

# Resumen ejecutivo

**XUNTA DE GALICIA**

Consellería de Medio Ambiente Territorio e Infraestruturas

MeteoGalicia

Redacción:

Dionisio Rodríguez Álvarez.

Irene Piñeiro Arrivi.

María de los Ángeles Lago Núñez.

Vicente Pérez Muñuzuri.

Data have been provided through the PRUDENCE data archive, funded by the EU through contract EVK2-CT2001-00132. Météo-France. MeteoGalicia.

# Índice

<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I.- Escenarios de cambio climático en el SUDOE</b>	
<b>I.I.- Introducción</b>	<b>4</b>
<b>I.II.- Evidencias regionales de cambio climático</b>	<b>7</b>
Temperatura	8
Precipitación	13
<b>I.III.- Resumen de evidencias regionales</b>	<b>18</b>
<b>I.IV.- Escenarios regionales de cambio climático. Metodología</b>	<b>21</b>
<b>I.V.- Proyecciones regionales de cambio climático</b>	<b>23</b>
Temperatura diaria media	24
Extremos de temperatura	30
Precipitación	33
Evaporación diaria	44
Viento a 10 m	48
Radiación solar incidente	50
<b>I.VI.- Conclusiones del análisis regional</b>	<b>54</b>
<b>I.VII.- Resultados y conclusiones del análisis para el SUDOE</b>	<b>57</b>
<b>CAPÍTULO II.- Adaptación al cambio climático en el SUDOE</b>	
<b>II.I.- Análisis de vulnerabilidades/oportunidades</b>	<b>62</b>
Análisis regional de vulnerabilidades/oportunidades	62
Resultados y conclusiones del análisis de vulnerabilidades/oportunidades para el SUDOE	64
<b>II.II.- Medidas de adaptación</b>	<b>70</b>



# Introducción

## Introducción

Existe un amplio acuerdo científico sobre que el clima global se está viendo alterado significativamente como resultado del aumento de concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI), y que estas alteraciones tendrán manifestaciones muy diferentes en distintas áreas del planeta.

En el ámbito internacional se están haciendo importantes esfuerzos en la lucha contra el cambio climático, entre los que destaca la reducción de las emisiones de GEI. Sin embargo, el objetivo de estas medidas está lejos de alcanzarse, por lo cual se han desarrollado futuros escenarios de cambio climático para los próximos decenios a los que la humanidad, de una forma o de otra, se tendrá que acomodar. Por ello, y de forma complementaria a las acciones de mitigación de emisiones de GEI, se deben emprender estrategias de adaptación al cambio climático a nivel regional y local, pues los impactos y las vulnerabilidades son específicos de cada lugar.

En concreto, las regiones del SUDOE, por su situación geográfica y sus características socioeconómicas, son zonas muy vulnerables a los efectos del cambio climático, como así se viene poniendo de manifiesto en los más recientes análisis e investigaciones.

Es en este contexto en el que nació el presente proyecto “Adaptación a los efectos derivados del cambio climático” (ADAPTACLIMA), con el ánimo de elaborar estudios de detalle en diversos territorios que permitiesen por una parte, elaborar escenarios de previsión sobre los efectos del cambio climático a nivel local y por otra, definir medidas de adaptación al cambio pensadas específicamente para las peculiaridades locales.

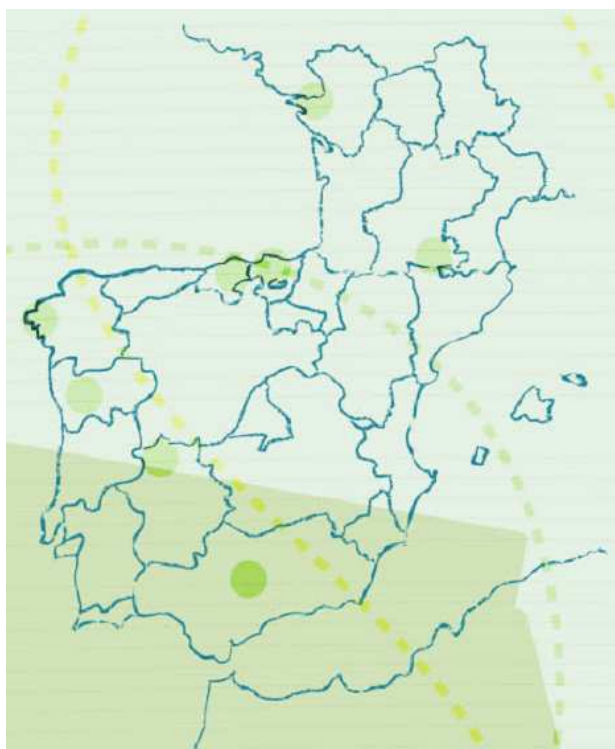
Para ello este proyecto contó con un partenariado constituido por entidades procedentes de regiones muy diversas del SUDOE que comparten la inquietud sobre los efectos del cambio climático en sus territorios, pero que presentan características concretas diferentes, tanto socioeconómicas como naturales. El trabajo conjunto de dicho partenariado ha permitido el desarrollo de los distintos Grupos de Tareas (GT) de los que ha constado el proyecto, y ha supuesto el logro de los objetivos contemplados inicialmente.

Con la ejecución del proyecto se han logrado varios resultados, tales como, estudios de detalle sobre los efectos previsibles del cambio climático a escala regional, identificación de medidas de adaptación, desarrollo de diferentes metodologías de trabajo que puedan ser de utilidad para otras regiones del SUDOE, establecimiento de una colaboración estable entre las

diferentes regiones, la transmisión de conocimiento e intercambio de experiencias, la concienciación de la población, etc.

En el presente resumen ejecutivo se recogen, a modo de síntesis, las principales conclusiones obtenidas en los distintos Grupos de Tareas, que han culminado en la identificación de medidas de adaptación al cambio climático en el espacio SUDOE desarrolladas a partir del análisis de los escenarios de cambio climático, así como, de las vulnerabilidades de los principales sectores socioeconómicos de las diferentes regiones.

En concreto, el desarrollo del proyecto ha partido de un análisis de variabilidad y cambio en una serie de variables (temperatura, precipitación, radiación solar incidente, evaporación y velocidad del viento) esperadas de acuerdo con escenarios de cambio climático futuros. Posteriormente, se ha procedido a la identificación de sectores (y/o actividades) socioeconómicos relevantes en cada una de las regiones con objeto de evaluar la vulnerabilidad de los mismos a los impactos observados pudiendo así definir medidas de adaptación específicas.





# **CAPÍTULO I.- Escenarios de cambio climático en el SUDOE**

## I.I.- Introducción

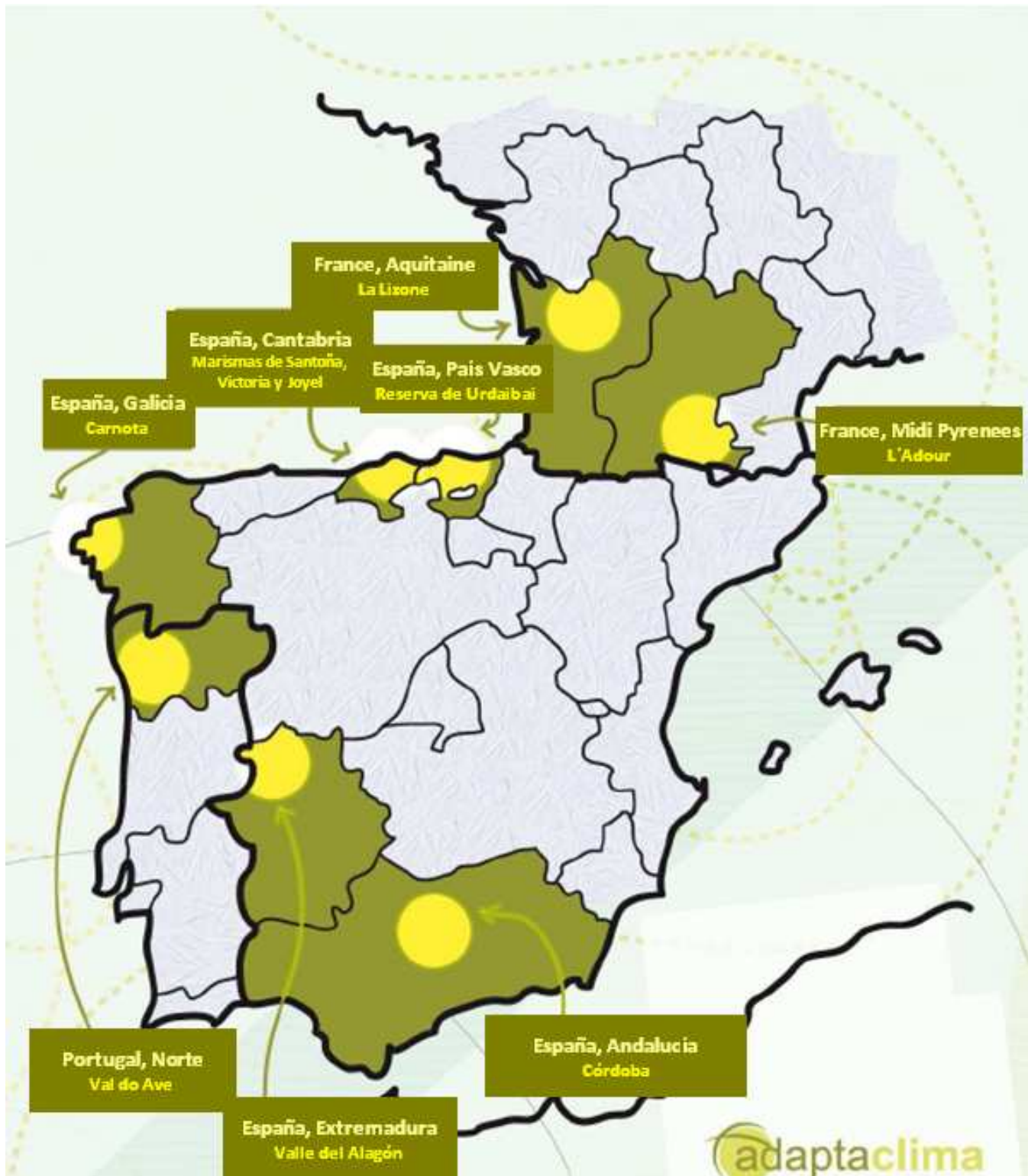
Uno de los objetivos estratégicos del proyecto *Adaptación a los efectos del cambio climático* (ADAPTACLIMA) es, como su propio nombre indica, identificar medidas de adaptación de las regiones del sudoeste europeo a los futuros escenarios derivados del fenómeno del cambio climático. Para ello, conviene conocer cuáles son los efectos que este fenómeno está suponiendo ya en el SUDOE a través del análisis de cómo ciertas variables meteorológicas han variado en los últimos años, lo que se conoce como evidencias. Igualmente, de cara a identificar los posibles impactos que tendrán lugar en el futuro, se hace necesario el estudio de la evolución futura de ciertas variables meteorológicas mediante el empleo de proyecciones que se realizan utilizando diferentes hipótesis o escenarios.

Este capítulo I está orientado a resumir las actuaciones que se han llevado a cabo en el marco del cálculo de los escenarios climatológicos (GT.2). Se parte del análisis de las evidencias de cambio climático en las diferentes regiones participantes en el proyecto para las variables temperatura y precipitación. De dicho análisis se derivan una serie de resultados y conclusiones que, a modo de resumen, se presentan también para el SUDOE. Posteriormente, se sintetizan los resultados obtenidos con el cálculo de escenarios climatológicos tanto a nivel regional, como para todo el sudoeste europeo.

### Áreas geográficas de estudio

El desarrollo del grupo de tareas 2, que comprendió el análisis de evidencias de cambio climático y de proyecciones futuras, se ha focalizado en áreas geográficas concretas de los diferentes territorios del partenariado ([Mapa 1](#)).





Mapa 1. Áreas geográficas de estudio.

En aras de establecer una notación homogénea de las diferentes áreas geográficas en el presente informe, se presenta el siguiente cuadro:

SOCIOS		PROYECCIONES	EVIDENCIAS	NOTACIÓN
España	País Vasco	Reserva de Urdaibai	Territorio del País Vasco	País Vasco
España	Extremadura	Valle del Alagón	Estaciones en la provincia de Cáceres	Extremadura
France	Aquitaine	La Lizonne	Estaciones distribuidas en el sur de Francia	Aquitaine
France	Midi Pyrenees	L'Adour	Sur de Francia 40 estaciones a lo largo de Aquitaine, Midi Pyrenees y Languedox-Rousillon	Midi Pyrenees
España	Cantabria	Marismas de Santoña, Victoria y Joyel		Cantabria
Portugal	Norte	Val do Ave	Estaciones norte de Portugal	Portugal
España	Andalucía	Córdoba	Estaciones situadas en la provincia de Córdoba	Andalucía
España	Galicia	Carnota	Estaciones de AEMET y MeteoGalicia en territorio gallego	Galicia costa
España	Galicia	Ourense	Estaciones de AEMET y MeteoGalicia en territorio gallego	Galicia interior

Cuadro 1. Notación de áreas geográficas de estudio.

## I.II.- Evidencias regionales de cambio climático

Las evidencias que el cambio climático está dejando en los ecosistemas son un hecho ya documentado en diferentes informes realizados por reconocidos organismos.

A pesar de que es bien conocido que el cambio climático está suponiendo efectos globales a escala mundial, resulta fundamental el análisis detallado de las evidencias que dicho fenómeno ha supuesto hasta ahora a un nivel más local, de cara a dirigir una planificación adecuada de la adaptación a las consecuencias del mismo.

Así, como punto de partida del Grupo de Tareas 2 (cálculo de los escenarios climatológicos) desarrollado en el marco del proyecto Adaptaclima, se ha tomado el análisis de evidencias en las diferentes regiones participantes en el proyecto, para las variables temperatura y precipitación.

A grandes rasgos y de modo genérico, se puede decir que el análisis de evidencias ha consistido en la creación y preparación de ficheros a partir de las series de datos facilitadas por cada uno de los socios, obtenidas en diferentes estaciones de observación situadas geográficamente en zonas específicas de cada una de las regiones. Estos datos han variado en función de la disposición de las estaciones y acceso a los datos de cada socio. En general, se han analizado los datos de los años 1960-2001, pues es el periodo mínimo para la obtención de conclusiones en los análisis climáticos. En la medida en que, en ocasiones, se dan ciertos valores ilógicos de las series, se ha procedido a la realización de un control de calidad para tratar de lograr la validación de todos los datos diarios de las variables analizadas (precipitación y temperatura) frente a una serie de referencia. También se ha aplicado un test de homogeneidad (test de Alexanderson y Moberg, 1997-SNHT) para la corrección mes a mes. Finalmente, se ha procedido al estudio de las tendencias y a la identificación de extremos para ambas variables. Todo este procedimiento ha sido plasmado en cada uno de los informes que se han ido entregando a cada uno de los socios y de los cuales se han obtenido una serie de resultados y conclusiones que se presentan a continuación junto con las variaciones sufridas por las variables temperatura y precipitación en las regiones del SUDOE.

## Temperatura

### País Vasco.-

En este estudio se utilizaron las series de temperatura máxima y mínima de las estaciones de Bilbao-Aeropuerto, San Sebastián, Lasarte-Michelin, Amurrio-Instituto, Vitoria-Aeropuerto Foronda y Arcaute, las cuales se encuentran distribuidas a lo largo del territorio del País Vasco. El periodo utilizado para el estudio de tendencias de la variable temperatura ha sido el que abarca desde 1961 a 2008. Los resultados obtenidos, se describen a continuación.

Anualmente, se puede observar un aumento en la temperatura máxima de  $0.18^{\circ}\text{C}/\text{década}$  y en la temperatura mínima de  $0.35^{\circ}\text{C}/\text{década}$  (serie regional), estos valores oscilan cuando se estudian las series individuales, aunque se observa que el incremento es mayor para la temperatura mínima. Dicho aumento es más acusado en las estaciones de primavera y verano, entre  $0.1^{\circ}\text{C}/\text{década}$  y  $0.2^{\circ}\text{C}/\text{década}$  con respecto a las otras estaciones del año, siendo más abrupto a partir de los años 70.

Para la temperatura mínima, se produce un aumento más generalizado en todas las estaciones del año, mientras que para la temperatura máxima, este incremento es no significativo en invierno y otoño en muchas de las series estudiadas.

Se puede observar un descenso de los días y noches frías<sup>2</sup> y un aumento de los días y noches cálidas<sup>3</sup> que se ve reflejado, principalmente, en las estaciones de primavera y verano, mientras que el invierno y el otoño muchas veces son no significativos. El descenso que se obtiene para el número de noches frías en primavera y verano ( $-2.13$  días/década en verano) es más acusado que el observado en los días fríos ( $-0.7$  días/década en verano)

### Portugal.-

En este estudio se utilizaron las series de temperatura máxima, mínima y media de varias estaciones del norte de Portugal, en concreto, de las estaciones de Braga, R.Porto Castelo-

---

<sup>2</sup> Se calcularon los percentiles 5 (P5) y 95 (P95) de las temperaturas máxima y mínima, denominando días fríos a los que presentaban una temperatura máxima por debajo del p5 y noches frías a los días con temperatura mínima por debajo del p5.

<sup>3</sup> Análogamente, se llamaron días cálidos a los días cuya temperatura máxima superó el p95 y noches cálidas a aquellos días cuya temperatura mínima superó el p95.

Montalegre y Pedras Rubras-Maia, que pertenecen al instituto de Meteorología Portugués. El período de estudio que se toma en el análisis de temperatura es 1970-2009.

Anualmente, para las series de Braga y Montalegre se observa un aumento significativo para las temperaturas máxima, mínima y media del orden de 0.5°C/década. Para la serie de Rubras, anualmente se observa un aumento de la temperatura media y mínima de 0.5°C/década y de tan sólo 0.2°C/década para la temperatura máxima.

El incremento de temperatura es más abrupto a partir de mediados de los años 70. El incremento más elevado (0.7°C/década) se observa en primavera para todas las series y temperaturas consideradas. Mensualmente, destaca el mes de marzo con un aumento que está próximo a 1°C/década para las series de Braga y Montalegre y del orden de 0.6°C/década para Rubras.

Se da un descenso significativo de la frecuencia de días y noches frías principalmente en las estaciones de primavera y verano. Así, por ejemplo, se observa en Rubras un descenso de noches frías de -3.34 días/década. En general, se aprecia un aumento significativo de los días cálidos en las estaciones de primavera y verano (aproximadamente 1.5 días/década en primavera y 2.5 días/década en verano). En el estudio de tendencias de la frecuencia de noches cálidas, el aumento significativo se aprecia también en otoño para la serie de Braga y en todas las estaciones para la serie de Rubras.

#### **Extremadura.-**

En este estudio se utilizan las series de temperatura máxima y mínima de varias estaciones distribuidas en la provincia de Cáceres. Se trata de las estaciones de Villanueva de la Sierra, Moraleja, Presa de Valdobispo, Zarza la Mayor y Serradilla. El período de estudio que se toma en el análisis de temperatura es 1964-2009, sólo 3 de las 5 series analizadas cumplen este período.

Anualmente, para las estaciones de Presa de Valdeobispo y de Serradilla se aprecia un aumento significativo de la temperatura mínima (0.33°C/década y 0.46°C/década, respectivamente, mientras que para la estación de Villanueva de la Sierra el aumento significativo se observa en la temperatura máxima con 0.29°C/década. El aumento de temperatura mínima y máxima estacional y mensual depende de la serie de temperatura considerada observándose las tendencias recogidas en este documento. El incremento de temperatura es más abrupto a partir de los años 70.

Se observa un descenso de las noches frías que se ve reflejado en prácticamente todas las estaciones del año, con un descenso más acusado en las estaciones de invierno y primavera del orden de -2.5 días/década, frente al verano y otoño (-1.2 días/década). Para la frecuencia de días fríos, otoño es no significativo y se obtiene un descenso en el resto de las estaciones del año. La serie de Serradilla no muestra ninguna tendencia. En cuanto a los días y noches cálidas, los resultados varían en función de la serie de temperatura considerada.

#### Andalucía.-

En este estudio se utilizan las series de temperatura máxima y mínima de las estaciones de Córdoba-La Jarosa, Córdoba-Aeropuerto y Fuente Palmera-Molino de la Africana, todas ellas en la provincia cordobesa. El período de estudio que se toma en el análisis de temperatura es 1960-2007, cumpliéndolo una sola serie de las analizadas.

Anualmente, se encuentra un aumento significativo para las temperaturas máxima, mínima y media, siendo mayor para la temperatura mínima (0.34°C/década). Estacionalmente, destaca el verano con un incremento en la temperatura mínima de 0.59°C/década. La temperatura máxima muestra un incremento en invierno que no se observa en la temperatura media y mínima (0.18°C/década).

Los resultados de temperatura extrema deben considerarse con cautela debido al pobre control de calidad en la series antes de 1975. Destaca especialmente verano donde el número de noches frías desciende en -2.52 días/década, mientras que el número de noches cálidas aumenta en 3.93 días/década además, hay un aumento de los días cálidos y un descenso de los días fríos. Se han estudiado estos resultados para la serie original obteniéndose tendencias similares a las obtenidas con la serie a la que se le pasa un control de calidad.

#### Midi Pyrenees.-

En este estudio se utilizan las series de temperatura máxima y mínima que se distribuyen en el sur de Francia y que fueron recogidas en las estaciones de Foix Labarre, Carcassonne, Narbonne-Egassairal, Toulouse-Blagnac, Auch, Arcachon, Bordeaux-Merignac, Dax, Biarritz-Anglet, Pau-Uzein, Bagnères de B y Perpignan. Dichas series fueron facilitadas por MétéoFrance.

Las conclusiones del análisis de evidencias en el sur de Francia se muestran para dos periodos 1890-2000 y 1960-2000.

#### PERIODO 1890-2000

Anualmente, se observa un aumento en la temperatura máxima de  $0.06^{\circ}\text{C}/\text{década}$  y en la temperatura mínima de  $0.12^{\circ}\text{C}/\text{década}$  (serie regional), estos valores oscilan cuando se estudian las series individuales, aunque se observa que el incremento es mayor para la temperatura mínima que para las otras temperaturas. Se produce un aumento de las temperaturas que es menos acusado en otoño para la temperatura mínima ( $0.123^{\circ}\text{C}/\text{década}$  en invierno y  $0.08^{\circ}\text{C}/\text{década}$  en otoño). En la temperatura máxima primavera e invierno son no significativas en muchas de las series de estudio.

#### PERIODO 1960-2000

En este caso, el aumento de temperatura es más pronunciado que en el anterior periodo y significativo tanto anual como estacionalmente (del orden de  $0.4^{\circ}\text{C}/\text{década}$ ) para todas las temperaturas. Se puede observar un descenso de los días fríos en invierno y de las noches frías en todas las estaciones del año. Se obtiene también un aumento de los días y noches cálidas que se ve reflejado principalmente en las estaciones de primavera y verano, mientras que en invierno y otoño muchas veces carecen de significación. Estos resultados son diferentes dependiendo de la serie considerada.

#### Aquitaine.-

En relación al análisis de evidencias en la zona de la Dordogne, cabe mencionar que únicamente se ha podido disponer para el estudio de dos ficheros de datos diarios correspondientes a las estaciones de Bergerac y La Tourblanche. Ambos ficheros comprenden el período 1970-2007.

No hay series mensuales homogeneizadas, y con solo dos estaciones no se pudo construir una serie de referencia adecuada para realizar la homogenización, por ello, sólo se realizó el estudio de extremos con el control de calidad realizado por MeteoFrance. Una vez entregado el informe realizado para el sur de Francia, se procedió al cálculo de extremos de temperatura y precipitación de estas dos series, que se añadió al otro informe y se entregó a los socios de Dordogne.

En este caso, las conclusiones del análisis se muestran para los periodos 1890-2000, 1960-2000 y 1970-2007.

#### PERIODO 1890-2000

Anualmente, se puede observar un aumento en la temperatura máxima de  $0.06^{\circ}\text{C}/\text{década}$  y en la temperatura mínima de  $0.12^{\circ}\text{C}/\text{década}$  (serie regional), estos valores oscilan cuando se estudian las series individuales, aunque se observa que el incremento es mayor para la temperatura mínima que para las otras temperaturas. Se produce un aumento de las temperaturas que es menos acusado en otoño para la temperatura mínima ( $0.123^{\circ}\text{C}/\text{década}$  en invierno y  $0.08^{\circ}\text{C}/\text{década}$  en otoño). En la temperatura máxima primavera e invierno son no significativas en muchas de las series de estudio.

#### PERIODO 1960-2000

En este caso, el aumento de temperatura es más acusado que en el anterior periodo y significativo tanto anual como estacionalmente (del orden de  $0.4^{\circ}\text{C}/\text{década}$ ) para todas las temperaturas. Se puede observar un descenso de los días fríos en invierno y de las noches frías en todas las estaciones del año. Se obtiene también un aumento de los días y noches cálidas que se ve reflejado principalmente en las estaciones de primavera y verano, mientras que el invierno y el otoño muchas veces son no significativos. Estos resultados son diferentes dependiendo de la serie considerada.

#### PERIODO 1970-2007

En este periodo también se observa un descenso del número de días y noches frías y un aumento del número de días y noches cálidas. Hay que tener en cuenta que este período comienza en una época más cálida que el estudio en las otras series de temperatura.

#### **Galicia.-**

En el estudio de evidencias en Galicia se utilizan series de datos pertenecientes a dos redes de estaciones meteorológicas: la red de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y la red de estaciones de MeteoGalicia. Se estudiaron 23 series de temperatura recogidas en diferentes estaciones distribuidas a lo largo del territorio gallego. El período de estudio para el análisis de temperatura es 1961-2006.



Los resultados del análisis muestran que la temperatura anual aumentó 0.18°C/década en el período 1961-2006. El incremento no fue homogéneo a lo largo del periodo, siendo más abrupto desde 1972, llegando la tasa incluso a duplicarse a 0.36°C/década. Fue más pronunciado y generalizado en las temperaturas máximas, aunque la diferencia con respecto al incremento en las mínimas sólo es significativa en primavera.

Dentro del año, el aumento fue mayor en primavera y en verano; produciéndose en menor medida en invierno, estación en la que aumentó la temperatura máxima y descendió el número de días fríos. En la primavera aumentó principalmente la temperatura máxima, la frecuencia de días y noches cálidas y descendió la frecuencia de días fríos. El aumento en el verano es más homogéneo, pero destaca respecto al resto del año el papel de las temperaturas mínimas, aumentando especialmente la frecuencia de noches cálidas y descendiendo la de noches frías. En el otoño sólo se aprecia un descenso significativo de días y noches frías.

## Precipitación

### País Vasco.-

En este estudio se utilizan 67 estaciones meteorológicas que se reparten a lo largo del territorio vasco. Todas ellas se utilizan en el control de calidad de las series. Posteriormente, para la homogenización y el cálculo de evidencias, se emplean las series que comprenden el período 1961-2008 o que tienen al menos 4 años en el período de referencia 1971-2000.

Se ha observado un descenso de la precipitación total acumulada de aproximadamente el 0.5% por década con respecto al período de referencia 1971-2000. Este descenso se refiere a la precipitación anual y en algunas ocasiones a la estación de invierno.

Se produce un descenso en la frecuencia de días con precipitación extrema, siendo más evidente este si se tienen en cuenta los días que superan los percentiles p90, p95, p99. Estos resultados de precipitación extrema están de acuerdo con otros estudios hechos en la Península Ibérica.

### Portugal.-

Al igual que en el análisis de temperatura, en este estudio se utilizaron las series de precipitación de las mismas estaciones del norte de Portugal, en concreto, de las estaciones de Braga, R. Porto Castelo-Montealegre y Pedras Rubras-Maia, que pertenecen al instituto de

Meteorología Portugués. El período de estudio que se toma en el análisis de precipitación es 1970-2009.

Los resultados de las tendencias observadas en precipitación dependen de la serie estudiada, pero se observa en general un aumento, casi significativo, de la precipitación en otoño (1.58%/década para Braga, 1.97%/década para Montalegre). También se obtiene un descenso de la precipitación en febrero y un aumento en octubre. Estos resultados son coherentes con el estudio de evidencias en precipitación realizado para Galicia.

En el estudio de la frecuencia de días que superan los umbrales de precipitación (1l/m<sup>2</sup>, 5 l/m<sup>2</sup> y 10l/m<sup>2</sup>) se observa un aumento casi significativo en la estación de otoño. Esto se traduce en un aumento de la precipitación que supera el p95 para Montalegre.

En la frecuencia de días de lluvia que superan determinados umbrales no existen tendencias a escala anual.

#### **Extremadura.-**

En este estudio se utilizan 8 estaciones meteorológicas que se reparten en la provincia de Cáceres. Todas ellas se utilizan en el control de calidad de las series. Para la homogenización y el cálculo de evidencias se utilizan las series que comprenden el período 1964-2009 o que tienen al menos 4 años en el período de referencia 1971-2000. Se comienza en el año 1964 a pesar de que las series comienzan mucho antes, debido a que es el período utilizado en temperatura y a que algunas de las series de mejor calidad empiezan este año.

Se observa, en general, un descenso de la precipitación acumulada en febrero (3.3%) y en junio (3.2%), mientras que en octubre se observa un aumento de la precipitación acumulada, que no llega a ser significativo en la serie regional, pero sí lo es en alguna de las series individuales (2.3%).

En el estudio de la frecuencia de días que superan los percentiles p90, p95, p99 (precipitación intensa), se muestra un incremento en las estaciones de primavera y otoño y un descenso, que en muchos casos es no significativo, en la estación de invierno.

Ambas conclusiones son coherentes con estudios realizados en España que muestran resultados para la zona de Cáceres.

## Andalucía.-

Para el estudio de la precipitación se utilizan las mismas estaciones que en el caso de la temperatura. A todas ellas se les aplica un control de calidad, si bien, esta vez no se sustituyen los outliers<sup>4</sup> por tener una escasa densidad de estaciones. Además del control de calidad, las series se homogenizan, aunque para la serie de Córdoba-Aeropuerto se empleó un test de homogeneidad (SNHT\_Standard Normal Homogeneity Test) para series individuales que presentaban ciertos problemas para su tratamiento. Además se hace el estudio de tendencias sobre la serie de Córdoba Aeropuerto.

En general, se observa un descenso de la precipitación acumulada tanto a escala anual (3.5%) como en las estaciones de invierno (3.2%), primavera (3.8%) y verano (10.2%). Estos descensos también se observan en los meses de enero, febrero (8.0%), marzo y junio (12.2%).

En el estudio de la frecuencia de días de lluvia y días que superan los percentiles p90, p95, p99 (precipitación intensa) no se ha podido sacar ninguna conclusión debido al pobre control de calidad que se pudo aplicar a la serie de Córdoba-Aeropuerto.

## Midi Pyrenees.-

En este estudio se utilizan 40 estaciones meteorológicas que se reparten a lo largo del sur de Francia, se cubren así las regiones de Aquitania, Midi Pyrenees y Languedox-Roussillon. Se trata de series mensuales que están homogeneizadas empleando el mismo método ya mostrado en temperatura. Para el cálculo de evidencias se emplean dos periodos 1890-2000 y 1960-2000. El periodo de referencia con el que se calculan las anomalías es 1971-2000.

### PERIODO 1890-2000

En la serie regional y en dos de las subregiones, que resultan del análisis de componentes principales, se observa un aumento significativo de la precipitación en la estación de invierno (0.32% por década) respecto al período de referencia 1971-2000. La subregión 3 que representa parte del sureste de Francia es en la que se obtienen más tendencias significativas positivas. Esto ocurre anual, estacional y mensualmente.

---

<sup>4</sup> Se habla de outlier cuando se da la presencia de 4 o 6 desviaciones típicas del valor medio normal.

## PERIODO 1960-2000

En este período no se observan tendencias en la precipitación acumulada para la serie regional y cada una de las subregiones estudiadas. Las tendencias en la frecuencia de días de lluvia y de días con precipitación extrema (que supera los 30 l/m<sup>2</sup> o el p90) varían según la serie considerada. En muy pocos casos se encuentran tendencias significativas.

### Aquitaine.-

Como se ha mencionado anteriormente, se procedió al cálculo de extremos de precipitación de las dos series facilitadas, que se añadió al informe del sur de Francia.

Así, en el análisis se utilizaron las 40 estaciones meteorológicas distribuidas a lo largo del sur de Francia, se cubren así las regiones de Aquitania, Midi Pireneos y Languedox-Roussillon. Se trata de series mensuales que están homogeneizadas empleando el mismo método ya mostrado en temperatura. Para el cálculo de evidencias se emplean dos periodos 1890-2000 y 1960-2000. El periodo de referencia con el que se calculan las anomalías es 1971-2000.

## PERIODO 1890-2000

Se observa un aumento significativo de la precipitación en la estación de invierno (0.32% por década) respecto al período de referencia 1971-2000, en la serie regional y en dos de las subregiones, que resultan del análisis de componentes principales. Anual, estacional y mensualmente se obtienen más tendencias positivas en la subregión 3 correspondiente al sureste de Francia.

## PERIODO 1960-2000

En este período 1960-2000 no se observan tendencias en la precipitación acumulada para la serie regional y cada una de las subregiones estudiadas. Las tendencias en la frecuencia de días de lluvia y de días con precipitación extrema (que supera los 30 l/m<sup>2</sup> o el p90) varían según la serie considerada. En muy pocos casos se encuentran tendencias significativas. En el periodo 1970-2007 también se observa un aumento de la frecuencia de días con precipitación que supera el umbral de los 30l/m<sup>2</sup> en la serie de la Tour-Blanche (0.6 días/década).

### Galicia.-

En el análisis de precipitación, al igual que en el de temperatura, las series de datos utilizadas pertenecen a la red de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y a la de MeteoGalicia. Las estaciones manuales y automáticas pertenecientes a MeteoGalicia poseen una mayor

accesibilidad a los datos originales y metadata de esas estaciones, con lo que se mejoró mucho la caracterización de la calidad de estas series. Así, se examinaron a nivel diario 393 series de precipitación.

Los resultados del estudio concluyen que sólo se aprecian tendencias en la cantidad total de precipitación a nivel mensual, produciéndose un descenso significativo en febrero y un aumento en el mes de octubre. No se encuentra la tendencia significativa en el mes de marzo, documentada en otros estudios de la península Ibérica.

En relación a los episodios de lluvia intensa, se observó un incremento de los mismos en otoño y una disminución en primavera.

Las principales evidencias observadas en los informes entregados para cada una de las regiones y que anteriormente se han resumido, se muestran a continuación en la [Tabla 1](#).

### I.III.- Resumen de evidencias regionales

En la siguiente tabla se muestran, de modo sintético, las evidencias de cambio climático observadas en el análisis de las variables temperatura y precipitación en las diferentes regiones.

VARIABLE	REGION	EVIDENCIAS 1960-2001	
Precipitación	Midi Pyrenees	↑	Precipitación acumulada Aumento significativo en la estación de invierno (0,32% por década - 1890-2000), ocurrencia anual, estacional y mensual
		↑↓	Frecuencia días de lluvia Las tendencias varían según la serie considerada. En muy pocos casos se encuentran tendencias significativas
	Aquitaine	↑	Precipitación acumulada Aumento significativo en la estación de invierno (0,32% por década - 1890-2000), ocurrencia anual, estacional y mensual
		↑↓	Frecuencia días de lluvia Las tendencias varían según la serie considerada. En muy pocos casos se encuentran tendencias significativas. En período 1970-2007 aumento de días con precipitación extrema 0,6 días/década
	País Vasco	↓	Precipitación acumulada Descenso de precipitación total anual acumulada en 0,5% por década respecto al periodo 1971-2000
		↓	Frecuencia días de lluvia
	Cantabria		
	Galicia	↑↓	Precipitación acumulada Sólo se aprecian tendencias a nivel mensual. Descenso significativo en febrero y aumento en octubre.
		↑↓	Frecuencia días de lluvia Aumentan los episodios de lluvia intensa en otoño y disminuyen en primavera
	Portugal	↑↓	Precipitación acumulada No se observan tendencias significativas. Aumento en otoño (1,58%/década Braga, 1,97%/década Montealegre). Descenso en febrero y aumento en octubre
		↑	Frecuencia días de lluvia Aumento casi significativo en otoño
	Extremadura	↓	Precipitación acumulada Descenso general en febrero (3,3%) y junio (3,2%)
		↑	Frecuencia días de lluvia Incremento de frecuencia de días de lluvia en primavera y otoño
	Andalucía	↓	Precipitación acumulada Descenso general a escala anual (3,5%). En invierno (3,2%), primavera (3,8%) y verano (10,2%)
		Frecuencia días de lluvia No existen conclusiones debido al pobre control de calidad aplicado a la serie de Córdoba aeropuerto	

VARIABLE	REGION	EVIDENCIAS 1960-2001		
Temperatura	Midi Pyrenees	↑ Tmax	0,06°C/ década (1890-2000), 0,4°C/ década (1960-2000)	
		↑ Tmin	0,12°C/ década (1890-2000), 0,4°C/ década (1960-2000)	
		↑ Estacional	Aumento general, menos acusado en otoño para Tmin (0,123°C/década en invierno y 0,08°C/década en otoño -1890-2000)	
		↓ Noches frías	Descenso en todas las estaciones del año (1960-2000)	
		↓ Días fríos	Descenso, principalmente en invierno (1960-2000)	
		↑ Noches cálidas	Aumento, principalmente en primavera y verano (1960-2000)	
	Aquitaine	↑ Días cálidos	Aumento, principalmente en primavera y verano (1960-2000)	
		↑ Tmax	0,06°C/ década (1890-2000), 0,4°C/ década (1960-2000)	
		↑ Tmin	0,12°C/ década (1890-2000), 0,4°C/ década (1960-2000)	
		↑ Estacional	Aumento general, menos acusado en otoño para Tmin (0,123°C/década en invierno y 0,08°C/década en otoño -1890-2000)	
		↓ Noches frías	Descenso en todas las estaciones del año (1960-2000)	
		↓ Días fríos	Descenso, principalmente en invierno (1960-2000)	
	País Vasco	↑ Noches cálidas	Aumento, principalmente en primavera y verano (1960-2000)	
		↑ Días cálidos	Aumento, principalmente en primavera y verano (1960-2000)	
		↑ Tmax	0,18°C/ década	
		↑ Tmin	0,35°C/ década	
		↑ Tendencia	Incremento más abrupto a partir de los años 70	
		↑ Estacional	Aumento general, más acusado en primavera y verano (entre 0,1°C/década y 0,2°C/década respecto a las otras estaciones)	
	Cantabria	↓ Noches frías	Descenso, principalmente en primavera y verano (-2,13 días/década en verano)	
		↓ Días fríos	Descenso, principalmente en primavera y verano (-0,7 días/década en verano)	
		↑ Noches cálidas	Aumento, principalmente en primavera y verano	
		↑ Días cálidos	Aumento, principalmente en primavera y verano	
		Cantabria		
		Galicia	Galicia	
	↑ Tmax		Aumento	
	↑ Tmin		Aumento 0,18°C (1961-2006)	
	↑ Tmedia		Incremento más abrupto a partir de 1972, llegando a duplicarse (0,36°C)	
	↑ Tendencia		Aumento general, mayor en primavera y verano. Invierno en menor medida	
	↑ Estacional		Descenso principalmente en verano, siendo también significativo en otoño	
	↓ Noches frías		Descenso, principalmente en otoño	
	↓ Días fríos		Aumento, principalmente en primavera y verano	
	↑ Noches cálidas		Aumento, principalmente en primavera	
↑ Días cálidos				

VARIABLE	REGION	EVIDENCIAS 1960-2001	
Temperatura	Portugal	↑ Tmax	0,5°C/ década
		↑ Tmin	0,5°C/ década
		↑ Tmedia	0,5°C/ década
		↑ Tendencia	Incremento más abrupto a partir de mediados de los años 70
		↑ Estacional	Incremento más elevado en primavera 0,7°C/década. Mensualmente destaca marzo con 1°C/década
		↓ Noches frías	Desciende, principalmente en primavera y verano
		↓ Días fríos	Desciende, principalmente en primavera y verano
		↑ Noches cálidas	Aumento
		↑ Días cálidos	Aumento, significativo en primavera (1,5 días/década) y verano (2,5 días/década)
	Extremadura	↑ Tmax	0,29°C/década
		↑ Tmin	0,46°C/ década
		↑ Tendencia	Incremento más abrupto a partir de los años 70
		↓ Noches frías	Descenso más acusado en primavera e invierno (2,5 días/década)
		↓ Días fríos	Descenso en primavera, verano e invierno
		↑↓ Noches cálidas	Resultados diferentes en función de la serie considerada
		↑↓ Días cálidos	Resultados diferentes en función de la serie considerada
	Andalucía	↑ Tmax	Aumento significativo. Incremento en invierno 0,18°C/década
		↑ Tmin	Aumento significativo 0,34°C/década. Destaca el verano 0,59°C/década
		↑ Tmedia	Aumento significativo
		↓ Noches frías	Desciende. Destaca el verano con disminución de 2,52días/década
		↓ Días fríos	Descenso
↑ Noches cálidas		Aumenta. Destaca el verano con aumento de 3,93días/década	
↑ Días cálidos		Aumento	

(\*) Series de datos facilitadas por los socios

Tabla 1. Evidencias de cambio climático regionales.



## I.V.- Escenarios regionales de cambio climático.

### Metodología.

El objetivo que se persigue con el cálculo de los escenarios climatológicos es obtener una estimación de la magnitud del cambio climático en la zona SUDOE. Para esto, se ha realizado un análisis de la variabilidad y del cambio en la temperatura, precipitación, radiación solar incidente, evaporación y velocidad del viento que se espera, de acuerdo con escenarios de cambio climático futuros, en una serie de regiones situadas en España, Francia y Portugal.

Estas regiones son:

- (España, Galicia) - Carnota
- (España, Andalucía) - Córdoba
- (France, Midi Pyrenees) - L'Adour
- (France, Aquitaine) - La Lizonne
- (España, Cantabria) - Marismas de Santoña, Victoria y Joyel
- (Portugal, Norte) - Val do Ave
- (España, Extremadura) - Valle del Alagón
- (España, País Vasco) – Reserva de Urdaibai

Para llevar a cabo este estudio se han empleado los resultados del proyecto PRUDENCE<sup>5</sup>, que contienen proyecciones de cambio climático para Europa con una resolución horizontal de aproximadamente 50 km. Estas proyecciones fueron realizadas por distintas instituciones meteorológicas europeas usando distintos modelos climáticos regionales anidados en el modelo global HadAM3H, que es uno de los modelos globales empleados en el IPCC<sup>6</sup>(Intergovernmental Panel on Climate Change) y uno de los que ofrece mejores resultados para el clima actual (Reichler and Kim, 2008). Así, para cada uno de los modelos regionales se tiene la proyección para el periodo 2071-2100 y una simulación de control para el periodo 1961-1990 que nos servirá como simulación de referencia.

---

<sup>5</sup> PRUDENCE (Prediction of Regional scenarios and Uncertainties for Defining European Climate change risks and Effects) <http://prudence.dmi.dk>

<sup>6</sup> Intergovernmental Panel on Climate Change (2000), Emissions Scenarios: A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Edited by N. Naikicnovic and R. Swart, 599 pp. Cambridge Univ. Press, New York.

Al analizar las proyecciones de cambio climático se debe tener en cuenta que los modelos regionales poseen una serie de limitaciones asociadas a dos tipos de incertidumbre. Una de estas incertidumbres se refiere a los distintos escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero, por esto, como se explicará más adelante, se estudiarán los resultados para los dos escenarios de emisiones para los que se dispone de datos. La segunda de las incertidumbres está relacionada con las limitaciones propias que son intrínsecas a la elaboración de los modelos.

Teniendo en cuenta estos dos factores, cuanto mayor sea el número de escenarios y de modelos que se analicen, mejor se acotará el error asociado a las proyecciones. En el proyecto PRUDENCE se realizaron simulaciones con 8 modelos climáticos regionales (HIRHAM, CHRM, CLM, RegCM, RACMO2, REMO, RCAO y PROMES) a 50 km de resolución para un escenario de cambio climático. Con 4 de los modelos se llevaron a cabo, a mayores, proyecciones para un escenario diferente, también a 50 km de resolución. Dos de los modelos realizaron además simulaciones para uno de los escenarios cambiando la configuración a 25 km de resolución.

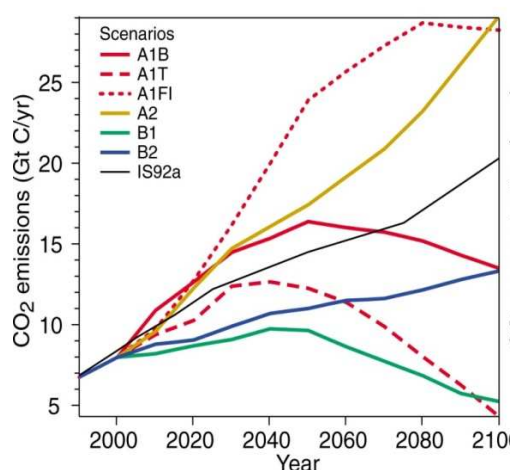
Este estudio se basa en las proyecciones a 50 km de resolución, ya que al haber un mayor número de simulaciones de modelos distintos permiten una mejor estimación de la incertidumbre asociada a las proyecciones del clima futuro.

De acuerdo con el Informe Especial sobre Escenarios de Emisiones, SRES (Special Report on Emissions Scenarios; IPCC, 2000), existen cuatro hipótesis de cómo será el desarrollo de las condiciones socioeconómicas y demográficas de la humanidad en el futuro próximo (los denominados escenarios A1, A2, B1 y B2). Estas hipótesis se han usado como base para estimar las emisiones globales de CO<sub>2</sub> en el siglo XXI.

En la base de datos del proyecto PRUDENCE se dispone de datos para los escenarios A2 y B2, cuyas características y diferencias son, de forma muy resumida:

- **Escenario A2:** prevé un mayor incremento del número de emisiones debido a que sigue habiendo un rápido crecimiento de la población a escala global y un crecimiento económico a escala regional.
- **Escenario B2:** supone un menor incremento de emisiones debido a un crecimiento poblacional moderado y niveles de crecimiento económico y tecnológico más lentos.

En el Informe Especial sobre Escenarios de Emisiones (SRES) no se asignan a priori probabilidades de ocurrencia a los diferentes escenarios. Sin embargo, como se observa en la **Figura 1**, el escenario A2 es el más extremo, con un aumento constante de la cantidad de emisiones de gases de invernadero, mientras que el B2 da un nivel intermedio de emisiones. Por esto, es de esperar que los resultados para este escenario sean más conservadores que los obtenidos para el escenario A2.



**Figura 1.** Estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> en el siglo XXI según el escenario considerado.

Nótese que tanto para el escenario A2 como para el B2 se prevé un aumento de emisiones, siendo este aumento mayor para el A2 que para el B2.

En la **Tabla 2** se muestran los centros europeos que realizaron los experimentos que utilizamos para realizar este informe y el modelo regional que emplearon. Señalar que todos realizaron experimentos para el escenario A2, pero sólo los cuatro coloreados en verde llevaron a cabo también una simulación para el escenario B2.

<b>Centro</b>	DMI	ETHZ	GKSS	ICTP	KNMI	MPI	SMHI	UCM
<b>Modelo</b>	HIRHAM	CHRM	CLM	RegCM	RACMO2	REMO	RCAO	PROMES

**Tabla 2.** Lista de los centros que llevaron a cabo los experimentos utilizados en este informe y nombre de los modelos regionales que emplearon.

## I.VI.- Proyecciones regionales de cambio climático

Se presenta en este epígrafe un resumen de los resultados obtenidos en las ocho regiones estudiadas, como promedio de todos los modelos climáticos analizados y para ambos escenarios (A2 y B2). Para más detalle sobre el procedimiento para obtener estos resultados o sobre los resultados concretos para alguna zona en particular, consúltense los informes sobre impactos específicos o las series de datos vinculadas a cada informe, para cada uno de los socios del proyecto.

Todas las variables (temperatura, precipitación...) aparecen tratadas como anomalías (diferencia) respecto de su valor medio en la simulación de control (periodo 1961-1990).

A continuación se describen los resultados obtenidos del análisis de las variables: temperatura diaria media, extremos de temperatura, precipitación, evaporación diaria, viento a 10 m y radiación solar incidente.

### Temperatura diaria media

El análisis de la variación de la temperatura diaria media para cada una de las regiones presenta una serie de resultados para los escenarios A2 y B2 que se describen a continuación.

---

Si se considera el **escenario A2**, que prevé un mayor incremento del número de emisiones debido a que sigue habiendo un rápido crecimiento de la población a escala global y un crecimiento económico a escala regional, los resultados regionales obtenidos para esta variable son los siguientes:

**Aquitaine.-** En todos los modelos, el incremento en la temperatura media anual se sitúa entre 1 y 6 °C. Se resalta la existencia de una pendiente positiva en todas las gráficas, indicando un aumento de temperatura del orden de 0.69 °C/década en promedio para el periodo 2071-2100. El análisis estacional observa también en todos los modelos y para todos los años anomalías positivas, siendo éstas mayores en verano (entre 1 y 11 °C) y otoño (entre 1.5 y 7 °C), siendo las pendientes mayores en primavera y verano.

**Midi Pyrenees.-** El aumento de la temperatura media anual oscila entre 2 y 6 °C en todos los modelos. Es de resaltar también que todas las gráficas presentan una pendiente positiva,

indicando un aumento de temperatura en promedio del orden de 0.71 °C/década en el periodo 2071-2100. Estacionalmente, se observan también en todos los modelos y para todos los años anomalías positivas, siendo éstas mayores en verano (entre 1 y 9 °C) y otoño (entre 1.5 y 7 °C). Las pendientes son mayores en primavera y verano.

**País Vasco.-** Para esta zona se observa una anomalía positiva de la temperatura para todos los años respecto del periodo de referencia. El aumento de la temperatura media anual oscila entre 1.25 y 4 °C en todos los modelos, excepto en el modelo del RegCM del ICTP, que prevé un aumento de la temperatura de entre 2 y 6 °C. Es de resaltar que se observa un aumento de temperatura del orden de 0.47 °C/década en el periodo 2071-2100. Estacionalmente, se observan también en todos los modelos y para todos los años anomalías positivas, siendo éstas mayores en verano (entre 1 y 5 °C) y otoño (entre 1.5 y 4.5 °C). Las pendientes son mayores en primavera y verano y significativas en todas las estaciones y para todos los modelos.

**Cantabria.-** Se da un aumento de la temperatura media anual, que oscila entre 1 y 4 °C en todos los modelos, excepto en el RegCM del ICTP, que predice un aumento mayor (entre 2 y 6 °C). Subrayar que el aumento de temperatura en promedio es del orden de 0.47 °C/década en el periodo 2071-2100. Estacionalmente, se observan también en todos los modelos y para todos los años anomalías positivas, siendo éstas mayores en verano (entre 1 y 5 °C; entre 1 y 8 °C según el modelo RegCM del ICTP) y otoño (entre 1.5 y 4.5 °C; entre 1.75 y 6.5 °C según el modelo RegCM del ICTP).

**Galicia costa.-** Todos los modelos prevén un aumento de la temperatura media anual de entre 1.5 y 4 °C, menos el modelo RegCM del ICTP que prevé un aumento un poco mayor, entre 2 y 4.5 °C. Las gráficas de variación de temperatura presentan una pendiente positiva, indicando un aumento de temperatura en promedio del orden de 0.44 °C/década en el periodo 2071-2100. Estacionalmente, también se observan anomalías positivas, siendo éstas mayores en verano (entre 1 y 5 °C, excepto para el modelo RegCM del ICTP, que prevé un aumento mayor en esta estación, entre 1.5 y 7 °C).

Para la zona interior, la mayoría de los modelos prevén un aumento de la temperatura media anual de entre 1.5 y 5 °C, menos el modelo REMO del MPI, el RAO del SMHI y el PROMES de UCM, que prevén un aumento un poco mayor, entre 2 y 6 °C. Las gráficas presentan una pendiente positiva, indicando un aumento de temperatura en promedio del orden de 0.623 °C/década. Estacionalmente, se observan también en todos los modelos y para todos los años en todas las estaciones anomalías positivas, siendo éstas mayores en verano (entre 1.5 y 7 - 8

°C, excepto los modelos REMO del MPI, RCAO del SMHI y PROMES de UCM, que prevén un aumento un poco mayor, entre 1.5 y 9 - 10 °C). En primavera, las anomalías previstas oscilan entre 0.25 y 6 °C, en otoño entre 2 y 6 °C y en invierno entre 0 y 4.5 °C.

**Portugal.-** El aumento de la temperatura media anual observado es de entre 1.5 y 5 °C, excepto en el modelo PROMES de la UCM que prevé un aumento un poco mayor, entre 2 y 6 °C. Mencionar que se observa un aumento de temperatura en promedio del orden de 0.56 °C/década en el periodo 2071-2100. También se producen incrementos estacionales, siendo éstos mayores en verano (entre 1.5 y 8 °C, según el modelo PROMES entre 2 y 10°C). Las pendientes son mayores en primavera y verano.

**Extremadura.-** También se observa una variación positiva de la variable temperatura para todos los años respecto del periodo de referencia. El aumento de la temperatura media anual oscila entre 3 y 6 °C en la mayoría de los modelos, habiendo sólo dos (CHRM de ETHZ y CLM de GKSS) que predicen un aumento menor (entre 2 y 5 °C). El aumento medio de temperatura es del orden de 0.69 °C/década en el periodo 2071-2100. Por estación, se observan también anomalías positivas en todos los modelos y para todos los años, siendo mayores en verano (entre 1 y 5 °C) y otoño (entre 1.5 y 4.5 °C). Las pendientes son mayores en primavera y verano y significativas en todas las estaciones y para todos los modelos.

**Andalucía.-** La variación anual de la temperatura media diaria, expresada como anomalía respecto del periodo 1961-1990, para el modelo RACMO2 muestra una anomalía positiva de la temperatura para todos los años del período proyectado respecto del periodo de referencia. Sobre los resultados, hay tres modelos (CHRM del ETH, CLM del GKSS y RegCM del ICTP) que prevén un aumento diario medio de entre 2 y 4.5 °C, mientras que los otros cinco prevén un aumento de entre 3 y 7 °C. El modelo más conservador es el modelo RegCM del ICTP, siendo el más extremo el PROMES de la UCM. Es de resaltar también que todas las gráficas presentan una pendiente positiva, indicando un aumento de temperatura en promedio del orden de 0.68 °C/década en el periodo 2071-2100. El análisis por estación muestra también en todos los modelos y para todos los años anomalías positivas, siendo éstas mayores en primavera (entre 1 y 6 °C en los tres modelos más conservadores y entre 1.5 y 8 °C en los demás) y verano (entre 1 y 6 °C en los tres modelos más conservadores y entre 3 y 9 °C en los demás). Las pendientes de las gráficas son mayores en primavera y verano.

---

Si se considera el **escenario B2**, que supone un menor incremento de emisiones debido a un crecimiento poblacional moderado y niveles de crecimiento económico y tecnológico más lentos, los resultados regionales obtenidos para la variable temperatura son los siguientes:

**Aquitaine.-** Todos los modelos prevén, a escala anual, un aumento de la temperatura de entre 1 y 4 °C (menor aumento que en el escenario A2). Estacionalmente, el comportamiento es muy similar al del escenario A2, aunque los aumentos de temperatura previstos son menores en todas las estaciones para el escenario B2, llegándose a observar algún año con anomalías negativas en primavera e invierno (disminuciones de hasta 1 °C respecto a la temperatura diaria media del periodo de referencia).

**Midi Pyrenees.-** También se prevé un aumento de la temperatura de entre 1 y 4 °C (menor aumento que en el escenario A2) a escala anual. Estacionalmente, el comportamiento es también similar al del escenario A2, aunque los aumentos de temperatura previstos son inferiores en todas las estaciones para el escenario B2, con algún año con variaciones negativas en primavera (disminuciones de hasta 1 °C respecto a la temperatura diaria media del periodo de referencia).

**País Vasco.-** Se prevé un aumento de la temperatura de entre 0.5 y 2.5 °C, excepto el modelo RegCM de ICTP, que prevé un aumento mayor (entre 1.5 y 3.5 °C); nótese que con este modelo también observábamos en el escenario A2 un aumento mayor de la temperatura que con los demás. El análisis por estación, también prevé aumentos de temperatura menores que en el escenario A2 en todas las estaciones, llegándose a observar algún año con anomalías negativas en primavera e invierno (disminuciones de hasta 0.5 °C respecto a la temperatura diaria media del periodo de referencia). Al igual que ocurría en el escenario A2, es en estas estaciones en las que el aumento de temperatura es menor.

**Cantabria.-** A escala anual, se observa un aumento de la temperatura de entre 0.5 y 2.5 °C (menor aumento que en el escenario A2), excepto el modelo RegCM del ICTP que prevé un aumento algo mayor que los demás (entre 1.25 y 0.5 °C). Por estación, también se prevén aumentos de temperatura menores que en el escenario A2 en todas las estaciones, llegándose a observar algún año con anomalías negativas en primavera e invierno (disminuciones de hasta 0.5 °C respecto a la temperatura diaria media del periodo de referencia).

**Galicia costa.-** El aumento de la temperatura observado es de entre 0.5 y 3.5 °C (menor aumento que en el escenario A2). Existe una considerable discrepancia en la magnitud del aumento previsto por los cuatro modelos. El más conservador es el modelo HIRHAM del DMI, que predice un aumento de entre 0.75 y 2.25 °C, mientras que el más extremo es el RegCM del

ICTP, que predice un aumento de entre 1 y 3.5 °C. Estacionalmente, el comportamiento es muy similar al del escenario A2, aunque los aumentos de temperatura previstos son menores todas las estaciones para el escenario B2, llegándose a observar algún año con pequeñas anomalías negativas en primavera (0.5 °C o menos).

En la zona interior de Galicia, los modelos también prevén a escala anual, aunque en menor medida que en el escenario A2, un aumento de la temperatura de entre 1 y 4 °C (menor aumento que en el escenario A2). Por estación, el comportamiento es muy similar al del escenario A2, aunque los aumentos de temperatura previstos son menores todas las estaciones para el escenario B2, llegándose a observar algún año con pequeñas anomalías negativas en primavera.

**Portugal.-** También se prevé, a escala anual, un aumento de la temperatura de entre 1.25 y 4 °C (menor aumento que en el escenario A2). El comportamiento estacional es muy similar al del escenario A2, aunque los aumentos de temperatura previstos son menores todas las estaciones para el escenario B2, llegándose a observar algún año con anomalías negativas en primavera (disminuciones de hasta 1 °C respecto a la temperatura diaria media del periodo de referencia).

**Extremadura.-** El aumento de la temperatura previsto oscila entre 1.5 y 5 °C (menor aumento que en el escenario A2). Cabe mencionar que el modelo PROMES de la UCM predice para esta variable un aumento ligeramente mayor de la temperatura que los otros tres modelos disponibles para este escenario. Estacionalmente, también se observan aumentos de temperatura menores que en el escenario A2 en todas las estaciones, llegándose a prever algún año con anomalías negativas en primavera e invierno (disminuciones de hasta 1 °C respecto a la temperatura diaria media del periodo de referencia).

**Andalucía.-** A escala anual, todos los modelos muestran un incremento de la temperatura durante el período 2071-2100 menor que en el escenario A2. Sin embargo, los modelos difieren a la hora de estimar la magnitud de este aumento: el modelo RegCM del ICTP predice un aumento de entre 1 y 2.5 °C, el HIRHAM del DMI y el RCAO del SMHI un aumento de entre 1.5 y 4 °C y, finalmente, el modelo PROMES de la UCM un aumento de entre 2 y 5 °C. Señalar además que ningún modelo presenta una tendencia significativa para esta variable en el escenario B2. Estacionalmente, el comportamiento es muy similar al del escenario A2, aunque los aumentos de temperatura previstos son menores en todas las estaciones para el escenario B2, llegándose a observar algún año con anomalías negativas en primavera (disminuciones de hasta 0.5 °C respecto a la temperatura diaria media del periodo de referencia).



Así, como conclusión general, se puede destacar que el incremento de la temperatura media diaria en el período 2071-2100 respecto a la temperatura en período 1960-1990 es mayor en el sur de Francia (entre 1 y 6 °C en el escenario A2 y entre 1 y 4 °C en el B2) y en el sur de España (entre 3 y 7 °C en el escenario A2 y entre 1.5 y 5 °C en el B2) que en la zona norte de España y en el norte de Portugal (entre 1 y 4 °C en el escenario A2 y entre 0.5 y 4 °C en el B2).

Analizando el incremento de la temperatura por estaciones, observamos que el aumento era mayor en verano (seguido del otoño).

En general todos los modelos climáticos analizados muestran bastante acuerdo a la hora de estimar el cambio de esta variable, excepto en Córdoba, región para la que hay algunos modelos que dan valores considerablemente inferiores a los demás (mostrados entre paréntesis en la [Tabla 3](#)).

Región	Incremento Temperatura Escenario A2 (°C)	Incremento Temperatura Escenario B2 (°C)
Aquitaine	1 - 6	1 - 4
Midi Pyrenees	2 - 6	1 - 4
País Vasco	1.25 - 4	1 - 3
Cantabria	1 - 4	0.5 - 2.5
Galicia costa	1.5 - 4	0.5 - 3.5
Galicia interior	1.5 - 5	1 - 4
Portugal	1.5 - 5	1.25 - 4
Extremadura	3 - 6	1.5 - 5
Andalucía	3 - 7 (2.5 - 4.5)	1.5 - 5 (1.5 - 2.5)

**Tabla 3.** Intervalos de incremento medio anual de la temperatura media diaria en el período 2071-2100 respecto a la del período de referencia.

## Extremos de temperatura

---

Para el **escenario A2**, con previsión de mayor incremento del número de emisiones, los resultados regionales relativos a esta variable son los siguientes:

**Aquitaine.-** Anualmente se observa un claro aumento del número de días y noches cálidas<sup>7</sup> y una disminución del número de días y noches fríos con respecto al periodo de referencia. Nótese que el aumento de días y noches cálidas llega a superar los 100 días respecto al periodo de referencia en algunos años. Estacionalmente, el comportamiento es muy parecido al de la escala anual y muy semejante también entre las distintas estaciones (siendo el aumento de noches y días cálidos un poco mayor en verano). Sobre la significación de los resultados obtenidos en el análisis de temperaturas extremas, es de destacar que sólo aparecen tendencias muy significativas para la anomalía de noches y días cálidos con el modelo RACMO2 del KNMI y significativas para los modelos HIRHAM del DMI y CHRM del ETHZ.

**Midi Pyrenees.-** Existe anualmente un claro aumento del número de días y noches cálidas y una disminución del número de días y noches fríos con respecto al periodo de referencia. El aumento de días y noches cálidas llega a superar los 80 días respecto al periodo de referencia en algunos años. Por estación, el comportamiento es muy parecido al de la escala anual y muy semejante también entre las distintas estaciones, siendo el aumento de noches y días cálidos un poco mayor en verano. Sólo aparecen tendencias muy significativas para la anomalía de noches y días cálidos con el modelo RACMO2 del KNMI y el RCAO del SMHI y significativas para el modelo HIRHAM del DMI.

**País Vasco.-** También se observa, con carácter anual, un claro aumento del número de días y noches cálidas y una disminución del número de días y noches fríos, llegando a superar el incremento de días y noches cálidas, los 80 días respecto al periodo de referencia en algunos años. En el análisis por estación, el comportamiento es muy parecido al de la escala anual; se da también entre las distintas estaciones. En relación al análisis de temperaturas extremas, hay cuatro modelos (CHMR de ETH, RACMO2 del KNMI, ICTP y REMO del MPI) cuyas tendencias

---

<sup>7</sup> Se denominan días cálidos a los días cuya temperatura máxima superó el percentil 95 y noches cálidas a aquellos días cuya temperatura mínima superó el percentil 95.

<sup>5</sup> Análogamente, se llamaron días fríos a los que presentaban una temperatura máxima por debajo del percentil 5 y noches frías a los días con temperatura mínima por debajo del percentil 5.

son significativas para las cuatro variables analizadas a escala anual. Para los demás modelos se obtienen tendencias significativas para algunas de estas variables. Estacionalmente, la significación es más variable y no sigue ningún patrón aparente. Casi todos los modelos arrojan un valor significativo para una o dos de estas variables a esta escala.

**Cantabria.-** Aumento de días y noches cálidas y disminución de días y noches en relación al periodo de referencia, destacando que el incremento de días y noches cálidas llega a superar los 120 días respecto al periodo de referencia en algunos años. El comportamiento por estación es semejante al de la escala anual, dándose también entre las distintas estaciones (siendo el aumento de noches y días cálidos un poco mayor en verano y menor en invierno). Sobre la significación de los resultados obtenidos en el análisis de temperaturas extremas, es de destacar que sólo aparecen tendencias significativas para la anomalía de noches y días cálidos con el modelo RACMO2 del KNMI.

**Galicia costa.-** Claro incremento de días y noches cálidas y disminución del número de días y noches fríos con respecto al periodo utilizado de referencia. El aumento de días y noches cálidas llega a superar los 100 días en algunos años. El análisis estacional revela que el comportamiento es similar al anual y la semejanza se da también entre las distintas estaciones (siendo el aumento de noches y días cálidos un poco mayor en verano). En relación a los valores extremos, es de destacar que aparecen tendencias significativas para las anomalías de noches y días cálidos para todos los modelos menos el modelo PROMES de la UCM.

En el interior de Galicia, también se da a escala anual un aumento claro del número de días y noches cálidas y una disminución del número de días y noches fríos con respecto al periodo de referencia, llegando a superar los 100 días respecto al periodo de referencia en algunos años. Estacionalmente el comportamiento es muy parecido al anual y muy semejante también entre las distintas estaciones (siendo el aumento de noches y días cálidos un poco mayor en verano).

**Portugal.-** También aumentan los días y noches cálidas y disminuye el número de días y noches fríos, llegando a superar, el aumento de días y noches cálidas, los 100 días respecto al periodo de referencia en algunos años. Estacionalmente el comportamiento es muy parecido al de la escala anual y muy semejante también entre las distintas estaciones (siendo el aumento de noches y días cálidos un poco mayor en verano).

**Extremadura.-** Se observa a escala anual un claro aumento del número de días y noches cálidas y una disminución del número de días y noches fríos. Mencionar que el aumento de días y noches cálidas llega a superar los 120 días respecto al periodo de referencia en algunos años. El comportamiento estacional es muy parecido al de la escala anual. Sobre la significación de los resultados obtenidos en el análisis de temperaturas extremas, es de destacar que sólo aparecen tendencias significativas para la anomalía de noches y días cálidos.

Cuatro modelos (CHMR de ETHZ, RACMO2 del KNMI, RegCM del ICTP y CLM del GKSS) dan tendencias muy significativas para las cuatro variables analizadas a escala anual.

**Andalucía.-** Al igual que en las demás regiones, se observa anualmente un claro aumento del número de días y noches cálidas y una disminución del número de días y noches fríos con respecto al periodo de referencia, llegando a superar los 100 días, respecto al periodo de referencia en algunos años, el incremento de días y noches cálidas. El comportamiento a escala anual se repite de modo semejante por estaciones y entre las mismas (siendo el aumento de noches y días cálidos un poco mayor en verano). Sobre la significación de los resultados obtenidos en el análisis de temperaturas extremas, es de destacar que aparecen tendencias muy significativas para la anomalía de noches y días cálidos con todos los modelos.

---

Si se considera el **escenario B2**, con menor incremento de emisiones:

Los resultados obtenidos con respecto a los extremos de temperatura para todas las regiones analizadas son coincidentes con una disminución del número de noches y días fríos y aumento del número de noches y días cálidos respecto del periodo de referencia, pero menos pronunciado que en escenario A2, apareciendo más años con anomalías positivas para el número de días y noches fríos.

Así, como conclusión general, se observa que el análisis de extremos de temperatura (temperaturas máximas y mínimas), muestra una disminución del número de días y noches frías (siendo común su ausencia) y un aumento del número de días y noches cálidas.

Generalmente, el número de noches cálidas es ligeramente mayor que el de días cálidos, siendo notable la diferencia sólo en el caso de Galicia (ver **Tabla 4**).

El incremento de días y noches cálidas es bastante homogéneo en la zona SUDOE, siendo algo mayor en el sur de España.

Región	Incremento anual de noches / días cálidos - Escenario A2	Incremento anual de noches / días cálidos - Escenario B2
Aquitaine	60	50
Midi Pyrenees	60	45
País Vasco	60	35
Cantabria	50	40
Galicia costa	Noches: 60	Noches: 45
	Días: 45	Días: 30
Galicia interior	Noches: 64	Noches: 55
	Días: 49	Días: 39
Portugal	60	45
Extremadura	68	55
Andalucía	70	60

Tabla 4. Incremento anual medio del número de noches y días cálidos en el período 2071-2100 respecto al del período de referencia.

## Precipitación

El análisis de esta variable se ha centrado en el estudio de la precipitación acumulada, de la frecuencia de días de lluvia, así como, de la precipitación extrema.

Para el **escenario A2**, con previsión de mayor incremento del número de emisiones, los resultados regionales obtenidos para la precipitación acumulada se detallan a continuación.

Si bien, cabe tener en cuenta, como se ha mencionado anteriormente, que para cada una de las regiones se ha establecido un triple análisis: precipitación acumulada, frecuencia de días de lluvia y precipitación extrema, variables para las cuales deben considerarse los siguientes puntos de partida:

- Para la **precipitación acumulada** se calculó la anomalía estandarizada. Esta variable indica la diferencia de la precipitación en el período 2071-2100 respecto de la media del período de referencia en unidades de “número de veces la desviación típica del período de referencia”

- Para la **frecuencia de días de lluvia** se estudiaron aquellos días que superaron distintos umbrales fijos de precipitación (1, 5, 10 y 30 mm). El umbral de 1 mm se escoge en general para determinar si en un día hubo precipitación o no, con lo cual la frecuencia de días de lluvia que superan este umbral nos dará la frecuencia de días en los que hubo precipitación. El umbral de 30 mm se escoge para establecer la frecuencia de días de lluvia intensa. Los umbrales de 5 mm y 10 mm son umbrales intermedios
- Para la **precipitación extrema** se estudió la anomalía de la frecuencia de días superando los percentiles p90, p95 y p99 del periodo de referencia con el objetivo de determinar si los fenómenos de precipitación extrema aumentarán o disminuirán

### **Aquitaine.-**

**Precipitación acumulada\_** Todos los modelos predicen una disminución de la precipitación con respecto al periodo de referencia. No obstante, a diferencia de la temperatura (para la cual se obtenía un claro aumento para todos los años), sí se observan bastantes años más lluviosos que en el periodo de referencia. Para esta variable no se muestran tendencias significativas a escala anual con ninguno de los modelos analizados. Estacionalmente, observamos una mayor disminución de la precipitación en verano y en invierno, un pequeño aumento del número de años con anomalías positivas, es decir, un aumento de la precipitación respecto de la del periodo de referencia.

**Frecuencia de días de lluvia\_** Anualmente, se observa en general una disminución de estas frecuencias casi todos los años (de hasta 70 días de precipitación por año en los modelos que dan resultados más extremos para esta variable), apareciendo más anomalías positivas para los umbrales de precipitación diaria más extrema. Según el test Tau-b las tendencias no son significativas para ningún modelo. A escala estacional, la disminución es mayor en verano y otoño y sólo en invierno se observa un aumento generalizado de la frecuencia de días de lluvia con respecto al periodo de referencia.

**Precipitación extrema\_** Se observa, tanto a escala anual como estacional, un claro aumento de la frecuencia de días de precipitación superando el p99 (días de lluvia muy intensa). En invierno también se da un aumento para los percentiles p90 y p95, mientras que en el resto de las estaciones y anualmente se muestra una disminución del número de días superando el p90 y una situación intermedia para el p95.

## Midi Pyrenees.-

**Precipitación acumulada\_** Se observa una disminución de la precipitación con respecto al periodo de referencia en todos los modelos. Existen bastantes años más lluviosos que en el periodo de referencia. Para esta variable, existen tendencias significativas a escala anual con los modelos RACMO2 del KNMI, CHRM del ETHZ y CLM del GKSS. En el análisis estacional, hay una mayor disminución de la precipitación en verano y en invierno un pequeño aumento del número de años con anomalías positivas.

**Frecuencia de días de lluvia\_** Se da una disminución de la frecuencia de días de lluvia casi todos los años (de hasta 90 días de precipitación por año en los modelos que dan resultados más extremos para esta variable), apareciendo más anomalías positivas para los umbrales de precipitación diaria más extrema. La disminución es mayor en primavera y verano y sólo en invierno se observa un aumento generalizado de la frecuencia de días de lluvia con respecto al periodo de referencia.

**Precipitación extrema\_** Tanto a escala anual como estacional se observa un claro aumento de la frecuencia de días de precipitación superando el p99 (días de lluvia muy intensa). En invierno también se observa un aumento para los percentiles p90 y p95, mientras que en el resto de las estaciones y anualmente se observa una disminución del número de días superando el p90 y una situación intermedia para el p95.

## País Vasco.-

**Precipitación acumulada\_** También se predice una disminución de la precipitación. Además, todos los modelos presentan una pendiente decreciente en el periodo del escenario, observándose algunos años más lluviosos que en el periodo utilizado como referencia. Para esta variable no se observan tendencias significativas a escala anual con ninguno de los modelos analizados. El análisis estacional muestra un comportamiento muy parecido al de la escala anual, excepto en invierno, estación para la que casi todos los modelos predicen un aumento de precipitaciones respecto al periodo de referencia, y en verano, que la anomalía es en general más negativa (mayor reducción de la precipitación). Las pendientes, al igual que a escala anual y salvo casos aislados, son negativas en todas las estaciones para todos los modelos. No obstante, sólo aparecen tendencias significativas para el verano y sólo en dos modelos (RACMO2 del KNMI y REMO del MPI).

**Frecuencia de días de lluvia\_** La frecuencia disminuye casi todos los años, apareciendo más anomalías positivas para los umbrales de precipitación diaria más extrema. Según el test Tau-b

las tendencias no son significativas para ningún modelo. Estacionalmente, los resultados son muy similares a los obtenidos a escala anual, siendo la disminución mayor en verano y otoño. Sólo aparecen tendencias significativas para el verano y sólo en invierno se observa, en casi todos modelos, un aumento generalizado de la frecuencia de días de lluvia con respecto al periodo de referencia, más reseñable para los umbrales bajos.

**Precipitación extrema\_** Existe un aumento claro de la frecuencia de días de precipitación superando el p99 (días de lluvia muy intensa). En invierno también se da un incremento para los percentiles p90 y p95, mientras que en el resto de las estaciones y anualmente se observa una disminución del número de días superando el p90 y una situación intermedia para el p95. Es con el modelo RACMO2 del KNMI con el que aparecen más tendencias significativas para esta variable, especialmente en verano y a escala anual.

#### **Cantabria.-**

**Precipitación acumulada\_** La totalidad de modelos vuelven a mostrar una disminución de la precipitación con algunos años más lluviosos que en el periodo de referencia. No se observan tendencias significativas a escala anual. Estacionalmente observamos un comportamiento muy parecido al de la escala anual, excepto en invierno, estación para la que casi todos los modelos predicen un pequeño aumento del número de años anomalías positivas.

**Frecuencia de días de lluvia\_** Disminuye la frecuencia de días de lluvia hasta 60 días de precipitación por año, apareciendo más anomalías positivas para los umbrales de precipitación diaria más extrema. Según el test Tau-b las tendencias no son significativas para ningún modelo. Los resultados estacionales son muy similares a los obtenidos a escala anual. Sólo en invierno se observa un aumento de la frecuencia de días de lluvia.

**Precipitación extrema\_** Aumentan los días de lluvia muy intensa (superando el p99). En invierno se da también un aumento para los percentiles p90 y p95, mientras que en el resto de las estaciones y anualmente se observan una disminución del número de días superando el p90 y una situación intermedia para el p95.

#### **Galicia costa.-**

**Precipitación acumulada\_** También se observa la disminución de la precipitación con respecto al periodo de referencia apareciendo, no obstante, algunos años más lluviosos. No existen tendencias significativas con ningún modelo. Por estación, resaltar una marcada disminución de la precipitación en verano y en invierno un pequeño aumento del número de años con



anomalías positivas (es decir, del número de años con aumento de la precipitación respecto de la del periodo de referencia).

Las conclusiones se repiten para la zona interior con disminución de la precipitación, observándose algunos años más lluviosos que en el periodo de referencia.

**Frecuencia de días de lluvia\_** La disminución de la frecuencia es de hasta 70 días de precipitación por año en los modelos que dan resultados más extremos para esta variable, apareciendo más anomalías positivas para los umbrales de precipitación diaria más extrema. Dicha disminución es mayor en primavera, mientras que en invierno se observa una alternancia de años con anomalías muy positivas y muy negativas.

Lo mismo para la zona interior gallega, con disminución de hasta 72 días menos de precipitación por año en los modelos más extremos.

**Precipitación extrema\_** Aumenta la frecuencia de días de precipitación superando el p99 (días de lluvia muy intensa) estacional y anualmente. Este aumento se da también en invierno para los percentiles p90 y p95, mientras que en el resto de las estaciones y anualmente se disminuye el número de días que superan el p90 y el p95.

Las mismas conclusiones son observadas en el análisis de Galicia interior.

### **Portugal.-**

**Precipitación acumulada\_** Al igual que en las regiones anteriores, para Portugal, también se da una disminución de la precipitación con respecto al periodo de referencia. No obstante, a diferencia de la temperatura, sí se observan bastantes años más lluviosos que en el periodo de referencia. No hay tendencias significativas con ningún modelo. Estacionalmente observamos una mayor disminución de la precipitación en verano y en invierno un pequeño aumento del número de años con anomalías positivas (es decir, del número de años con aumento de la precipitación respecto de la del periodo de referencia).

**Frecuencia de días de lluvia\_** Anualmente se observa en general una disminución de estas frecuencias casi todos los años (de hasta 70 días de precipitación por año en los modelos que dan resultados más extremos para esta variable), apareciendo más anomalías positivas para los umbrales de precipitación diaria más extrema. La disminución es mayor en primavera, mientras que en invierno se observa una alternancia de años con anomalías muy positivas y muy negativas.

**Precipitación extrema\_** Claro aumento de la frecuencia de días de precipitación superando el p99 (días de lluvia muy intensa). Aumento, también en invierno, para los percentiles p90 y p95 y disminución del número de días superando el p90 y una situación intermedia para el p95, para el resto de estaciones y anualmente.

#### **Extremadura.-**

**Precipitación acumulada\_** La precipitación acumulada también disminuye observándose algunos años más lluviosos que en el periodo de referencia. No existen tendencias significativas a escala anual con ninguno de los modelos analizados. Los comportamientos anual y estacional son muy similares, excepto en invierno, estación para la que se predice un pequeño aumento del número de años con elevadas anomalías positivas (es decir, un aumento de la precipitación respecto de la del periodo de referencia). Tampoco aparecen tendencias significativas con ningún modelo.

**Frecuencia de días de lluvia\_** Se observa anualmente una disminución la frecuencia, apareciendo más anomalías positivas para los umbrales de precipitación diaria más extrema. Según el test Tau-b las tendencias no son significativas para ningún modelo. Estacional y anualmente, los resultados son muy similares. Sólo en invierno se observa en casi todos modelos un aumento de la frecuencia de días de lluvia con respecto al periodo de referencia.

**Precipitación extrema\_** Se muestra, un aumento de la frecuencia de días de precipitación superando el p99 (días de lluvia muy intensa) anual y estacionalmente. En invierno también se observa un aumento para los percentiles p90 y p95, mientras que en el resto de las estaciones y anualmente se observan una disminución del número de días superando el p90 y una situación intermedia para el p95. Es con el modelo RACMO2 del KNMI con el que aparecen más tendencias significativas para esta variable, especialmente en verano y a escala anual.

#### **Andalucía.-**

**Precipitación acumulada\_** Se da una disminución de la precipitación con respecto al periodo de referencia para todos los modelos, con algunos años más lluviosos que en el periodo de referencia. Además, todos los modelos prevén una disminución de esta variable de una magnitud similar (recordemos que para la temperatura había tres modelos que daban un resultado más conservador que los demás). Sin embargo, sólo se observan tendencias significativas con el modelo CHRМ del ETHZ. Con el análisis estacional se observa en invierno un pequeño aumento del número de años con anomalías positivas (es decir, del número de años con aumento de la precipitación respecto de la del periodo de referencia), en primavera y

otoño el comportamiento es similar al de la escala anual, mientras que en verano predominan las anomalías negativas siendo éstas menores que en primavera y otoño (menor reducción de la precipitación en esta estación)

**Frecuencia de días de lluvia\_** La disminución de la frecuencia observada es de hasta 50 días de precipitación por año en los modelos que dan resultados más extremos para esta variable, apareciendo más anomalías positivas para los umbrales de precipitación diaria más extrema. A escala estacional, la disminución es mayor en primavera e invierno y muy pequeña en verano.

**Precipitación extrema\_** Incremento anual y estacional de días de lluvia muy intensa. También en invierno para los percentiles p90 y p95, mientras que en el resto de las estaciones y anualmente se observa una disminución del número de días superando el p90 y una situación intermedia para el p95.

---

Si se considera el **escenario B2**, con menor incremento de emisiones, los resultados regionales obtenidos se describen a continuación.

Si bien, antes de pasar al análisis regional de la variable precipitación debe resaltarse que, para este escenario, sólo existen datos publicados para cuatro de los ocho modelos, obteniendo resultados muy parecidos con todos ellos. En esta parte se procede a la comparación de los resultados para el escenario B2 con los obtenidos para el escenario A2.

#### **Aquitaine.-**

**Precipitación acumulada\_** Las precipitaciones tienden a presentar una anomalía negativa la mayoría de los años (disminución de la precipitación) respecto del periodo de referencia. Sin embargo, es menos negativa que para el escenario A2 y aparecen más años con anomalías positivas más elevadas. Estacionalmente, el comportamiento es análogo al del escenario A2 aunque más conservador: disminución de la precipitación (más marcada en verano), excepto en invierno, que se observa un ligero aumento.

**Frecuencia días de lluvia\_** Se observa una reducción de la frecuencia de días de lluvia ligeramente menor que la esperada según el escenario A2. Por otra parte, se prevé un aumento de los fenómenos de lluvia muy intensa (mayor que 30 mm por día) respecto del período de referencia, aunque también inferior al previsto en el escenario A2. Estacionalmente, la tendencia es muy semejante a la de la escala anual, siendo sólo destacable un aumento de los años con anomalías positivas en invierno.

**Precipitación extrema\_** En cuanto a la frecuencia de días de lluvia intensa (superando el percentil 95 del período de referencia) se observa un predominio de años con anomalías positivas (aumento respecto al período de referencia), siendo éstas menos extremas que las previstas por el escenario A2.

#### **Midi Pyrenees.-**

**Precipitación acumulada\_** Las precipitaciones disminuyen respecto del periodo de referencia, siendo menos negativa que para el escenario A2 y apareciendo más años con anomalías positivas más elevadas. Por estación, el comportamiento es análogo al del escenario A2 aunque más conservador, siendo destacable una más marcada disminución de la precipitación en verano.

**Frecuencia días de lluvia\_** La frecuencia de días de lluvia se reduce pero en menor medida que la esperada según el escenario A2, aumentando los fenómenos de lluvia muy intensa (mayor que 30 mm por día) respecto del período de referencia, aunque también inferior al previsto en el escenario A2. Las tendencias anual y estacional son similares, destacando únicamente el aumento de los años con anomalías positivas en invierno.

**Precipitación extrema\_** Predominio de años con anomalías positivas (incremento respecto al período de referencia). Estas anomalías son menos extremas que las previstas por el escenario A2.

#### **País Vasco.-**

**Precipitación acumulada\_** Se produce una disminución de la precipitación acumulada en la mayoría de los años, pero menor que para el escenario A2 y con más años con anomalías positivas. Estacionalmente se produce también una disminución siendo más marcada en verano y otoño, excepto en invierno, que aumenta.

**Frecuencia días de lluvia\_** Se reduce la frecuencia de días de lluvia; observándose un incremento similar al previsto en el escenario A2 para fenómenos de lluvia muy intensa (mayor que 30 mm por día). También se observa una fuerte disminución de días de lluvia en verano y un aumento en invierno.

**Precipitación extrema\_** Se observan más años con más días con anomalías positivas que en escenario A2, aunque son menos extremas en el escenario B2.

#### **Cantabria.-**

**Precipitación acumulada\_** Se observa una tendencia a presentar una anomalía negativa la mayoría de los años, pero en menor medida que para el escenario A2, apareciendo más años con anomalías más positivas. El análisis estacional muestra un comportamiento análogo al del escenario A2 aunque más conservador: disminución de la precipitación (más marcada en verano), excepto en invierno, que se observa un ligero aumento.

**Frecuencia días de lluvia\_** Reducción de la frecuencia de días de lluvia, aunque ligeramente menor que la esperada según el escenario A2. Se prevé, sin embargo, un aumento de los fenómenos de lluvia muy intensa (mayor que 30 mm por día) respecto del período de referencia. La tendencia estacional y anual es muy semejante, destacando un aumento de los años con anomalías positivas en invierno.

**Precipitación extrema\_** Predominio de años con aumento de la frecuencia de días de lluvia intensa respecto al período de referencia, pero con menos extremos que los previstos por el escenario A2.

#### **Galicia costa.-**

**Precipitación acumulada\_** Disminuye la precipitación respecto del periodo de referencia, apareciendo más años con anomalías positivas más elevadas y siendo, en general, las anomalías menos negativas que para el escenario A2. Además, las anomalías positivas tienden a aparecer en la segunda mitad del período proyectado. Estacionalmente, el comportamiento es análogo al del escenario A2 aunque más conservador, siendo destacable una disminución más marcada de la precipitación en verano.

Se dan las mismas conclusiones para el análisis de la zona interior.

**Frecuencia días de lluvia\_** Tanto en la zona costera, como en la interior se observa una reducción de la frecuencia de días de lluvia y aumento de los fenómenos de lluvia muy intensa. Tendencia estacional semejante a la anual, destacando un incremento de años con anomalías positivas en invierno.

**Precipitación extrema\_** Se muestra, en general, un predominio de años con aumento de días de lluvia intensa respecto al período de referencia, siendo dicho aumento menos extremo que el previsto por el escenario A2.

#### **Portugal.-**

**Precipitación acumulada\_** Al igual que en las demás regiones, las precipitaciones tienden a disminuir en Portugal, pero con menor intensidad que para el escenario A2 y con más años con anomalías positivas más elevadas. Estacionalmente el comportamiento es análogo al del escenario A2 aunque más conservador, disminuyendo en mayor medida la precipitación en verano.

**Frecuencia días de lluvia\_** Se muestra una reducción de la frecuencia de días de lluvia , además se prevé un aumento de los fenómenos de lluvia muy intensa (mayor que 30 mm por día) respecto del período de referencia, aunque inferior al previsto en el escenario A2. Estacionalmente, es sólo destacable el aumento de los años con anomalías positivas en invierno, equiparándose las tendencias estacional y anual.

**Precipitación extrema\_** Aumenta la frecuencia de días de lluvia intensa (superando el percentil 95 del período de referencia) con menos extremos que los previstos por el escenario A2.

#### **Extremadura.-**

**Precipitación acumulada\_** Se observa una anomalía negativa de las precipitaciones en la mayor parte de los años, pero menos intensa que la prevista para el escenario A2 y con mayor número de años con anomalías más positivas. Se da una disminución generalizada de la precipitación en todas las estaciones siendo más marcada en verano.

**Frecuencia días de lluvia\_** Reducción de la frecuencia de días de lluvia y aumento de los fenómenos de lluvia muy intensa respecto del período de referencia. El análisis estacional constata un aumento de los años con anomalías positivas en invierno y una similitud de la tendencia anual y estacional.

**Precipitación extrema\_** En cuanto a la frecuencia de días de lluvia intensa (superando el percentil 95 del período de referencia) se observan más años con más días con anomalías positivas que en escenario A2, aunque dichas anomalías son menos extremas en el escenario B2.

#### **Andalucía.-**

**Precipitación acumulada\_** Las precipitaciones presentan una disminución la mayoría de los años respecto del periodo de referencia. Preo, es menos negativa que para el escenario A2 y aparecen más años con anomalías positivas más elevadas. Estacionalmente, destaca una más marcada disminución de la precipitación en verano. El modelo HIRHAM del DMI es el único que presenta una tendencia significativa para esta variable en el escenario B2.

**Frecuencia días de lluvia\_** Se muestra una reducción de la frecuencia de días de lluvia ligeramente menor que la prevista según el escenario A2. Estacionalmente, cabe mencionar el aumento de los años con anomalías positivas en invierno y una reducción menor en verano.

**Precipitación extrema\_** Se observa un predominio de años con disminución de la frecuencia de días de lluvia intensa respecto al período de referencia. Señalar que las anomalías son en general menos extremas que las previstas por el escenario A2.

Como conclusión del análisis regional, se prevé una disminución de la precipitación anual acumulada en toda la zona SUDOE. La disminución es menor en la zona de La Lizonne y mayor en Córdoba.

Estacionalmente, la disminución es mayor en verano en toda la zona SUDOE excepto en el sur de España (Cáceres y Córdoba), donde la reducción es mayor en primavera. Es en invierno cuando aparecen más y mayores anomalías positivas.

En cuanto a los extremos de precipitación, se observa un aumento de los mismos en invierno y una reducción en el resto de las estaciones.

En la **Tabla 5** se muestra un resumen de los resultados obtenidos en el análisis de la variable precipitación.

	Región	Precipitación acumulada	Frecuencia de días de lluvia	Precipitación extrema
<b>Escenario A2</b>	Aquitaine	Disminución 300 mm/año	Disminución 70días/año	Aumento
	Midi Pyrenees	Disminución 455 mm/año	Disminución 90días/año	Aumento
	País Vasco	Disminución 350 mm/año	Disminución	Aumento
	Cantabria	Disminución 400 mm/año	Disminución 60días/año	Aumento
	Galicia costa	Disminución 540 mm/año	Disminución 70días/año	Aumento
	Galicia interior	Disminución 598 mm/año	Disminución 72días/año	Aumento
	Portugal	Disminución 650 mm/año	Disminución 70días/año	Aumento
	Extremadura	Disminución 500 mm/año	Disminución	Aumento
	Andalucía	Disminución 220 mm/año	Disminución 50días/año	Aumento

## Escenario B2

<b>Aquitaine</b>	Disminución 290 mm/año	Disminución 70días/año	Aumento
<b>Midi Pyrenees</b>	Disminución 400 mm/año	Disminución 70días/año	Aumento
<b>País Vasco</b>	Disminución 275 mm/año	Disminución 70días/año	Aumento
<b>Cantabria</b>	Disminución 320 mm/año	Disminución 70días/año	Aumento
<b>Galicia costa</b>	Disminución 570 mm/año	Disminución 70días/año	Aumento
<b>Galicia interior</b>	Disminución 611 mm/año	Disminución	Aumento
<b>Portugal</b>	Disminución 625 mm/año	Disminución 70días/año	Aumento
<b>Extremadura</b>	Disminución 430 mm/año	Disminución 70días/año	Aumento
<b>Andalucía</b>	Disminución 180 mm/año	Disminución 70días/año	Aumento

Tabla 5. Variación de la precipitación acumulada, frecuencia de días de lluvia y precipitación extrema respecto del periodo de referencia.

## Evaporación diaria

El análisis regional muestra, en detalle, los siguientes resultados:

**Aquitaine.-** A escala anual se observa una disminución de la evaporación respecto a la media del período de referencia en todos los modelos menos el modelo PROMES de la UCM, que prevé un aumento generalizado de la evaporación diaria (0.12 mm más en promedio para el escenario A2 y 0.09 mm para el escenario B2). Señalar también que para esta variable, los modelos que predicen una disminución de la evaporación difieren bastante en la magnitud de esta disminución. Así, por ejemplo, obtenemos tendencias significativas para el modelo HIRHAM del DMI, que prevé una disminución media de 0.28 mm por día para el escenario A2 y de 0.21 mm/día para el B2, y también para el modelo RCAO del SMHI, que predice una disminución de 0.07 mm/día para el A2 y de 0.06 mm/día para el B2. Estacionalmente, en otoño el comportamiento es muy semejante al de la escala anual, mientras que en primavera e invierno predominan los años con anomalías positivas (mayor evaporación que en el periodo de referencia). En verano la disminución de la evaporación es mucho mayor que a escala anual



(llegándose a alcanzar reducciones de más de 1 mm por día en ambos escenarios en la mayoría de los modelos).

**Midi Pyrenees.-** También se observa una disminución de la evaporación en todos los modelos menos el modelo PROMES de la UCM, que prevé un aumento de la evaporación diaria (0.14 mm más en promedio para el escenario A2 y 0.09 mm para el escenario B2). Pero, los modelos que predicen una disminución de la evaporación difieren al estimar la magnitud de esta disminución. La única tendencia significativa se obtiene para el modelo HIRHAM del DMI, que prevé una disminución media de 0.17 mm por día para el escenario A2 y de 0.08 mm por día para el B2. Por estación, en otoño el comportamiento es muy semejante al de la escala anual, mientras que en invierno y, sobre todo, en primavera predominan los años con anomalías positivas (mayor evaporación que en el periodo de referencia). En verano la disminución de la evaporación es mucho mayor que a escala anual (llegándose a alcanzar reducciones de más de 1 mm por día en ambos escenarios en la mayoría de los modelos).

**País Vasco.-** La evaporación disminuye de forma generalizada, hasta 0.8 mm por día en el escenario A2 y 0.6 mm en el B2. En el análisis estacional se observa en otoño y verano un comportamiento similar al de la escala anual, con una fuerte disminución de la evaporación. En primavera la disminución es menor, apareciendo tantos años con anomalías positivas (mayor evaporación que en el periodo de referencia) como negativas. En invierno se da una situación intermedia: anomalías negativas menores que en otoño y verano y aparición de algunos años con anomalías positivas (aunque no tantos como en primavera).

**Cantabria.-** En todos los modelos se constata una disminución de la evaporación, llegando a reducirse 0.9 mm por día en el escenario A2 y 0.8 mm en el B2. En otoño, el comportamiento es muy semejante al de la escala anual, en primavera e invierno la disminución es menor, apareciendo muchos más años con anomalías positivas (mayor evaporación que en el periodo de referencia), mientras que en verano la disminución de la evaporación es mucho mayor que a escala anual (llegándose a alcanzar reducciones de 1.6 mm por día en el escenario A2 y 1.3 mm por día en el B2).

**Galicia costa.-** Al igual que en los casos anteriores, también se observa para Galicia costa una disminución de la evaporación respecto a la media del período de referencia (0.10 mm menos en promedio para el escenario A2 y 0.08 mm para el escenario B2). En el escenario B2 se observa, en todos los modelos, un predominio de anomalías positivas en los últimos años del período proyectado (aumento de la evaporación). Estacionalmente, en otoño existe una mayor reducción de la evaporación, en primavera e invierno una alternancia de años con anomalías

positivas y negativas (siendo éstas más exageradas en invierno), mientras que para el verano se observan discrepancias entre los modelos (mientras el modelo HIRHAM del DMI y el PROMES de la UCM prevén un aumento de la evaporación, los modelos RCAO del SMHI y RegCM del ICTP prevén una disminución de la misma).

También disminuye la evaporación en la zona interior (0.10 mm menos en promedio para el escenario A2 y 0.07 mm para el escenario B2), aunque hay tres modelos que prevén un ligero aumento de esta variable (CLM de GKSS, RACMO2 de KNMI y PROMES de la UCM). En el escenario B2 se observa igualmente un incremento de anomalías positivas. El análisis por estación muestra que en otoño y verano se da una mayor reducción de la evaporación, mientras que en primavera e invierno algunos modelos predicen una alternancia de años con anomalías positivas y negativas y otros un aumento de la evaporación sobre todo hacia los últimos años del periodo proyectado.

**Portugal.-** Excepto en el modelo PROMES de la UCM, que prevé un aumento generalizado de la evaporación diaria (0.15 mm más en promedio para el escenario A2 y 0.09 mm para el escenario B2), se observa una disminución de la misma respecto a la media del período de referencia en todos los modelos. Debe mencionarse que los modelos que predicen una disminución de la evaporación difieren al estimar la magnitud de esta disminución. En cuanto al análisis estacional, comentar que en otoño, el comportamiento es muy semejante al de la escala anual, mientras que en invierno y, sobre todo, en primavera predominan los años con anomalías positivas (mayor evaporación que en el periodo de referencia). En verano, la disminución de la evaporación es mucho mayor que a escala anual (llegándose a alcanzar reducciones de más de 1 mm por día en ambos escenarios en la mayoría de los modelos).

**Extremadura.-** A escala anual, se observa una disminución de la evaporación respecto a la media del período de referencia en casi todos los modelos, excepto el PROMES de la UCM (llegado a reducirse 1 mm por día en el escenario A2 y 0.7 mm en el B2). Estacionalmente, en otoño y verano el comportamiento es muy semejante al de la escala anual. En primavera e invierno la disminución es menor, apareciendo muchos más años con anomalías positivas (mayor evaporación que en el periodo de referencia).

**Andalucía.-** Se da para la totalidad de modelos una disminución generalizada de la evaporación (0.26 mm menos en promedio para el escenario A2 y 0.10 mm para el escenario B2). En otoño predominan las anomalías negativas (siendo estas menores que a escala anual), mientras que en invierno aparecen bastantes años con anomalías positivas (mayor

evaporación que en el periodo de referencia). Sin embargo, en verano y primavera la disminución de la evaporación es mayor que a escala anual.

Así, en general, a pesar de que casi todos los modelos predicen una disminución de la evaporación en las ocho regiones, se observan discrepancias considerables a la hora de estimar la magnitud de dicha disminución (Tabla 6).

Por estaciones, la disminución es mayor en verano (menos en Galicia, que es en otoño) y menor en primavera e invierno, observándose en algunas regiones un aumento de la evaporación en estas estaciones (en primavera para L'Adour y en invierno para Córdoba).

Región	Evaporación diaria	
	Escenario A2	Escenario B2
Aquitaine	Disminución 0.12 mm/día	Disminución 0.09 mm/día
Midi Pyrenees	Disminución 0.14 mm/día	Disminución 0.09 mm/día
País Vasco	Disminución 0.80 mm/día	Disminución 0.60 mm/día
Cantabria	Disminución 0.90 mm/día	Disminución 0.80 mm/día
Galicia costa	Disminución 0.10 mm/día	Disminución 0.08 mm/día
Galicia interior	Disminución 0.10 mm/día	Disminución 0.07 mm/día
Portugal	Disminución 0.15 mm/día	Disminución 0.09 mm/día
Extremadura	Disminución 1.00 mm/día	Disminución 0.70 mm/día
Andalucía	Disminución 0.26 mm/día	Disminución 0.10 mm/día

Tabla 6. Máxima variación de la media anual de la evaporación diaria media respecto a la media del periodo de referencia

## Viento a 10 m

Del análisis pormenorizado de las diferentes regiones, se derivan los siguientes resultados:

**Aquitaine.-** A escala anual se observa un aumento de la velocidad del viento a 10 m en todos los modelos para el escenario A2 (de 0.04 m/s en promedio para todo el periodo 2071-2099 y para todos los modelos) y una leve disminución según el escenario B2 (de 0.02 m/s en promedio). En cuanto a la escala estacional, destacar que se produce una disminución de la velocidad del viento bastante notable en otoño. En invierno, se alternan periodos de anomalías positivas y negativas que son mucho más extremas que a escala anual, mientras que en verano se observa un predominio de anomalías positivas (aumento de la velocidad del viento) también mayores que las observadas a escala anual.

**Midi Pyrenees.-** Los modelos del DMI y del SMHI prevén, a escala anual, un ligerísimo aumento de la velocidad del viento para el escenario A2 y un aumento un poco mayor para el escenario B2. Por su parte, el modelo PROMES de la UCM prevé exactamente lo contrario: una ligerísima disminución de la velocidad del viento para el escenario A2 y una disminución un poco menor para el escenario B2. Estacionalmente, se produce una disminución de la velocidad del viento bastante notable en otoño. En invierno, se alternan periodos de anomalías positivas y negativas que son mucho más extremas que a escala anual, mientras que en verano y primavera se observa un predominio de anomalías positivas (aumento de la velocidad del viento) también mayores que las observadas a escala anual.

**País Vasco.-** Todos los modelos muestran resultados muy semejantes para esta variable. En general, a escala anual se observa una disminución del viento a 10 m en todos los modelos (de hasta 0.6 m/s para la media diaria en el escenario A2 y de 0.4 m/s en el escenario B2). En cuanto a la escala estacional, destacar que las anomalías son especialmente negativas en otoño, indicando una disminución del viento mucho más fuerte que en el resto de las estaciones. Por otro lado, en invierno se observan tantos años con anomalías positivas como negativas, siendo éstas bastante elevadas (llegando a superar en 1 m/s el valor medio diario del periodo de referencia tanto en el sentido positivo como negativo).

**Cantabria.-** Se observa una disminución del viento a 10 m en todos los modelos (de hasta 0.4 m/s para la media diaria en el escenario A2 y de hasta 0.3 m/s en el B2). En el análisis por estación, destacar que las anomalías son especialmente negativas en otoño, indicando una disminución del viento mucho más fuerte que en el resto de las estaciones. En el resto de las estaciones se observan años con anomalías positivas y negativas, siendo éstas más extremas en invierno.

**Galicia.-** Tanto para la zona costera, como para la interior, se prevé un aumento de la velocidad del viento para ambos escenarios (algo menor para el escenario B2) en la totalidad

de los escenarios, a escala anual. Estacionalmente, se produce un considerable aumento de la velocidad del viento en verano. En las demás estaciones se observa una alternancia de años con anomalías positivas y negativas (siendo éstas de mayor magnitud en invierno).

**Portugal.-** A escala anual todos los modelos señalan una ligerísima disminución de la velocidad del viento para el escenario A2, mientras que para escenario B2 las anomalías negativas y positivas se alternan casi por igual en todo el período. Por estación, se produce una disminución de la velocidad del viento bastante notable en otoño. En invierno, se alternan periodos de anomalías positivas y negativas que son mucho más extremas que a escala anual, mientras que en verano y primavera se observa un predominio de anomalías positivas (aumento de la velocidad del viento) también mayores que las observadas a escala anual.

**Extremadura.-** Todos los modelos muestran resultados muy semejantes para esta variable entre sí y en ambos escenarios. En general, a escala anual se observa una disminución del viento a 10 m en todos los modelos (de hasta 0.4 m/s para la media diaria en ambos escenarios). En cuanto a la escala estacional, las anomalías son especialmente negativas en otoño, indicando una disminución del viento mucho más fuerte que en el resto de las estaciones. Por otro lado, en primavera aparecen más anomalías positivas, siendo éstas ya dominantes en verano.

**Andalucía.-** Se observa una ligerísima disminución de la velocidad del viento para el escenario A2, mientras que para escenario B2 las anomalías negativas y positivas se alternan casi por igual en todo el período. Se produce una disminución de la velocidad del viento bastante notable en otoño. En invierno, se alternan periodos de anomalías positivas y negativas que son mucho más extremas que a escala anual, mientras que en verano se observa un predominio de anomalías positivas (aumento de la velocidad del viento) también mayores que las observadas a escala anual.

En resumen, a escala anual, se predice una reducción de la velocidad del viento en el sur de España, País Vasco y Cantabria, mientras que en Galicia y en la zona más occidental de Francia se observa un aumento de esta variable (ver [Tabla 7](#)).

Estacionalmente, en otoño se observan las anomalías más negativas (más reducción de la velocidad del viento) y en verano las anomalías más positivas (aumento de la velocidad del viento). En invierno se observa que se alternan períodos de años con anomalías positivas y negativas, siendo estas anomalías más extremas que en las demás estaciones y que a escala anual.

Región	Velocidad del viento Escenario A2	Velocidad del viento Escenario B2
Aquitaine	Aumento	Disminución
Midi Pyrenees	Aumento	Aumento
País Vasco	Disminución	Disminución
Cantabria	Disminución	Disminución
Galicia costa	Aumento	Aumento
Galicia interior	Aumento	Aumento
Portugal	Disminución	Ni aumento ni disminución
Extremadura	Disminución	Disminución
Andalucía	Disminución	Ni aumento ni disminución

Tabla 7. Variación de la velocidad del viento en el período 2071-2100 respecto al del período de referencia.

## Radiación solar incidente

El análisis por región establece:

**Aquitaine.-** A escala anual todos los modelos predicen un aumento de la radiación solar incidente sobre la superficie en casi todos los años del período 2071-2100 (de hasta 25 W/m<sup>2</sup> diarios en el escenario A2 y 20 W/m<sup>2</sup> en el escenario B2; excepto el modelo PROMES de la UCM que predice un aumento de hasta 45 W/m<sup>2</sup> en el A2 y de hasta 37 W/m<sup>2</sup> en el B2). Estacionalmente, en primavera y verano el aumento es bastante mayor que en las demás estaciones y sólo en invierno se observa un predominio de años con anomalías negativas (reducción de la radiación).

**Midi Pyrenees.-** Se observa un aumento de la radiación solar incidente sobre la superficie en casi todos los años del período 2071-2100 (en promedio, de hasta 35 W/m<sup>2</sup> diarios en el escenario A2 y 30 W/m<sup>2</sup> en el escenario B2). Por estación, en primavera y verano el aumento es bastante mayor que en las demás estaciones y sólo en invierno se observa un predominio de años con anomalías negativas (reducción de la radiación).

**País Vasco.-** El aumento de la radiación solar incidente sobre la superficie previsto por todos los modelos para casi todos los años del período 2071-2100 es de hasta 20 W/m<sup>2</sup> diarios en el escenario A2 y 15 W/m<sup>2</sup> en el escenario B2. Además, la pendiente es positiva en todos los modelos, es decir, la radiación solar tiende a aumentar en el periodo estudiado. En verano, el aumento es mucho mayor (hasta 40 W/m<sup>2</sup> para el escenario A2 y 35 W/m<sup>2</sup> para el escenario B2), mientras que en invierno se observa una disminución de esta radiación en la mayoría de los años (hasta 20 W/m<sup>2</sup> para el escenario A2 y 15 W/m<sup>2</sup> para el escenario B2). En otoño, el comportamiento es semejante al de la escala anual, mientras que en primavera se observa un cambio intermedio entre otoño e invierno.

**Cantabria.-** También se predice un aumento de la radiación solar incidente sobre la superficie de hasta 30 W/m<sup>2</sup> diarios en el escenario A2 y 20 W/m<sup>2</sup> en el escenario B2; excepto en el modelo PROMES de la UCM que se contempla un aumento de hasta 35 W/m<sup>2</sup> en ambos escenarios. Estacionalmente, en verano el aumento es mayor que en las demás estaciones y sólo en invierno se observa un predominio de años con anomalías negativas (reducción de la radiación).

**Galicia costa.-** En promedio, para el periodo 2071-2100, se predice un incremento de la radiación solar incidente de hasta 30 W/m<sup>2</sup> diarios en el escenario A2 y 22 W/m<sup>2</sup> en el escenario B2. El análisis estacional establece en primavera y verano un aumento de la radiación bastante mayor que en las demás estaciones y que a escala anual y sólo en invierno se observa un predominio de años con anomalías negativas (reducción de la radiación).

En el interior de Galicia, los modelos predicen a escala anual, un aumento de la radiación solar incidente sobre la superficie en casi todos los años del período mencionado, 2071-2100 (en promedio, de hasta 34 W/m<sup>2</sup> diarios en el escenario A2 y 27 W/m<sup>2</sup> en el escenario B2). Todos los modelos predicen un aumento de aproximadamente la misma magnitud, excepto el modelo PROMES de la UCM, que prevé un aumento algo mayor. Estacionalmente, se obtienen los mismos resultados que para Galicia Costa.

**Portugal.-** A escala anual todos los modelos predicen un aumento de la radiación solar incidente sobre la superficie en promedio, de hasta 25 W/m<sup>2</sup> diarios en el escenario A2 y 22 W/m<sup>2</sup> en el escenario B2. Estacionalmente, en primavera el aumento es bastante mayor que en las demás estaciones y sólo en invierno se observa un predominio de años con anomalías negativas (reducción de la radiación).

**Extremadura.-** También se da un aumento de la radiación solar incidente sobre la superficie de hasta  $20 \text{ W/m}^2$  diarios en el escenario A2 en todos los modelos (excepto en el PROMES de la UCM, que predice un aumento de hasta  $40 \text{ W/m}^2$ ), y  $15 \text{ W/m}^2$  en el escenario B2 (excepto PROMES que predice  $33 \text{ W/m}^2$ ). Estacionalmente, en verano el aumento es mayor que la media anual y en invierno menor, aunque lo más destacable es el aumento en primavera (hasta  $55 \text{ W/m}^2$  para el escenario A2 y  $40 \text{ W/m}^2$  para el escenario B2; en PROMES hasta  $100 \text{ W/m}^2$  para el escenario A2 y  $80 \text{ W/m}^2$  para el escenario B2).

**Andalucía.-** A escala anual todos los modelos predicen un aumento de la radiación solar incidente sobre la superficie en casi todos los años del período 2071-2100 (en promedio, de hasta  $18 \text{ W/m}^2$  diarios en el escenario A2 y  $15 \text{ W/m}^2$  en el escenario B2). Señalar que, en cuanto a la magnitud de la radiación, el modelo RegCM del ICTP prevé un aumento considerablemente menor que los demás modelos, mientras que el modelo PROMES de la UCM un aumento mayor que los demás (lo que está de acuerdo con las discrepancias vistas para en las anomalías de la temperatura). Estacionalmente, en primavera el aumento es bastante mayor que en las demás estaciones.

En general, se observa un aumento de la radiación solar incidente en todas las regiones (mayor en la parte norte de la zona SUDOE que en la sur), tal y como de muestra a continuación en la **Tabla 8**.

Estacionalmente, el aumento es mayor en primavera y verano, observándose sólo en invierno un predominio de anomalías negativas (reducción de la radiación).



Región	Radiación solar incidente	
	Escenario A2	Escenario B2
Aquitaine	Aumento 25 W/m <sup>2</sup>	Aumento 20 W/m <sup>2</sup>
Midi Pyrenees	Aumento 35 W/m <sup>2</sup>	Aumento 30 W/m <sup>2</sup>
País Vasco	Aumento 20 W/m <sup>2</sup>	Aumento 15 W/m <sup>2</sup>
Cantabria	Aumento 30 W/m <sup>2</sup>	Aumento 20 W/m <sup>2</sup>
Galicia costa	Aumento 30 W/m <sup>2</sup>	Aumento 22 W/m <sup>2</sup>
Galicia interior	Aumento 34 W/m <sup>2</sup>	Aumento 27 W/m <sup>2</sup>
Portugal	Aumento 25 W/m <sup>2</sup>	Aumento 22 W/m <sup>2</sup>
Extremadura	Aumento 20 W/m <sup>2</sup>	Aumento 15 W/m <sup>2</sup>
Andalucía	Aumento 18 W/m <sup>2</sup>	Aumento 15 W/m <sup>2</sup>

Tabla 8. Máxima variación de la media anual de la radiación solar incidente diaria.

## I.VII.- Conclusiones del análisis regional

Se ha realizado el estudio de la magnitud del cambio climático previsto para ocho regiones distribuidas en la zona SUDOE analizando los resultados de simulaciones de ocho modelos climáticos regionales para el escenario A2 (aumento de emisiones pronunciado a lo largo del siglo XXI) y cuatro para el B2 (más conservador).

Los resultados obtenidos comparando la simulación para el periodo 2071-2010 con la simulación para el periodo de referencia 1961-1990 para las ocho regiones seleccionadas, se pueden resumir en los siguientes puntos:

- El calentamiento es más acusado y, en general, las anomalías para todas las variables son más extremas en el escenario con emisiones más altas (A2). En este sentido debe señalarse que la diferencia entre simulaciones con distintos modelos no es grande, excepto para la evaporación diaria media. Sí es destacable, sin embargo, la diferencia entre simulaciones considerando los dos escenarios de emisiones, obteniéndose resultados bastante más extremos para el escenario A2 que para el B2.
- Incremento de la temperatura media diaria en toda la zona SUDOE. El incremento es mayor en el sur de Francia (entre 1 y 6 °C en el escenario A2 y entre 1 y 4 °C en el B2) y en el sur de España (entre 3 y 7 °C en el escenario A2 y entre 1.5 y 5 °C en el B2). En la zona norte de España y en el norte de Portugal se prevé un aumento de entre 1 y 4 °C en el escenario A2 y entre 0.5 y 4 °C en el B2.
- Disminución del número de noches y días fríos y aumento del número de noches y días cálidos. El incremento de noches y días cálidos es bastante homogéneo en la zona SUDOE (alrededor de 60 días más por año en el escenario A2 y 45 en el B2), siendo algo mayor en el sur de España.
- Disminución de la precipitación anual acumulada. En el sur de España la disminución es mayor en primavera.

- Disminución de la frecuencia de días de lluvia, llegando a reducirse hasta 90 días/año en L'Adour de acuerdo con los resultados obtenidos para el escenario A2.
- Aumento de fenómenos de precipitación extrema en invierno.
- Disminución de la evaporación, aunque con discrepancias a la hora de estimar la magnitud de dicha disminución, llegando a reducirse hasta 1,00 mm en Cáceres para el escenario A2.
- Reducción de la velocidad del viento a 10 m, a excepción de Galicia y la zona más occidental de Francia donde se observa un aumento de esta variable (0,04 m/s en La Lizonne).
- Aumento de la radiación solar incidente, con mayor incidencia en las regiones del norte, casos de L'Adour con  $35\text{W/m}^2$  y Cantabria y Galicia con  $35\text{W/m}^2$  para el escenario A2.

De modo esquemático, estas conclusiones anteriormente resumidas se muestran en la [Tabla 9<sup>8</sup>](#) que aparece a continuación.

---

<sup>8</sup> **Nota:** Los valores que se indican en la tabla para las variables precipitación acumulada, evaporación diaria y radiación solar incidente se refieren a máximos de la media anual.

VARIABLE	REGION	IMPACTO 2071-2100	
		Escenario A2	Escenario B2
<b>Temperatura diaria media</b>	Aquitaine Midi Pyrenees País Vasco Cantabria Galicia costa Galicia interior Portugal Extremadura Andalucía	↑ 1 - 6 °C ↑ 2 - 6 °C ↑ 1,25 - 4 °C ↑ 1 - 4 °C ↑ 1,5 - 4 °C ↑ 1,5 - 5 °C ↑ 1,5 - 5 °C ↑ 3 - 6 °C ↑ 3 - 7 °C	1 - 4 °C 1 - 4 °C 1 - 3 °C 0,5 - 2,5 °C 0,5 - 3,5 °C 1 - 4 °C 1,25 - 4 °C 1,5 - 5 °C 1,5 - 5 °C
<b>Extremos de temperatura</b> (variación anual de noches/días cálidos)	Aquitaine Midi Pyrenees País Vasco Cantabria Galicia costa Galicia interior Portugal Extremadura Andalucía	↑ 60 ↑ 60 ↑ 60 ↑ 50 ↑ Noches: 60 Días: 45 ↑ Noches: 64 Días: 49 ↑ 60 ↑ 68 ↑ 70	50 45 35 40 Noches: 45 Días: 30 Noches: 55 Días: 39 45 55 60
<b>Precipitación acumulada</b>	Aquitaine Midi Pyrenees País Vasco Cantabria Galicia costa Galicia interior Portugal Extremadura Andalucía	↓ 300 mm/año ↓ 455 mm/año ↓ 350 mm/año ↓ 400 mm/año ↓ 540 mm/año ↓ 598 mm/año ↓ 650 mm/año ↓ 500 mm/año ↓ 220 mm/año	290 mm 400 mm 275 mm 320 mm 570 mm 611 mm 625 mm 430 mm 180 mm
<b>Evaporación diaria</b>	Aquitaine Midi Pyrenees País Vasco Cantabria Galicia costa Galicia interior Portugal Extremadura Andalucía	↓ 0,12 mm/día ↓ 0,14 mm/día ↓ 0,80 mm/día ↓ 0,90 mm/día ↓ 0,10 mm/día ↓ 0,10 mm/día ↓ 0,15 mm/día ↓ 1,00 mm/día ↓ 0,26 mm/día	0,09 mm 0,09 mm 0,60 mm 0,80 mm 0,08 mm 0,07 mm 0,09 mm 0,70 mm 0,10 mm
<b>Viento a 10m diario</b> (velocidad)	Aquitaine Midi Pyrenees País Vasco Cantabria Galicia Portugal Extremadura Andalucía	↑ 0,04 m/s ↑ ↓ 0,6 m/s ↓ 0,4 m/s ↑ ↓ ↓ 0,4 m/s ↓	↓ 0,02 m/s ↑ ↓ 0,4 m/s ↓ 0,3 m/s ↑ ↑ ↓ ↓ 0,4 m/s ↑ ↓
<b>Radiación solar incidente diaria</b>	Aquitaine Midi Pyrenees País Vasco Cantabria Galicia costa Galicia interior Portugal Extremadura Andalucía	↑ 25 W/m2 ↑ 35 W/m2 ↑ 20 W/m2 ↑ 30 W/m2 ↑ 30 W/m2 ↑ 34 W/m2 ↑ 25 W/m2 ↑ 20 W/m2 ↑ 18 W/m2	20 W/m2 30 W/m2 15 W/m2 20 W/m2 22 W/m2 27 W/m2 22 W/m2 15 W/m2 15 W/m2

Tabla 9. Síntesis de resultados regionales por variable analizada

## I.VII- Resultados y conclusiones del análisis para el SUDOE



Las regiones del SUDOE, por su situación geográfica y sus características socioeconómicas, son zonas especialmente vulnerables a los efectos del cambio climático, tal y como señalan diferentes estudios científicos realizados hasta la fecha.

Ante esta situación, la cooperación se presenta como el modo más eficiente de abordar una adaptación a los futuros cambios ambientales, de cara a garantizar que estos cambios no pongan en peligro el desarrollo socioeconómico del territorio. Es, en este marco, en el que nace el proyecto ADAPTACLIMA.

El punto de partida que debe tomarse para proceder al análisis de los efectos, que el cambio climático pueda ocasionar en las regiones del sudoeste europeo, es el **análisis** de las **evidencias** que este fenómeno viene ocasionando hasta la actualidad. Este análisis nos permitirá identificar las necesidades de adaptación más inmediatas, conocer a qué nos enfrentamos en la actualidad y anticipar actuaciones de cara a los posibles resultados que puedan derivarse de la proyección de escenarios climáticos futuros.

Las principales evidencias para el SUDOE, que se derivan del análisis realizado en el marco del presente proyecto, para las variables temperatura y precipitación, se describen a continuación.

En relación a la **temperatura** podemos hablar de incrementos generalizados, tanto de temperatura máxima, como de temperatura mínima, llegando a alcanzar los 0,5º C/década en Portugal (Tmax y Tmin). En todo el espacio SUDOE se observa que dicho incremento resulta más abrupto a partir de mediados de los años 70.

El análisis estacional muestra que los incrementos son más elevados en las estaciones de primavera (hasta 0,7º C/década en Portugal) y verano (hasta 0,59º C/década de Tmin en Córdoba).

Se constata también, de manera generalizada, una disminución de las noches y días fríos, siendo más acusada la reducción en las estaciones de primavera y verano. Destaca Andalucía con reducciones en el número de noches frías de hasta 2,52 días/década en verano. Por el

contrario, se observa el incremento de número de noches y días cálidos, llegando a alcanzar el aumento de noches cálidas valores de 3,93 días/década en Córdoba.

En cuanto a la variable **precipitación** se puede concluir que, de modo genérico, tiene lugar una reducción de la precipitación acumulada en el SUDOE, más acusada en la zona sur, llegando a alcanzar un 3,5% de disminución en Córdoba, si bien, en Francia se da un incremento significativo en invierno y en Galicia sólo se aprecian tendencias a nivel mensual.

El análisis de la precipitación extrema interpretada a través de la frecuencia de días de lluvia intensa muestra, en general, el incremento de dicha frecuencia en otoño, a excepción del análisis del País Vasco que habla de disminución de dicha variable y Francia, donde no se observa tendencia significativa.

VARIABLE	EVIDENCIAS 1960-2001	
<b>Temperatura</b>	↑ T <sub>min</sub>	Incremento generalizado Hasta 0,5°C/ década en Portugal
	↑ T <sub>max</sub>	Incremento generalizado Hasta 0,5°C/ década en Portugal
	↑ Tendencia	Incremento más abrupto a partir de los años 70 Aumento general, más acusado en primavera y verano
	↑ Estacional	Hasta 0,7° C/década Portugal en primavera Destaca Córdoba con aumento de 0,59° C/década de T <sub>min</sub> en verano
	↓ Noches frías	Descenso, principalmente en primavera y verano Hasta -2,52 días/década en verano en Andalucía
	↓ Días fríos	Descenso, principalmente en primavera y verano
	↑ Noches cálidas	Aumento, principalmente en primavera y verano Hasta 3,93 días/década en Córdoba
	↑ Días cálidos	Aumento, principalmente en primavera y verano
VARIABLE	EVIDENCIAS 1960-2001	
<b>Precipitación</b>	↓ Precipitación acumulada	Descenso general de precipitación total anual acumulada, a excepción del sur de Francia y Galicia Descenso más acusado en la zona sur Aumento general en otoño
	↑ Frecuencia días de lluvia	Excepción País Vasco que disminuye No tendencia significativa en Francia

(\*) Series de datos facilitadas por los socios

Tabla 10. Síntesis de evidencias de cambio climático para el SUDOE

Además del análisis de evidencias, resulta de especial interés la realización de **proyecciones futuras** de cambio climático con el objeto de conocer los efectos que este fenómeno podrá ocasionar en el sudoeste europeo.

De este modo, el desarrollo, en el marco del proyecto ADAPTACLIMA, de escenarios climatológicos, ha supuesto la obtención de una serie de resultados en relación a las variables temperatura, precipitación, radiación solar incidente, evaporación y velocidad del viento, que han venido a corroborar esa especial vulnerabilidad al fenómeno de cambio climático de las regiones del sudoeste europeo. Esto puede observarse en la tabla resumen de impactos por variable (Tabla 11).

De dicha tabla pueden derivarse una serie de conclusiones generales, en el sudoeste europeo, para cada una de las variables analizadas.

En relación a la **temperatura diaria media**, se observa un incremento generalizado de la misma en todo el SUDOE siendo más acusado en el sur, pudiendo llegar a alcanzar un valor medio máximo de hasta 7°C.

El análisis de **extremos en temperatura** radicó en el cálculo de los percentiles 5 (P5) y 95 (P95) de las temperaturas máxima y mínima. Denominando días fríos a los que presentaban una temperatura máxima por debajo del p5 y noches frías a los días con temperatura mínima por debajo del p5. Análogamente, se consideraron días cálidos a los días cuya temperatura máxima superó el p95 y noches cálidas a aquellos días cuya temperatura mínima superó el p95. En la totalidad del SUDOE se observó el incremento generalizado de las temperaturas extremas en términos de mayor ocurrencia de días y noches cálidas (con mayor incidencia en el sur) y de menor número de días y noches frías.

En cuanto a la **precipitación total acumulada** anualmente, se produce una reducción generalizada en todo el SUDOE, siendo más acusada en el sur, observándose también un incremento de los valores extremos en invierno y una disminución en el resto de estaciones.

La disminución de la **evaporación diaria** es el resultado que ofrecen casi todos los modelos de predicción.

No se puede establecer una generalización en relación a las variaciones en la **velocidad del viento a 10 m**, pues se presentan resultados variables entre las diferentes regiones, así, mientras se produce una reducción en el sur de España, País Vasco y Cantabria, se observa un incremento en Galicia y la zona occidental francesa.

Por último, en relación a la **radiación solar incidente**, se presenta un incremento generalizado en el SUDOE de dicha variable, siendo más significativo en la zona norte que en la zona sur.

VARIABLE	IMPACTO 2071-2100	
	Escenario A2	Escenario B2
<b>Temperatura diaria media</b>	↑ Más acusado en el sur con incrementos máximos de hasta 7°C (Córdoba)	Más acusado en el sur con incrementos máximos de hasta 5°C
<b>Extremos de temperatura</b>	↑ Incremento generalizado de días y noches cálidas de hasta 70 días (Córdoba)	Incremento generalizado de días y noches cálidas de hasta 60 días (Córdoba)
<b>Precipitación acumulada</b>	↓ Reducción generalizada	Reducción generalizada
<b>Evaporación diaria</b>	↓ Reducción generalizada con discrepancias en la determinación de la magnitud	Reducción generalizada con discrepancias en la determinación de la magnitud
<b>Viento a 10m</b>	↑ ↓ Reducción de la velocidad del viento a 10 m, a excepción de Galicia y la zona más occidental de Francia donde se observa un aumento de esta variable	Variaciones menos significativas
<b>Radiación solar incidente</b>	↑ Incremento generalizado con mayor significación en la zona norte	Incremento generalizado con mayor significación en la zona norte

Tabla 11. Síntesis de resultados para el SUDOE





# **CAPÍTULO II.- Adaptación al cambio climático en el SUDOE**

El capítulo II está orientado a resumir las actuaciones que se han llevado a cabo en relación a la definición de los cambios y estudio de los impactos (GT.3). Se parte de los resultados obtenidos del anterior grupo de tareas y se aborda, en cada territorio, el estudio de los impactos más destacados sectorialmente en relación a diferentes variables consideradas. De dicho estudio se deriva un análisis de vulnerabilidades y potencialidades de los diferentes impactos observados. A continuación, se sintetizan las conclusiones y resultados obtenidos para todo el sudoeste europeo.

## **II.1.- Análisis de vulnerabilidades/oportunidades**

Como instrumento integrador de los diversos resultados obtenidos en el análisis de vulnerabilidades en cada una de las regiones, los socios del proyecto acordaron el diseño de una matriz que integrase los factores de cambio climático que afectasen a la zona de estudio, los impactos sobre el medio y las consecuencias en términos de vulnerabilidad/oportunidad.

Esta parte del trabajo resulta fundamental para la identificación de puntos vulnerables en cada uno de los sectores analizados, hecho que permitirá la proposición de medidas de adaptación a desarrollar en el futuro con el objeto de hacer frente a la nueva situación climática.

### **Análisis regional de vulnerabilidades/oportunidades**

Cada uno de los socios del proyecto, en virtud de las conclusiones obtenidas en el G.T.2, ha identificado una serie de sectores en los que focalizar sus análisis de vulnerabilidades/oportunidades.

La elección de los sectores de estudio se ha realizado básicamente en función a su especial sensibilidad a los cambios previstos en las variables climáticas, y/o a la relevancia económica de los mismos en las respectivas regiones de estudio. Los sectores objeto de análisis por parte de cada socio pueden observarse en el [Gráfico 1](#).

El grado de desarrollo y amplitud de los trabajos llevados a cabo en cada región, hace imposible su inclusión en un resumen, de modo que las conclusiones y resultados deberán consultarse en los respectivos informes emitidos por cada uno de los socios.



PAÍS / REGIÓN	SOCIO		SECTOR	
España / Galicia	01	Instituto Galego da Vivenda e Solo	IGVS	Vivienda
	A1	Axencia Galega de Desenvolvemento Rural	AGADER	Agricultura
	A3	Centro Tecnológico del Mar	CETMAR	Pesca Turismo
España / Cantabria	03	Mancomunidad de Municipios Sostenibles de Cantabria	MMS	Costa
				Agricultura
				Ganadería
				Flora Fauna
España / País Vasco	04	Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario	NEIKER	Agricultura
				Forestal
				Costa
				Recursos hídricos
				Medio urbano
España / Extremadura	05	Asociación para el Desarrollo del Valle del Alagón	ADESVAL	Agricultura
España / Andalucía	06	Consejería de Medioambiente-Junta de Andalucía		Agricultura
				Ganadería
				Forestal
				Pesca
				Industria
				Turismo
				Comercio
				Cultura
				Movilidad y transporte
				Sanidad
				Medio ambiental
				Recursos hídricos
				Energía
Educación				
France / Midi Pyrénées	07	Centre d'Édutes Techniques de l'Équipement du Sud Ouest	CETE	Forestal
France / Aquitaine	08	Chambre d'Agriculture de la Dordogne		Agricultura
Portugal / Norte	09	Associação de Municípios do Vale do Ave	AMAVE	Forestal

Gráfico 1. Sectores de análisis

## Resultados y conclusiones del análisis de vulnerabilidades/oportunidades para el SUDOE

Las principales conclusiones derivadas del desarrollo de este grupo de tareas aparecen recogidas, para cada uno de los sectores considerados, en la [Tabla 12](#) de vulnerabilidades/oportunidades que figura a continuación.

Esta tabla considera, de modo genérico, las principales conclusiones que se han podido extraer, para todo el SUDOE, de los diferentes trabajos sectoriales desarrollados en varias de las regiones.

Para el sector [agricultura](#), las principales vulnerabilidades observadas se derivan de cambios en la temperatura, precipitación, evaporación diaria y radiación solar incidente, siendo algunas de ellas: aumento de incidencia de plagas, invasiones de especies exóticas, cambios fenológicos, déficit hídrico, aumento de la erosión e incidencia de inundaciones... Como oportunidades se señalan, entre otras, posibilidad de nuevos cultivos, nuevos mercados, potencial incremento de ciertas producciones...

En el [sector forestal](#) incidirán las mismas variaciones que afectarán al sector agrícola, implicando agravamiento del riesgo de incendios forestales, con las consecuencias que ello implica. Si bien, ciertas especies podrán verse beneficiadas por dichos cambios, podrán surgir posibilidades de mejora en la biodiversidad del bosque, etc.

El [medio natural](#), en general, se verá afectado por cambios en la temperatura, precipitación y viento, con consecuentes cambios fenológicos, variación en áreas de distribución de especies animales y vegetales, aparición de nuevos agentes patógenos, etc. Como aspecto positivo podría señalarse el incremento de la diversidad de especies exóticas.

Esas mismas variables tendrán efectos directos en la [ganadería](#), provocando problemas sanitarios, cambios en hábitos alimentarios, variaciones en producción..., o bien, facilitando el aprovechamiento extensivo de pastos naturales durante mayor número de meses al año o la introducción de nuevas razas de ganado.

Las variaciones previstas en temperatura, precipitación y viento tendrán efectos en la [pesca](#) produciendo potenciales cambios en la ecología marina zonal, aumento de especies de peces exóticas, impactos en el desarrollo fisiológico de algunas especies de moluscos bivalvos, etc. El potencial interés comercial de nuevas especies, el posible aumento de población marisquera, o

la mayor disponibilidad de nutrientes accesible a ciertos organismos filtradores, pueden considerarse algunas de las oportunidades derivadas de estos cambios.



El ascenso del nivel medio del mar, la acidificación de los océanos y la erosión de las playas son algunas de las vulnerabilidades de la **costa**. Observándose como posibles oportunidades, el aumento en superficie de lagunas submareales y de su valor ecológico o el aumento de superficie intermareal de desarrollo de moluscos bivalvos.



Los **recursos hídricos** también se verán afectados ante las nuevas condiciones climáticas dándose una tendencia estacional descendente de caudales medios y creciente de caudales máximos por cambio en el régimen de precipitación, empeoramiento de cauces de agua por la mayor erosión derivada de la torrencialidad, mayor vulnerabilidad de los sistemas de abastecimiento...

Las variaciones en temperatura, precipitación y viento supondrán cambios en el **turismo** afectando de modo diferente al norte y al sur del SUDOE. Se consideran vulnerabilidades, en el norte, el aumento de número de visitas con potencial riesgo de saturación e insuficiencia de servicios de traída de agua potable, redes de abastecimiento y depuración. En el sur, por el contrario, la menor ocupación hotelera por pérdida de confort.

Otro sector analizado fue el de la **vivienda**. Especial afectación negativa tendrán las viviendas que carezcan de aislamiento y las viviendas bajo cubierta. La disminución del consumo de calefacción, por el incremento de la temperatura, será el principal aspecto positivo derivado de la nueva situación.

SECTOR	VARIABLE		
Agricultura	<b>Temperatura</b> 	1 Aumento de la incidencia de plagas, malezas 2 Invasión de especies exóticas 3 Cambio en la fenología de los cultivos con implicaciones en productividad (disminución Andalucía, Extremadura). Acortamiento del ciclo de desarrollo 5 Disminución de la actividad fisiológica de los cultivos (Aquitaine: maíz a partir de 30 °, prados y cereales de invierno 25 °) 4 Reducción del carbono orgánico de los suelos, pérdidas de nitrógeno 6 Riesgo de destrucción de cultivos por extremos de temperaturas (olas de calor, heladas tardías) 7 Cosechas de menor calidad y cantidad 8 Mayor necesidad de agua de los cultivos	1 Introducción de nuevos cultivos, acceso a nuevos mercados 2 Desarrollo de cultivos a los que favorecen las nuevas condiciones climáticas 3 Mejora del potencial de producción por plantación más temprana de cultivos de primavera y uso de variedades de ciclo más largo 4 Capacidad de pasar de un cultivo anual a dos o más cultivos 5 Disminución del riesgo de congelación de cultivos 6 Menos enfermedades en cereales de invierno (Francia) 7 Incremento de biomasa vegetal
	<b>Precipitación</b> 	1 Disminución de la reserva hídrica, aumento del déficit hídrico en el suelo 2 Implicaciones en productividad por déficit hídrico 3 Menor eficiencia de agua para los cultivos 4 Daños derivados del aumento de la erosión 5 Daños derivados de inundaciones 6 Fortalecimiento del fenómeno de la formación de costras para los suelos sensibles 7 Cambios en el diseño y manejo de sistemas de secano y regadío 8 Incremento de periodos de sequía estival. Aparición de tipos de clima mediterráneo (Norte)	1 Desarrollo de cultivos no adaptados previamente por exceso de humedad (vid) 2 Disminución de extensión de suelos encharcados y con exceso de agua (norte) 3 Aumento en el número de días disponibles para la intervenciones en cultivos 4 Incremento de biomasa vegetal
	<b>Evaporación diaria</b> 	Aumento de la evapotranspiración, aumento del déficit hídrico en verano	
	<b>Radiación solar incidente</b> 	1 Aumento de los daños foliares por rayos uv 2 Aumento de las necesidades generales de agua de las plantas	1 Aumento de la eficacia del "mulching" para favorecer la germinación temprana mediante el calentamiento del suelo 2 Aumento de la producción derivada de la mayor actividad fisiológica 3 Posibilidad de aumentar el potencial de producción por funcionamiento de las variedades de temporada más larga (norte)
	Todas	Mayor utilización de fertilizante, abonos y productos fitosanitarios para el incremento de producción ante cambios ambientales. Mayor riesgo de contaminación	

SECTOR	VARIABLE		
Forestal	<p><b>Temperatura</b> ↑</p> <p><b>Precipitación</b> ↓</p> <p><b>Evaporación diaria</b> ↓</p> <p><b>Radiación solar incidente</b> ↑</p> <p>Viento</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Agravamiento de riesgo de incendios forestales</li> <li>2 Aumento de área quemada. Reducción en extensión de bosques. Devaluación del paisaje</li> <li>3 Reducción potencial de la biomasa derivada del incremento de incendios</li> <li>4 Disminución de producción y de calidad de la madera y aumento de problemas de salud de los árboles a consecuencia de cambios en las variables climáticas y episodios meteorológicos extremos</li> <li>5 Alteración del periodo productivo de la explotación forestal con consecuencias en la rentabilidad de ciertas especies</li> <li>6 Incremento del grado de erosión de los suelos</li> <li>7 Aumento de la irrupción de plagas de insectos. Alteración del equilibrio entre plagas de insectos-enemigos naturales-hospedadores</li> <li>8 Mediterraneización de la zona templada y avance de bosques a cotas más altas</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Estabilización de suelos por enraizamiento más profundo</li> <li>2 Beneficios para determinadas especies derivados de los cambios en las variables climáticas con consecuente aumento de producción (alcornoque/corcho)</li> <li>3 Variaciones de área de ocupación y productividad de las diferentes especies forestales (previsible aumento de pino y eucalipto)</li> <li>4 Posibilidades de mejora en la biodiversidad del bosque (y heterogeneidad de masas) mediante implantación de nuevas políticas forestales y planes de gestión que incluyan introducción de nuevas especies</li> <li>5 Incorporación de nuevas especies con menores requerimientos hídricos</li> <li>6 Oportunidades de mejora de gestión de recursos forestales a través de introducción de mejores prácticas</li> <li>7 Posibles compensaciones como consecuencia de su función de efecto sumidero: secuestro y almacenamiento de carbono</li> </ol>
Medio natural	<p><b>Temperatura</b> ↑</p> <p><b>Precipitación</b> ↓</p> <p>Viento</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Cambios fenológicos: adelanto en las fechas de desfoliación, floración y fructificación. Simplificación estructural de la vegetación</li> <li>2 Variación en área de distribución y riesgo de extinción de ciertas especies vegetales y animales. Exclusión de las especies menos tolerantes a la sequía</li> <li>3 Reducción del contenido de carbono orgánico en el suelo. Aumento de la erosión</li> <li>4 Nuevos agentes patógenos. Empeoramiento de situación fitosanitaria de ciertas especies vegetales. Disminución de biodiversidad local por incremento de patógenos contra animales y vegetales</li> <li>5 Reducción de ambientes dulceacuícolas. Disminución de cantidad y calidad de cuencas de con repercusión negativa en la biodiversidad</li> <li>6 Efectos sobre la fenología animal y movimientos migratorios. Mayor estacionalidad. Menor inmigración por mejora de condiciones climáticas en origen</li> <li>7 Asincronía trófica entre aves, insectos y plantas, que afectan a conjuntos de especies</li> <li>8 Expansión de especies invasoras</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Incremento de la diversidad de especies exóticas</li> <li>2 Aumento de la capacidad de acogida de aves durante el invierno</li> </ol>
Ganadería	<p><b>Temperatura</b> ↑</p> <p><b>Precipitación</b> ↓</p> <p>Viento</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Problemas sanitarios. Aumento de agentes patógenos procedentes de países cálidos. Mayor contagio</li> <li>2 Cambios en hábitos alimentarios por entrada de especies invasoras pratenses, así como, por cambios en cultivos y disponibilidad hídrica derivados de las nuevas condiciones climáticas</li> <li>3 Variaciones en la producción ganadera a consecuencia de la disponibilidad de alimento. Cambios en comportamiento (mayor agresividad en abejas)</li> <li>4 Disminución de zonas de refugio para el ganado por aumento de catástrofes naturales</li> <li>5 Aumento del riesgo de erosión del suelo por pisoteo del ganado</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Aprovechamiento extensivo de pastos naturales durante mayor número de meses al año</li> <li>2 Introducción de nuevas razas de ganado</li> <li>3 Menor depredación de abejas por aves migratorias</li> </ol>

SECTOR	VARIABLE		
Pesca	<p><b>Temperatura</b> ↑</p> <p><b>Precipitación</b> ↓</p> <p>Viento</p>	<p><b>Pesca marítima</b></p> <p>1 Potenciales cambios en la ecología marina zonal y en la presencia y biomasa de determinadas especies explotadas comercialmente. Desplazamiento hacia el norte de algunas especies comerciales (por cambios oceanográficos y de distribución del fitoplancton y zooplancton)</p> <p>2 Aumento la presencia de especies de peces exóticas, procedentes de aguas meridionales poco habituales</p> <p>3 Riesgo de afección al desarrollo fisiológico de algunas especies de moluscos bivalvos de interés marisquero (berberecho y distintas especies de almeja) por temperaturas elevadas extremas</p> <p><b>Pesca fluvial</b></p> <p>1 Problemas para la ictiofauna por disminución de caudal base en río, disminución de oxígeno disuelto y por problemas en la vegetación riparia</p> <p>2 Colmatación de cuencas de agua por incremento de la erosión</p>	<p><b>Pesca marítima</b></p> <p>1 Llegada de especies piscícolas procedentes de aguas meridionales, algunas de potencial interés comercial</p> <p>2 A medio plazo, aumento de la superficie intermareal arenosa con consecuente aumento de población de moluscos bivalvos de interés comercial. Potencial aumento de la producción marisquera</p> <p>3 Mayor disponibilidad de nutrientes de la disolución marina accesible a ciertos organismos filtradores, como el percebe, debido al mayor y más frecuente movimiento de agua causado por aumento de la velocidad del viento en superficie</p> <p><b>Pesca fluvial</b></p> <p>1 Capacidad adaptativa de ciertas especies (barbos -Luciobarbus guiraonis y bogas- leporinus obtusidens) para realizar desplazamientos aguas arriba cuando el estiaje es severo</p> <p>2 Desarrollo de especies foráneas de gran interés en la pesca deportiva (lucio-Esox lucius, blackbass-Micropterus salmoides)</p>
Costa	<p><b>Temperatura</b> ↑</p> <p><b>Precipitación</b> ↓</p> <p><b>Evaporación diaria</b> ↓</p> <p><b>Radiación solar incidente</b> ↑</p> <p>Viento</p>	<p>1 Ascenso del nivel medio del mar con consecuente alteración de las dimensiones y formas territoriales de los ecosistemas costeros (marismas, dunas...)</p> <p>2 Acidificación de los océanos por ascenso en los niveles de CO2</p> <p>3 Erosión de playas</p> <p>4 Inundación de zonas urbanas</p> <p>5 Modificaciones en el nivel freático</p> <p>6 Vulnerabilidad de puertos pesqueros, deportivos o comerciales al incremento en el nivel del mar</p> <p>7 Cambios en el paisaje de la franja marítimo-terrestre</p> <p>8 Deterioro material de determinados elementos del patrimonio litoral inmueble. Potencial pérdida de valor de recursos para el ocio ligado a la cultura marítima</p>	<p>1 A medio plazo, aumento de superficie de lagunas submareales interiores y de su valor en términos ecológicos</p> <p>2 Aumento de superficie intermareal de desarrollo de moluscos bivalvos con potencial aumento de producción marisquera</p>
Recursos hídricos	<p><b>Temperatura</b> ↑</p> <p><b>Precipitación</b> ↓</p> <p><b>Evaporación diaria</b> ↓</p> <p><b>Radiación solar incidente</b> ↑</p> <p>Viento</p>	<p>1 Mayor déficit hídrico provoca tendencia estacional descendiente de caudales medios y supone menor cantidad y calidad de los cursos de agua y acuíferos</p> <p>2 La torrencialidad de las lluvias provoca mayor erosión que colmata y empeora los cuerpos de agua. Favorecimiento de deslizamientos y coladas de tierra e impedimento de un infiltrado adecuado a los acuíferos</p> <p>3 Tendencia estacional creciente de caudales máximos por cambios en el régimen de precipitaciones</p> <p>4 Vulnerabilidad media-alta de los sistemas de abastecimiento a cambios en el régimen de precipitación</p> <p>5 Favorecimiento de condicionantes que dan lugar a inundaciones con consecuentes pérdidas económicas</p> <p>6 Problemas en las infraestructuras relativas a la gestión de aguas por desastres naturales</p>	<p>1 La necesidad de transformación del modelo energético puede impulsar el uso de energías limpias</p>





SECTOR	VARIABLE		
Turismo	<p><b>Temperatura</b> ↑</p> <p><b>Precipitación</b> ↓</p> <p>Viento</p>	<p>1 Aumento del número de visitas con potencial riesgo de saturación (norte). Menor ocupación hotelera por pérdida de confort (sur)</p> <p>2 Insuficiencia o saturación de servicios de traida de agua potable, redes de saneamiento y depuración de aguas urbanas (norte)</p> <p>3 Posible aparición de problemas de contaminación derivados del tráfico estacional</p> <p>4 Desarrollo de medidas para el control de contaminación alimentaria más probable en nuevas condiciones climáticas</p> <p>5 En zonas afectadas por incremento del viento, sensación de descenso térmico, no confort de usuarios de playas y zonas de baño con consecuente impacto negativo en el sector</p>	<p>1 Aumento de la afluencia de visitantes, mayor número de pernoctas con consecuente beneficio económico para la actividad (norte)</p> <p>2 Prolongación de temporada para la práctica de actividades de ocio (norte)</p> <p>3 En el sur, la pérdida de confort al aire libre puede suponer mayor afluencia a locales hosteleros (bares y restaurantes) y mayor consumo</p> <p>4 En zonas afectadas por aumento de viento, incremento de actividades deportivas náuticas de vela (vela clásica y tradicional, windsurf, kitesurf...) y aéreas (parapente)</p>
Vivienda	<p><b>Temperatura</b> ↑</p> <p><b>Precipitación</b> ↓</p> <p><b>Evaporación diaria</b> ↓</p> <p><b>Radiación solar incidente</b> ↑</p> <p>Viento</p>	<p>1 Especial afectación de viviendas que carecen de aislamiento</p> <p>2 Viviendas bajo cubierta sufrirán de manera más acusada el incremento de temperatura en meses cálidos</p> <p>3 Sobre calentamiento interior en los meses más cálidos de viviendas con persianas por el interior de la carpintería</p> <p>4 Sobre calentamiento de fachadas y pavimentos exteriores por escasos espacios verdes en suelo urbano</p> <p>5 El aumento del número de días de lluvia intensa podría implicar un aumento en uno o dos tramos en la intensidad pluviométrica y por consiguiente que el dimensionado de los sistemas de evacuación de aguas pluviales actual sea insuficiente</p> <p>6 Problemas de abastecimiento de agua en poblaciones por inadecuación de redes de abastecimiento</p> <p>7 En edificios con teja, el aumento de viento sobre las cubiertas, supondrá movimientos y desprendimientos, con consecuente necesidad de trabajos de mantenimiento más frecuentes</p>	<p>1 Disminución en el consumo de calefacción por incremento de temperatura</p> <p>2 Ahorro energético por uso de paneles solares para aprovechamiento de mayor radiación solar</p>

Tabla 12. Síntesis de vulnerabilidades/oportunidades para el SUDOE.

## **II.II.- Medidas de adaptación**

El análisis de vulnerabilidad realizado regionalmente por cada uno de los socios del proyecto en sus respectivas zonas, permite la identificación de áreas específicas de debilidad en cada uno de los sectores seleccionados para el estudio.

Este procedimiento configura la base sobre la que se asiente la identificación de necesidades concretas de adaptación sectorial al cambio climático y por lo tanto, la propuesta de medidas específicas de adaptación.

A continuación, se muestran las diferentes medidas sectoriales de adaptación propuestas en virtud de las vulnerabilidades y oportunidades identificadas en el GT3.

SECTOR	MEDIDAS DE ADAPTACIÓN EN EL SUDOE
Agricultura	Mejora de la eficiencia hídrica en las explotaciones mediante uso de tecnologías respetuosas con el medioambiente, gestión de riegos, prácticas de conservación de agua, etc. Adaptación de infraestructuras
	Almacenamiento y captación de recursos hídricos (superficiales, subterráneos) en época húmeda para su posterior uso en época seca. Ajuste de la plantación a los recursos disponibles
	Mejora de prácticas agrícolas para la conservación de niveles de fertilidad y humedad del suelo (acolchado del suelo con restos de cultivo <i>mulching</i> ). Usos sostenibles y control de cambio de usos del suelo
	Adaptación de la elección de cultivos y de las épocas de plantación a las nuevas condiciones climáticas. Selección de variedades más resistentes frente a eventos climáticos extremos. Utilización de variedades de ciclo corto
	Introducción de nuevos cultivos (cultivos energéticos que presenten una buena adaptación para su desarrollo en terrenos no utilizados para la producción de alimentos y tengan alta eficiencia en el uso del agua)
	Mejora genética de las variedades. Desarrollo de técnicas de adaptación biológica (micorrización..)
	Zonificación agrogeológica en función de la vulnerabilidad de las diversas zonas del territorio a los efectos del cambio climático. Desplazamiento de áreas de cultivo
	Desarrollo de modelos de simulación que recojan la respuesta de la agricultura al nuevo escenario climático y el comportamiento de sus agentes patógenos. Modelos de nicho ecológico
	Apoyo a la investigación agraria para el desarrollo de variedades mejor adaptadas a los nuevos condicionantes agronómicos y agroclimáticos
	Implantación, desde la Administración, de un sistema de corresponsabilidad de gestión medioambiental con participación de los agricultores, así como, de programas de atención por contingencias climatológicas
Forestal	Desarrollo de modelos predictivos y de ayuda en la toma de decisiones para orientar la planificación forestal
	Creación de una red de puestos meteorológicos forestales, que permita la implementación de un sistema de avisos para la prevención y lucha contra incendios forestales. Protección del suelo afectado por incendios forestales
	Establecimiento de redes de monitorización para la observación efectiva de los efectos del cambio climático
	Desarrollo de herramientas de gestión (micorrización, selección genética..) que permitan el desarrollo de los ecosistemas de manera adecuada. Aplicación de una gestión adaptativa (realveo de montes bajos, control y adecuación de turnos e intensidades de aprovechamiento, selección de procedencia de semillas en repoblaciones para una adecuada diversidad genética..)
	Implantación desde la Administración de un sistema de corresponsabilidad de gestión medioambiental que cuente con la participación de los propietarios de bosques
	Implementación de acciones de formación para agentes implicados en la actividad forestal. Desarrollo de iniciativas de sensibilización sobre cambio climático para la población
	Obtención de material forestal de repoblación con especies capaces de soportar las condiciones climáticas futuras. Establecimiento de marcos de plantación más amplios y realización de Aclareos de mantenimiento

SECTOR	MEDIDAS DE ADAPTACIÓN EN EL SUDOE
Medio natural	Migración asistida. Mantenimiento de la conectividad para permitir las migraciones
	Evitar la desaparición de áreas específicas de acumulación de carbono como turberas y humedales. Conservación, ampliación y restauración de humedales y charcas. Mantenimiento de setos, establecimiento de cubiertas vegetales
	Revisión de la red de espacios protegidos
	Desarrollo de estudios fenológicos a partir de la teledetección. Realización de estudios sobre autoecología de las especies. Apoyo a la investigación para el desarrollo de variedades mejor adaptadas a los condicionantes climáticos
	Creación de micro reservas para ciertas especies. Viveros de especies autóctonas. Medidas para la restauración ecológica. Aumento de poblaciones que mejoren la biodiversidad y eviten desequilibrios
	Reducción de la fragmentación del bosque en las zonas estables
	Definir la potencialidad del territorio para diferentes tipos de formaciones vegetales y taxones faunísticos. Sustitución progresiva de especies
	Inventario y seguimiento poblacional de especies amenazadas. Programas de vigilancia, control y erradicación de especies exóticas invasoras. Evaluación del cambio de potencialidad de los taxones
	Implantación de repoblaciones en cabeceras hidrográficas para la restauración hidrológico-forestal
	Impulso de medidas para la mejora de la calidad ecológica de los bosques actuales y ampliación de su superficie considerando criterios de conservación de la biodiversidad, de protección hidrológica y de conectividad entre masas aisladas
	Creación de un sistema de información geográfica que recoja los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad
	Ganadería
Conservación y recuperación de enclaves forestales en zonas agrícolas y ganaderas para que la cabaña pueda resguardarse de condiciones meteorológicas adversas	
Programas de pastoreo controlado para la contribución a la disminución de incendios forestales. Cambios en la carga animal	
Ante temperaturas extremas, instalación de sistemas eficientes de refrigeración y ventilación forzada en establos	
Definición y aplicación de planes de uso y gestión ganaderos. Uso de suplementos alimentarios para suplir la peor calidad de los pastos	
Ajuste de la carga ganadera a las condiciones productivas de la explotación	
Selección genética que garantice el compromiso entre producción y adaptabilidad a los nuevos condicionantes climáticos. Diversificación de razas	
Apoyo a la investigación para avanzar en la lucha contra los agentes relacionados con cambios en las variables meteorológicas que sean causantes de enfermedades	
Programas de formación al ganadero sobre contingencias climatológicas. Acciones formativas de gestión y racionalización de recursos para el personal trabajador de explotaciones ganaderas	
Implantación, desde la Administración, de un sistema de corresponsabilidad de gestión medioambiental que cuente con la participación de ganaderos	

SECTOR	MEDIDAS DE ADAPTACIÓN EN EL SUDOE
Pesca	Implementación de protocolos de control y seguimiento ecológico de las poblaciones de peces, crustáceos, moluscos y equinodermos de interés comercial, en las costas del Sudoe, que permitan la posterior evaluación periódica de stocks y bancos en presencia de factores de cambio a lo largo de los años
	Realización de cambios en la regulación pesquera (variaciones en capturas, horarios, artes, días de trabajo, vedas, etc.), con el objetivo de establecer planes de ajuste del esfuerzo que garanticen la sostenibilidad de la pesca. Regulación de captura de nuevas especies
	Realización de campañas de control ecológico de poblaciones y superficie de extensión de especies vegetales invasoras, así como, campañas de erradicación
	Implantación desde la Administración de un sistema de corresponsabilidad en la gestión pesquera y medioambiental que cuente con la participación de los pescadores
	Formación para el fomento de buenas prácticas dentro de la actividad y contribución a la gestión sostenible de la pesca
	Implantación de políticas de ahorro y mejora de la calidad del agua, así como, la conservación de hábitats terrestres que rodean los ecosistemas acuáticos que favorecerán la adaptación de la pesca y el marisqueo
	Construcción de piscifactorías para contribuir a la repoblación de los cursos de agua con especies piscícolas, cumpliendo requisitos sanitarios y no causando desequilibrios en el ecosistema
Costa	Gestión integrada de zonas costeras. Replanificación y reordenación de usos urbanísticos en la franja litoral en futuras revisiones de planes de ordenación y usos en la zona costera, considerando las alteraciones del medio por el cambio climático
	Reconfiguración y diseño de áreas portuarias e infraestructuras civiles en la franja marítimo-terrestre, según un criterio de prevención en términos de seguridad, operatividad y económicos
Recursos hídricos	Campañas de concienciación que introduzcan cambios en los hábitos apelando a una gestión eficaz y al uso racional de los recursos hídricos. Respeto a los cambios ecológicos
	Desarrollo de modelos de seguimiento que recojan la respuesta de este recurso frente al nuevo escenario climático
	Implantación desde la Administración de un sistema de corresponsabilidad en la gestión medioambiental que cuente con la participación de usuarios y afectados por este recurso
	Incremento de la eficiencia y optimización del uso mediante estrategias de ahorro (técnicas más eficientes como el riego por goteo, disminución de superficies de regadío, empleo de especies o variedades vegetales menos dependientes del agua, modernización de regadíos...)
	La política hidráulica debe integrar los componentes socioeconómicos (demanda) con el ecológico (oferta) y garantizar el buen estado de todas las aguas mediante el uso sostenible de las mismas
	El aumento del riesgo de estrés hídrico requerirá mayor atención a la selección de vegetación con un uso más eficiente del agua y la necesidad de una mejor planificación de la gestión de cuencas hidrográficas
	Aumento de oportunidades para la restauración de bosques de ribera con posibles beneficios concomitantes de control de inundaciones

SECTOR	MEDIDAS DE ADAPTACIÓN EN EL SUDOE
Turismo	Las infraestructuras hoteleras y de restauración deben contar con sistemas de refrigeración orientados a la mejora de la eficiencia energética
	Gestión adecuada de los residuos derivados de esta actividad para evitar la contaminación edáfica e hídrica
	Implantación desde la Administración de un sistema de corresponsabilidad en la gestión medioambiental que cuente con la participación de propietarios de establecimientos hoteleros y restauradores
	Adaptación de la oferta hotelera/hostelera a las nuevas condiciones climáticas ( actividades culturales y de ocio durante la noche, piscinas u otras instalaciones acuáticas...)
	Establecimiento de medidas preventivas tendentes a evitar que la subida de la temperatura, sobre todo durante el verano, deteriore los alimentos y afecte la salud humana
	Desarrollo de modelos de cambio de usos turísticos ante la nueva situación climática para ayudar a la planificación del sector
Vivienda	Introducción de sistemas de reutilización de agua de lluvia y aguas grises que supongan un ahorro en el consumo de agua
	Fomentar en la edificación residencial las energías renovables (solar térmica, geotérmica, fotovoltaica, biomasa, etc.)
	Minimizar la existencia de viviendas bajo cubierta debido a su mayor consumo energético ( 44% a 60% en invierno y 50% en verano). Terrazas, balcones profundos y toldos actúan como elementos de control solar
	Maximizar la eficiencia energética a través de instalación de acristalamientos dobles con vidrio de baja emisividad, elementos de sombreado por el exterior (persianas o lamas), mejora de la eficiencia térmica de la carpintería...
	Búsqueda de la orientación óptima. Orientaciones enfrentadas, facilitan la ventilación cruzada
	Fomento de actuaciones de rehabilitación de las envolventes de edificios antiguos o no tan antiguos, y sus instalaciones de acondicionamiento térmico

Tabla 13. Medidas de adaptación para el SUDOE.