de cultivo, para evitar la proliferación de plagas y las pérdidas de variabilidad genética. |
| IA15 - Nuevas ofertas turísticas adaptadas al cambio climático. |
| IA16 - Desarrollar en colaboración con las cooperativas y universidad un semillero de especies adaptadas al cambio climático. |
| IA17 - Promover servicios de asesoramiento a los agricultores sobre las prácticas de cultivo adaptadas al cambio climático y la puesta en marcha de nuevos cultivos. |

Recursos hídricos

| |
|---|
| IA18 - Crear un plan contra sequía. |
| IA19 - Reducir la demanda hídrica a través de la mejora de la red de distribución y sistemas de riego de áreas urbanas, especialmente de los núcleos diseminados. |
| IA20 - Instaurar nuevos sistemas de riego inteligente en áreas verdes municipales. |
| IA21 - Campaña de concienciación en el sector agroganadero para reducir los consumos hídricos. |

Sector agroganadero

| |
|---|
| IA22 - Desarrollar nuevos protocolos de lucha contra plagas. |
| IA23 - Rediseñar los planes de riego para combatir el estrés hídrico con riegos parciales. |
| IA24 - Actualizar los calendarios de siembra y poda conforme al cambio climático. |
| IA25 - Promocionar la incorporación de sistemas de riego inteligentes más eficientes. |
| IA26 - Analizar la posibilidad de realizar un cambio de la unidad productiva, hacia otras más rentables ante el cambio climático. |
| IA27 - Plan formativo para los agricultores y ganaderos en materia de gestión del riesgo del cambio climático. |
| IA28 - Promover la agricultura y ganadería ecológica más adaptada al cambio climático. |
| IA29 - Mejorar la gestión de los suelos especialmente los dedicados a la ganadería. |

Con el apoyo de:



10. Plan de seguimiento y evaluación

10.1 Diseño del plan de seguimiento y evaluación

Las palabras “seguimiento y evaluación” tienden considerarse como uno solo, aunque realmente, son actividades organizativas diferentes y relacionadas, pero no iguales.

El seguimiento consiste en el análisis y recopilación de información a medida que avanza el proyecto, con el objetivo de mejorar su eficacia y efectividad. Se basa en fines establecidos y actividades planificadas durante las distintas fases de planificación. Ayuda a que se siga una línea de trabajo, y además, permite conocer cuando no funciona algo. Permite así determinar si los recursos disponibles son suficientes y están bien administrados, si la capacidad de trabajo es suficiente y adecuada, y si se hace lo planificado.

La evaluación consiste en la comparación de los impactos reales del proyecto con los planes acordados. Está enfocada hacia lo establecido hacer, lo que se consigue y cómo se ha conseguido.

En general, medir la adaptación tiene varios pasos y su éxito se relaciona con seis “principios rectores”:

- ▶ **Sostenible:** garantizar que se promueva el desarrollo sostenible como forma de minimizar las amenazas planteadas por el cambio climático;
- ▶ **Proporcional e Integrado:** la evaluación del cambio climático debe convertirse en “lo habitual” y tomarse en el nivel y escala de tiempo más apropiada;
- ▶ **Colaborativo y abierto:** garantizar que la adaptación involucre a una amplia gama de partes interesadas y promover una visión intersectorial;
- ▶ **Eficaz:** las acciones deben estar orientadas al contexto, ser implementables y ejecutables, pero también garantizar la flexibilidad para ajustarse a escenarios cambiantes;
- ▶ **Eficiente:** las acciones deben tener en cuenta el análisis de costo-beneficio;
- ▶ **Equitativo:** las acciones deben garantizar que se distribuya una parte proporcional de los costos y beneficios, prestando especial atención a los grupos vulnerables.

Con el apoyo de:



10.2 Definición del objetivo de la evaluación

El definir el objetivo para evaluar puede centrarse en cualquiera de las etapas definidas del proceso de adaptación, por ejemplo:

- ▶ El seguimiento al cambio en las variables climáticas y de los impactos (temperaturas extremas, inundaciones, etc.).
- ▶ La evolución de la vulnerabilidad (sensibilidad y capacidad de respuesta), asumiendo que la reducción de la vulnerabilidad se traduce en un incremento de la adaptación.
- ▶ El progreso de la implementación de las medidas de adaptación.
- ▶ Los resultados de las medidas de adaptación, eficacia en la reducción de la exposición al estrés climático, disminución de la vulnerabilidad, mejora de la capacidad de adaptación o la combinación de los anteriores.

Habiendo definido la fase de proceso que se evaluará, hay que definir el objeto en sí de esa evaluación, que pueden ser elementos concretos (biodiversidad, infraestructuras, construcciones, etc.), un sector concreto (energía, salud, agricultura), o una mezcla de ambos.

Con el apoyo de:



10.3 Objeto y modelo conceptual

Los criterios de evaluación asientan la referencia para medir el progreso y los logros de una actuación. Estos criterios son generalmente traducidos y sintetizados en indicadores. Aunque de forma generalizada se hable de indicadores, conviene distinguir estos de las métricas de evaluación.

Un indicador proporciona evidencia de que una cierta condición existe o de que se han logrado o no ciertos resultados. Los indicadores pueden ser cuantitativos o cualitativos.

De forma genérica pueden distinguirse dos tipos de indicadores: basados en procesos o en resultados. En el ámbito de la adaptación suelen utilizarse los indicadores de proceso, dado el largo plazo de las intervenciones. De esta forma, se evalúa el desempeño de las intervenciones durante el proceso en aras de la mejora continua.

Indicadores de seguimiento y evaluación.

Los indicadores, bien sean cuantitativos o cualitativos, deben suministrar evidencias de que en las circunstancias existentes se han alcanzado o no ciertos resultados. De manera general se pueden distinguir dos tipos de indicadores: basados en procesos o en resultados.

Para definir los indicadores se tuvieron en cuenta consideraciones con respecto a:

- ▶ **Cuantificarlos sólo cuando sea posible, asegurando que son significativos y ejecutables.** Se monitorea y evalúa todo lo importante y no solo lo que se pueda medir, replanteando qué información real proporcionan y si es obtenible la información necesaria para su cálculo.
- ▶ **Elegir indicadores factibles económicamente.** La información que se necesite para su cálculo debe recopilarse de forma eficiente y efectiva y no ser más costosa que la información que proporciona.
- ▶ **Que midan el desempeño.** Utilizando indicadores cuantitativos con otras herramientas (investigación cuantitativa, estudios comparativos, opinión de agentes implicados, etc.) teniendo en cuenta que en ocasiones los resultados de la adaptación no podrán medirse hasta pasados muchos años.

Con el apoyo de:



10.4 Sistema de gestión y evaluación del plan

Con la finalidad de realizar el seguimiento y evaluación del plan se conformará un equipo técnico multidisciplinar, compuesto por las áreas municipales con competencias en materia de: urbanismo, infraestructuras, movilidad, medio ambiente, salud, educación, desarrollo local, obras y servicios. Este equipo se convocará con una periodicidad anual para acreditar el desarrollo que se va observando en los indicadores a continuación:

- ▶ Huella hídrica municipal.
- ▶ Huella de carbono municipal.
- ▶ Superficie municipal afectada por fenómenos meteorológicos extremos.

Además se hará un control de variables climáticas municipales, entre las que se analizarán:

- ▶ Temperatura máxima absoluta y media.
- ▶ Temperatura mínima absoluta y media.
- ▶ Días y duración de las olas de calor.
- ▶ Precipitación.
- ▶ Humedad relativa.
- ▶ Variación de vientos.
- ▶ Eventos extremos: incluyendo días con inundaciones, días de fuertes rachas de viento, días consecutivos sin lluvia.

Todos estos indicadores serán presentados en un formato de ficha similar al siguiente:

| INDICADOR | |
|-------------------------|--|
| Descripción | |
| | |
| Escala de valoración | |
| | |
| Umbral de alerta | |
| Línea de actuación | |
| Tendencia deseada | |
| Periodicidad de cálculo | |
| Formula de cálculo | |
| Unidad de medida | |
| Fuente de los datos | |
| Última actualización | |
| Observaciones | |
| Representación gráfica | |
| | |

Con el apoyo de:

GLOSARIO, ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS IPCC

Adaptación. Proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos. En los sistemas humanos, la adaptación trata de moderar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas. En los sistemas naturales, la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado y a sus efectos.

Antropogénico. Término utilizado para hacer referencia a los efectos, procesos o materiales que son el resultado de actividades humanas a diferencia de los que tienen causas naturales, sin influencia humana.

Cambio climático. Variación del estado del clima, identificable (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos. El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales o a forzamientos externos tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antropógenos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso del suelo. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en su artículo 1, define el cambio climático como “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”. La CMNUCC diferencia, pues, entre el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad climática atribuible a causas naturales.

Capacidad de respuesta. Es la capacidad a corto plazo de actuar o reaccionar frente al cambio climático, reduciendo los efectos de esa perturbación.

CO2 equivalente. Medida normalizada del efecto del conjunto de todos los gases de efecto invernadero (GEI) en el clima. Se define como la concentración de CO2 que produciría el mismo nivel de forzamiento

radiativo que una mezcla dada de CO2 y otros GEI. Resulta de transformar el efecto de cada GEI en la cantidad de CO2 que tendría un efecto equivalente, e integrarlo en una sola figura.

Efecto Invernadero. Es el efecto de la radiación infrarroja debido a todos los gases y sustancias presentes en la atmósfera capaces de absorber y emitir en la frecuencia infrarroja del espectro de radiación. Los denominados gases de efecto invernadero, las nubes y -en menor cuantía- los aerosoles absorben la radiación infrarroja emitida por la superficie de la Tierra y por otras partes de la atmósfera. Todas estas sustancias emiten radiación en todas las direcciones pero la cantidad neta emitida al espacio es normalmente menor que la que se emitiría en ausencia de estas sustancias absorbentes de radiación infrarroja debido a la disminución de la temperatura con la altitud en la troposfera y la consiguiente reducción de las emisiones.

Un aumento en la concentración de los gases de efecto invernadero aumenta la magnitud de este efecto contribuyendo a un calentamiento de la temperatura del aire en la superficie y en la troposfera.

Escenario. Descripción plausible, y generalmente simplificada, sobre cómo puede desarrollarse el futuro, basada en una serie de asunciones consistentes y coherentes entre sí. Conjunto de hipótesis de trabajo sobre cómo puede evolucionar la sociedad y qué puede suponer esa evolución para el clima.

Evento extremo. Un suceso meteorológico extremo es un suceso que es raro para un lugar determinado y una época del año. La definición de raro puede variar pero, en general, se refiere a un suceso que está por debajo / encima del percentil 10/90 de la correspondiente función de densidad de probabilidad estimada a partir de las observaciones. Cuando un suceso meteorológico extremo persiste durante un cierto tiempo puede clasificarse como suceso extremo climático, especialmente si da lugar a un valor promedio o total que a su vez es extremo.

Con el apoyo de:



Exposición. La presencia de personas; medios de subsistencia; especies o ecosistemas; funciones, servicios y recursos ambientales; infraestructura; o activos económicos, sociales o culturales en lugares y entornos que podrían verse afectados negativamente.

Fenología. Relación entre los fenómenos biológicos que se repiten periódicamente (por ejemplo, las etapas de desarrollo y la migración) y los cambios climáticos y estacionales.

Forzamiento radiativo. Cambio (en relación con el año 1750, que es tomado como momento en que se inicia la revolución industrial) en la diferencia entre la cantidad de calor que entra en la atmósfera y la que sale de ella. Un forzamiento positivo tiende a calentar el planeta, mientras que uno negativo tiende a enfriarlo.

Impactos (consecuencias, resultados). Efectos en los sistemas naturales y humanos. En el AR5, el término impactos se emplea principalmente para describir los efectos sobre los sistemas naturales y humanos de fenómenos meteorológicos y climáticos extremos y del cambio climático. Los impactos generalmente se refieren a efectos en las vidas; medios de subsistencia; estados de salud; ecosistemas; bienes económicos, sociales y culturales; servicios (incluidos los ambientales) e infraestructuras debido a la interacción de los cambios climáticos o fenómenos climáticos peligrosos que ocurren en un lapso de tiempo específico y a la vulnerabilidad de las sociedades o los sistemas expuestos a ellos. Los impactos también se denominan consecuencias y resultados. Los impactos del cambio climático sobre los sistemas geofísicos, incluidas las inundaciones, las sequías y la elevación del nivel del mar, son un subconjunto de los impactos denominados impactos físicos.

Mitigación. En el contexto del cambio climático, se refiere a la intervención humana para reducir las fuentes o incrementar los sumideros de gases de efecto invernadero.

Peligro. Acaecimiento potencial de un suceso o tendencia físico de origen natural o humano, o un impacto físico, que puede causar pérdidas de vidas, lesiones u otros efectos negativos sobre la salud, así como daños y pérdidas en propiedades, infraestructuras, medios de subsistencia, prestaciones de servicios, ecosistemas y recursos ambientales. En el presente informe, el término peligro se refiere generalmente a sucesos o tendencias físicos relacionados con el clima o los impactos físicos de este.

Proyección climática. Es la respuesta simulada –generalmente mediante el uso de modelos climáticos– del sistema climático a un escenario de emisiones o concentraciones futuras de gases de efecto invernadero y aerosoles.

Las proyecciones climáticas se distinguen de las predicciones por su dependencia del escenario de emisión o concentración considerado. Las proyecciones están por lo tanto condicionadas a las suposiciones relativas a los escenarios que pueden o no tener lugar.

Resiliencia. Capacidad de un sistema socioecológico de afrontar un suceso o perturbación peligrosa respondiendo o reorganizándose de modo que mantenga su función esencial, su identidad y su estructura, y conservando al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación.

Riesgo. Potencial de consecuencias en que algo de valor humano (incluidos los propios humanos) está en peligro con un desenlace incierto. A menudo el riesgo se representa como la probabilidad de acaecimiento de sucesos o tendencias peligrosos multiplicada por las consecuencias en caso de que ocurran tales sucesos.

Sensibilidad. Grado en que un escenario puede verse afectado más negativamente por cambios relacionados con el clima debido a características propias no climáticas. Es decir, en comparación con una actitud neutra ante el impacto, el potencial daño se dramatiza según la sensibilidad aumenta. El grado de sensibilidad depende de las características del escenario climático que acentúan el impacto resultante.

Sumidero de carbono. Cualquier proceso, actividad o mecanismo que absorbe un gas de efecto invernadero.

Transformación. Cambio en los atributos fundamentales de los sistemas naturales y humanos. En este resumen, la transformación podría reflejar paradigmas, objetivos o valores reforzados, alterados o armonizados dirigidos a promover la adaptación en pro del desarrollo sostenible, en particular la reducción de la pobreza.

Troposfera. Parte inferior de la atmósfera, comprendida entre la superficie y unos 10 km de altitud en latitudes medias (variando, en promedio, entre 9 km en latitudes altas y 16 km en los trópicos), donde se encuentran las nubes y se producen los fenómenos meteorológicos. En la troposfera, las temperaturas suelen disminuir con la altura.

Vulnerabilidad. Propensión o predisposición a ser afectado negativamente. La vulnerabilidad comprende una variedad de conceptos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación.

AR5. Quinto Informe de Evaluación del IPCC.

CO2 eq. CO2 equivalente (véase el glosario).

AFOLU. Agricultura, selvicultura y otros usos del suelo.

GEI. Gases de Efecto Invernadero. Los incluidos en el Protocolo de Kioto son los siguientes:

- Dióxido de carbono (CO₂).
- Hidrofluorocarbonos (HFC).
- Metano (CH₄).
- Perfluorocarbonos (PFC).
- Óxido nitroso (N₂O).
- Hexafluoruro de azufre (SF₆).

IPCC. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (de sus siglas en inglés).

PgC. 1 Petagramo de carbono = 1 PgC = 10¹⁵ gramos de carbono = 1 Gigatonelada de carbono = 1.

GtC. 1 GtC corresponde a 3,67 GtCO₂.

pH. Es una medida adimensional de la acidez del agua (o de cualquier solución) que viene dada por la concentración de hidrogeniones (H⁺). El pH se mide en una escala logarítmica: $\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+]$. Una reducción de una unidad en el pH corresponde pues a multiplicar por 10 la concentración de iones H⁺.

Ppm. Partes por millón (unidad de medida de la concentración de un gas en la atmósfera).

Ppmm. Partes por miles de millón (unidad de medida de la concentración de un gas en la atmósfera).

RCP. Representative Concentration Pathways (Traectorias de concentración representativas).

